



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño Estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio
convencional para el bloque D del hospital de Villa María del
Triunfo, Lima – 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Ríos Goicochea, Alder Guzmán (ORCID: 0000-0001-5190-3769)

ASESORA:

Mg. Lavado Enriquez, Juana Maribel (ORCID: 0000-0001-9852-4651)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios con mucho amor y gratitud que me ha regalado la vida, el poder del conocimiento y por permitirme tener a mi familia siempre presente.

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicarles este trabajo a mis padres Pedro Ríos Guevara y Marcela Goicochea Delgado por su amor, cariño y comprensión, porque permanentemente me apoyaron con espíritu alentador contribuyendo incondicionalmente en mi formación profesional.

Agradecimiento

A Dios por darme la fortaleza en las adversidades que día a día se presentan y no dejarme vencer ante las pruebas de la vida.

A la fuerza de mi inspiración que me permite como persona trazarme y lograr objetivos.

A mis padres Pedro Ríos y Marcela Goicochea, familia en general que, gracias a su esfuerzo y trabajo, forjaron desde la infancia mi personalidad y futuro con gran cariño que me apoyan incondicionalmente e impulsan a cumplir mis metas y sueños.

A mi asesora Mg. Juana Maribel, Lavado Enríquez, quien me apoyó constantemente en la elaboración de mi tesis.

Índice

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
III.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5.- Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	83
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	88
VI. CONCLUSIONES	89
VII. RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	96
Matriz de consistencia	
Validaciones de instrumentos	
Capacidad portante del suelo	
Actas	
Porcentaje de similitud de Turnitin	
Panel fotográfico	

Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de Irregularidad Estructural.....	29
Tabla 2: periodos de la estructura con base empotrada.....	32
Tabla 3: Factor del suelo.....	34
Tabla 5: categoría de las edificaciones y factor de uso.....	35
Tabla 6: categoría de las edificaciones y factor de uso.....	35
Tabla 7: cargas vivas.....	36
Tabla 8: metrado de cargas.....	36
Tabla 9: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje x-x.....	38
Tabla 10: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje y-y.....	39
Tabla 12: Control de derivas x-x.....	43
Tabla 13: Control de derivas y-y.....	44
Tabla 14: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.....	58
Tabla 15: Resultados de combinaciones de cargas.....	58
Tabla 16: combinaciones de cargas para el eje X-X.....	59
Tabla 17: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.....	59
Tabla 18: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.....	64
Tabla 19: Resultados de combinaciones de cargas.....	65
Tabla 20: combinaciones de cargas para el eje X-X.....	66
Tabla 21: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.....	66
Tabla 22: Espectro tiempo historia.....	70
Tabla 23: Propiedades de los aisladores.....	73
Tabla 24: periodos de la estructura con base aislada.....	76
Tabla 25: Control de derivas X-X en estructura con base aislada.....	77
Tabla 26: Control de derivas Y-Y en estructura con base aislada.....	78
Tabla 27: Detalles finales del aislador.....	83
Tabla 28: Comparativo de derivas – Eje X-X.....	85
Tabla 29: Comparativo de derivas – Eje Y-Y.....	86
Tabla 30: Resumen de presupuesto – estructura convencional.....	86
Tabla 31: Resumen de presupuesto – estructura con base aislada.....	87
Tabla 32: Comparativo del costo directo de ambas estructuras.....	87

Índice de figuras

Figura 1: Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento tipo LRD.....	10
Figura 2: Aislador elastomérico de alto amortiguamiento tipo HDR.....	11
Figura 3: Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB).....	12
Figura 4: Aislador de péndulo de fricción.....	12
Figura 5: Doble péndulo de fricción.....	13
Figura 6: Triple péndulo de fricción.....	13
Figura 7: Modelo con aislación en la base.....	14
Figura 8: Ubicación de la edificación a analizar.....	22
Figura 9: Fotografía del estado actual del Hospital María Auxiliadora.....	22
Figura 10: Plano de arquitectura.....	26
Figura 11: Modelo tridimensional de la edificación.....	27
Figura 12: Modelo en planta de la edificación.....	28
Figura 13: Primer modo de vibración en la edificación con base empotrada.....	30
Figura 14: Segundo modo de vibración en la edificación con base empotrada.....	30
Figura 15: Tercer modo de vibración en la edificación con base empotrada.....	31
Figura 16: Masa Participativa ingresados el programa.....	37
Figura 17: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje x-x.....	38
Figura 18: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje y-y.....	39
Figura 19: Ingreso de coeficientes sísmico al programa.....	40
Figura 20: Espectro de respuesta de la edificación.....	42
Figura 21: Espectro de respuesta de la edificación.....	43
Figura 22: Diagrama momento flector eje 1, 2.....	47
Figura 23: Diagrama momento flector eje 3, 4.....	47
Figura 24: Diagrama momento flector eje 5, 6, 7, 8, A.....	49
Figura 25: Diagrama momento flector eje B, C, D, E, F.....	50
Figura 26: Diagrama de fuerza cortante eje 1, 2, 3, 4, 5, 6.....	52
Figura 27: Diagrama de fuerza cortante eje 7, 8, A, B.....	54
Figura 28: Sismo M22 eje X-X.....	60
Figura 29: Sismo M33 eje X-X.....	61
Figura 30: Sismo M33 eje Y-Y.....	62
Figura 31: Sismo M22 eje Y-Y.....	62
Figura 32: Detalle de acero propuesto en la placa a diseñar.....	67
Figura 33: Sismo M33 eje X-X.....	68
Figura 34: Sismo M22 eje X-X.....	68

Figura 35: Sismo M33 eje Y-Y.....	69
Figura 36: Sismo M22 eje Y-Y.....	69
Figura 37: análisis tiempo historia Norte y Sur Ica 2007.....	71
Figura 38: análisis tiempo historia Este y Oeste Ica 2007.....	71
Figura 39: Modelo edificio aislado.....	73
Figura 40: Primer modo de vibración en la edificación con base aislada.....	74
Figura 41: Segundo modo de vibración en la edificación con base aislada.....	75
Figura 42: tercer modo de vibración en la edificación con base aislada.....	75
Figura 43: Fuerza cortante en eje X-X.....	76
Figura 44: Fuerza cortante en eje Y-Y.....	77
Figura 45: Espectro de respuesta de la edificación.....	81
Figura 46: comparativo de modos de vibración de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.....	83
Figura 47: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.....	84
Figura 48: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje Y-Y.....	85

Resumen

La presente investigación Diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima – 2020, tuvo como objetivo principal determinar los resultados del Sistema sismorresistente con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima – 2020. La Metodología de la tesis de investigación es de tipo aplicada debido a que busca transformar la realidad problemática existente y el diseño es experimental, teniendo como muestra de estudio al hospital Villa María del Triunfo, la cual para el análisis y diseño de cada uno de los elementos estructurales se empleó el programa computacional etabs. los desplazamientos en la edificación con base empotrada son más vulnerables en los pisos superiores llegando a un máximo de 0.403, en cambio en la edificación con base aislada es de 2.32, además el sistema de aislación reduce un 25% las fuerzas del sismo, eso implica que es una estructura más segura ante cualquier evento telúrico, también la deriva máxima en el caso de edificación con base empotrada es de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente y en el caso de la edificación aislada es de 3.5‰ y 3.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, cumpliendo en ambos casos con la Norma E-030, por otro lado el costo directo de la estructura convencional es de S/. 3,456,943.10, y en el costo directo de la estructura aislada S/. 4,282,331.01, teniendo un incremento de S/.825,387.91. Puedo concluir que, con el uso de aisladores sísmicos en la base, la fuerza cortante por caso de carga de sismo de diseño para ambas direcciones de análisis se redujo entre 50% a 60%, así mismo los desplazamientos en un 20% a 50%, conllevando esto a la reducción de las secciones de los elementos estructurales verticales.

Palabras clave: Aisladores sísmicos, Análisis y Diseño Estructural, Edificaciones Antisísmicas.

Abstract

The present investigation Structural design with seismic isolators with respect to the conventional building for block D of the Villa María del Triunfo hospital, Lima - 2020, had as its main objective to determine the results of the seismic resistant system with seismic isolators with respect to the conventional building for block D of the Hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020. The Methodology of the research thesis is of an application type because it seeks to transform the existing problematic reality and the design is experimental, having as a study sample the Villa María del Triunfo Hospital, the which for the analysis and design of each of the structural elements the etabs computer program was used. the displacements in the building with a recessed base are more vulnerable in the upper floors reaching a maximum of 0.403, whereas in the building with an insulated base it is 2.32, in addition the isolation system reduces the forces of the earthquake by 25%, that implies which is a safer structure against any telluric event, also the maximum drift in the case of a building with a recessed base is 6.9 ‰ and 5.9 ‰ in the XX and YY direction respectively and in the case of an isolated building it is 3.5 ‰ and 3.9 ‰ in direction XX and YY respectively, complying in both cases with Standard E-030, on the other hand the direct cost of the conventional structure is S / . 3,456,943.10, and in the direct cost of the isolated structure S / . 4,282,331.01, having an increase of S / . 825,387.91. I can conclude that, with the use of seismic isolators at the base, the shear force per design earthquake load case for both directions of analysis was reduced between 50% to 60%, as well as the displacements by 20% to 50%. , leading to the reduction of the sections of the vertical structural elements.

Keywords: Seismic Isolators, Structural Analysis and Design, Anti-seismic Buildings.

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro País se encuentra situado en el cinturón de fuego del pacifico, indicándonos que se encuentra en una zona altamente sísmica, es por ello que desde hace décadas se vienen usando diferentes métodos de contrarrestar esas fuerzas sísmicas, tal es el caso del uso de aisladores sísmicos. Por tal razón es que desde hace tiempo se utilizan aisladores sísmicos para contrarrestar las fuerzas sísmicas, a pesar de eso construir edificaciones sismorresistentes es casi imposible debido a la complejidad de la naturaleza sísmica y las limitaciones económicas y técnicas. Adicionalmente se puede afirmar que la ciudad de Lima se encuentra clasificada dentro de la Zona 4 del mapa de sismicidad del Perú, siendo esta una escala alta según la norma de diseño sismorresistente E 030. Las ondas que producen mayores daños en los edificios son las ondas que generan movimientos horizontales en el suelo que son llamadas ondas secundarias, estas ondas poseen frecuencias y periodos que excitan a las estructuras, generando que las frecuencias y los periodos se manifiesten, provocando fallas en los elementos estructurales de los edificios. (Pichardo, Morales y Osorio, 2015, p.11). Si bien sabemos que los hospitales y las clínicas tienen una función importante después de haber ocurrido un sismo, que consiste en albergar a los heridos que hayan tenido algún accidente, sin embargo existen métodos para reducir los desplazamientos de entrepiso y así poder mantener operativa la estructura y sus instalaciones, uno de los métodos para reducir las deformaciones en las estructuras es el uso de aisladores sísmicos que tiene como función aislar la superestructura de la subestructura con el fin de obtener desplazamientos homogéneos o iguales en todos los pisos de la edificación. (Ramos, 2018, p.28). En conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones en enero del año 2018 se publicó la última versión de la norma de diseño sismorresistente peruana E.030 estableciendo el uso de aislamiento sísmico en edificaciones esenciales ubicadas en las zonas sísmicas 3 y 4, para ello se empleará la norma técnica E 031 Aislamiento sísmico que tiene como finalidad mejorar el desempeño sísmico de las edificaciones, proteger su estructura y

contenido y buscar su operatividad continua. La filosofía del diseño utilizando aisladores sísmicos que busca reducir notoriamente las fuerzas que atacan a la estructura producto del sismo, la cual consiste en aislar la estructura del suelo con la finalidad que las ondas producidas por el sismo sean transmitidos en poco porcentaje a los elementos estructurales, esto se logra con la adición de una capa de aislador que posee una flexibilidad horizontal, de manera que el periodo de vibración tanto de la estructura como del terremoto no coincidan. (Valerio, 2015, p.13). El uso de sistemas con aisladores sísmicos se ha ido incrementando en los últimos años y ha dado mayor realce en lo que respecta a edificaciones esenciales, lo que conlleva a realizar los nuevos métodos de cálculo que nos permiten estimaciones más cercanas a la realidad. (Morillas, 2014, p.19).

De lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la causa de los daños notables e incluso colapsos en las edificaciones son los diseños convencionales y la zona sísmica en la que se encuentra ubicada el proyecto, la cual presenta baja resistencia ante un sismo, para contrarrestar esas fuerzas sísmicas he planteado la inclusión de aisladores sísmicos.

Respecto a lo descrito anteriormente se puede plantear el siguiente problema de investigación ¿Cuáles serían los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo niño, Lima - 2020?, además como problemas específicos tengo. a).-¿Cuál será la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, b).- ¿Cuál será el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, c).- ¿Cuáles serían las Diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, d).-¿Cuál sería la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?.

Asimismo, la investigación es de gran importancia ya que se utiliza un sistema sismorresistente que tiene la capacidad de contrarrestar las fuerzas sísmicas que azotan constantemente a nuestro país. Para tal caso la justificación teórica, la presente investigación tiene gran importancia en

lo teórico, ya que nos ofrece temas y comparaciones relacionadas de autores sobre sistemas sismorresistentes. De tal manera que, la justificación práctica de la presente investigación es de gran interés debido a que soluciona el problema de las grandes deformaciones que presenta las estructuras convencionales. Además, la justificación social, la adición de aisladores sísmicos a la estructura convencional es relevante debido a que al presentarse un sismo esta estructura absorberá las fuerzas sísmicas y se mantendrá operativa. Asimismo, la justificación metodológica, es interesante ya que para el desarrollo tendrá como técnica el fichaje de referencias bibliográficas y la observación como instrumento. Finalmente, la justificación por conveniencia, es importante porque va a mejorar el bienestar de vida, brindándoles seguridad ante la presencia de sismos.

Referente a los objetivos de investigación se ha planteado el siguiente objetivo principal. Determinar los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020. Determinar la garantía de seguridad del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Verificar el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Determinar las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Determinar la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

Para ello he planteado la siguiente hipótesis general, Los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional reducirán los daños provocados por los sismos, asimismo las hipótesis específicas, El sistema con aisladores sísmicos brindara mayor garantía de protección tanto de la propia estructura como de las vidas humanas. La estructura con aisladores sísmicos brindará mejor comportamiento respecto al edificio convencional. Las distorsiones de la estructura aislada serán bajas comparados con las distorsiones de la estructura convencional. El costo del diseño estructural con aisladores sísmicos será mayor que el edificio convencional.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Internacional

Arditi, Yitmen y Yalcinkaya (2016) publicaron su investigación titulada “The Factors Affecting Collaborative Building Design”, presentado en la Universidad Adnan Menderes, siendo el objetivo principal de este documento, identificar los factores que afectan la colaboración entre los participantes en el proceso de diseño del edificio. Metodología: posee una metodología aplicada, teniendo como muestra el edificio, los instrumentos tecnológicos recientes que sirven a un mayor nivel de colaboración y los esfuerzos de la industria de la construcción para mejorar el rendimiento, los datos relacionados se recopilan de la creciente literatura sobre diseño colaborativo. También se consideran los desarrollos tecnológicos recientes que sirven a un mayor nivel de colaboración y los esfuerzos de la industria de la construcción para mejorar el rendimiento del edificio. Concluyendo que la implicación de esta investigación es que una buena comprensión de los factores que mejoran la colaboración entre las partes involucradas en el diseño no solo mejora el rendimiento del edificio, sino que también mejora la competitividad de las empresas de diseño de edificios.

De igual manera, Rojano (2019) en su tesis “Diseño estructural de un edificio de 36 pisos en zona de amenaza sísmica alta y verificación del comportamiento mediante análisis no lineal”, presentada en la Universidad de Santander, Colombia; propuso el siguiente objetivo principal Realizar un análisis no lineal estático de plastificación progresiva a un proyecto de edificio de pórticos en concreto reforzado real diseñado mediante el método de análisis dinámico elástico de Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (2010) y verificar su comportamiento por fuera del rango elástico para el sismo de diseño. Metodología: Utilizó una metodología descriptiva centrándose en un proyecto residencial, teniendo como muestra el edificio de 36 pisos del sistema aporticado, ubicado en la ciudad Bucaramanga, Santander, el

instrumento que se utilizó fue la ficha de la norma colombiana, finalmente se obtuvieron los resultados específicamente de las distorsiones con la que se pudo hacer comparaciones de metodologías.

Asimismo, Luevanos, López y Medina (2017), presentaron el tema “Optimal design for rectangular isolated footings using the real soil pressure”, presentado en la Universidad de Coahuila, Torreón, Coahuila, México. El objetivo de esta investigación es el diseño estándar para zapatas rectangulares de concreto reforzado, proponiendo dimensiones que cumplan para soportar los esfuerzos admisibles, seguidamente la altura de la zapata se obtiene del momento máximo se hace una comprobación con los métodos de flexión, corte o punzonamiento, posteriormente se hace el cálculo del acero. Esta investigación tiene como muestra la zapata rectangular, esto se realiza a través de ensayo y error y en concordancia con el requerimiento de la norteamericana (ACI 318-13). Finalmente se dice que para el diseño de zapatas rectangulares se debe utilizar el diseño óptimo.

De igual forma Ingrid, Sierra, Losanno, Strano, Marulanda y Thomson (2019), en su tesis “Development and experimental behavior of HDR seismic isolators for low-rise residential building”, presentado en la Universidad del Cali, Colombia. Los sistemas reducen la acción de los terremotos en los edificios al desconectar la estructura del suelo a través de diferentes dispositivos, siendo los aisladores reforzados con acero (SREI) los más utilizados. Sin embargo, debido a los altos costos iniciales de los SREI, esta técnica se implementa principalmente en proyectos especiales y rara vez se usa para edificios residenciales en países en desarrollo con alto riesgo sísmico. Este documento presentó una investigación exhaustiva sobre aisladores de goma novedosos y sin límites que, basados en el comportamiento satisfactorio mostrado durante las pruebas experimentales, podría ser una alternativa viable a los aisladores convencionales que se implementarán principalmente en Colombia para los edificios residenciales de baja altura. El caucho y los materiales de refuerzo empleados en la fabricación de los prototipos de aisladores se obtuvieron localmente para minimizar el costo de los nuevos

dispositivos. Se investigaron diferentes configuraciones de aisladores, incluido el refuerzo de acero versus nylon / fibra de carbono (FREI) y conexiones atornilladas versus no unidas, para proporcionar competitividad tecnológica. En la primera fase, se desarrolló y caracterizó una goma de alta amortiguación. En la segunda fase, los prototipos de aisladores diseñados para un edificio real se construyeron y probaron usando combinadas pruebas de compresión y cizallamiento. Los resultados resaltan una comparación interesante entre las propiedades verticales y horizontales de los SREI clásicos y los FREI no atornillados, ambos satisfacen los valores de diseño requeridos. Específicamente, los resultados experimentales muestran que el comportamiento de los FREI, en la dirección horizontal, es similar al de los SREI, mientras que la relación de amortiguamiento es más alta. También se obtuvieron resultados satisfactorios con refuerzo de nylon. En cuanto a la conexión, los prototipos no unidos mostraron un mejor comportamiento respecto al SREI clásico, logrando deformaciones más altas sin fallar. Por lo tanto, este tipo de FREI ilimitados podría representar una opción muy prometedora con un mayor potencial para implementarse como un sistema de aislamiento sísmico de bajo costo en edificios residenciales de baja altura de países en desarrollo.

Por último, Menga, Foti y Carbone (2017), presentaron su tesis titulada “Viscoelastic Friction Properties of Seismic Insulators for Rubberized Roller Bearings (RLRB)”, este documento aborda el comportamiento de un sistema de aislamiento de rodamiento de rodillos de capa de goma (RLRB). Este sistema consiste en cilindros de acero interpuestos entre placas de acero acolchadas con capas de goma de alta amortiguación. Cuando los cilindros comienzan a rodar, se logra un desacoplamiento parcial entre la respuesta de la superestructura y el movimiento del suelo. Sin embargo, la presencia de capas de goma en los aisladores RLRB apunta a disipar parte de la energía sísmica, reduciendo así el movimiento relativo entre la base y la superestructura (edificio). Para comprender mejor este fenómeno, se procedió a un estudio mecanicista de la interacción de contacto viscoelástico entre los cilindros rodantes y

las capas de goma. El análisis se lleva a cabo en el marco de la mecánica continua y la viscoelasticidad lineal mediante una estrategia numérica, perteneciente a la clase de métodos de elemento límite, capaz de tener en cuenta el espesor de la capa viscoelástica. Los resultados muestran que, dependiendo de los parámetros de diseño, se puede lograr una fuerte reducción de la fricción viscoelástica, útil para desacoplar el movimiento de la superestructura del movimiento de la base y luego del suelo, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía, por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador.

Nacional

Ochoa (2017) en su tesis titulada, “Diseño estructural de un edificio de 8 pisos y un sótano en Huancayo”, elaborado en la Universidad Continental, tiene como objetivo principal Realizar un modelo de diseño estructural de un edificio comercio-hotel de 8 pisos más un sótano en Huancayo, para dicha investigación se aplicó una metodología descriptiva, teniendo como muestra a la edificación ubicada en el distrito de El Tambo conformada por ocho pisos y un sótano, se ha utilizado la normativa de cargas E-020 para el análisis de carga por gravedad y para el análisis sísmico se utilizó la normativa E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se utilizó dos métodos tanto estáticos como dinámicos. El método estático solo se usó para efectos de comprobación de los resultados que arrojan el método dinámico. Finalmente, se presentan planos adecuadamente detallados para facilitar un correcto proceso constructivo.

Asimismo, Ruiz (2019) en su tesis “Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto clínica privada del distrito de los

olivos, lima”, elaborado en la Universidad Nacional Federico Villarreal, tiene como objetivo describir el sistema estructural de los edificios en base a pórticos y placas de concreto armado y emplear la normativa E-030 Sismorresistente del reglamento Nacional de Edificaciones. Metodología: tipo descriptiva, teniendo como muestra dos edificios para “Clínica Privada”, a través de un diseño estructural y sismorresistente eficiente, cumpliendo con los parámetros de las normativas peruanas, resaltando el uso de la norma de diseño sismorresistente E-030. Concluyendo que la “Clínica Privada” colaborará en el mejoramiento de los servicios hospitalarios que ya existen en el distrito de los Olivos, este distrito necesita de más centros de salud debido a la gran cantidad de población existente, de esa forma se mejorará los servicios hospitalarios para la seguridad de las personas.

Igualmente, Flores y Valdivia (2018), presentaron la tesis titulada “Diseño estructural de un hotel de concreto armado”, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, teniendo como objetivo principal análisis y diseño de los elementos estructurales de una edificación destinada a hotelería, ubicada en el distrito de Miraflores, Usando una metodología descriptiva de los elementos estructurales, teniendo como muestra la edificación que se encuentra dentro del distrito de Miraflores destinada a hotelería, desarrollando los análisis correspondientes tanto estático como dinámicos, cumpliendo con los parámetros de normativa peruana E 030, todo este proceso se analizó en el programa ETABS, partiendo de un plano arquitectónico. Finalmente, se diseñó y se detallaron en los planos cada uno de los elementos estructurales del proyecto.

Por otro lado Leyton (2017) en su tesis “Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en lima”, Perú desarrollada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, planteando como objetivo principal reconocer la factibilidad técnica-económica del aislamiento sísmico en una edificación de concreto armado en particular: Metodología este estudio se ha centrado en un edificio convencional para rediseñar con sistema con aislamiento en la base, teniendo como muestra el edificio multifamiliar Basadre situado en el distrito de San Isidro, Lima, buscando

que los resultados convergen con un software de estructuras. Finalmente se resumen los resultados que se han obtenido y se plasma en los planos detalladamente, de igual manera se explica los beneficios de los aisladores sísmicos.

De igual modo que Aguilar (2018) tesis “Respuesta torsional de edificios sísmicamente aislados en el Perú. Comparación de métodos estáticos y dinámicos”, elaborado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. La cual propuso el siguiente objetivo principal estimar el máximo desplazamiento lateral en estructuras sísmicamente aisladas, incluidos efectos de torsión, a partir del planteamiento de expresiones acordes a la realidad sísmica peruana por medio de relaciones entre procedimientos estáticos y dinámicos y verificando la aplicabilidad de las ecuaciones del procedimiento estático del código ASCE/SEI 7-16. Metodología tiene un diseño correlacional, teniendo como muestras las estructuras sísmicamente aislados para la cual se empleó la normativas ASCE 7-10 y ASCE 7-16 realizándose múltiples análisis en la base de las estructuras aporticadas y estableciéndose en las mismas tres relaciones de aspecto en planta, alturas típicas, finalmente en conformidad con los códigos norteamericanos ya mencionados es posible plantear propuestas que se tengan mejor comportamiento ante sismos severos para los suelos rígidos que están dentro de la zona 4 de sismicidad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1- Aisladores Sísmicos

El aislamiento sísmico se define como un sistema que para efecto de soportar las cargas por gravedad siendo verticalmente rígido y para efecto de las fuerzas del sismo es horizontalmente flexible. Este sistema permite que las edificaciones reduzcan notablemente sus distorsiones y sean homogéneas o iguales en todos los niveles. (Millones, 2019, p.13). La incorporación de este sistema de aislación sísmica permite a la edificación estar casi inmóviles durante la ocurrencia del sismo, asegurando un desempeño sísmico mejor, reduciendo así los daños de cada uno de los elementos estructurales. (Llerena y Tito, 2014, p.7).

El sistema de aislamiento sísmico se encuentra dentro de la rama de los sistemas convencionales que siempre se han venido desarrollando. (Muños, p.8).

Tipos de aisladores sísmicos

Existen varios tipos de aisladores

Aisladores elastómeros

2.2.1.1- Aisladores elastomérico de bajo amortiguamiento (LRD)

Antiguamente los dispositivos de aislación de caucho natural no se usaban con láminas de acero, sin embargo, se notó que le faltaba rigidez vertical, ya que el caucho se esparcía con el peso de la edificación, por ende, se evaluó y se añadió las capas de acero intercaladas con capas de caucho y así se logró aumentar la rigidez en cientos de veces la rigidez horizontal. (Karswagen, Arias y Huaranga, 2012, p.7). Estos dispositivos presentan bajo amortiguamiento que está entre 2 y 5% como máximo, en comparación de los demás dispositivos es el que menos soporta, estos dispositivos generalmente trabajan de la mano con disipadores de energía para proveer amortiguamiento adicional a la estructura. (Guaygua, 2015, p.12).



Figura 1: Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento tipo LRD

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.24).

2.2.1.2- Aisladores elastomérico de alto amortiguamiento (HDR)

Aisladores conformados por capas de goma con láminas de acero intercaladas, el uso de estas láminas es aumentar la rigidez vertical del aislador y así controlar las cargas gravitacionales generadas por la superestructura. (Carmona y Rosas, 2015, p.10). Este dispositivo está conformado por capas de caucho que han sido alterados con aditivos (tales como aceites, carbón en polvo, resinas, por sí solos entre otros aditivos que aumentan el amortiguamiento del mismo), intercalados con láminas de acero, adicionalmente con placas de acero en la parte superior e inferior para confinar el núcleo. (Karswagen, Arias y Huaranga, 2012, p.12).

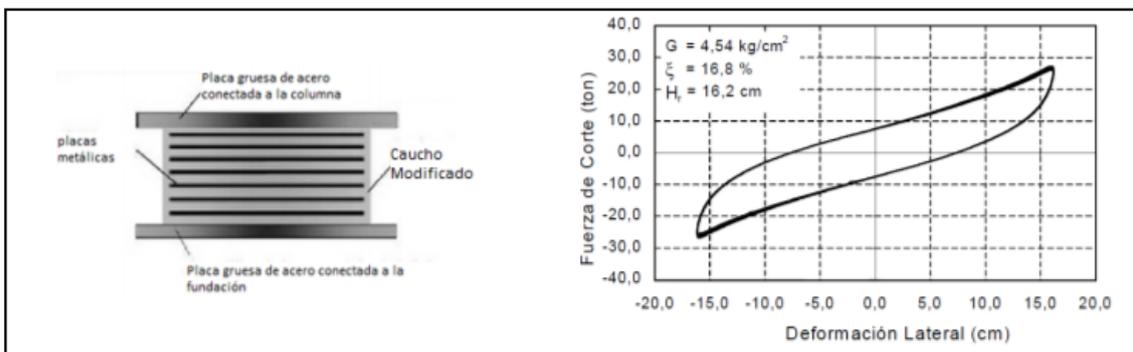


Figura 2. Aislador elastomérico de alto amortiguamiento tipo HDR.

Fuente: Carmona y Rosas (2015), p.10.

2.2.1.3.- Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB)

Los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo representan un alto amortiguamiento que está entre 25% o 30%, este tipo de dispositivos son los más usados en la actualidad ya que presentan mayor rigidez vertical y pueden resistir mayores cargas verticales y fuerzas del sismo, el plomo tiene una función importante en el dispositivo ya que se cristaliza a la temperatura del ambiente, también presenta una deformación angular de 1.25 a 2. (Para Zanelli y Paredes, 2019, p.7).

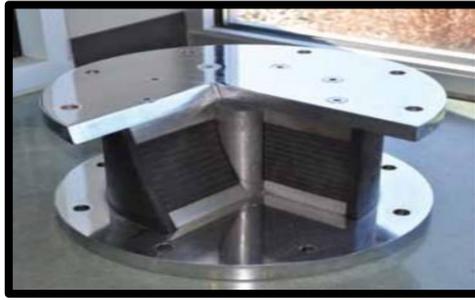


Figura 3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB).

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.25).

2.2.1.4.- Aislador de Péndulo de Fricción

a. Péndulo de Fricción Simple (FPS)

Este tipo de sistemas deslizantes pertenecen a los sistemas de aislación basal, el más reconocido y usado en las edificaciones es el péndulo friccional FPS, este aislador presenta una característica deslizante y esférica de acero inoxidable que está revestido con un material de alta capacidad basado en politetrafluoroetileno, su amortiguamiento aproximadamente está entre 5 a 7%, sus apoyos están sellados con la superficie deslizante para evitar la contaminación de la interfaz de deslizamiento. (Zayas, low y Mahin, 1987, p.25).

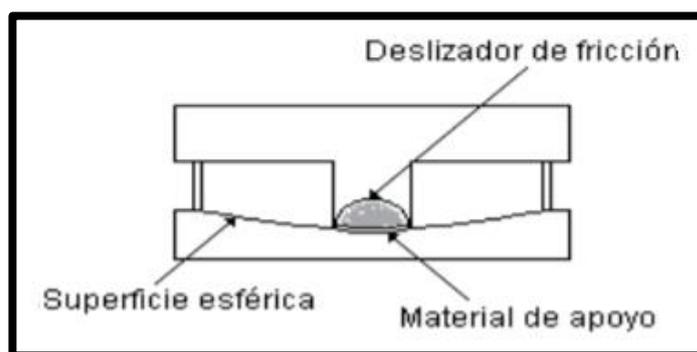


Figura 4. Aislador de péndulo de fricción.

Fuente: Aguiar, Almazán, Dechent y Suárez (2016)

b. Doble Péndulo de Fricción (DPF)

Los aisladores de doble péndulo fricción a diferencia de los aisladores de péndulo simple es que presenta dos superficies cóncavas, los materiales que se usan son los mismo que el simple, las superficies de estos dispositivos pueden tener superficies secas para tener mayor coeficiente de fricción que los que tienen superficie lubricada. (Ruiz, 2017, p.9).

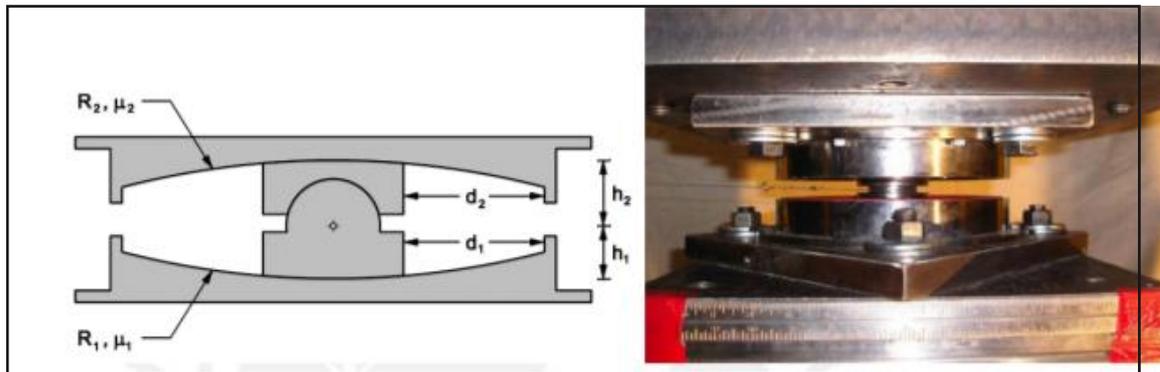


Figura 5. Doble péndulo de fricción.

Fuente: Fens y Constantinou (2007) (p.13).

c. Triple Péndulo de Fricción (TFP)

Estos dispositivos a pesar que su nombre es triple péndulo de fricción presentan 4 superficies de contacto, al tener esa característica también tienen 4 puntos de fricción, 4 distancia topes, además alcanzan grandes periodos y desplazamientos generando seguridad a la estructura y sus establecimientos. (Ruiz, 2017, p.9).

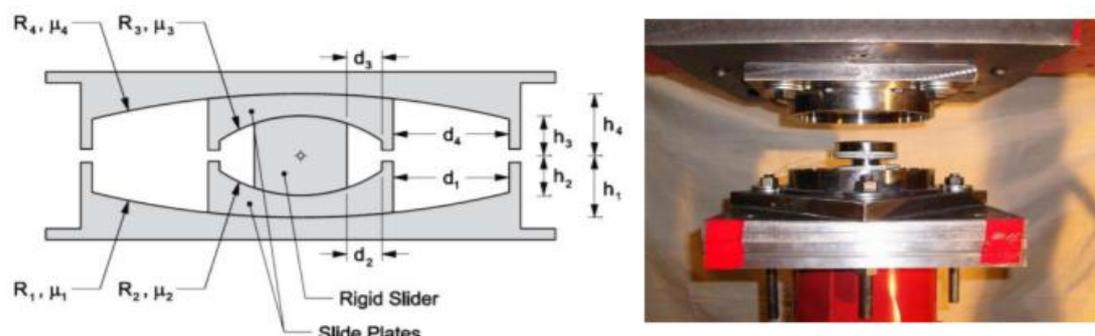


Figura 6. Triple péndulo de fricción.

Fuente: Fens y Constantinou (2007) (p.15)

2.2.1.5.- Desplazamiento de diseño:

Norma ASCE/SEI “Desplazamiento lateral para sismo de diseño, excluyendo desplazamiento adicional debido a torsión natural y accidental, este sistema debe ser calculado separadamente de los límites del sistema sismorresistente”.

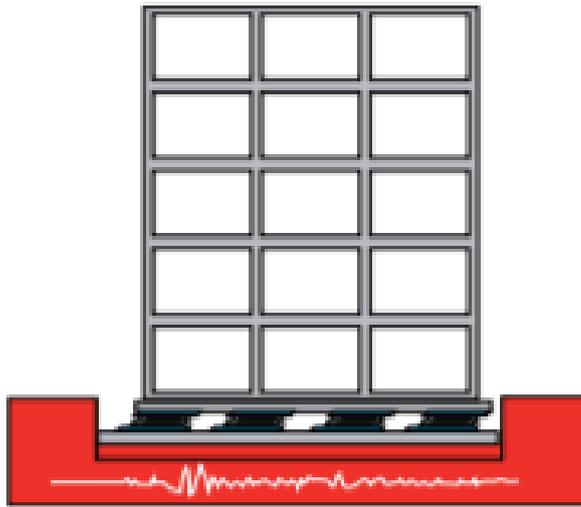


Figura 7: Modelo con aislación en la base.

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.8).

2.2.2.- Diseño estructural

El objetivo del diseño es reducir el riesgo de falla por cortante en vigas y columnas durante un sismo. Rochel (2012, p.121). Diseño estructural es el encargado de evaluar los materiales que se van a usar en el edificio en estudio, además del precio y las cantidades de cada uno de los siguientes elementos: estructuración, análisis, diseño y dibujo. (Cabello y Arquiñiva, 2017). 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. (Quesada, 2015).

2.3 Marco conceptual

Concreto

Es la combinación de los agregados tanto agregado fino como agregado grueso y agua ya sea con o sin presencia de aditivos. (Norma E.060, p.26).

2.2.2.1.- Elementos estructurales

Losas

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. (Para Calderón, 2018, p.42).

Según Blanco existen varios tipos de losas:

Losas nervadas

Este tipo de losas presentan viguetas cada cierta distancia que están confinadas por una losa maciza de espesor delgado, para el proceso constructivo estas losas requieren de un encofrado que sigue la superficie lateral de las nervaduras.

Losas aligeradas

Son en esencia losas nervadas, pero tiene la diferencia que entre las viguetas este relleno de material liviano ya sea ladrillo o también puede ser poliestireno, la finalidad de estos elementos ligeros es no producir tanta carga.

Losas macizas

Elemento estructural que se encuentra presente notablemente en la distribución de las instalaciones sanitarias y descansos de escaleras.

Vigas

Es un elemento estructural de gran importancia que tiene la finalidad de soportar las cargas de los techos y la albañilería que se encuentra sobre de

ella y transmitir las a las columnas. 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. (Santana, 2013).

Columna

Una columna es un elemento vertical esbelto que sostiene una carga impuesta. (Rochel, 2012). Para el diseño de las columnas se debe escoger la fuerza axial mayor, que presenta mayor resistencia a momentos de la columna.

El aislamiento sísmico.

El concepto de aislamiento sísmico o de base como medio de protección contra terremotos parece tener más de 100 años. Sin embargo, hasta hace muy poco, se construyeron pocas estructuras utilizando este principio. Hoy en día, el concepto se ha convertido en una realidad práctica y está tomando su lugar como una alternativa viable a la construcción sísmica convencional (base fija) resistente. (Hebilla, IG, y Mayes, RL, 1990, p.1).

Sismos.

Los sismos son movimientos del suelo que son producto de la liberación de energía generada por diferentes causas de las placas tectónicas.

Edificaciones sismorresistentes.

Se llama edificación sismorresistente cuando se diseñó con la adecuada estructuración, distribución y dimensiones adecuadas que puedan resistir tanto fuerzas gravitacionales como fuerzas sísmicas.

Cortante basal.

La cortante basal se utiliza para el diseño de cada uno de los elementos estructurales de la edificación, tanto a compresión, flexión y en conjunto flexocompresión.

Desplazamientos.

Las estructuras con base aisladas al momento de diseñarse también deben ser consideradas las fuerzas del viento, a la igual manera que la edificación

empotrada deberá diseñarse para tener desplazamientos insignificantes con la finalidad de proteger cada uno de los sistemas estructurales. (Cabello y Arquíñiva, 2017, p.65).

Amortiguamiento efectivo

Según la Norma ASCE/SEI 7-10, “el valor equivalente de amortiguamiento viscoso correspondiente a la energía disipada durante la respuesta cíclica del Sistema de aislamiento” (p.1).

Unidad de aislador

La Norma ASCE/SEI 7-10, dice que el “elemento estructural horizontalmente flexible y verticalmente rígido del sistema de aislamiento que permite grandes deformaciones laterales bajo cargas de diseño sísmico. Es permitido usar una unidad de aislador como parte, o una adición al sistema de soporte del peso de la estructura” (p.2).

Cargas muertas

Para la Uniform Building Code “consisten en el peso de todos los materiales y fijos equipos incorporado al edificio u otra estructura” (p.1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La metodología básicamente se utiliza para explicar el desarrollo de la investigación y generar respuestas a través de las hipótesis a cada uno de los problemas planteados, además Se explican entre otros aspectos los procedimientos, las técnicas y métodos para obtener los datos, los instrumentos de medición. (Ponte, 2017, p.22).

Mi proyecto de investigación que tiene como título “Diseño Estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020”, es de tipo aplicada ya que intenta transformar la realidad problemática existente, y tiene un diseño preexperimental ya que no se hará una manipulación deliberada de cada una de las variables.

III.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Aisladores sísmicos

Variable dependiente

Diseño estructural

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Diseño estructural	La Norma E 030 manifiesta que “el diseño estructural tiene como principio, evitar la pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos, además minimizar los daños de la propiedad” (p.6).	La variable Diseño estructural es de carácter cuantitativo.	Diseño de elementos estructurales	El diseño estructural consiste en definir las dimensiones, la cantidad de refuerzo, los materiales y la ubicación de cada uno de los elementos estructurales, tales como vigas, losas, placas y columnas.	Losa, columna, placa, viga	Razón
			Aislador sísmico	Cabello y Arquíñiva (2017), “consisten en unos elementos elastoméricos colocados en la base de la estructura, cuya flexibilidad permite minimizar los daños por sismo” (p.70).	Aceleración, rigidez, cortante	Razón
Aisladores sísmicos	Según la Norma Norteamericana ACSE 7-10 nos dice que es un elemento estructural horizontalmente flexible y verticalmente rígido del sistema de aislamiento que permite grandes deformaciones laterales bajo cargas de diseño sísmico. Es permitido usar a una unidad de aislador como parte, o una adición al sistema de soporte del peso de la estructura (p.2).	La variable aisladores sísmicos es de carácter cuantitativo.	Análisis Estático	El análisis estático nos determina las fuerzas laterales que actúan a lo largo del centro de masa de la edificación.	Derivas, Periodos, Fuerza cortante	Razón
			Análisis Dinámico	El análisis dinámico está constituido por los desplazamientos, velocidades y aceleraciones, las cuales generan fuerzas de amortiguamiento.	Derivas, Periodos, Fuerza cortante	Razón
			Análisis tiempo historia	El análisis tiempo historia permite calcular el sismo de diseño que tiene la posibilidad de llegar en un tiempo muy lejano.	Derivas, Registros sísmicos, aceleraciones	Razón

Fuente. elaboración propia, matriz de operacionalización de variables, 2020

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el grupo de seres vivos u objetos de los que busca investigar algo, esta población puede estar formada por personas, animales, muestras de laboratorio. (López, p.69).

La investigación presentó como población al hospital María Auxiliadora de villa maría del triunfo.

Muestra

La muestra está dirigida a una pequeña parte de la población para estudiar por completo a la población de sus características que se quiere conocer. (Cortez y Iglesias, 2014, p.90).

El proyecto de investigación tiene como muestra al bloque D del hospital María Auxiliadora de villa maría del triunfo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dicha investigación utilizara la técnica de observación y como instrumento el procesamiento de datos a través del programa computacional etabs.

3.5.- Procedimientos

Como primer paso se hará visita a la ubicación del área de investigación, se recolectó toda la información en donde figuran los planos arquitectónicos, en seguido todos esos datos recolectados ya en oficina se procederá a realizar la ubicación de los elementos estructurales aplicando criterios de estructuración, teniendo la estructuración se procederá a realizar el predimensionamiento de vigas, columnas, losas , placas , escaleras, enseguida se realizará el metrado de cargas a las que estarán sometidas los elementos estructurales, a continuación se hará el modelamiento estructural en el programa computacional Etabs, realizando el análisis estático, luego el análisis dinámico cumpliendo con las distorsiones que rige la norma E 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en seguida se hará el diseño a los elementos que componen la superestructura y

la subestructura de acuerdo a la norma E 060. Posteriormente se realizará el pre diseño de la unidad de aislador elastomérico LRB con inclusión de núcleo de plomo, el mismo que está compuesto por capas intercaladas de caucho y láminas de acero de espesores que serán calculados, estos dispositivos ofrecen un amortiguamiento de entre 25% o 30%, por ciento, luego se hará el análisis dinámico modal espectral para la estructura incluido el sistema de aislación, también se escalara los registros sísmicos de acuerdo a la norma E 031, para el análisis de tiempo historia, además se elaborará el espectro para diseño y se verificarán de acuerdo a las normativas, el análisis de modos, la fuerza cortante, el control de distorsiones de entrepiso, y la verificación de desplazamiento de diseño, por último se realizará el diseño de la superestructura de la edificación con base aislada y el detalle del aislador sísmico.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos se obtendrá mediante el software etabs tanto para la edificación convencional y el sistema sismorresistente con aisladores sísmicos, para después ser comparados de acuerdo a las normas peruanas E 030 de diseño sismorresistente, la E 031 de aislamiento sísmico, además de la Norma Norteamericana ASCE 7-10 que contempla requerimientos de diseño sísmico para estructuras aisladas.

3.7. Aspectos éticos.

El autor de esta investigación se compromete a asumir los siguientes aspectos éticos

- ✓ Esta investigación se realizó aplicando las normas ISO 690 1 y ISO 690 2.
- ✓ Garantizo que la presente tesis de investigación no contiene plagio.
- ✓ Se ha extraído información de otras investigaciones y han sido citadas.

a. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está comprendida por el área donde se ubica la edificación de uso hospitalario con nivel de atención 2 de categoría 1, que se encuentra ubicada en la Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores 15801.

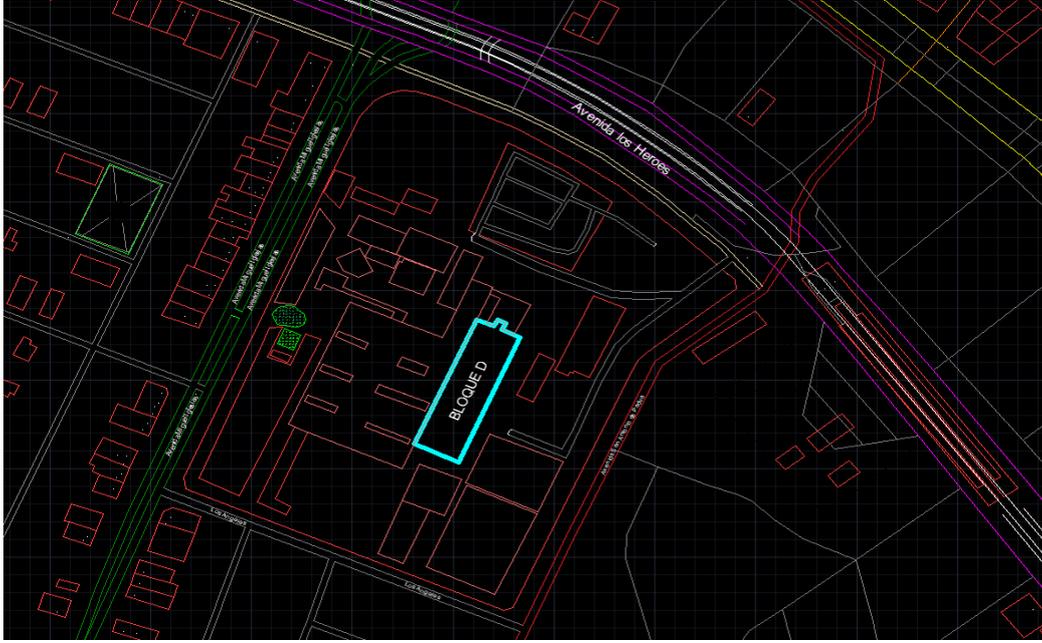


Figura 8: Ubicación de la edificación a analizar.

Fuente: Plano de desarrollo urbano.

El área total techada es de 890 m², la cual tiene 127.14m² por piso.



Figura 9: Fotografía del estado actual del Hospital María Auxiliadora.

Fuente: Página Oficial del Hospital María Auxiliadora.

La edificación planteada se encuentra comprendida en el tipo A ya que el sistema estructural es de pórticos y/o muros estructurales de concreto armado.

Esta etapa de la investigación es fundamental, ya que acorde a este se desarrolló toda la investigación, para el estudio de mecánica de suelos se recolectó información de estudios cercanos a la edificación ya que este hospital ya está construido, para identificar el tipo de suelo y poder diseñar los elementos de la subestructura.

b. PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

MATERIALES EMPLEADOS EN LA ESTRUCTURACIÓN

- ✓ Concreto: Se usó concreto $f'c = 280$ kg/cm². un suelo sin agresividad química.
- ✓ Acero: Se utilizó acero grado 60 en varillas corrugadas $f'y=4200$ kg/cm².

NORMAS EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO.

- ✓ Norma Técnica de Edificación E.020 (Cargas)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.030 (Diseño Sismorresistente)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.050 (Suelos y Cimentaciones)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.060 (Concreto Armado)
- ✓ ACI-318-2014. (Requisitos del Reglamento de Construcción para Concreto Estructural).
- ✓ ASCE / SEI 7-10. (Minimum Design Loads for Building and Other Structures).

c. PREDIMENSIONAMIENTO

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

1.- METRADO DE CARGAS			
CM	kg/m ²	m ²	kg
P.Losa	300	31	9300
P.Acabados	150	31	4650
P:Tabiqueria	150	31	4650
P:Viga	100	31	3100
TOTAL			21700
CV			
PV	200	31	6200

METODO GEOMETRICO

2.-AMPLIFICACION DE CARGAS

$$W_u = 1.4(CM) + 1.7(CV)$$

$$W_u = 40920$$

3.- AREA DE COLUMNA

columna centrada
0.45

$$A_g \geq \frac{P_u * N^{\circ} \text{ niveles}}{0.45 * (p_f' y + f' c)}$$

$$A_g \geq 1546.49$$

METODO JAPONES

Tabla n°02: Factor de forma de columna

Tipo de Columna		Valor de "P" y "n"
C1	Para los primeros pisos	Columna Interior P=1.10P, n=0.30
C1	Para los 4 últimos pisos superiores	Columna Interior P=1.10P, n=0.25
C2	Columnas extremas de pórticos interiores	P=1.25P, n=0.25
C3	Columnas de esquina	P=1.50, n=0.20

$$A_g \geq \frac{1.10P}{0.30 * F'c}$$

$$P = 100\%PD + PL$$

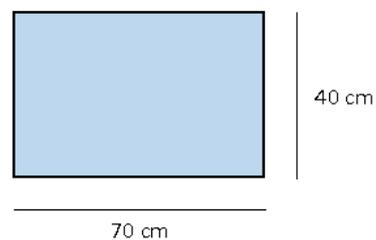
$$* PD = CM \times AT$$

$$* PL = S/C \times AT$$

PD	=	21700
PL	=	6200
P	=	27900

$$A_g \geq 2435.71$$

COLUMNA 40 x 70



PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

DIRECCION DEL ALIGERADO VIGA 1

Lx= 6.00 mts VIGA PRINCIPAL

Ly= 8.50 mts VIGA SECUNDARIA

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA

FORMULA

DATOS

TENER EN CUENTA REGLAMENTO
PARA ELECCION DE LA FORMULA

$$Hla = \frac{L}{21}$$

Ly= 8.50 mts

H : 0.40

$$Hla = \frac{8.50}{21} = 0.40$$

PESO DE LA LOSA ALIGERADA

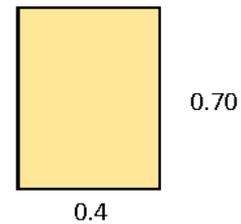
$$\gamma La = 300 \text{ kg/m}^2$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA

VIGA PRINCIPAL

$$Hv = L/12 = \frac{8.5}{12} = 0.71 \text{ mts}$$

$$Hv = L/10 = \frac{8.5}{10} = 0.85 \text{ mts}$$



PROMEDIO

b= 0.3 Tomando en cuenta la base de la columna

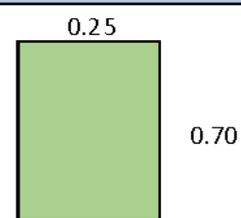
$$VP = 0.4 \times 0.70$$

VIGA SECUNDARIA

$$Hv = L/12 = \frac{6.00}{12} = 0.50$$

b= 0.25

$$VS = 0.25 \times 0.70$$



Para continuar con el modelamiento se trazó los ejes en donde ubicaremos los elementos estructurales para lo cual se muestra la planta arquitectónica.

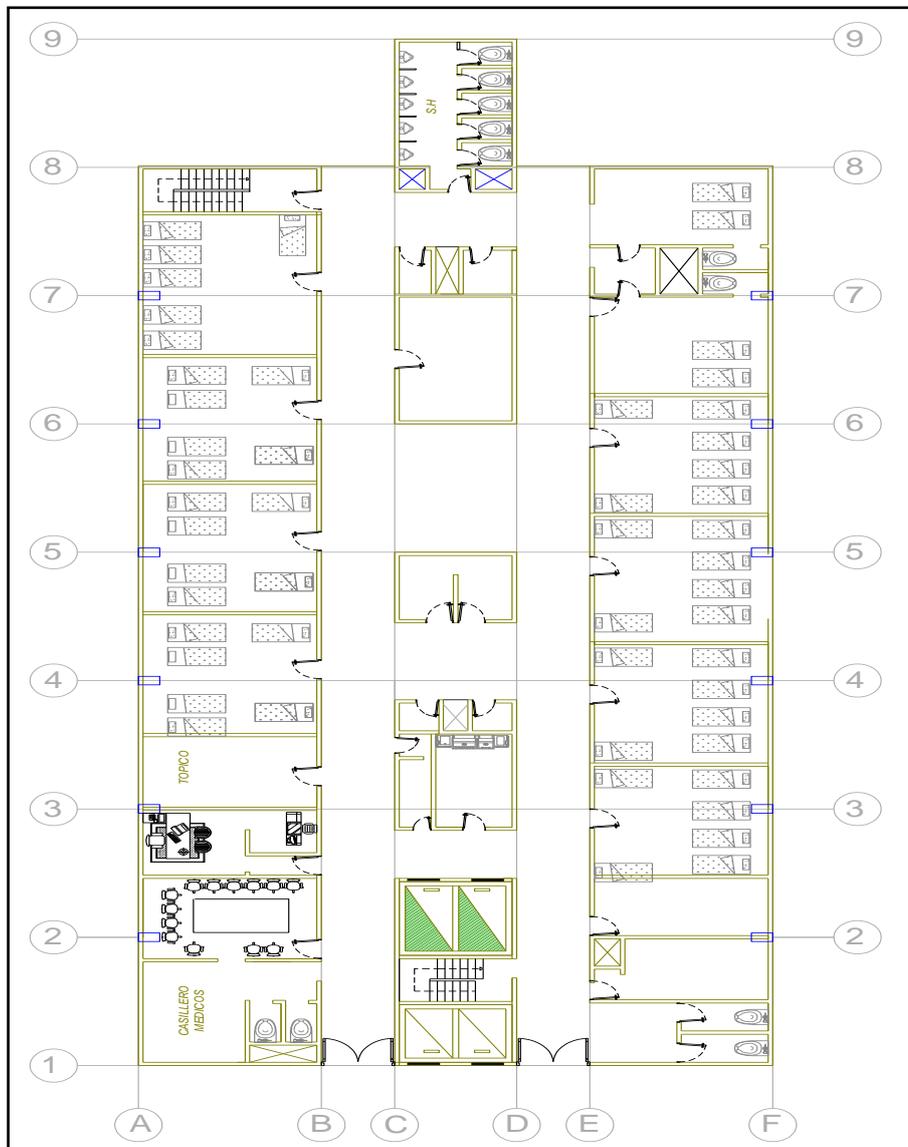


Figura 10: Plano de arquitectura

Fuente: libro del ingeniero Blanco Blasco

d. ANÁLISIS DE ACUERDO A LA NORMA E -030 DEL RNE

Para realizar el análisis de la edificación de uso hospitalario se tomó en cuenta los límites y parámetros que demanda la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones, cumpliendo con las distorsiones, con los modos de vibración, además con la estructuración correcta para tener resultados efectivos, se empleó el programa Etabs 2016 V.2, para realizar todo el análisis correspondiente respetando normas y reglamentos.

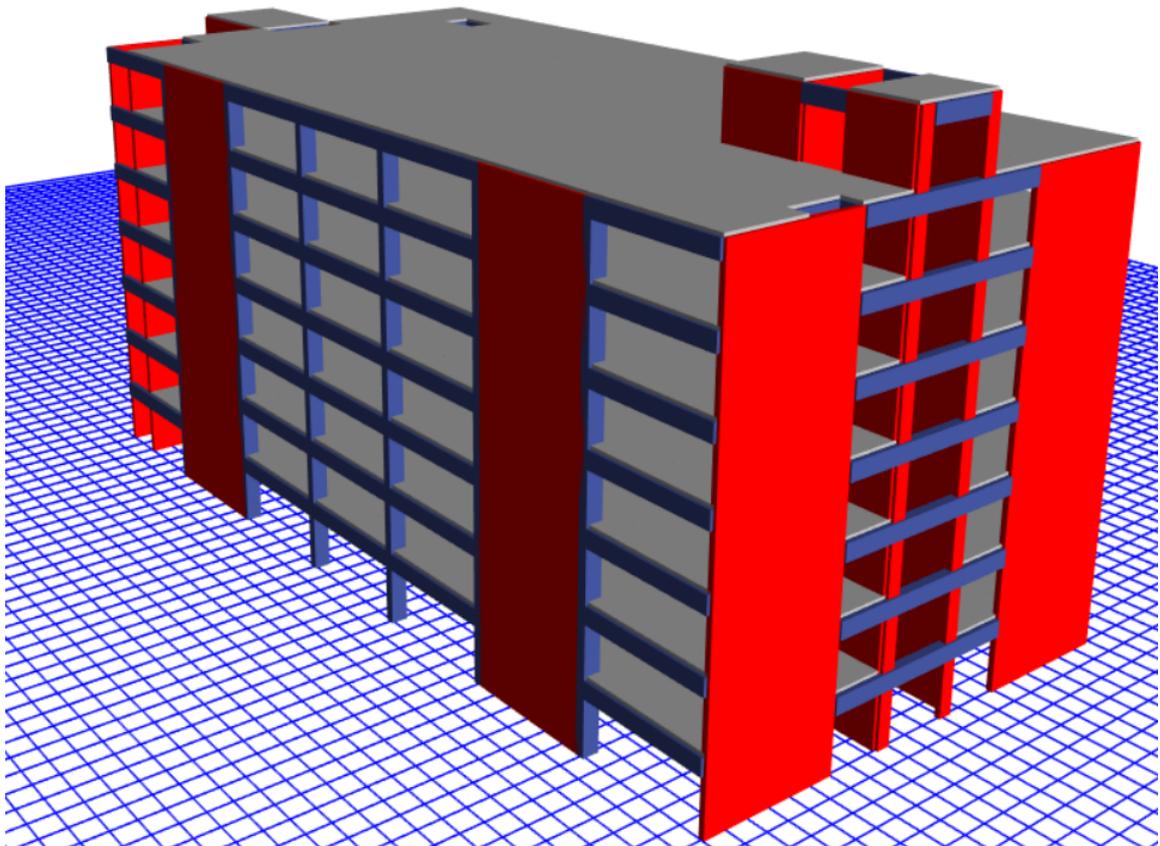


Figura 11: Modelo tridimensional de la edificación.

Fuente: Elaboración propia Etabs.

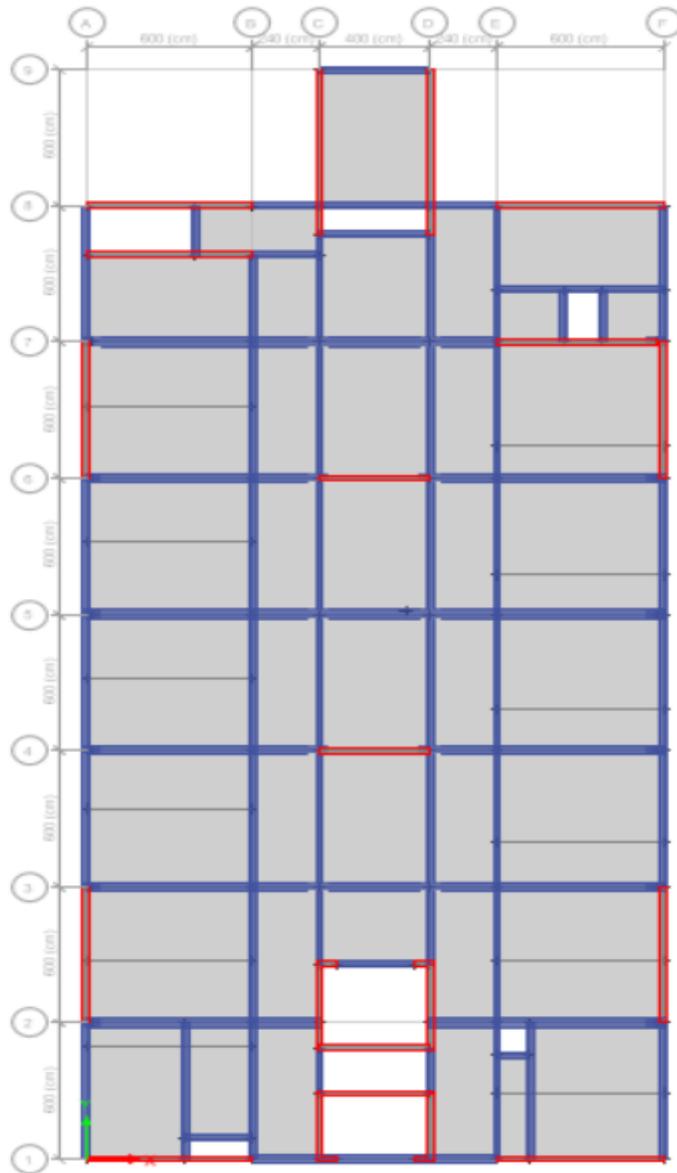


Figura 12: Modelo en planta de la edificación

Fuente: Elaboración propia Etabs

ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL.

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Tabla 1: Análisis de Irregularidad Estructural

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

FACTOR DE IRREGULARIDAD (I_a , I_p).

Si existen diferentes irregularidades en altura, solo se tomará el menor valor correspondiente para el análisis de la edificación, asimismo el factor de irregularidad en planta se establecerá el menor valor de las diferentes irregularidades presentes en la edificación.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS SÍSMICO (E.030).

A.- ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN.

Los modos de vibración están distribuidos por niveles, presentando tres grados de libertad en cada uno de los pisos, generando traslación en los ejes X - Y y rotación en el eje Z.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.403 con traslación en Y-Y

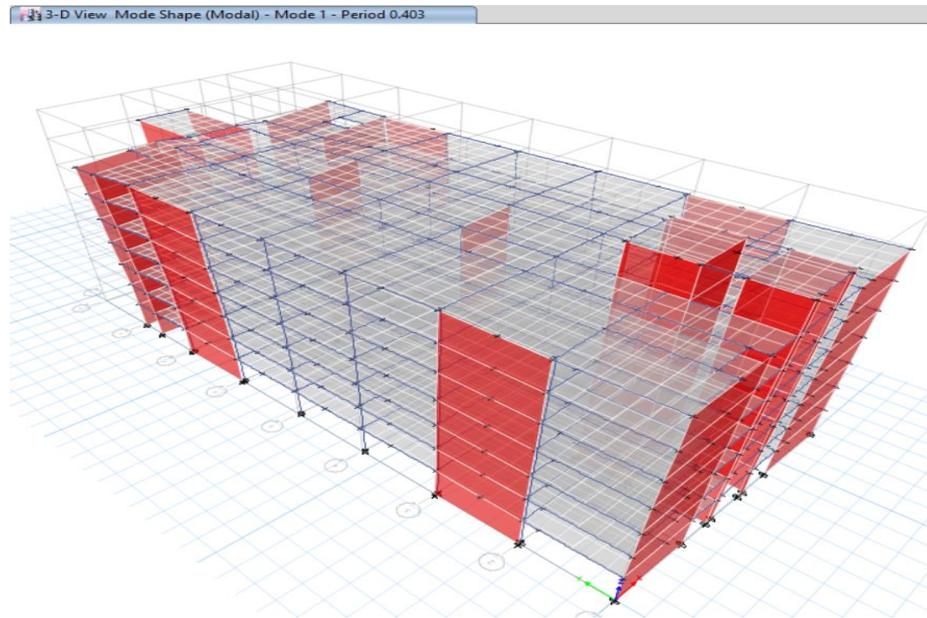


Figura 13: Primer modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

En el segundo modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.39 con traslación en X-X.

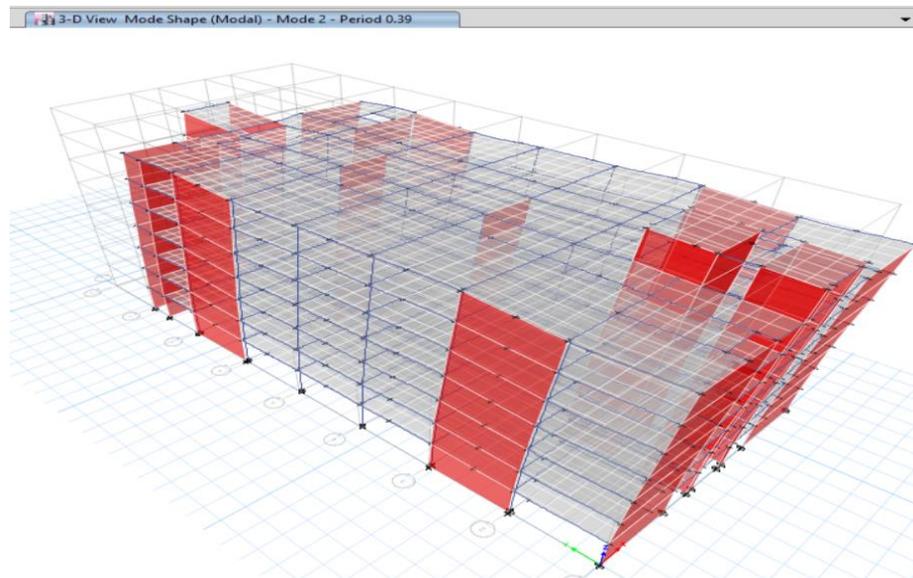


Figura 14: Segundo modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

En el tercer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.278 con rotación en Z-Z.

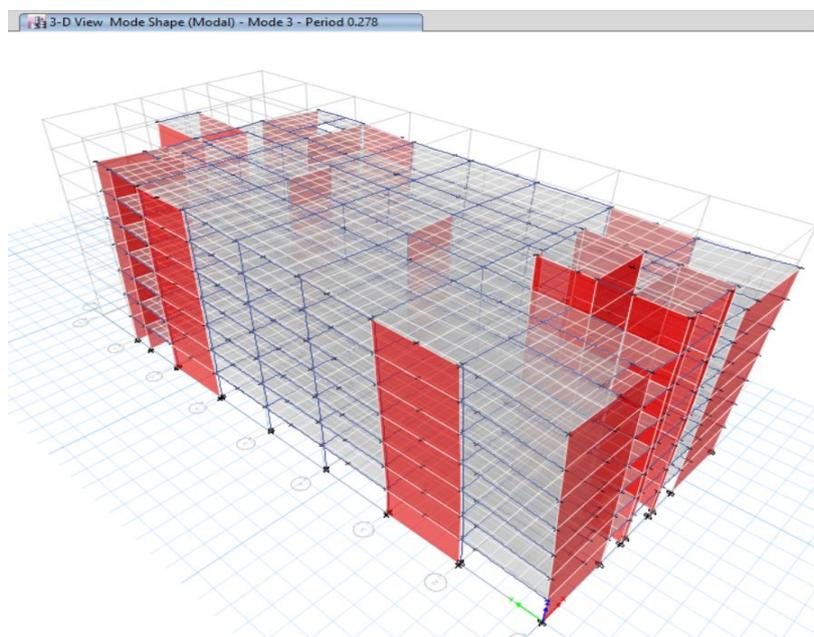


Figura 15: Tercer modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modo	1	0.403	0.5991	0.0536	0.0616	0.0236	0.248	0.0616
Modo	2	0.39	0.0461	0.6637	0.0088	0.3043	0.2664	0.0704
Modo	3	0.278	0.0769	0.0005	0.6531	0.3045	0.3002	0.7235
Modo	4	0.097	0.1796	0.0001	0.0083	0.3047	0.7184	0.7318
Modo	5	0.096	1.61E-05	0.1922	0.0003	0.7422	0.7185	0.7321
Modo	6	0.073	0.0047	0.0004	0.1746	0.7431	0.7354	0.9068
Modo	7	0.046	0.0339	0.0227	0.0007	0.8021	0.822	0.9075
Modo	8	0.046	0.0234	0.0335	0.0001	0.8896	0.882	0.9076
Modo	9	0.035	3.79E-05	0.0001	0.0548	0.89	0.882	0.9624
Modo	10	0.031	0.0001	0.0208	3.02E-05	0.9585	0.8823	0.9624
Modo	11	0.03	0.0217	0.0001	0.0002	0.9588	0.9522	0.9627
Modo	12	0.027	0.0013	0	0.0028	0.9588	0.9564	0.9654
Modo	13	0.024	3.83E-05	0.0078	0.0007	0.9842	0.9565	0.9661
Modo	14	0.024	0.0005	0.0002	0.0153	0.985	0.9581	0.9814

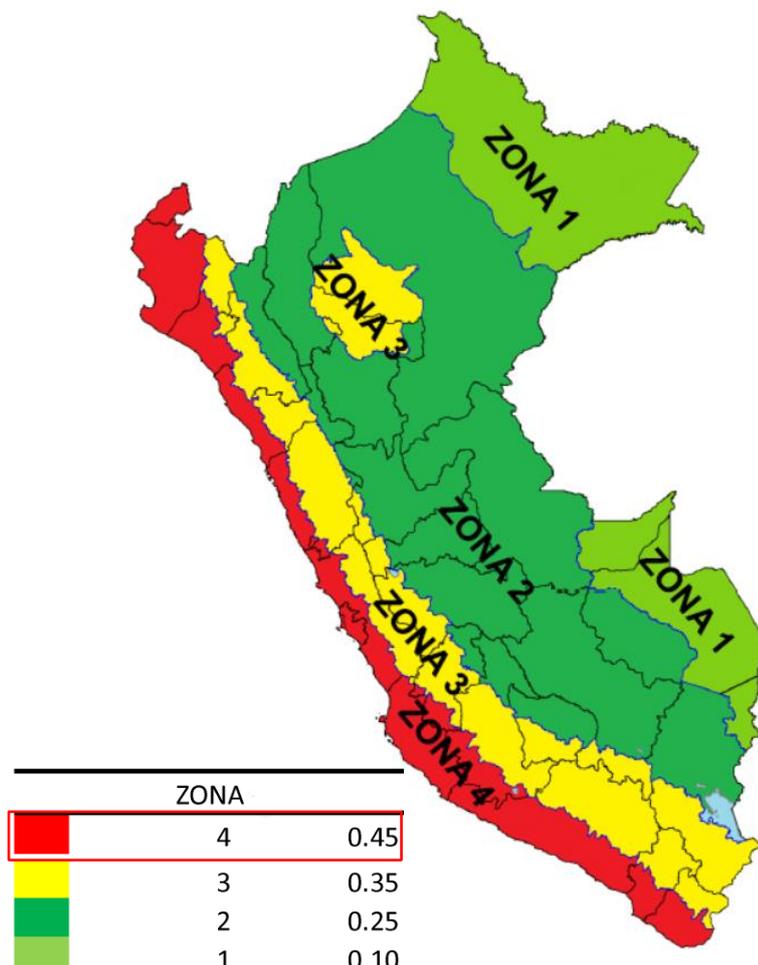
Modo	15	0.023	0.008	6.61E-06	0.0027	0.985	0.9843	0.9841
Modo	16	0.021	1.62E-05	0.0028	3.88E-05	0.9953	0.9843	0.9841
Modo	17	0.02	0.0015	2.05E-05	0.0033	0.9953	0.9897	0.9874
Modo	18	0.019	0.0018	3.16E-06	0.0023	0.9954	0.9958	0.9897
Modo	19	0.019	4.02E-06	0.0007	0.0001	0.9976	0.9958	0.9898
Modo	20	0.018	0	0.0002	3.81E-05	0.9985	0.9958	0.9898
Modo	21	0.018	0.0006	1.61E-06	0.0004	0.9985	0.9979	0.9902

Tabla 2: periodos de la estructura con base empotrada

Fuente: elaboración propia

FACTOR DE ZONA

El Perú ya tiene establecido las zonificaciones, indicando que las zonas con mayor proximidad al mar tienen mayor aceleración, la edificación es estudio se encuentra en la zona 4, equivalente al 0.45 g.



De acuerdo con esto, el proyecto está ubicado en la ciudad de Lima, en el distrito San Juan de Miraflores, teniendo como zona 4.

Z	0.45
----------	-------------

CONDICIONES GEOTÉCNICAS.

La edificación en estudio se encuentra ubicada en un suelo de perfil tipo S2 que de acuerdo a la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones nos dice que son suelos intermedios. Los suelos se han clasificado en 5 tipos de los cuales nuestro edificio está ubicado.

Perfil tipo S0=Roca dura.

Perfil tipo S1=Roca o suelos muy duros.

Perfil tipo S2=Suelos intermedios.

Perfil tipo S3=Suelos blados .

Perfil tipo S4=Condiciones excepcionales.

Según el estudio de mecánica de suelos el perfil del suelo clasifica como un S2–SUELOS INTERMEDIOS

PARÁMETRO DE SITIO (S, TP, TL)

De acuerdo con la Norma E.030 para encontrar los parámetros Tp y TL se deberá interpolar la zonificación y el tipo de suelo.

FACTOR DEL SUELO "S"				
SUELO \ ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 3: Factor del suelo

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

FACTOR DEL SUELO

PERFIL DEL SUELO				
	S0	S1	S2	S4
TP(S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TI(S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Tabla 4: perfil del suelo

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

F.- CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR DE USO.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR <i>U</i>
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1

Tabla 5: categoría de las edificaciones y factor de uso.

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente.

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de *U* será como mínimo 1,5.

SISTEMA ESTRUCTURAL Y COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA (R_0).

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_0 que corresponda.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Tabla 6: categoría de las edificaciones y factor de uso.

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente.

ESTIMACION DEL PESO SÍSMICO

> En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.

Cargas vivas mínimas repartidas (Según E.020).

Hospitales	Kg/m ²
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Tabla 7: cargas vivas

Fuente: Norma técnica E.020 - cargas

Metrados de cargas en losa aligerada $E=0.20m$ para el modelamiento en ETABS.

PISO TÍPICO			
WD	500	kg/m ²	
peso propio	350	kg/m ²	
Piso Terminado	150	kg/m ²	

WL	300	kg/m ²	
Sobrecarga	300	kg/m ²	

AZOTEA			
WD	450	kg/m ²	
peso propio	350	kg/m ²	
Piso Terminado	100	kg/m ²	

WL	150	kg/m ²	
Sobrecarga	150	kg/m ²	

Tabla 8: metrado de cargas.

Fuente: elaboración propia.

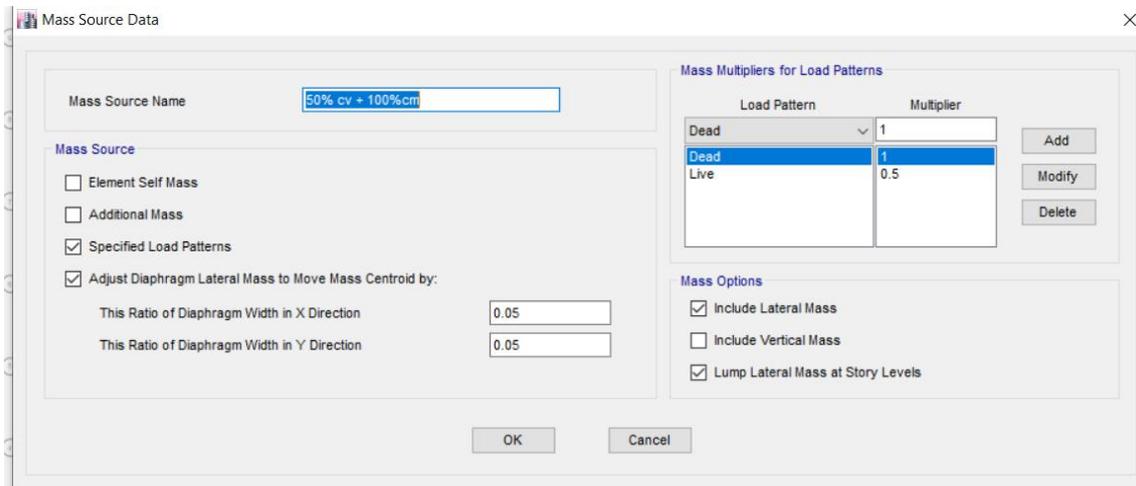


Figura 16: Masa Participativa ingresados el programa.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES.

Para este método de análisis estático se presentan las sollicitaciones sísmicas por nivel actuantes en los diferentes pisos de la edificación estas fuerzas las hallamos por medio de la siguiente relación basada en los datos obtenidos anteriormente.

Resumen de parámetros para análisis sísmicos

X		
TX=	Period	
Z=	0.45	ZONA 4 HOSPITAL Suelo S2
U=	1.5	
S=	1.05	
TP=	0.6	
TL=	2	
CX=	2.5	

Y		
TY=	sec	
Z=	0.45	ZONA 4 HOSPITAL Suelo S2
U=	1.5	
S=	1.05	
TP=	0.6	
TL=	2	
CY=	2.5	

RX=	7
la=	1
lp=	1
C/R>0.11	0.3571428 6

OK

RY=	7
la=	1
lp=	1
C/R>0.11	0.3571428 6

OK

PESO 10329.457
5

PESO 10329.457
5

COEFICIENTE
SÍSMICO C

VEX=ZUCS/R	0.253125	
VEX=	2614.6439 3	ton

VEY=ZUCS/R	0.253125	
VEy=	2614.6439 3	ton

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA EN ALTURA.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

PISOS	PESO POR NIVEL	ALTURAS hi	plxhik	alfai	fi
	TON				
7	1461.3896	19.8	20320.7649	0.24805158	648.567
6	1461.3896	17	17447.1214	0.21297358	556.850
5	1461.3896	14.2	14573.4778	0.17789558	465.134
4	1461.3896	11.4	11699.8343	0.14281758	373.417
3	1461.3895	8.6	8826.19023	0.10773957	281.701
2	1461.3896	5.8	5952.54729	0.07266157	189.984
1	1472.7104	3	3101.59378	0.03786055	98.992

Tabla 9: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje x-x.

Fuente: elaboración propia.

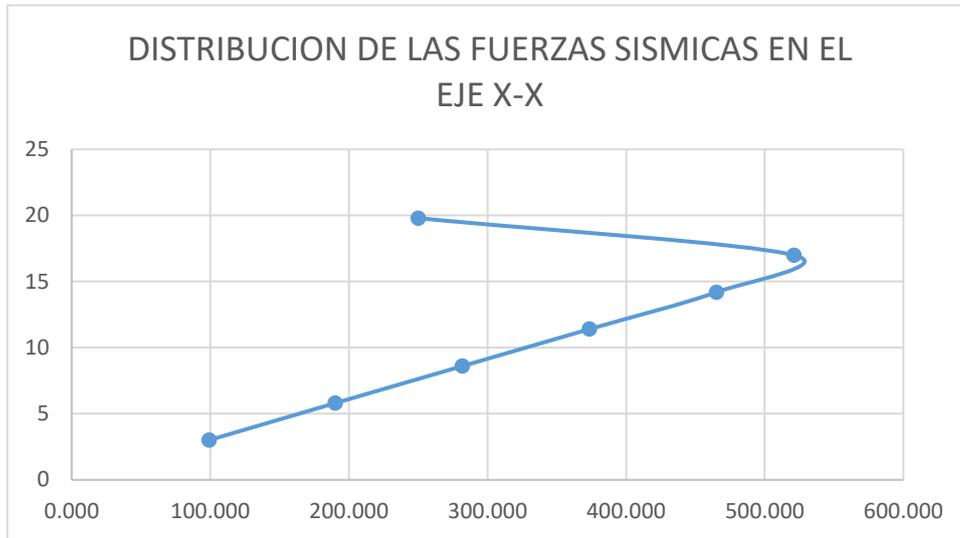


Figura 17: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje x-x

Fuente: Elaboración propia.

PISOS	PESO POR NIVEL	ALTURAS h_i	$p_i x h_i k$	alfai	fi
	TON				
7	1461.3896	19.8	19380.6827	0.24805205	300.000
6	1461.3896	17	16639.9801	0.21297398	500.000
5	1461.3896	14.2	13899.2775	0.17789592	465.134
4	1461.3896	11.4	11158.5749	0.14281785	373.418
3	1461.3895	8.6	8417.87175	0.10773977	281.701
2	1461.3896	5.8	5677.16969	0.07266171	189.985
1	1472.7104	3	2957.95903	0.03785872	98.987

Tabla 10: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje y-y.

Fuente: elaboración propia.



Figura 18: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje y-y

Fuente: Elaboración propia.

COEFICIENTES SÍSMICOS PARA INSERTAR EN EL PROGRAMA ETABS.

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.253125

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Story8

Bottom Story Base

OK Cancel

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.253125

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Story8

Bottom Story Base

OK Cancel

Figura 19: Ingreso de coeficientes sísmico al programa.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL.

Para el hospital en estudio se determinó la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración obtenidos, dicha respuesta máxima también puede estimarse mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo.

Por otro lado, la fuerza cortante mínima en la base no será menor al 80% de la fuerza obtenida del análisis estático por ser una estructura regular, de acuerdo a lo indicado en la norma E.030.

Cuadro de resumen de parámetros para análisis sísmico.

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sísmica =	Z3
Categoría =	C

Z	0.45		
T _p (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S"=	1.05		
Factor de Uso "U"=	1.5		
R _x	7		
R _y	7		

T	C
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286
1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48
2.6	0.443787

2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

Figura 19: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

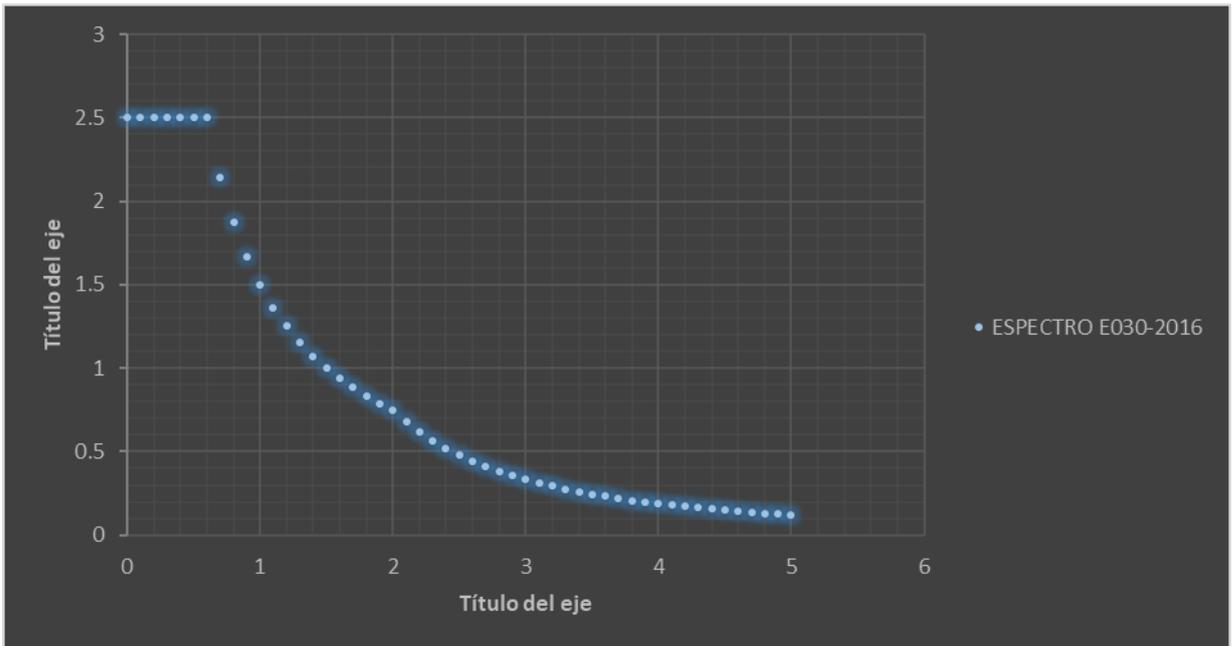


Figura 20: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

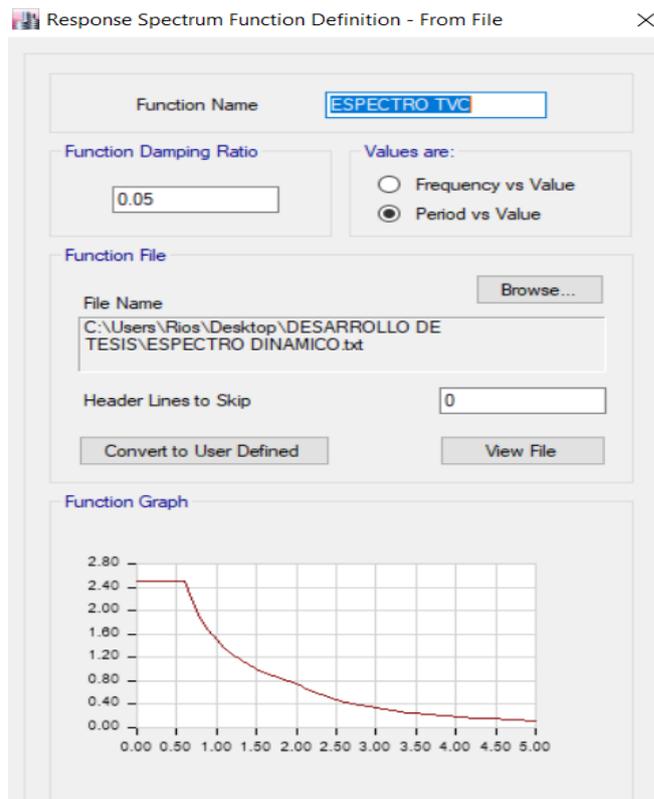


Figura 21: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia etabs.

CONTROL DE DISTORSIÓN DE ENTREPISO.

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

Tabla 11: Límites de distorsión de entrepiso

Fuente: elaboración propia.

Se multiplicarán 0,75R de los resultados obtenidos de análisis lineal y elástico, además para estructuras regulares como es el caso de la edificación en estudio, además para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

A.- DIRECCIÓN DE ANÁLISIS X-X.

Story	Load		Drift	Label	X	Y	Z
	Case/Comb	Direction					
Story7	DERIVA XX	X	0.006522	53	1240	48 00	1980
Story6	DERIVA XX	X	0.006915	53	1240	4800	1700
Story5	DERIVA XX	X	0.006992	53	1240	4800	1420
Story4	DERIVA XX	X	0.006606	53	1240	4800	1140
Story3	DERIVA XX	X	0.006585	53	1240	4800	860
Story2	DERIVA XX	X	0.005781	53	1240	4800	580
Story1	DERIVA XX	X	0.002886	53	1240	4800	300

Tabla 12: Control de derivas x-x.

Fuente: Elaboración propia.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story7	DERIVA YY	Y	0.005485	27	2080	3600	1980
Story6	DERIVA YY	Y	0.00582	27	2080	3600	1700
Story5	DERIVA YY	Y	0.005928	27	2080	3600	1420
Story4	DERIVA YY	Y	0.005722	27	2080	3600	1140
Story3	DERIVA YY	Y	0.005103	28	2080	4200	860
Story2	DERIVA YY	Y	0.003974	27	2080	3600	580
Story1	DERIVA YY	Y	0.002131	28	2080	4200	300

Tabla 13: Control de derivas y-y.

Fuente: Elaboración propia.

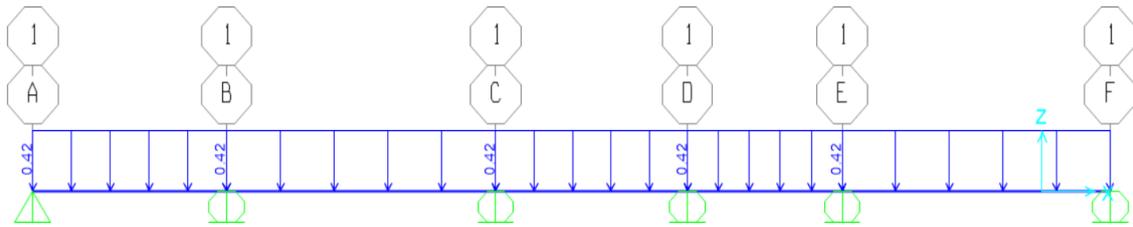
La norma peruana establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso de nuestro edificio las máximas derivas fueron de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles.

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

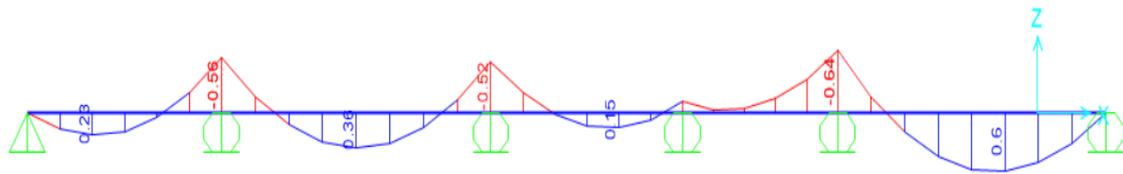
- METRADO DE CARGAS POR UN METRO DE ANCHO DE LOSA

CARGA MUERTA		m
Aligerado (h = 20 cm) - Norma E-020	: 300 kg/m/m	0.4
Acabados	: 100 kg/m/m	0.4
Tabiquería Equivalente	: 100 kg/m/m	0.4
CM TOTAL=	200	
CARGA VIVA		
S/C vivienda - Norma E-020	: 300 kg/m/m	0.4
CV TOTAL =	120	
Wu = 1.4CM + 1.7CV	484 kg/m/m	

Gráficamente tendremos.



Luego, al analizar la viga de acuerdo al diagrama arriba mostrado mediante el software ETABS 2016 nos da como resultado el siguiente diagrama de momentos flectores.

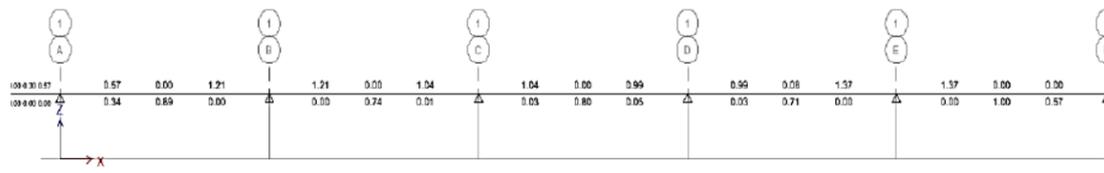


Teniendo como principales momentos de diseño

$M_u \text{ max positivo} = 0.6081 \text{ tn-m}$

$M_u \text{ max negativo} = -0.6451 \text{ tn-m}$

Determinamos el acero requerido para los momentos de diseño.



Cuantía mínima.

$$A_{smin} = 0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot y \cdot b \cdot d = 0.7 \cdot \sqrt{280} \cdot 4200 \cdot 10 \cdot 20 = 0.52 \text{ cm}^2$$

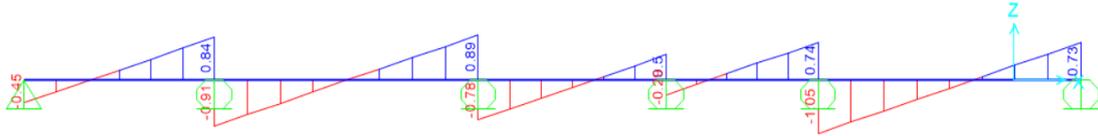
Cuantía instalada.

$$A_s^- = 1\emptyset 1/2 + 1\emptyset 3/8 = 1.98 \text{ cm}^2 \text{ ok}$$

$$A_s^+ = 1\emptyset 1/2 = 1.27 \text{ cm}^2 \text{ ok}$$

DISEÑO POR CORTE.

De acuerdo al análisis, tenemos el siguiente gráfico de fuerzas cortantes actuantes sobre la viga:



Las fuerzas cortantes máximas a “d” de la cara del tramo de la vigueta son:

$$V_u = 1.02 \text{ ton (positivo)}$$

$$V_u = -1.15 \text{ ton (negativo)}$$

La resistencia del concreto por corte de la vigueta es:

$$V_c = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.85 * 1.1 * 0.53 * \sqrt{280} * 10 * 18$$

$$V_c = 2816.20 \text{ kg} = 2.82 \text{ tn}$$

No requiere ensanche por corte.

DISEÑO DE VIGAS.

Para el diseño de vigas se hace un diseño por flexión para calcular la cantidad de acero vertical además del diámetro de la barra a utilizar y el diseño por corte donde se obtendrá como resultados el acero por corte es decir los estribos, razón por la cual se consideran las cinco combinaciones de carga para determinar los esfuerzos de diseño.

$$\text{COMBO 01} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$\text{COMBO 02} = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{SIS XX}$$

$$\text{COMBO 03} = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{SIS YY}$$

$$\text{COMBO 04} = 0.9 \text{ CM} \pm \text{SIS XX}$$

$$\text{COMBO 05} = 0.9 \text{ CM} \pm \text{SIS YY}$$

$$\text{ENVOLVENTE.} = \text{COM 01} + \text{COM 02} + \text{COM 03} + \text{COM 04} + \text{COM 05}$$

Una vez realizadas las 5 combinaciones se procede a realizar la envolvente que nos sirve para el diseño de las vigas.

- DISEÑO POR FLEXIÓN.

Se presentan los momentos generados por la envolvente de diseño

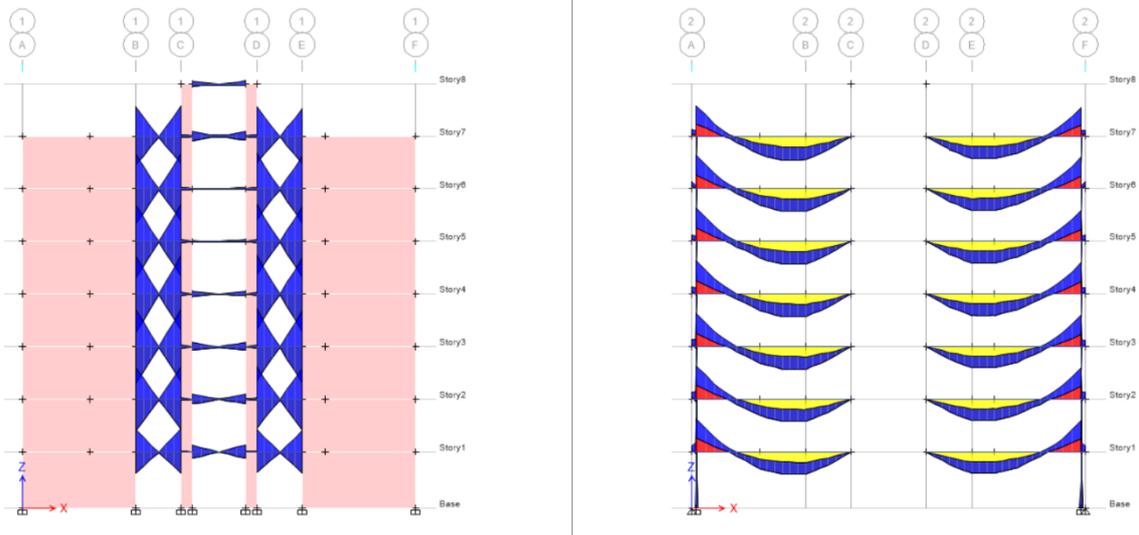


Figura 22: Diagrama momento flector eje 1, 2.

Fuente: Elaboración propia etabs.

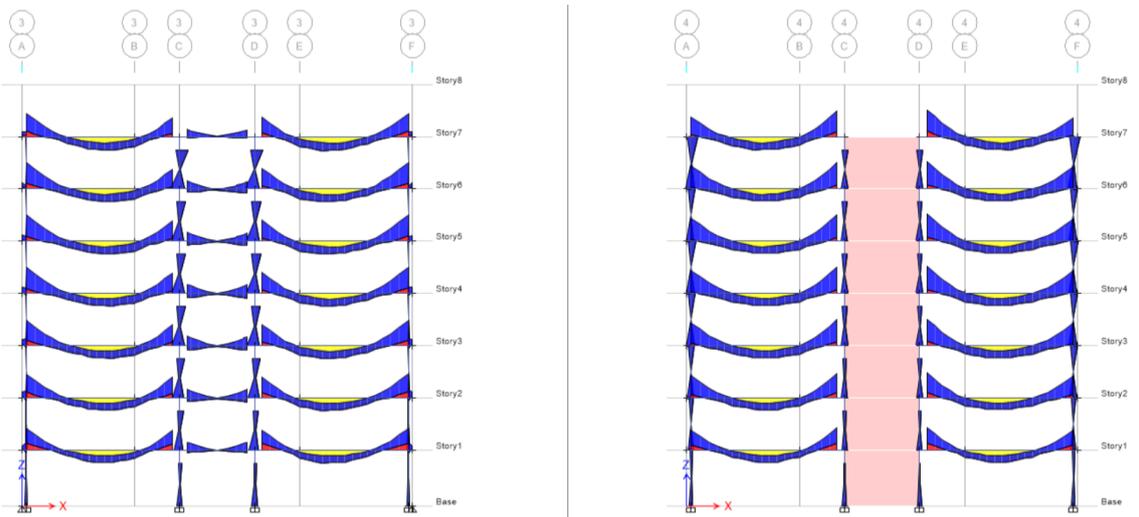


Figura 23: Diagrama momento flector eje 3, 4.

Fuente: Elaboración propia etabs.

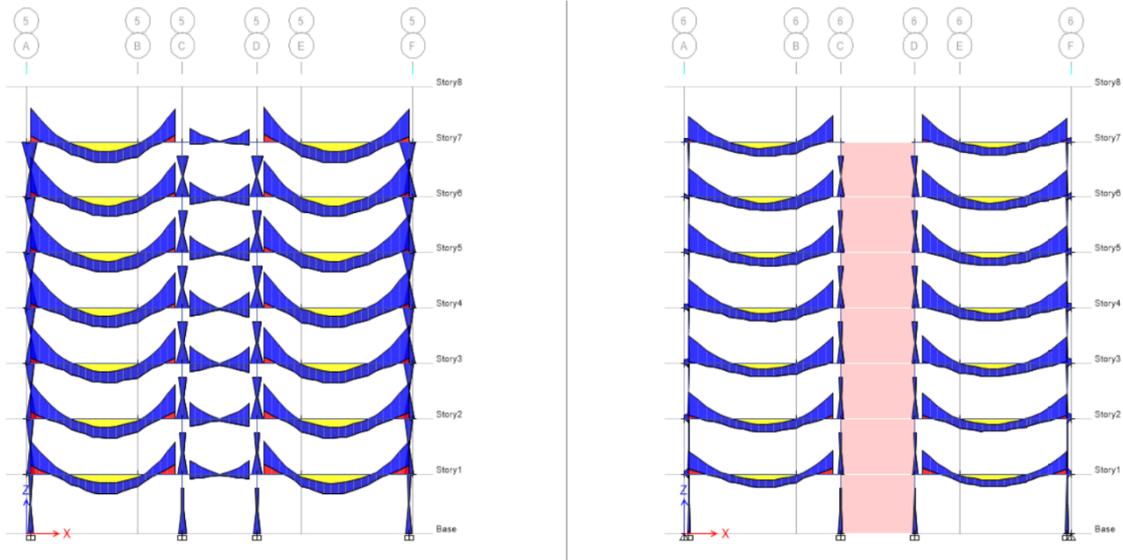
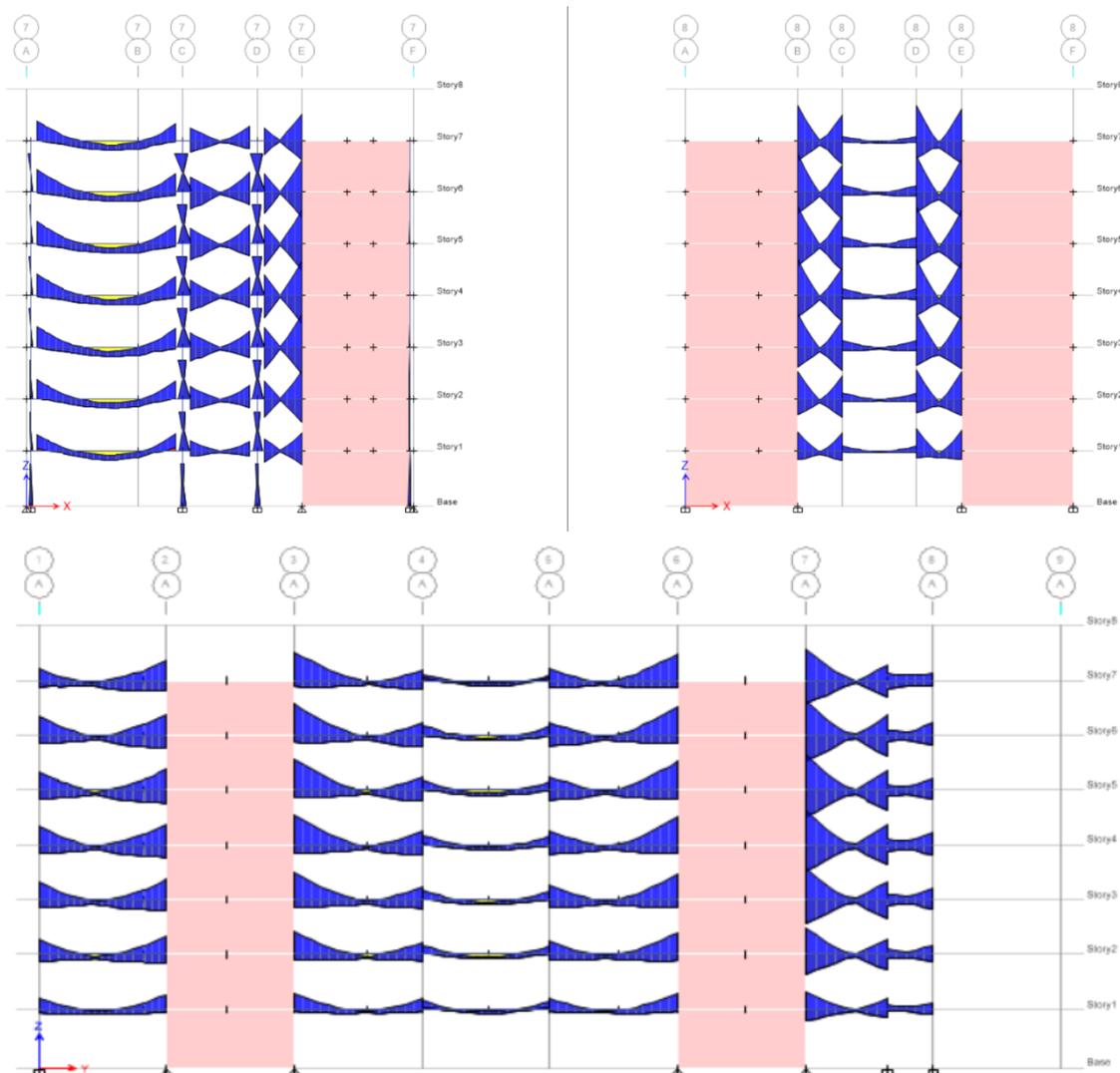


Figura 23: Diagrama momento flector eje 3, 4.

Fuente: Elaboración propia etabs.



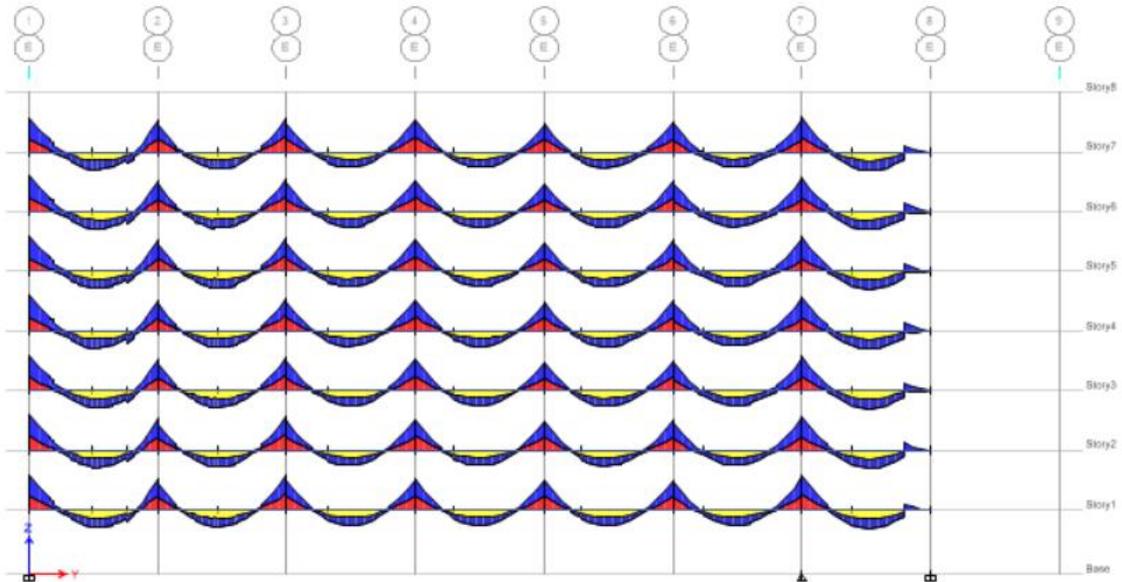
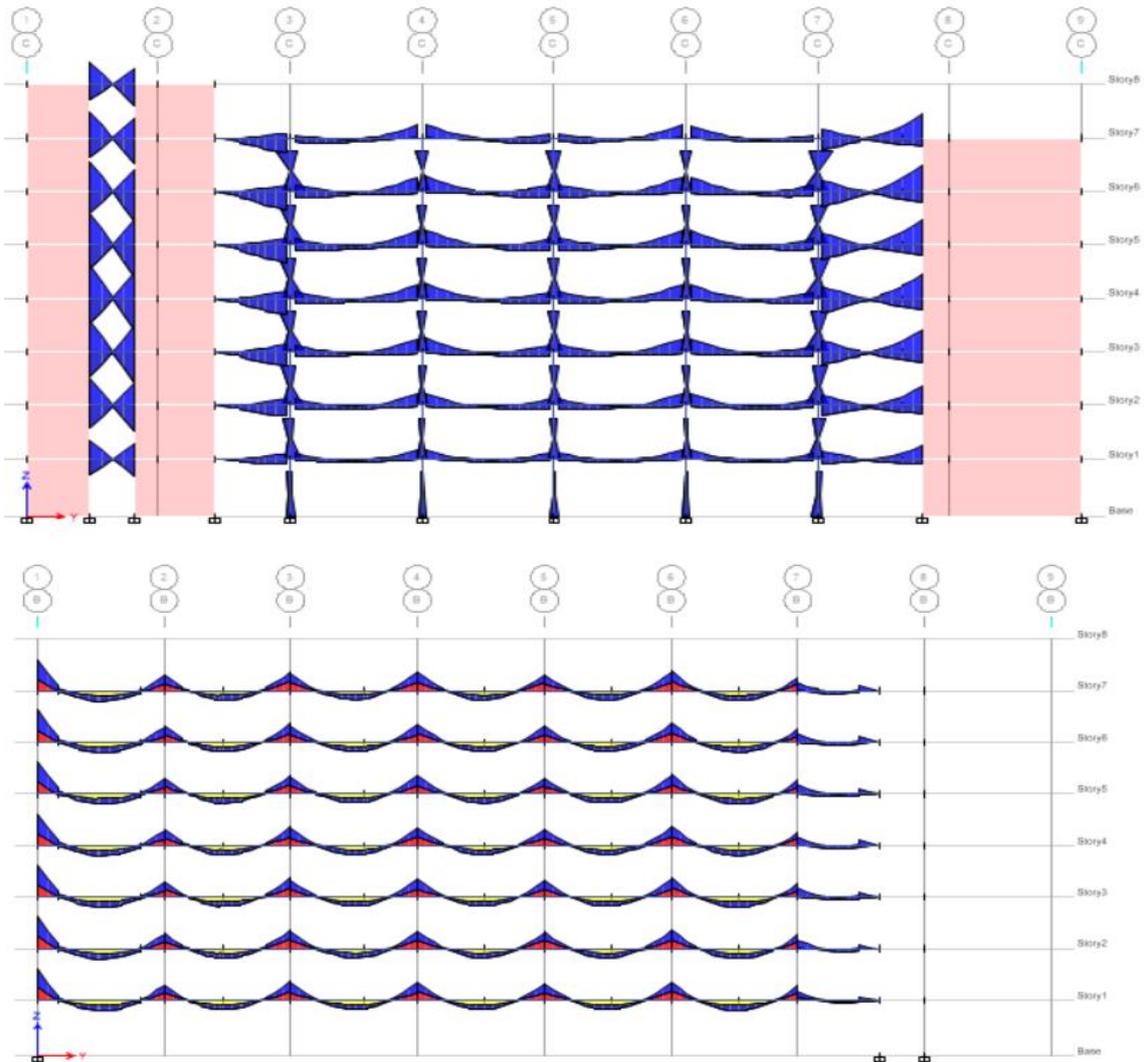


Figura 24: Diagrama momento flector eje 5, 6, 7, 8, A

Fuente: Elaboración propia etabs.



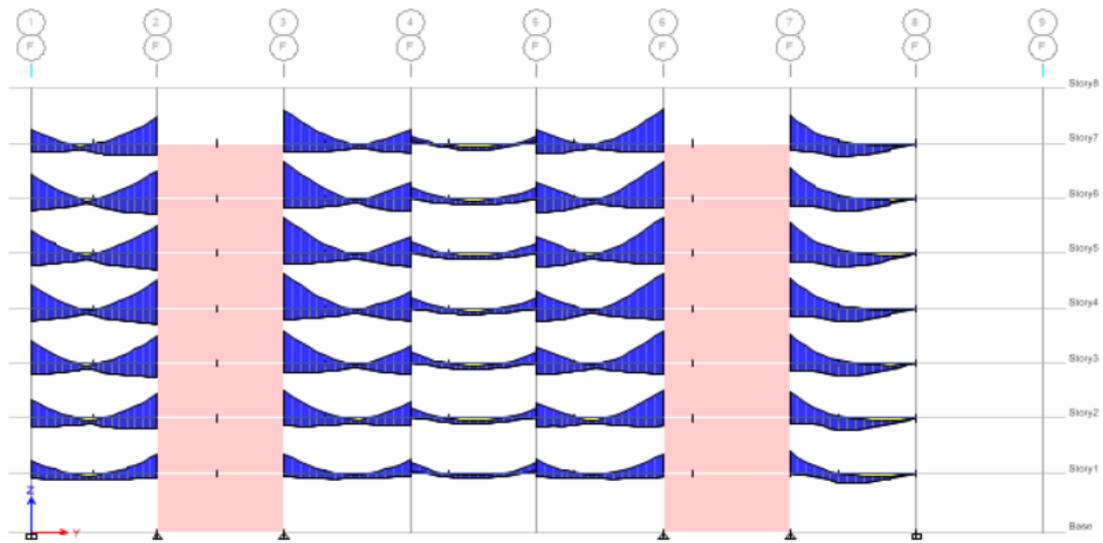
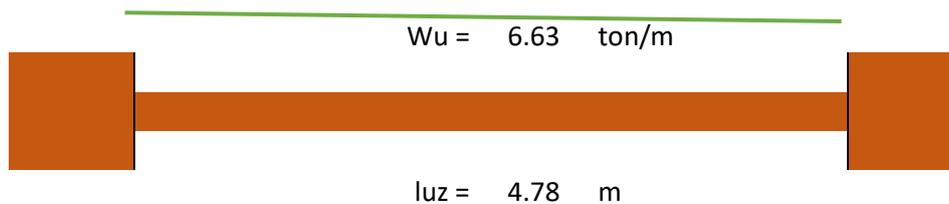


Figura 25: Diagrama momento flector eje B, C, D, E, F.

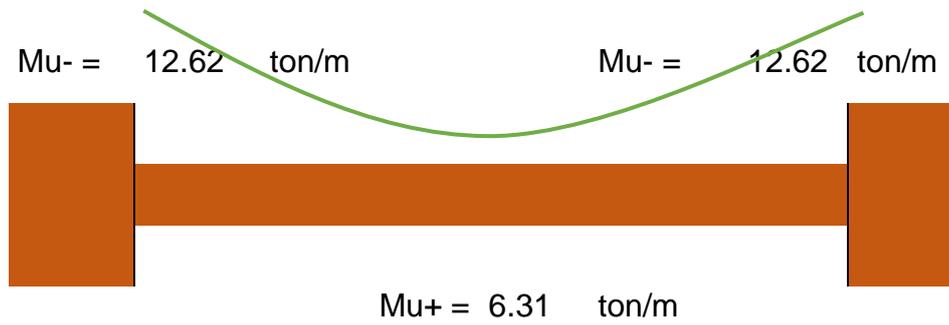
Fuente: Elaboración propia etabs.

- METRADO DE CARGAS VIGA PRINCIPAL

VIGA: 1		Ancho Tributario =		5	Luz =	4.78	
CARGA MUERTA	ELEMENTOS			P. UNIT	Altura	PESO (kg/m)	
	LOSA ALIGERADA			300 kg/m ²		1410	
	TABIQUERIA			100 kg/m ²		500	
	ACABADOS			100 kg/m ²		500	
	PESO DE VIGA PRINCIPAL			2400 kg/m ³	0.30	0.70	504
			TOTAL =		2914 kg/m		
CARGA VIVA	ELEMENTO			P.UNIT	Ancho	Altura	TOTAL
	HOSPITAL			300 kg/m ²			1500 kg/m
CARGA MUERTA		CM	4079.60 kg/m	CARGA ÚLTIMA	Wu =	6629.60 kg/m	
CARGA VIVA		CV	2550.00 kg/m				

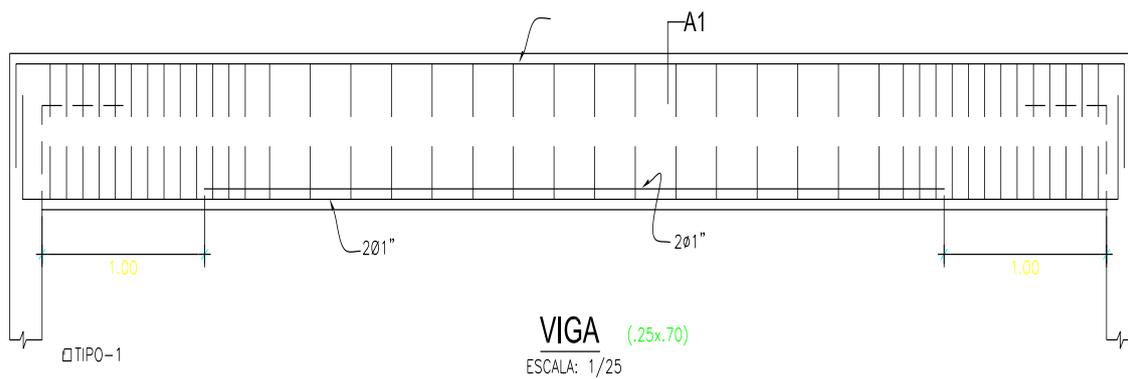


Grafica de Momentos Últimos Resistentes



Determinamos el acero requerido en la viga principal

34.45	7.86	24.60		9.24	3.01	8.80		25.69	8.14	34.18		Story 6
7.88	15.16	11.61		8.19	3.01	5.99		12.07	15.39	8.16		



DISEÑO POR CORTE.

Tenemos los siguientes diagramas de fuerza cortante que actúan en la estructura.

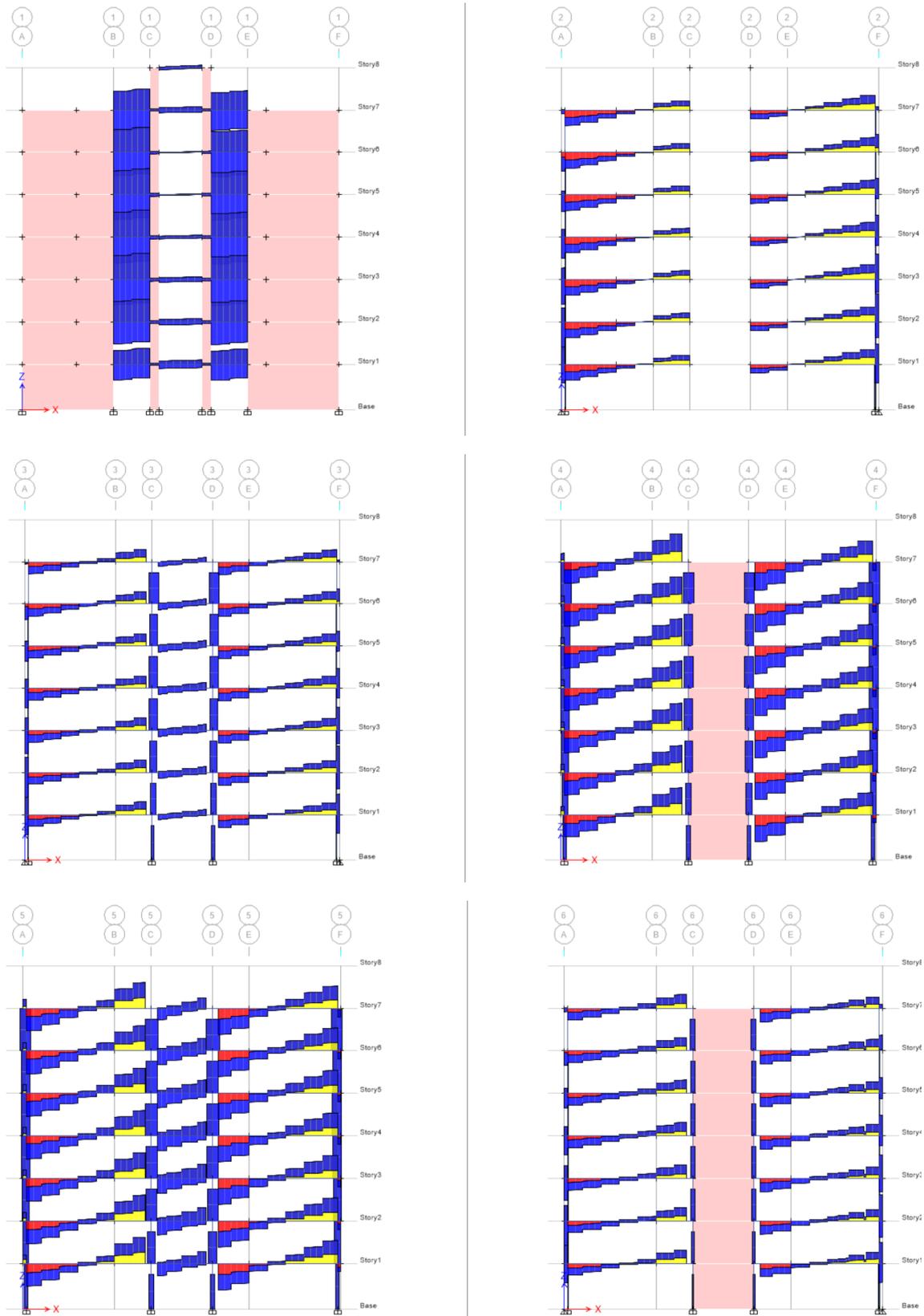


Figura 26: Diagrama de fuerza cortante eje 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Fuente: Elaboración propia etabs.

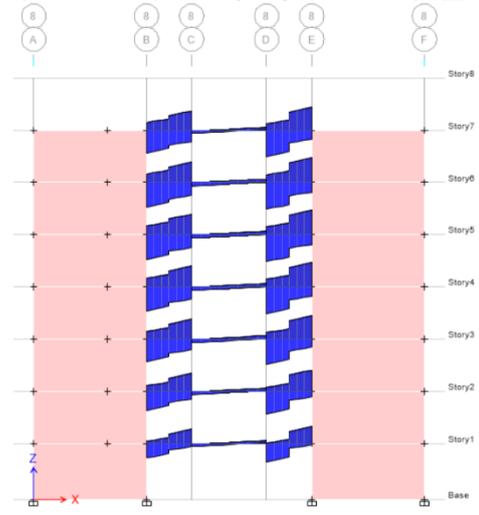
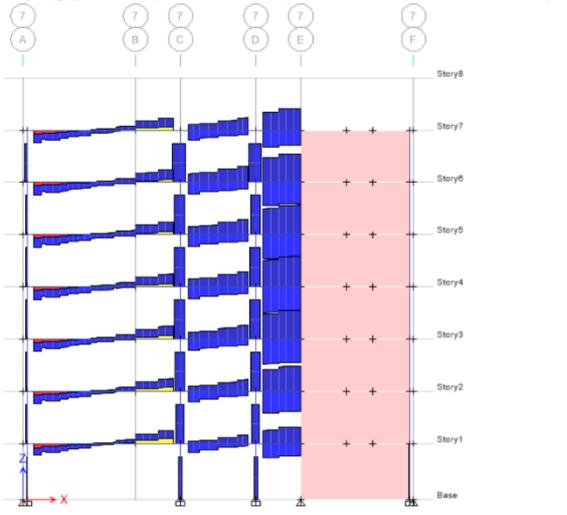
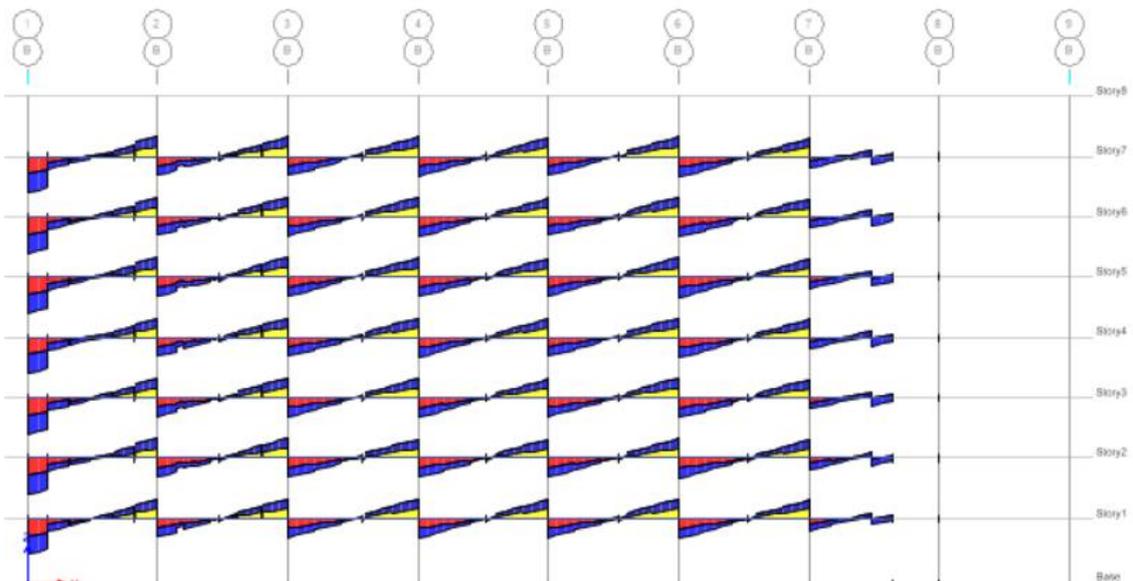
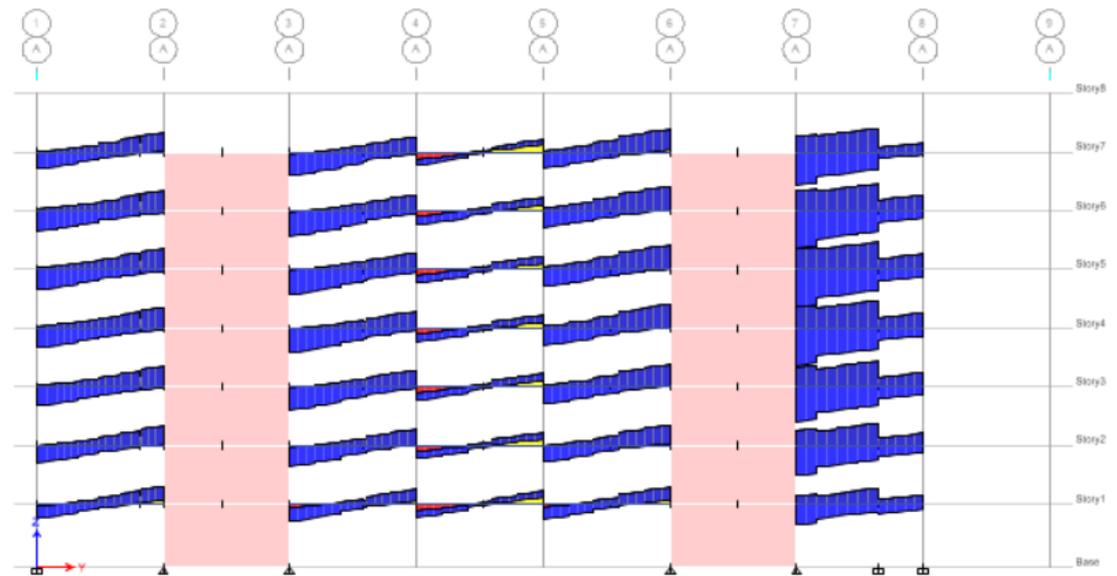
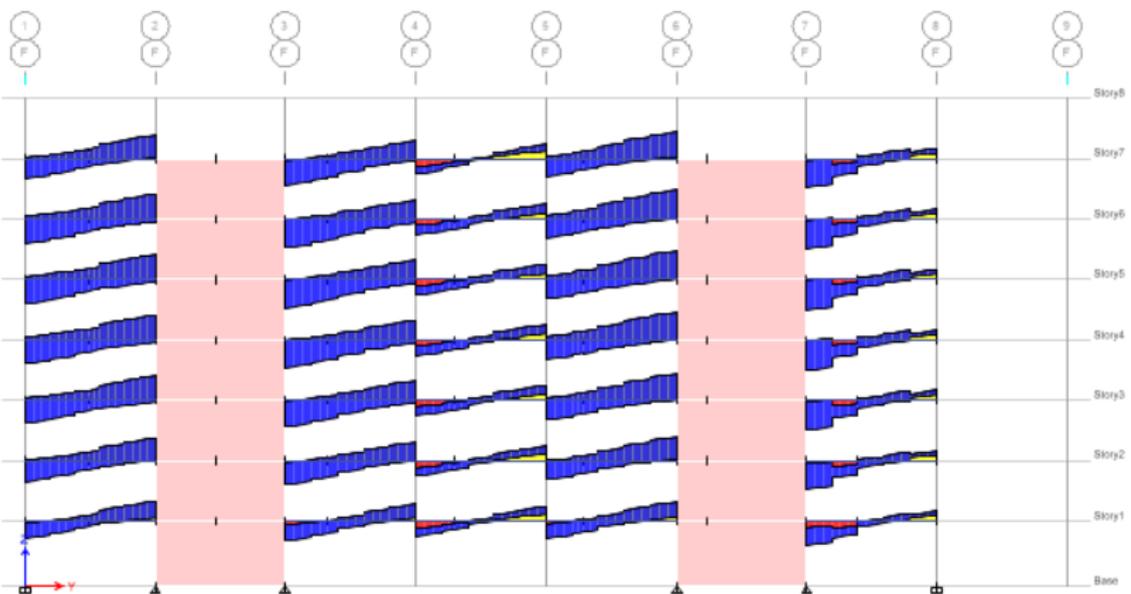
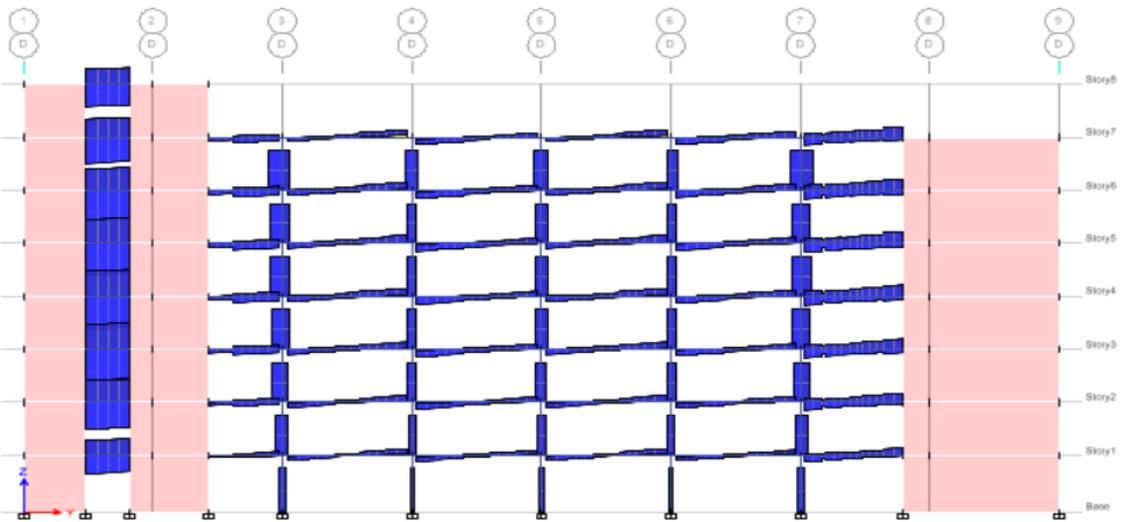
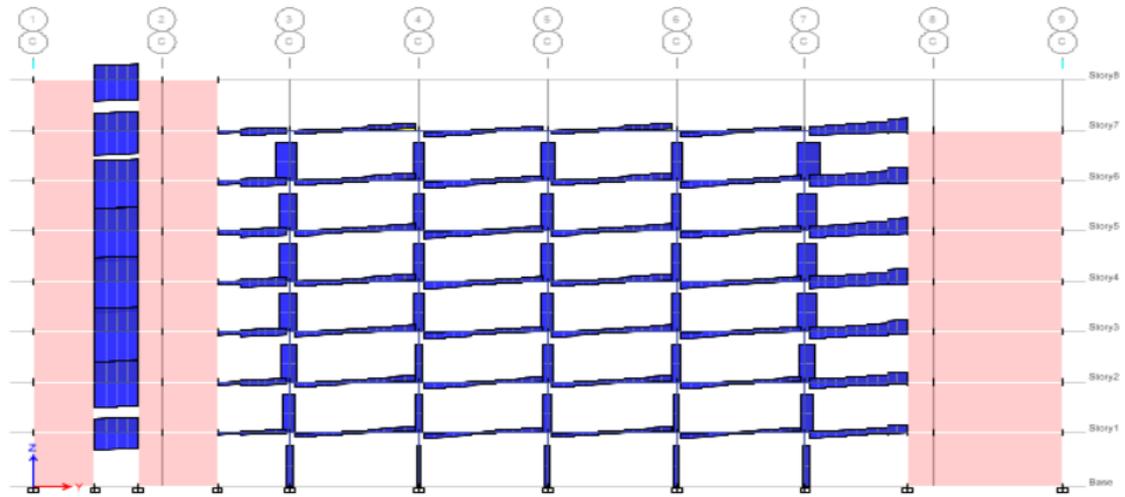


Figura 27: Diagrama de fuerza cortante eje 7, 8, A, B

Fuente: Elaboración propia etabs.



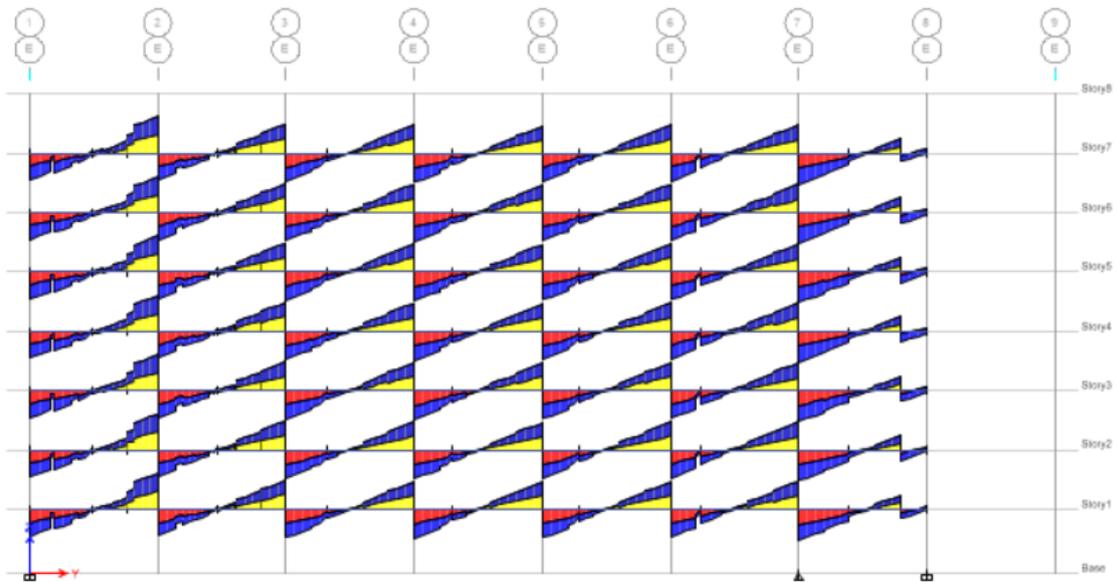
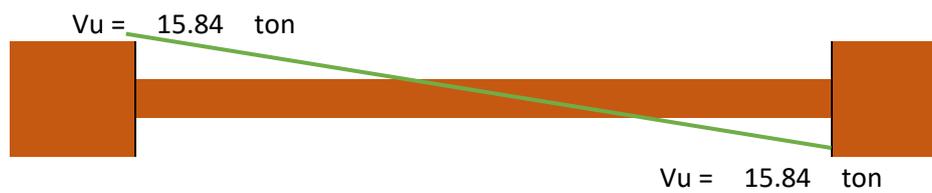


Figura 27: Diagrama de fuerza cortante eje C,D,E,F.

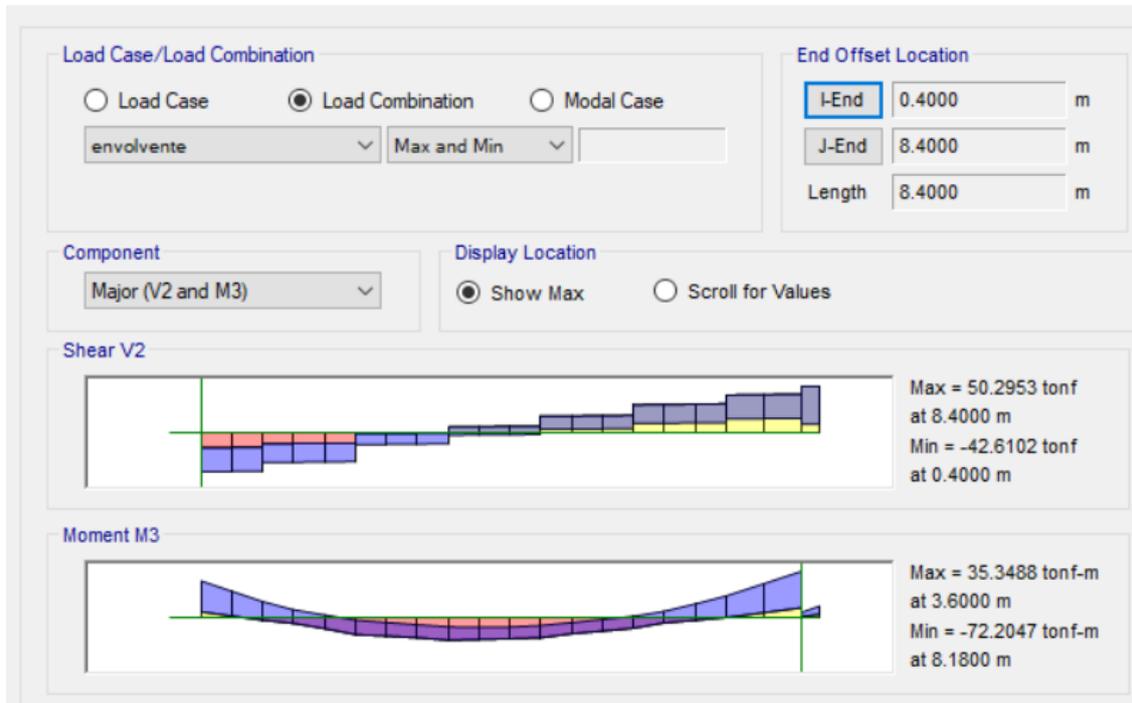
Fuente: Elaboración propia etabs.



Seguidamente se diseñará la viga con mayor fuerza cortante.

Características de viga

$f'c =$	210
$f_y =$	4200
$b =$	25
$h =$	70
$d =$	63.75
ϕ menor =	3/8"
$\beta_1 =$	0.85



Cortante ultimo de diseño:

$$V_u = 42.61 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del concreto al corte:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * 25 * 70 = 17,367.13 \text{ kg} = 17.37 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del acero al corte:

$$V_s = V_u / \phi - V_c$$

$$V_s = 42.61 \text{ tn} / 0.85 - 17.37 \text{ tn} = 32.75 \text{ tn}$$

Limitación de la contribución máxima de los estribos a la resistencia en sección cortante.

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{280} * 25 * 70 = 56,926.35 \text{ kg} = 56.93 \text{ tn}$$

$$V_s = 32.75 \text{ tn} \leq 56.93 \text{ tn} \dots\dots\dots \text{ok}$$

DISEÑO DE COLUMNAS.

Los diseños de columnas se realizarán por flexocompresión y cortante.

Consideraciones particulares de diseño.

- ✓ La resistencia a compresión mínima del concreto será 210 kg/cm².
 - ✓ El esfuerzo máximo de fluencia del acero de refuerzo será 4200 kg/cm².
 - ✓ El ancho de la columna será como mínimo de 25 cm.
 - ✓ La relación entre la dimensión menor y mayor de la sección transversal de la columna no será menor que 0.4.
 - ✓ La cuantías mínima y máxima en columnas son: $\rho_{48\text{mi}} \geq 1\%$. $P_{\text{max}} \leq 6\%$.
- DISEÑO POR FLEXO COMPRESIÓN.

TIPO DE COLUMNA	rectangular	
ÁREA	0.29	m ²
NUMERO DE COLUMNAS	12	und
RECUBRIMIENTOS	0.04	m ²
F`c	210	kg/cm ²
F`y	4200	kg/cm ²

De acuerdo al análisis, tenemos los siguientes resultados por los casos de carga muerta, viva, sismo x-x y sismo y-y:

PISOS	COLUMNA	NOMBRE	CARGAS	ESTACIÓN	P	M2	M3
PISO 1	C26	1510	Dead	0	-443.5793	-1.6006	0.2139
PISO 1	C26	1510	Live	0	-92.3389	-0.5952	0.0751
PISO 1	C26	1510	SISXX Max	0	94.9115	0.843	2.2409
PISO 1	C26	1510	SISYY Max	0	22.276	2.46	0.6921

Tabla 14: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente realizamos las combinaciones de cargas para las dos direcciones tanto en eje X como el eje Y.

COMBINACIONES DE DISEÑO					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SIS XX		1.25(CM+CV)+SISXX	506.552225	12.15185	33.120775
		1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	-7.03935	-42.448025
		0.9CM+SISXX	423.06407	11.06278	35.12661
		0.9CM-SISXX	-122.42213	-8.12842	-40.44219
SISYY		1.25(CM+CV)+SISYY	330.430325	15.02835	-0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.187925	-9.91585	-8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	13.93928	1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	-11.00492	-6.88669

Tabla 15: Resultados de combinaciones de cargas.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO XX					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SISXX POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISXX	506.55223	12.15185	33.120775
		1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	-7.03935	-42.448025
		0.9CM+SISXX	423.06407	11.06278	35.12661
		0.9CM-SISXX	-122.42213	-8.12842	-40.44219
		1.25(CM+CV)+SISXX	506.55223	-12.15185	-33.120775

SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	7.03935	42.448025
	0.9CM+SISXX	423.06407	-11.06278	-35.12661
	0.9CM-SISXX	-122.42213	8.12842	40.44219

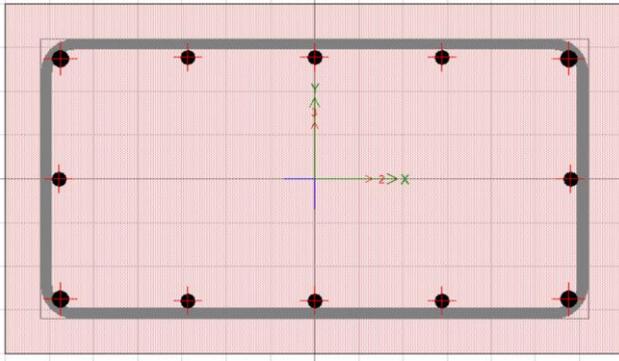
Tabla 16: combinaciones de cargas para el eje X-X.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO YY					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SISYY POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISYY	330.43033	15.02835	-0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.18793	-9.91585	-8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	13.93928	1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	-11.00492	-6.88669
SISYY NEGATIVO		1.25(CM+CV)+SISYY	330.43033	-15.02835	0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.18793	9.91585	8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	-13.93928	-1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	11.00492	6.88669

Tabla 17: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.

Fuente: elaboración propia etabs.



ACERO COLOCADO 4 DE 3/4" + 8 DE 5/8", teniendo como área de acero de 27.4 cm²

Con el acero colocado en la columna obtenemos el diagrama de iteraciones

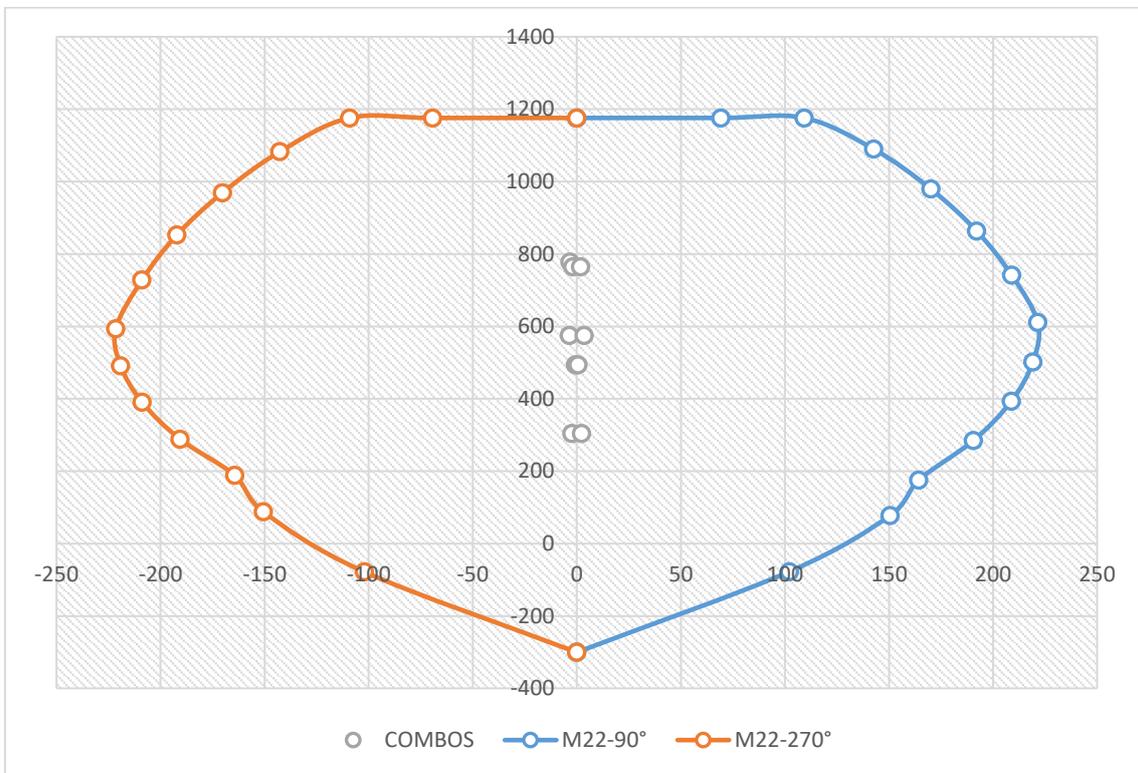


Figura 28: Sismo M22 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

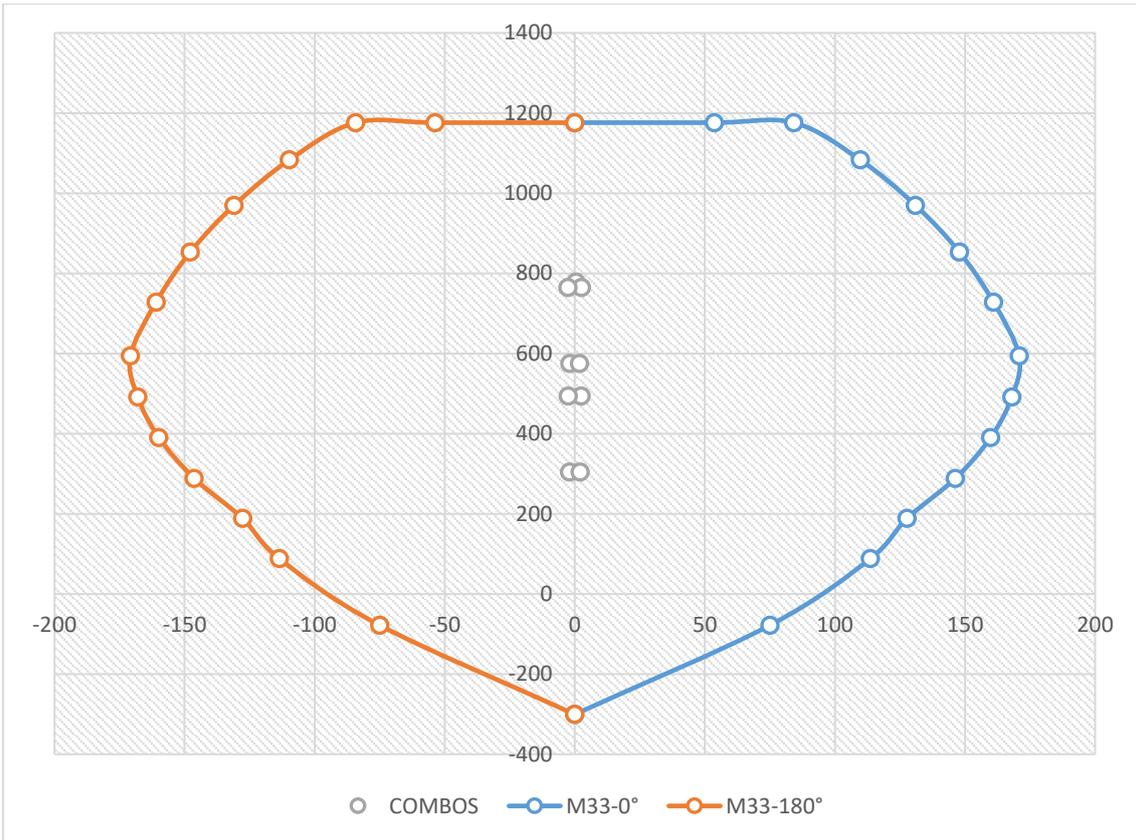


Figura 29: Sismo M33 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

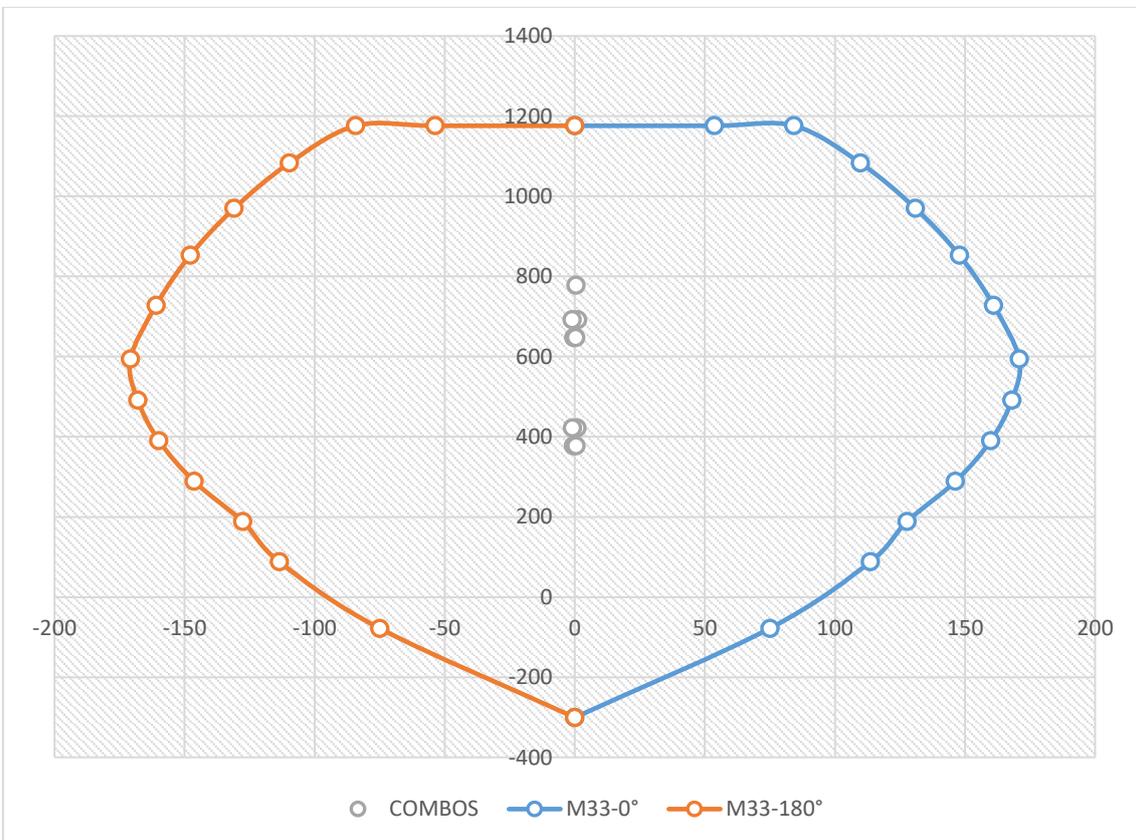


Figura 30: Sismo M33 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

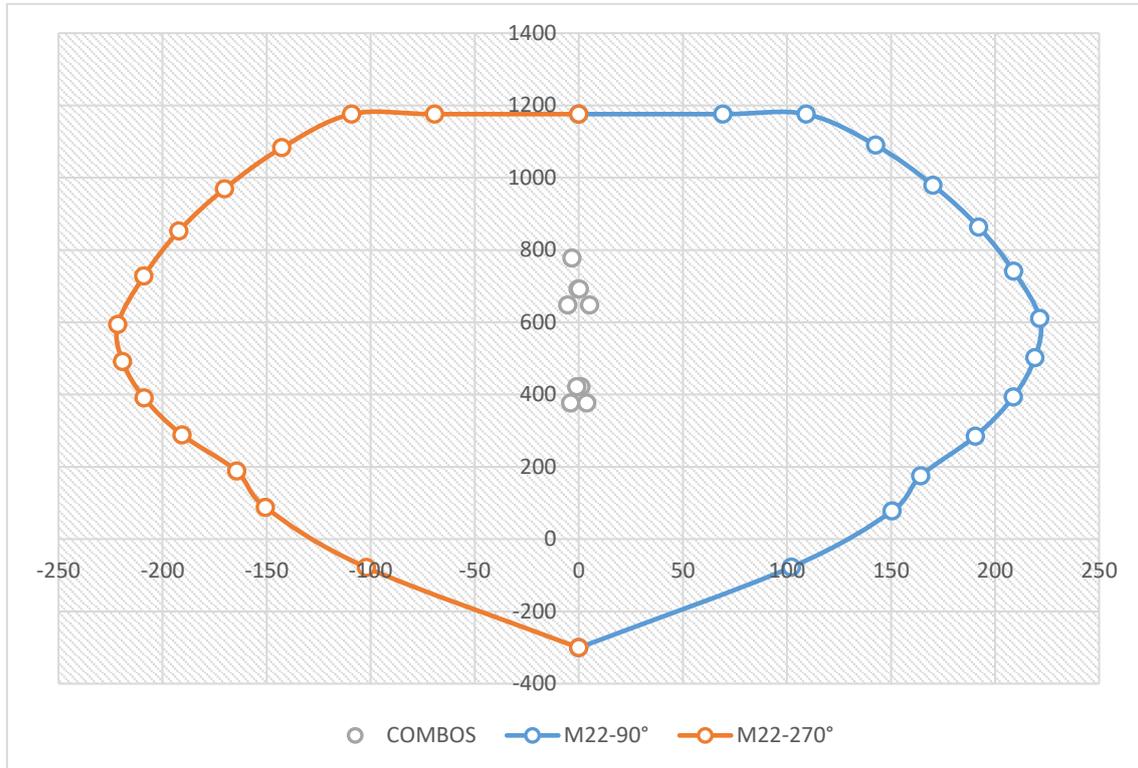
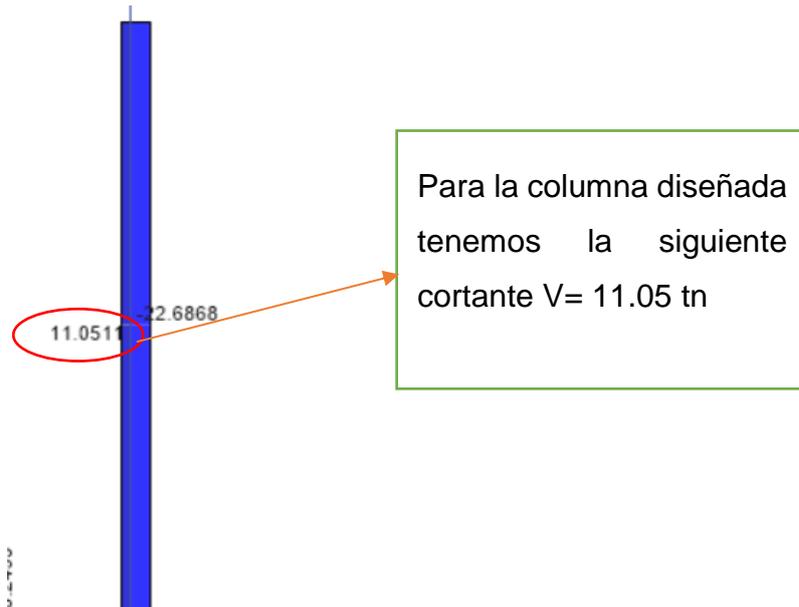


Figura 31: Sismo M22 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Tanto en el diagrama de iteración del eje X como en el diagrama del eje Y observamos que los puntos se encuentran dentro, por lo tanto la distribución del acero será la planteada en la columna.

DISEÑO POR CORTE.



Cortante último de diseño:

$$V_u = 11.05 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del concreto al corte:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * A_o$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * (\pi * 35) = 34,130.36 \text{ kg} = 34.13 \text{ tn}$$

Si la resistencia al corte del concreto es mayor a la cortante última se colocará estribos de confinamiento especificadas en la norma E.060:

$$V_u < V_c$$

$$\text{Longitud de zona de confinamiento} = L_n / 6 = 3.00 / 6 = 0.5 \text{ m}$$

La distribución de estribos en la zona de confinamiento es:

- ✓ El primer estribo se ubica a 5 cm. de la cara del nudo.
- ✓ Resto de estribos a $S=10$ cm.

Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento, no es menor a:

- ✓ 16 veces el diámetro de la barra longitudinal de menos diámetro.

✓ La menor dimensión de la sección transversal del elemento.

✓ 30 cm

1□3/8", 1@0.05, 5@0.10, Rest @ 0.20

DISEÑO DE PLACAS.

PLACA	ASCENSOR	
CONFIGURACIÓN DE PLACA	C	m2
NÚMERO DE COLUMNAS	2	und
RECUBRIMIENTOS	0.04	m
F`c	280	kg/cm2
F`y	4200	kg/cm2

De acuerdo al análisis, tenemos los siguientes resultados por los casos de carga muerta, viva, sismo x-x y sismo y-y:

PISOS	PLACA	CARGAS	UBICACIÓN	P	M2	M3
PISO 1	PLACA ASCENSOR	Dead	BASE	- 480.9698	-14.2735	18.1712
PISO 1	PLACA ASCENSOR	Live	BASE	-63.9733	-2.313	2.1996
PISO 1	PLACA ASCENSOR	SISXX Max	BASE	217.8022	208.6307	203.2566
PISO 1	PLACA ASCENSOR	SISYY Max	BASE	96.2428	128.7154	144.3427

Tabla 18: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente realizamos las combinaciones de cargas para las dos direcciones tanto en eje X como el eje Y.

COMBINACIONES DE DISEÑO					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.23512	-9.26178	179.31269
SIS XX		1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839025	434.770475	3615.8049
		1.25(CM+CV)-SISXX	1592.338225	-451.146725	-3306.5609
		0.9CM+SISXX	1653.30663	437.33639	3554.10259
		0.9CM-SISXX	852.80583	-448.58081	-3368.26321
SISYY		1.25(CM+CV)+SISYY	2383.161525	1681.95208	799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.015725	-1698.32833	-489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.62913	1684.51799	737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	-1695.76241	-551.66411

Tabla 19: Resultados de combinaciones de cargas.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO XX					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.2351	-9.26178	179.31269
SISXX POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839	434.77048	3615.8049
		1.25(CM+CV)-SISXX	1592.3382	-451.14673	-3306.5609
		0.9CM+SISXX	1653.3066	437.33639	3554.1026

	0.9CM-SISXX	852.80583	-448.58081	-3368.2632
SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839	-434.77048	-3615.8049
	1.25(CM+CV)-SISXX	1592.3382	451.14673	3306.5609
	0.9CM+SISXX	1653.3066	-437.33639	-3554.1026
	0.9CM-SISXX	852.80583	448.58081	3368.2632

Tabla 20: combinaciones de cargas para el eje X-X.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO YY					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.2351	-9.26178	179.31269
SISYY POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISY Y	2383.1615	1681.9521	799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.0157	-1698.3283	-489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.6291	1684.518	737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	-1695.7624	-551.66411
SISYY NEGATIVO		1.25(CM+CV)+SISY Y	2383.1615	-1681.9521	-799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.0157	1698.3283	489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.6291	-1684.518	-737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	1695.7624	551.66411

Tabla 21: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.

Fuente: elaboración propia etabs.

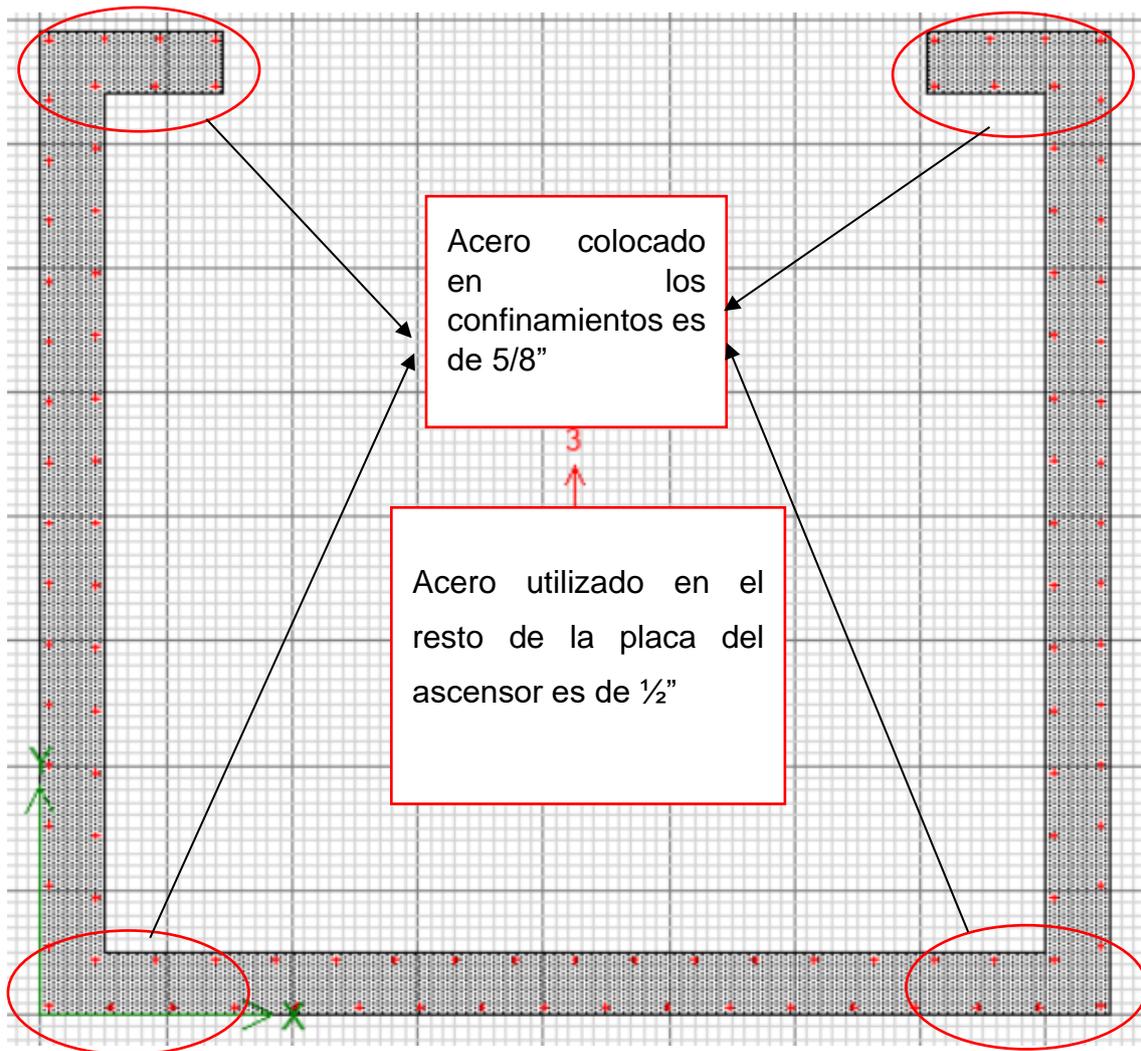


Figura 32: Detalle de acero propuesto en la placa a diseñar.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Con el acero colocado en la placa del ascensor obtenemos el diagrama de iteraciones.

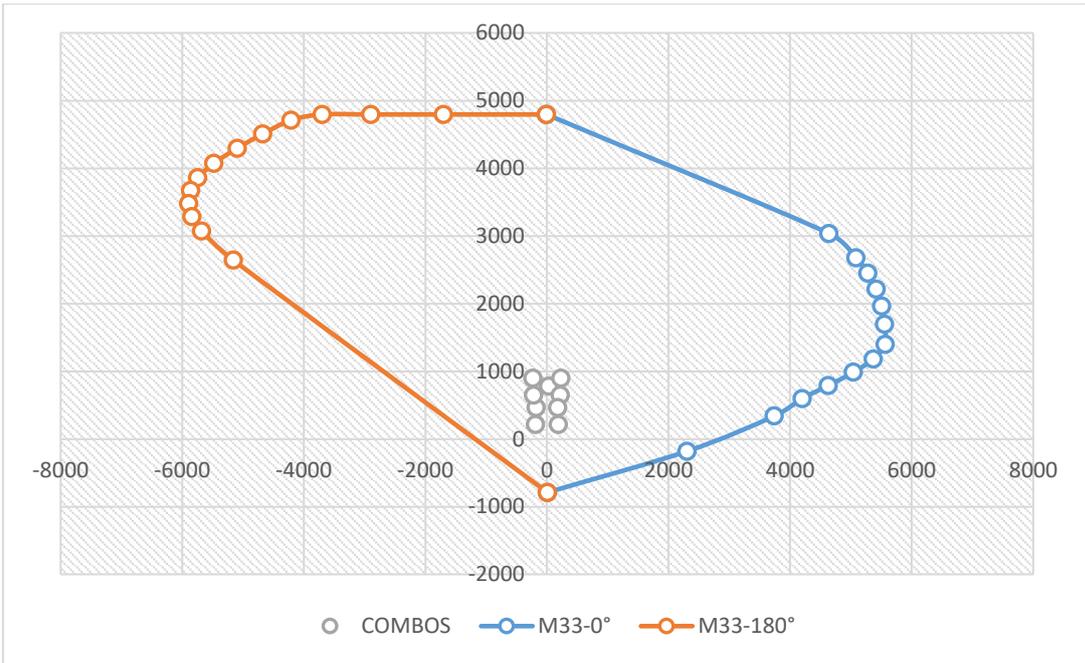


Figura 33: Sismo M33 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

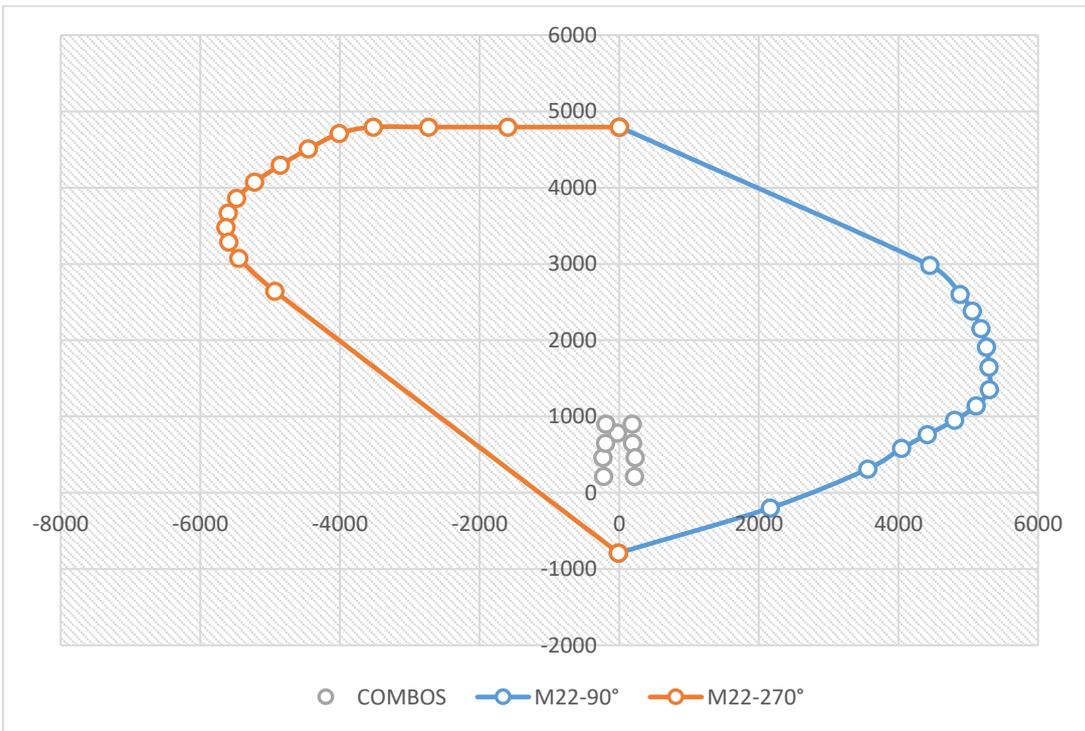


Figura 34: Sismo M22 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

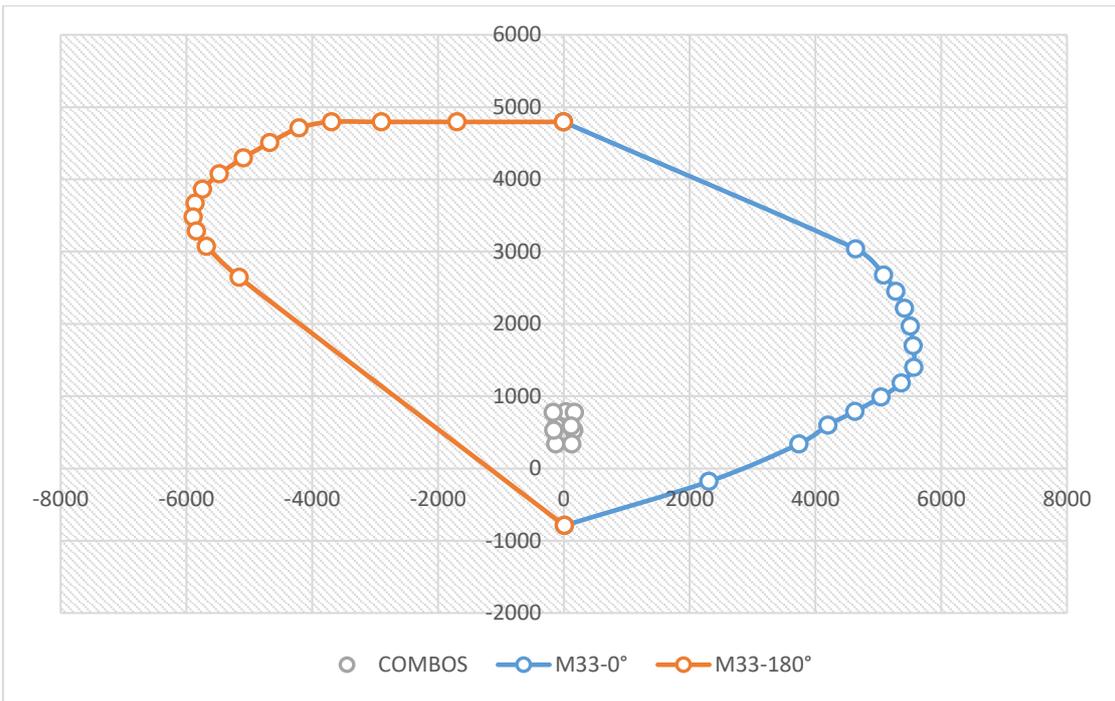


Figura 35: Sismo M33 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

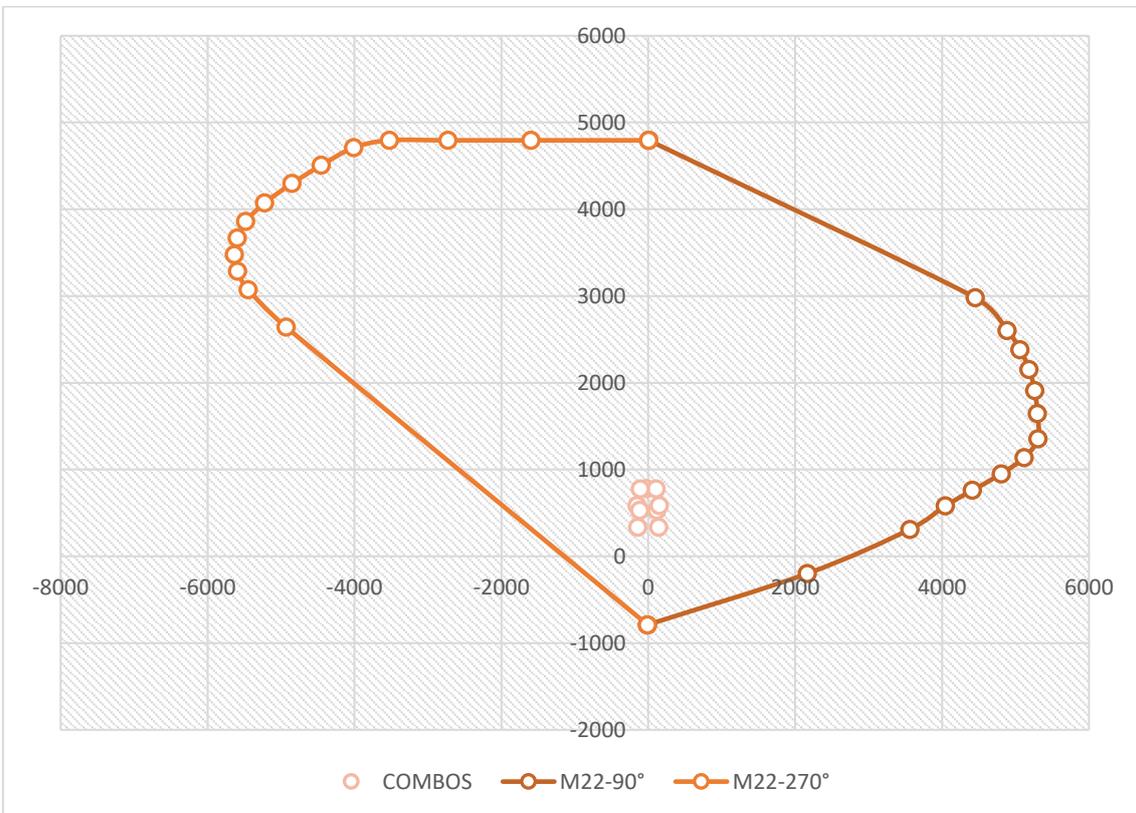


Figura 36: Sismo M22 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
DBE (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)
PISO 1	20.00	16.39	11.60	15.99	16.44	17.07	15.72	
PISO 2	196.23	161.49	113.88	155.61	157.36	165.04	160.28	
PISO 3	352.77	286.53	200.79	273.14	273.90	285.91	291.98	
PISO 4	475.35	372.55	259.34	349.56	348.99	378.57	397.97	
PISO 5	593.21	429.98	309.82	388.87	386.73	458.29	487.19	
PISO 6	700.18	484.79	383.11	449.75	409.39	582.79	536.68	
PISO 7	820.20	496.26	396.12	465.12	429.32	621.15	602.21	

Análisis tiempo historia

Se realizó el escalamiento de los registros sísmicos de Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007 y se llegó a la conclusión que el registro de Ica del 2007 es el que trabaja para el edificio en análisis.

Tabla 22: Espectro tiempo historia.

Fuente: elaboración propia etabs.

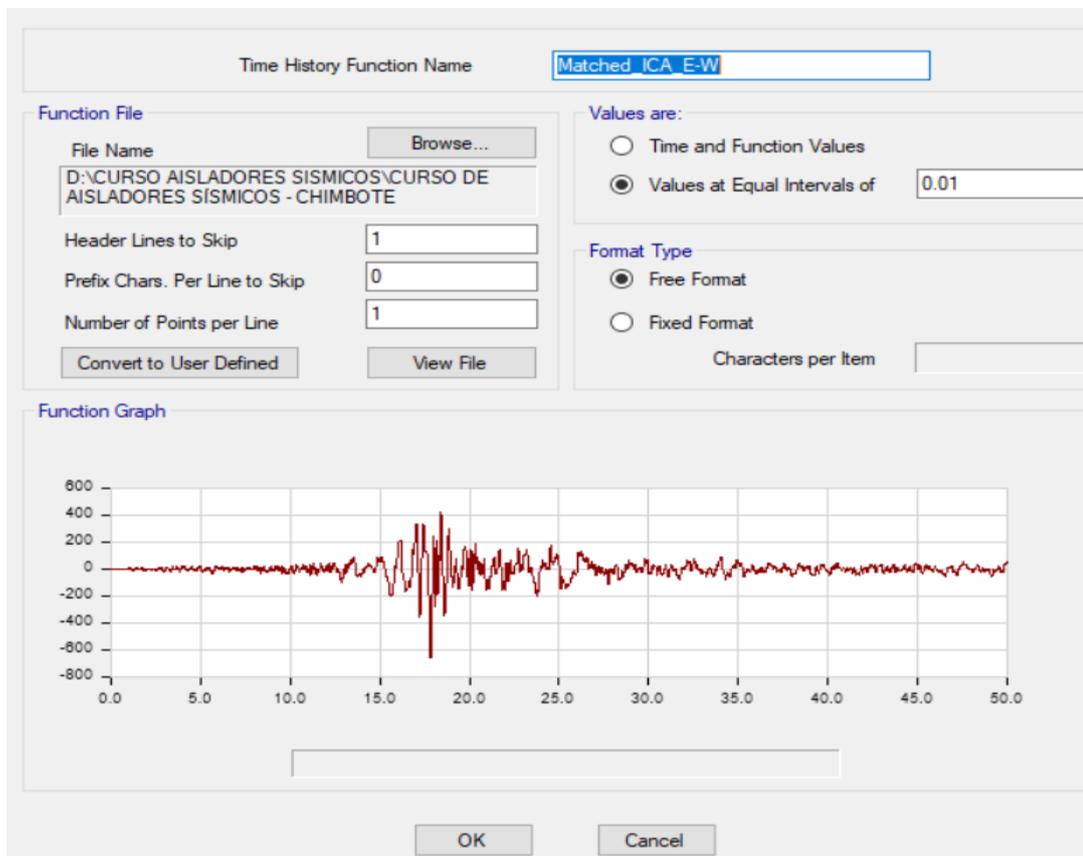


Figura 37: análisis tiempo historia Norte y Sur Ica 2007.

Fuente: Elaboración propia etabs.

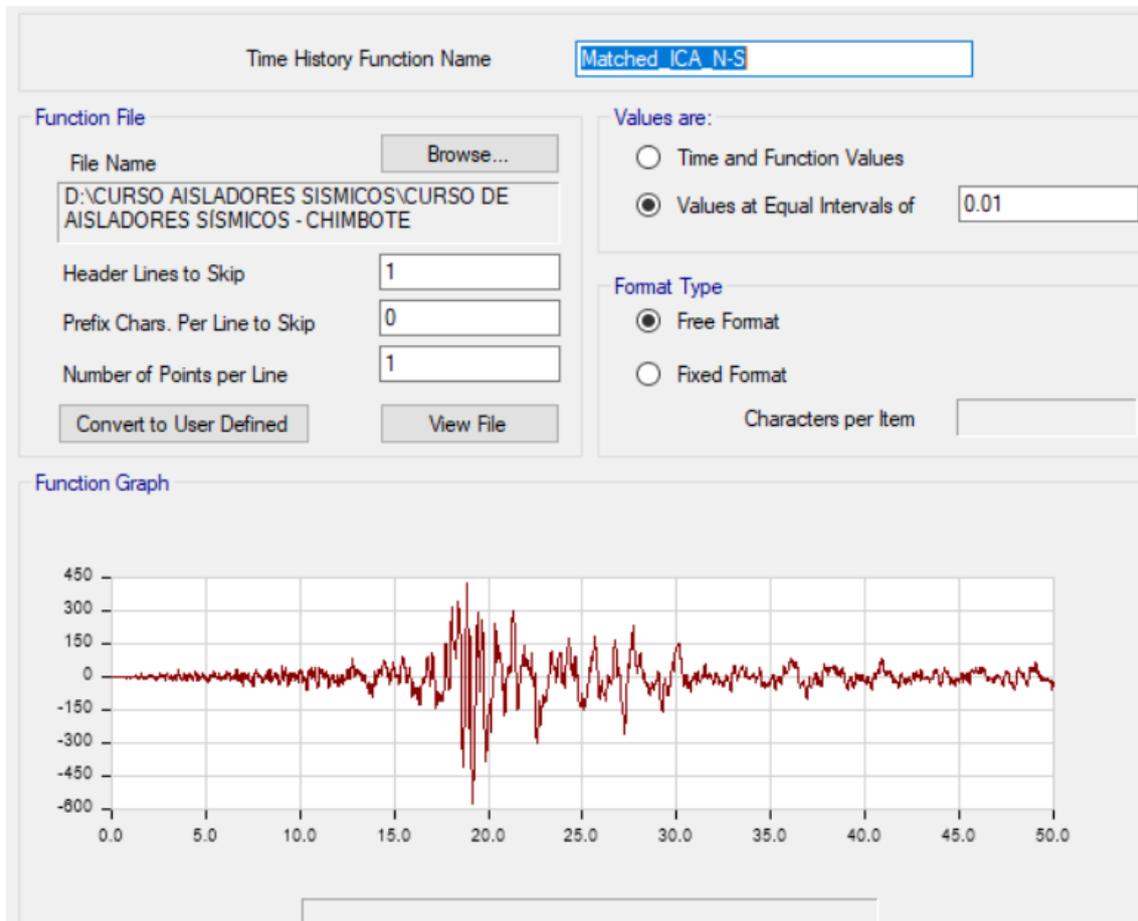


Figura 38: análisis tiempo historia Este y Oeste Ica 2007.

Fuente: Elaboración propia etabs.

DISEÑO DE AISLADOR SÍSMICO SISTEMA DE PLACAS

R= 6

PESO DE LA EDIFICACIÓN

WT 101292.89 KN

NÚMERO DE PUNTOS.

Nrb= 48.00 ais

PESO POR COLUMNA O APOYO

Wrb= 4052.21 KN

PERIODO DE LA EDIFICACIÓN

$$T_{fb} = 0.70 \text{ sg}$$

SEGÚN LA IBC - DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO

$$S_{d1} = 0.56$$

PERIODO PRELIMINAR DEL AISLAMIENTO

$$T_{dpre} = 3 * T_{fb} = 2.10 \text{ sg}$$

PARÁMETROS DE 2.5 A 3 segundos

$$T_{dpre} = 2.50 \text{ sg}$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN PARA BASE AISLADA

Ri

$$R_i = 2 \text{ si } 3 * R / 8 > 2$$

$$R_i = 2.25$$

$$R_i = 2$$

FRACCION DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO -- ASUMIDO

$$B_d = 0.15$$

FACTOR DE REDUCCIÓN DE AMORTIGUAMIENTO

$$B = 1.38068$$

MÓDULO DE CIZALLAMIENTO DEL CAUCHO G

$$G = 415.00 \text{ Kp}$$

MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD DEL CAUCHO

$$k = 2000000.00 \text{ Kp}$$

DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO

$$D_d = D_d = 0.25 \text{ m}$$

U1	Z
U2	X
U3	Y
LINEAL	u2,u3
K eff=	2609.17 kN/m
PROPIEDADES PARA EL, CASO NO LINEAL	
Ku LRB =	7891.08 kN/m
RIGIDEZ POST FLUENCIA	
kp LRB=	912.81 kN/m
RATIO DE RIGIDEZ POST FLUENCIA	
kp LRB/ Ku lrb	0.115676048
Fy	68.10 KN

Tabla 23: Propiedades de los aisladores.

Fuente: Elaboración propia.

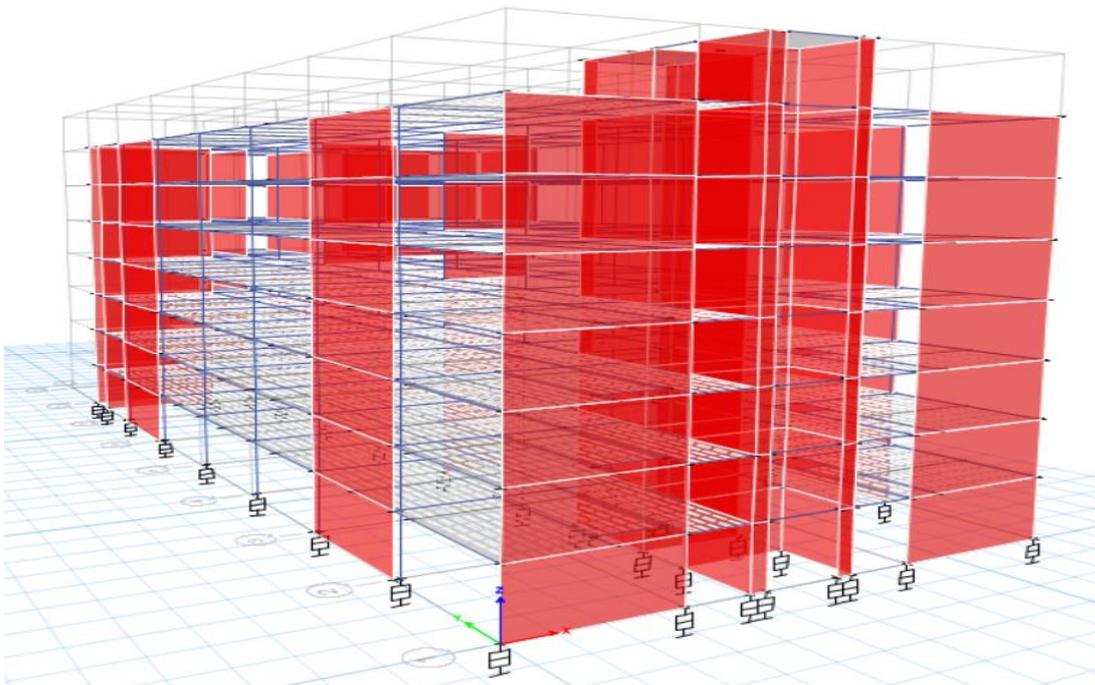


Figura 39: Modelo edificio aislado.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN.

Los modos de vibración dependen de la rigidez y la distribución de masas de la edificación. Cada modo de vibración está asociado a 3 grados de libertad por piso (traslación en el eje X-X, traslación en el eje Y-Y y rotación en el eje Z-Z) y con su correspondiente periodo fundamental de estructura.

En la siguiente tabla se muestra los modos de vibración más importantes del edificio en cada dirección de análisis, con sus respectivos periodos y porcentajes de masa participante.

En el primer modo de vibración con base aislada se muestra un modo de 2.325 con traslación en Y-Y.

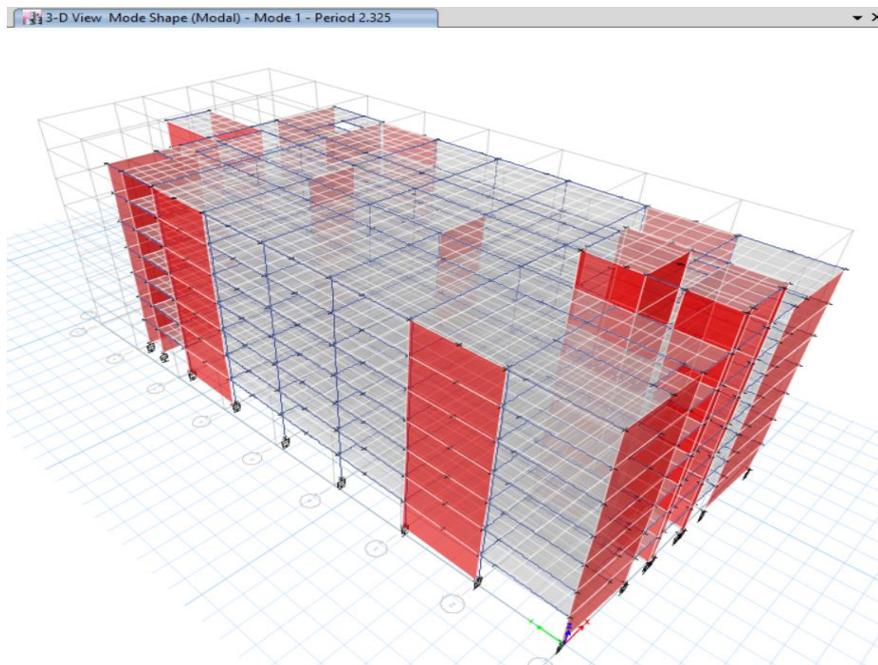


Figura 40: Primer modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 2.162 con traslación en X-X.

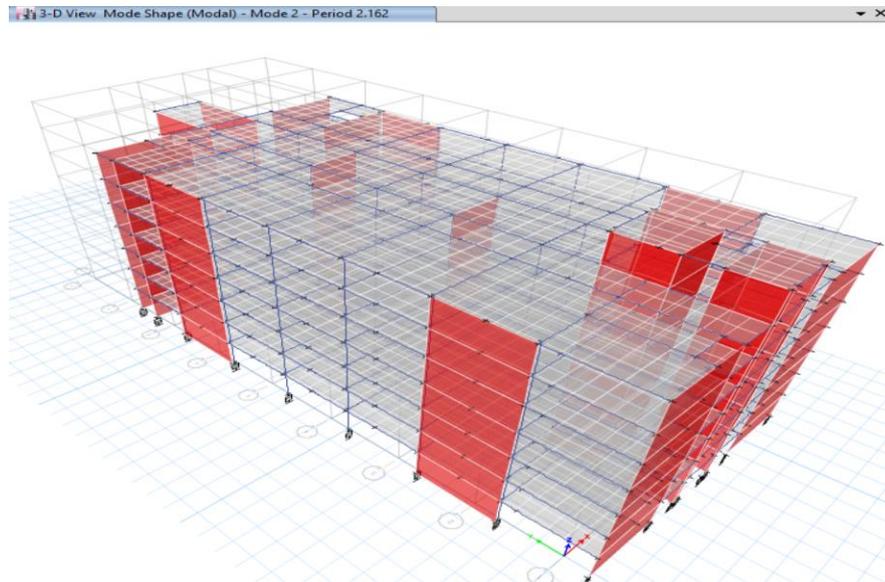


Figura 41: Segundo modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 1.869 con rotación en Z-Z.

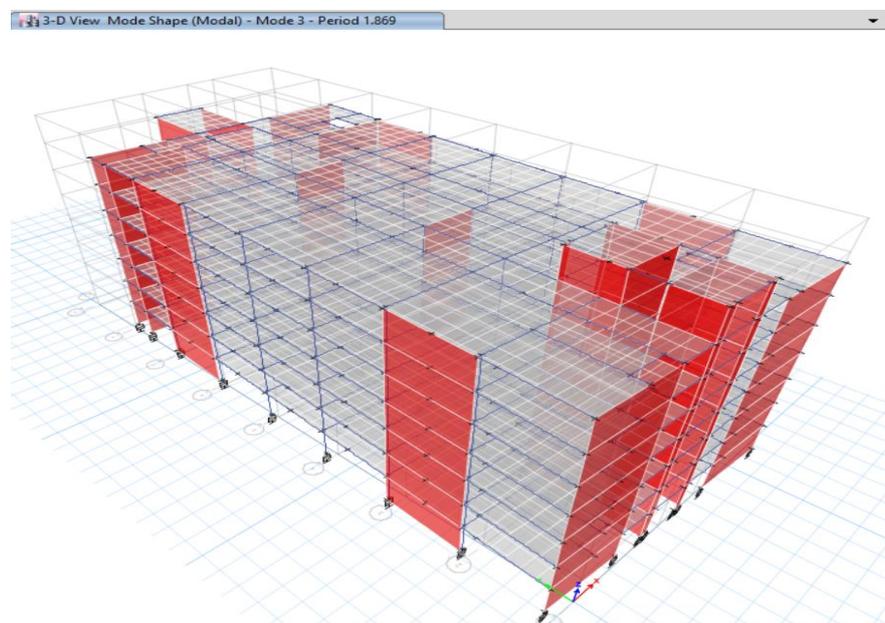


Figura 42: tercer modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	2.325	0.43	2.7025	7.3038
Modal	2	2.162	0.463	2.9063	8.4468
Modal	3	1.869	0.535	3.3623	11.3054
Modal	4	0.363	2.752	17.293	299.0462
Modal	5	0.336	2.977	18.704	349.8409
Modal	6	0.254	3.937	24.7347	611.8056
Modal	7	0.073	13.751	86.4031	7465.493
Modal	8	0.071	14.108	88.641	7857.2328
Modal	9	0.054	18.364	115.3826	13313.1453
Modal	10	0.037	26.719	167.878	28183.0278
Modal	11	0.037	26.846	168.6765	28451.762
Modal	12	0.03	33.52	210.6126	44357.6612
Modal	13	0.027	37.515	235.7124	55560.3558
Modal	14	0.026	38.352	240.9699	58066.5081
Modal	15	0.025	39.547	248.4816	61743.1026
Modal	16	0.021	46.713	293.5076	86146.7204
Modal	17	0.021	46.863	294.447	86699.0535
Modal	18	0.02	49.034	308.0922	94920.8168
Modal	19	0.019	51.787	325.3847	105875.231
Modal	20	0.019	53.276	334.74	112050.853
Modal	21	0.019	53.947	338.9574	114892.135

Tabla 24: periodos de la estructura con base aislada.

Fuente: elaboración propia.

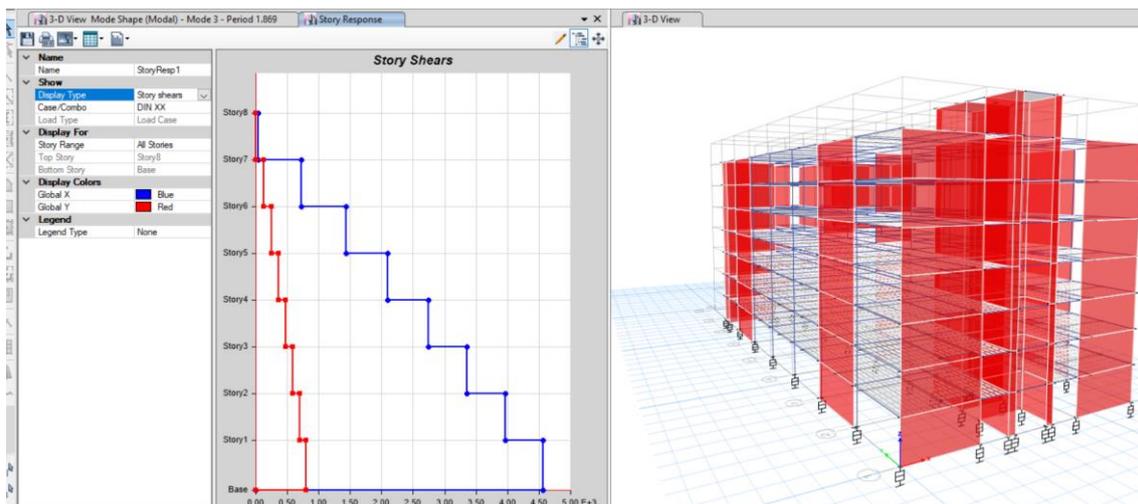


Figura 43: Fuerza cortante en eje X-X

Fuente: Elaboración propia etabs.

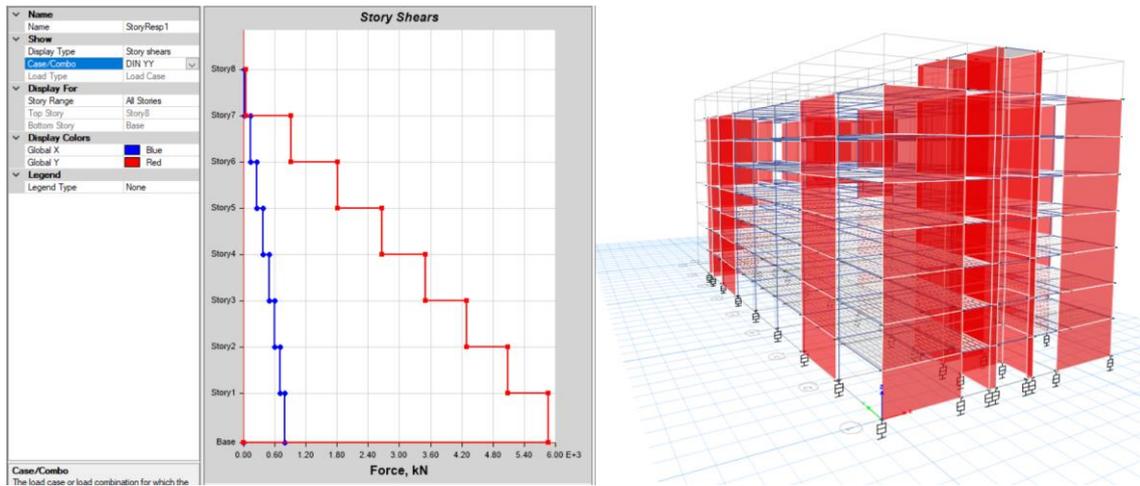


Figura 44: Fuerza cortante en eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

DERIVAS DE LA ESTRUCTURA CON BASE AISLADA

PISOS	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA XX Max	X	0.002827	53	12.4	48	19.8
PISO 6	DERIVA XX Max	X	0.00301	53	12.4	48	17
PISO 5	DERIVA XX Max	X	0.003202	53	12.4	48	14.2
PISO 4	DERIVA XX Max	X	0.003389	53	12.4	48	11.4
PISO 3	DERIVA XX Max	X	0.003528	53	12.4	48	8.6
PISO 2	DERIVA XX Max	X	0.003571	53	12.4	48	5.8
PISO 1	DERIVA XX Max	X	0.003543	53	12.4	48	3

Tabla 25: Control de derivas X-X en estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

PISOS	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA YY Max	Y	0.002286	27	20.8	36	19.8
PISO 6	DERIVA YY Max	Y	0.002452	27	20.8	36	17
PISO 5	DERIVA YY Max	Y	0.003624	27	20.8	36	14.2
PISO 4	DERIVA YY Max	Y	0.003797	27	20.8	36	11.4
PISO 3	DERIVA YY Max	Y	0.003944	27	20.8	36	8.6
PISO 2	DERIVA YY Max	Y	0.003029	27	20.8	36	5.8
PISO 1	DERIVA YY Max	Y	0.003137	28	20.8	42	3

Tabla 26: Control de derivas Y-Y en estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el sistema de aislación planteado para la estructura analizada cumple con los desplazamientos de diseño calculados anteriormente dando como resultado la conformidad de este sistema de aislamiento para la edificación analizada, procediendo así al diseño de la súper estructura.

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

Después de finalizar el diseño del aislador pasaremos al diseño de los elementos estructurales en donde la anterior estructura del sistema de aislamiento debe ser diseñada y construida para soportar una fuerza de corte mínima, V_s , utilizando todos los requisitos adecuados para una estructura no aislada.

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL.

Para el hospital María auxiliadora se determinó la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración obtenidos, dicha respuesta máxima también puede estimarse mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo.

Por otro lado, la fuerza cortante mínima en la base no será menor al 80% de la fuerza obtenida del análisis estático por ser una estructura regular, de acuerdo a lo indicado en la norma E.030.

Cuadro de resumen de parámetros para análisis sísmico.

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sísmica =	Z3
Categoría =	C

Z	0.45		
T _p (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S"=	1.05		
Factor de Uso "U"=	1.5		
R _x	7		
R _y	7		

T	C
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286

1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48
2.6	0.443787
2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

Tabla 26: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

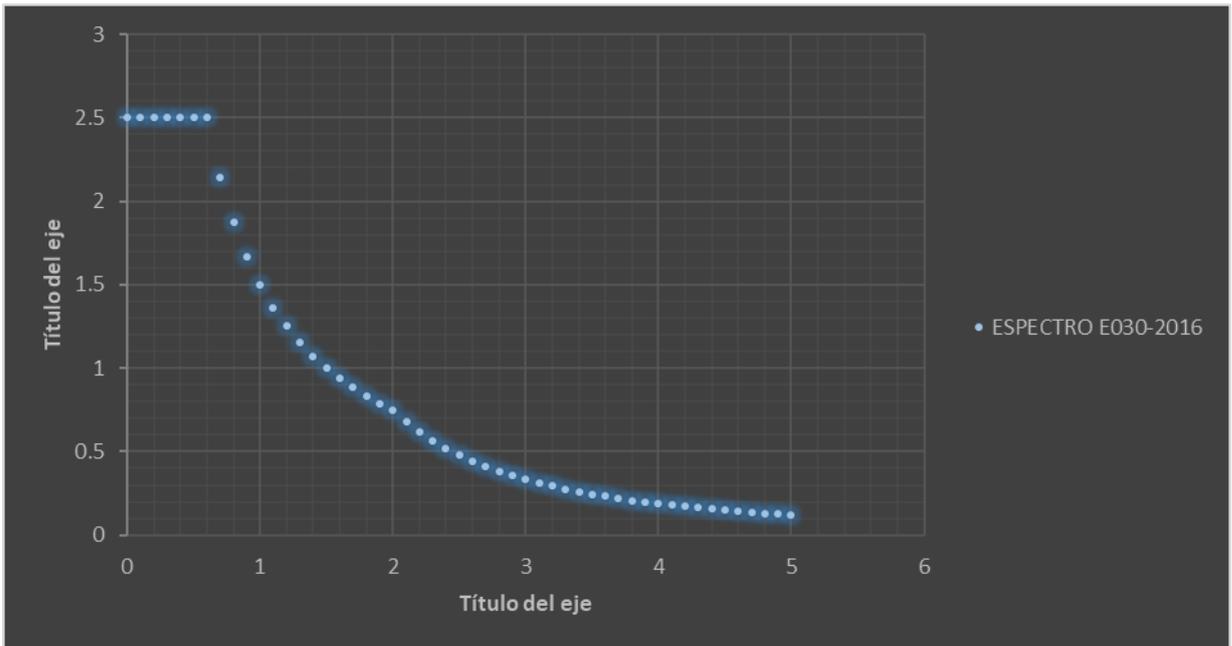
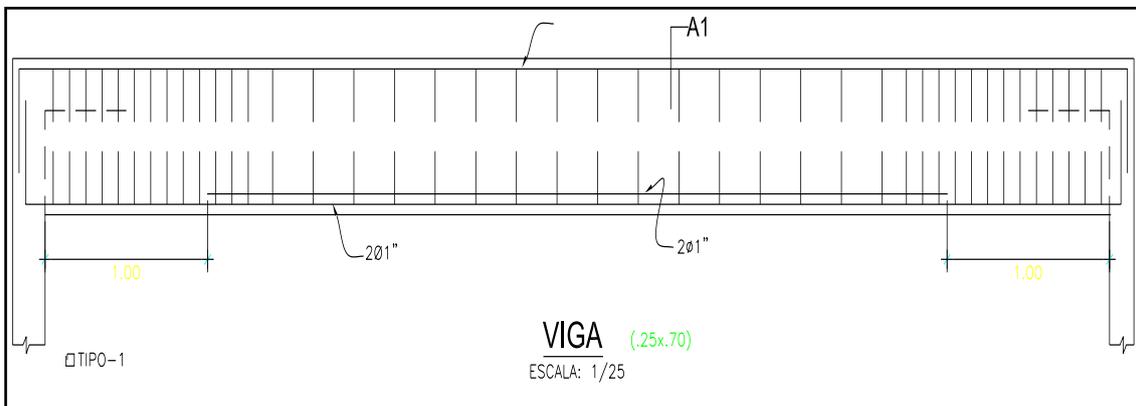


Figura 45: Espectro de respuesta de la edificación.

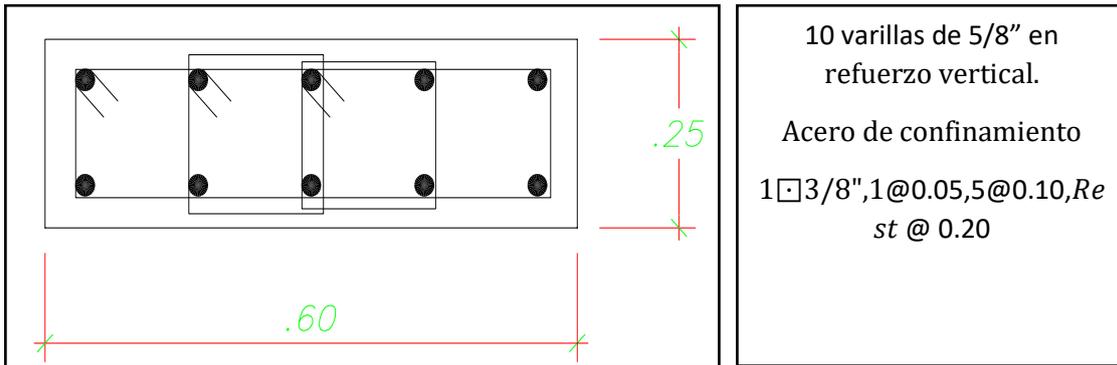
Fuente: Elaboración propia.

Finalizando el análisis estático y dinámico podemos realizar el diseño de la superestructura, tanto en vigas, columnas.

DISEÑO DE VIGAS



DISEÑO DE COLUMNAS



DETALLADO DE AISLADOR SÍSMICO LRB

Si bien el diseño propiamente dicho de la geometría y características mecánicas de los aisladores fue previamente expuesto, dejamos para esta parte los detalles estructurales del correcto anclaje de los aisladores a la estructura para que de esta forma puedan desempeñar su función dentro de la misma.

Estos detalles dependen del tipo de aislador a usarse, ya que varían entre fabricantes, para nuestro caso en particular se utilizó aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de la empresa BRIDGESTONE (seismic isolation product line -up) por ser una empresa de amplia experiencia en la fabricación de los mismos, además que se hizo uso de sus recomendaciones para el predimensionamiento y diseño de nuestros aisladores.

Finalmente tenemos los siguientes resultados y dimensiones del aislador sísmico

Do=	57	cm	Diámetro exterior.
Di=	15	cm	Diámetro interior.
c. de goma	32	und	Número de capas de goma.
tr=	0.8	cm	Espesor de capa goma.
ts=	0.2	cm	Espesor de capa acero.
L=	62	cm	Long. placa cuadrada.

t=	2.5	cm	Espesor de placa.
N pernos	8	und	Número de pernos.
Ø perno	2.7	cm	Diámetro de perno.
Tr=Σtr=	24	cm	Espesor total de capa de g.
H=	37	cm	Altura total del aislador.

Tabla 27: Detalles finales del aislador.

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

Habiendo realizado por separado el análisis y diseño estructural de cada caso, se comparó respuesta sísmica, disminución de derivas, diferencia de costo, diferencia entre secciones de elementos estructurales tales como columnas, pacas.

4.1. Resultados de la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

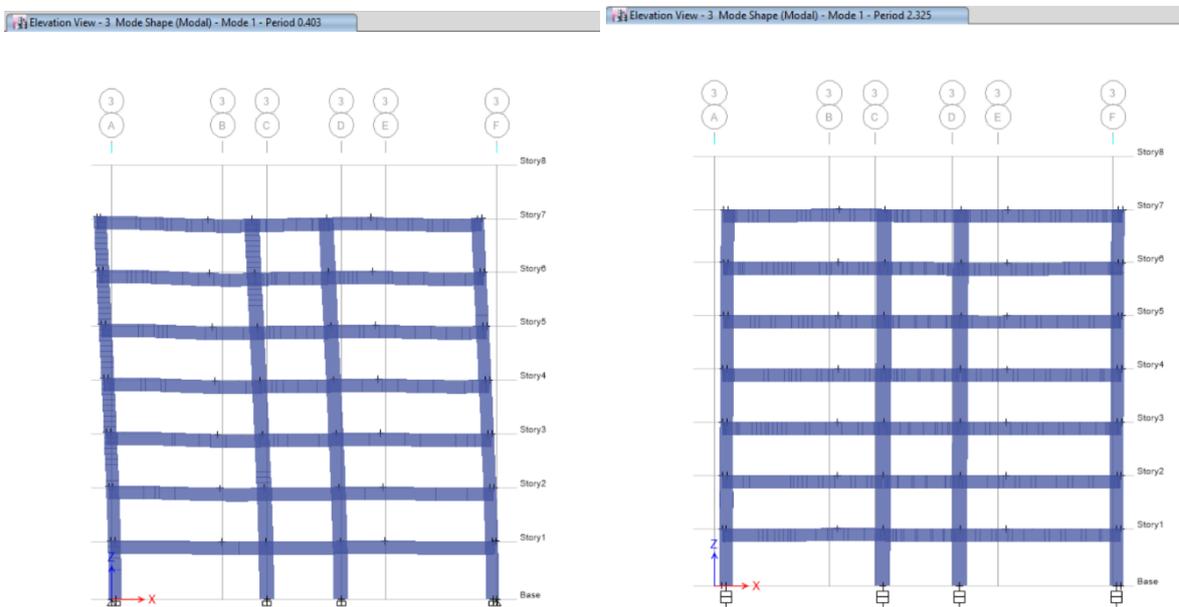


Figura 46: comparativo de modos de vibración de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la siguiente **figura 46** Podemos observar que los desplazamientos en la edificación con base empotrada son más vulnerables en los pisos superiores llegando a un máximo de 0.403, en cambio en la edificación con base aislada es de 2.32 la cual son desplazamientos homogéneos, eso implica que es casi igual el desplazamiento en todos los pisos.

4.2. Resultados del comportamiento de diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

El comportamiento estructural se verifica de acuerdo a los desplazamientos de la edificación, a continuación, mostraré los desplazamientos de ambos sistemas estructurales.

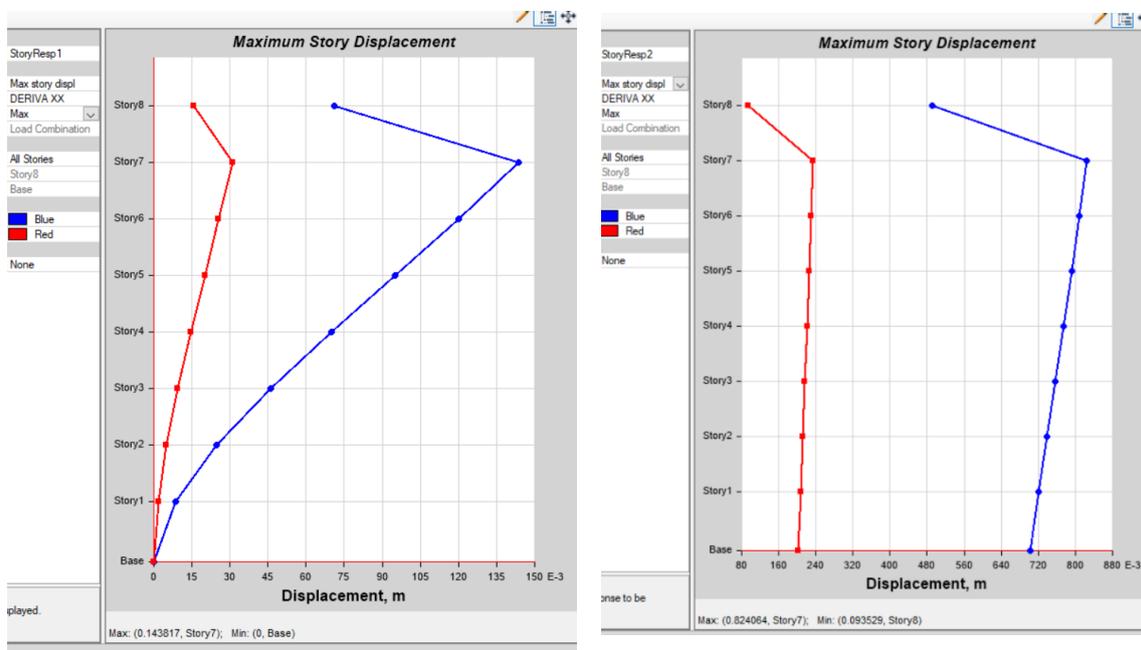


Figura 47: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.

Fuente: Elaboración propia.

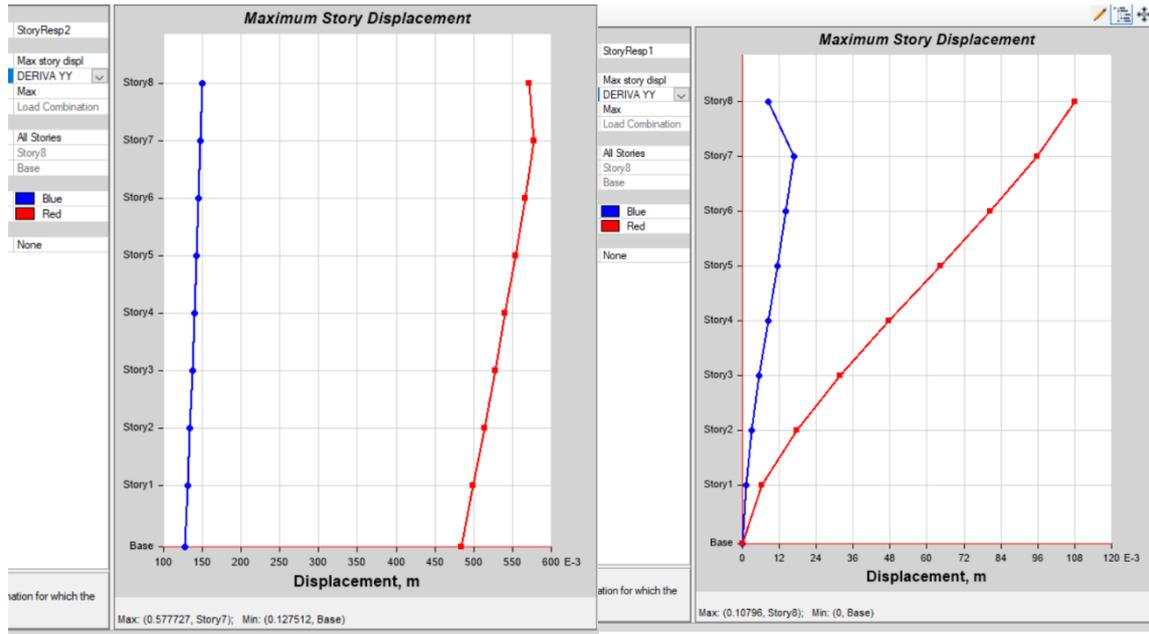


Figura 48: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El sistema de aislamiento reduce un 25% las fuerzas del sismo, eso implica que es una estructura más segura ante cualquier evento telúrico.

4.3. Resultados de las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

PISOS	Deriva Convencional	Deriva Aislado	Lim. Distorsión E0.30	Reducción de drift %
PISO 7.	0.006522	0.002827	0.007	56%
PISO 6	0.006915	0.00301	0.007	46%
PISO 5	0.006992	0.003202	0.007	46%
PISO 4	0.006606	0.003389	0.007	35%
PISO 3	0.006585	0.003528	0.007	23%
PISO 2	0.005781	0.003571	0.007	12%
PISO 1	0.002886	0.003543	0.007	0%

Tabla 28: Comparativo de derivas – Eje X-X.

Fuente: Elaboración propia

PISOS	Deriva Convencional	Deriva Aislado	Lim. Distorsión E0.30	Reducción de drift %
PISO 7.	0.005485	0.002286	0.007	55%
PISO 6	0.00582	0.002452	0.007	48%
PISO 5	0.005928	0.003624	0.007	45%
PISO 4	0.005722	0.003797	0.007	34%
PISO 3	0.005103	0.003944	0.007	22%
PISO 2	0.003974	0.003029	0.007	11%
PISO 1	0.002131	0.003137	0.007	0%

Tabla 29: Comparativo de derivas – Eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La norma peruana establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso de la edificación convencional la deriva máxima es de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente y en el caso de la edificación aislada es de 3.5‰ y 3.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles.

4.4. Resultados de la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	CONCRETO SIMPLE	20,242.05
02	CONCRETO ARMADO	2,325,125.05
02.02	COLUMNAS	425,125.00
02.03	PLACAS	328,125.33
02.04	VIGAS NIVEL 1° - 8°	358,325.68
COSTO DIRECTO		3,456,943.10

Habiéndose concluido con el diseño de las estructuras, se procede a realizar una comparación y un cálculo del porcentaje de variación del costo directo en elementos estructurales tales como cimentación, columnas, placas y vigas. Para lo cual se tuvo que realizar un metrado y posterior presupuesto.

Tabla 30: Resumen de presupuesto – estructura convencional.

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	CONCRETO SIMPLE	20,242.05
02	CONCRETO ARMADO	2,325,125.045
02.02	COLUMNAS	425,125
02.03	PLACAS	328,125.325
02.04	DADOS DE CONCRETO	458,526.325
02.05	VIGAS PISO TÉCNICO	55,741.03
02.06	VIGAS NIVEL 1° - 8°	358,325.68
03	AISLADORES SÍSMICOS	311,120.55
COSTO DIRECTO		4,282,331.01

Tabla 31: Resumen de presupuesto – estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

C.D. estructura convencional	C.D. estructura aislada	Incremento de costo S/.	Incremento de costo %
S/. 3,456,943.10	S/. 4,282,331.01	S/.825,387.91	8.95%

Tabla 32: Comparativo del costo directo de ambas estructuras.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 32 se observa que el costo directo de la estructura convencional es de S/. 3,456,943.10, y en el costo directo de la estructura aislada S/. 4,282,331.01, teniendo un incremento de S/.825,387.91.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

De los resultados obtenidos luego de haber realizado la investigación correspondiente y basándonos en los antecedentes recopilados, en las normativas nacionales e internacionales y los cálculos matemáticos para el diseño de los aisladores sísmicos, se precisa lo siguiente:

Flores y Valdivia en su tesis titulada Diseño estructural de un hotel de concreto armado afirman que el uso de aisladores sísmicos le da un mejor comportamiento a la edificación, la cual presenta un desplazamiento de 0.52 seg en la edificación, en mi tesis de investigación he obtenido un desplazamiento de 0.403 seg en la edificación con base fija de 7 pisos.

Aguilar en su tesis respuesta torsional de edificios sísmicamente aislados en el Perú, las distorsiones de los edificios sísmicamente aislados reducen entre un 20 al 25 %, en mi proyecto de edificación con aisladores sísmicos tiene un mejor comportamiento debido a que reduce notablemente las distorsiones de entrepiso en un 25% aproximadamente, esa diferencia hace que la estructura tenga un mejor comportamiento ante un evento sísmico ya sea severo o moderado.

Los parámetros que establece la norma peruana, la cual tiene como límite en la deriva de 7‰. En el caso de la edificación convencional la deriva máxima es de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente y en el caso de la edificación aislada es de 3.5‰ y 3.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles, es por ello que la edificación con base aislada tiene un mejor comportamiento debido a que los aisladores absorben gran cantidad de las fuerzas sísmicas.

Según Leyton en su tesis implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en lima, Perú, mencionó que la edificación con base

aislada en el presente proyecto, se encontró un incremento del 6.1% del costo directo del proyecto con aisladores; entonces, se puede asumir que el presupuesto de obra vea también un incremento en torno a ese porcentaje, en mi proyecto de investigación la edificación aislada resultó más costosa por S/. 825,387.91 equivalente a un 8.95%, en comparación con la edificación convencional, por el incremento de un piso técnico, así mismo 43 unidades de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB) conjuntamente con sus respectivos dados de concreto superior en inferior. Sin embargo, este incremento es justificado con la importancia de su funcionalidad durante y después de un evento sísmico de gran magnitud y adicionando la protección del equipamiento que llegan a ser grandes inversiones, ya que la función de la edificación es hospitalaria, fortaleciendo la hipótesis establecida e información recabada.

VI. CONCLUSIONES

Concluyo que la edificación con base aislada brinda mejor seguridad, ya que reduce notablemente las fuerzas sísmicas, presentando desplazamientos homogéneos de 2.32 y eso impide la deflexión de los elementos verticales, lo que en la edificación con base empotrada presenta desplazamientos de 0.403 lo cual se denominan grandes deformaciones.

Se concluye que el comportamiento de la edificación con aisladores en la base es verticalmente rígido y horizontalmente flexible, el mismo que reduce el 25% del sismo, respecto a la edificación con base fija o empotrada.

Concluyo que las distorsiones de cada uno de los sistemas estructurales tienen resultados distintos debido a que la edificación con base aislada posee distorsiones de entre 3.5 al 3.9, la cual es favorable para los elementos estructurales verticales ya que no presentan grandes deformaciones, por otro lado, la edificación con base fija o empotrada

presentan distorsiones de 5.9 a más y que pueden someter a la estructura a presentar grandes deformaciones, llegando así a una falla estructural.

Se concluye que la edificación con base aislada es más costosa ya que aumenta un piso que sirve para separar los pedestales de la estructura y también aumenta su costo con los dispositivos de aislación, además por la disminución de las secciones de los elementos estructurales. todo es costo es aproximadamente 8.95%.

VII. **RECOMENDACIONES**

Se deberá realizar investigaciones más profundas sobre temas de aislación sísmica e implementar mejor la norma E.031 de aislamiento sísmico para cumplir las distorsiones que demandan.

Se recomienda dictar cursos en la universidad para tener conceptos más claros y reales sobre el desarrollo de los aisladores sísmicos y poder implementar con mayor seguridad y claridad en el país.

El Perú deberá incrementar el uso de aisladores sísmicos debido a que se encuentra en una zona altamente sísmica llamada cinturón de fuego del pacifico, para reducir los daños ocasionados por los sismos.

Utilizar diferentes dispositivos de aislación sísmica que ofrece el mercado y poder verificar cual tiene mejor comportamiento y durabilidad y comparar precios de acuerdo a su durabilidad.

Realizar el análisis de la estructura con diferentes programas computacionales, corroborados con un manual como guía y ver cuál de ellos se aproxima más a los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

AGUILAR, Henry Antonio. Respuesta torsional de edificios sísmicamente aislados en el Perú. Comparación de métodos estáticos y dinámicos. (tesis de ingeniería civil), Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú 2018. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13273>.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (EE. UU) Norma asce/sei (7-10).

ARDITI, YITMEN y YALCINKAYA. The Factors Affecting Collaborative Building Design. Universidad Adnan Menderes, Turquía, 2016. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816329411?via%3Dihub>.

BLANCO, A. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Princeliness EIRL.

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo, 2012. Obtenido de <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.

CABELLO, Yuliza y ARQUIÑIVA, Jorge. Análisis y diseño estructural comparativo con y sin aisladores sísmicos de una edificación de 8 niveles en el distrito de el tambo, Huancayo - 2017. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Peruana los Andes, Perú, 2017. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/525>.

CALDERÓN, B. Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1. (Tesis de Ingeniería civil) , Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2018. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34734?locale-attribute=es>.

CARMONA y ROSAS. Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis. (Tesis de ingeniería civil), Lima, Perú, 2015. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/592408/Tesis%20Carmona%20-%20Rosas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CORTEZ e IGLESIAS. Generalidades sobre Metodología de la investigación [en línea]. Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, México, 2004. Obtenido de <http://bibliotecainvestigacion.blogspot.com/2016/07/generalidades-sobre-metodologia-de-la.html>. ISBN 9686624872.

FENS y CONSTANTINOU. Spherical Sliding Isolation Bearings with Adaptive Behavior: Universidad de Buffalo, EE. UU, 2007. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/eqe.751>

FLORES Y VALDIVIA. Diseño estructural de un hotel de concreto armado. (Tesis de ingeniería), Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú, 2018. Obtenido de [file:///C:/Users/Rios/Downloads/FLORES_BRUNO_MIGUEL_DISEÑO%20ESTRUCTURAL_HOTEL%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rios/Downloads/FLORES_BRUNO_MIGUEL_DISEÑO%20ESTRUCTURAL_HOTEL%20(1).pdf)

GUAYGUA, V. Análisis experimental y analítico de aisladores elastoméricos. (Tesis de maestría), Universidad central del Ecuador, Ecuador, 2015. Obtenido de <file:///C:/Users/Rios/Downloads/T-UCE-0011-68.pdf>

HEBILLA, IG, Y MAYES, RL. Seismic isolation: history, application and performance: a world view.

Earthquake spectra, 1990. Obtenido de <https://doi.org/10.1193/1.1585564>.

Development and experimental behavior of HDR seismic isolators for low-rise residential buildings INGRID, SIERRA, LOSANNO, STRANO, MARULANDA Y THOMSON. (2019). Obtenido de <https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisherName=ELS&contentID=S0141029617322757&orderBeanReset=true>.

KARSWAGEN, ARIAS y HUARINGA. Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Pontificia Católica de Perú, Lima, Perú, 2012. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1631/KORSWAGEN_ARIAS_HUARINGA_AISLADORES_SISMICOS_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LEYTON, M. Implementación de Aisladores sísmicos. (Tesis de ingeniería civil), Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú, 2017. Obtenido de

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8648/LEYTON_MICHAEL_AISLADORES_SISMICOS_EDIFICIO_LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LLERENA y TITO. Comparación en el análisis y diseño estructural de una edificación de siete niveles y un sótano con y sin la incorporación de aisladores sísmicos. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, 2014. Obtenido de <file:///C:/Users/Rios/Downloads/45.0114.IC.pdf>

LÓPEZ, P. (s.f.). Población muestra y muestreo.

LUEVANOS, LOPES y MEDINA. Optimal design for rectangular isolated footings. revista, México, 2017. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v37n2/0120-5609-iei-37-02-00025.pdf>

MENGA, FOTI Y CARBONE. Viscoelastic Friction Properties of Seismic Insulators for Rubberized Roller Bearings (RLRB), 2017. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11012-016-0612-y>

MILLONES, D. C. Estudio comparativo de una edificación de nueve niveles y dos sótanos, con y sin aisladores sísmicos. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Nacional Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2019. Obtenido de file:///C:/Users/Rios/Downloads/TL_MillonesCumpaDavid.pdf

MORILLAS, L. M. Performance based earthquake resistant design based on energy balance applied to frames with passive control systems. (Tesis doctoral), Universidad de Granada, España, 2014. Obtenido de <https://hera.ugr.es/tesisugr/22412724.pdf>

MUÑOZ, J. J. (s.f.). Análisis y diseño de una estructura hospitalaria con aisladores sísmicos en la ciudad de Arequipa. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Católica de Santa María, Perú. Obtenido de <file:///C:/Users/Rios/Downloads/45.0088.IC.pdf>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú) NORMA E.060, Concreto armado. (2009).

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú) NORMA E.030, Diseño sismorresistente. (2018).

OCHOA, j. K. Diseño estructural de un edificio de 8 pisos y un sótano en Huancayo. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Continental, Perú, 2017. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3829/1/NV_FIN_105_TE_Ochoa_Laguna_2017.pdf

OKAMURA y FUJITA. Motion Analysis of Triple Pendulum Type Isolation Systems During Earthquakes (Probabilistic Study of Isolation Performance of Base Isolated Structure Considering Characteristic Dispersion of Pendulum Type Isolation Systems). 129, 2007. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Satoshi_Fujita8/publication/245364879_Motion_Analysis_of_Pendulum_Type_Isolation_Systems_During_Earthquakes_Probabilistic_Study_of_Isolation_Performance_of_Base_Isolated_Structure_Considering_Characteristic_Dispersion_of_Pendulum_Type_Iso/links/5790230508ae4e917cff3c3c/Motion-Analysis-of-Pendulum-Type-Isolation-Systems-During-Earthquakes-Probabilistic-Study-of-Isolation-Performance-of-Base-Isolated-Structure-Considering-Characteristic-Dispersion-of-Pendulum-Type-Iso.pdf

PICHARDO, MORALES y OSORIO. Estudio comparativo del análisis sísmico de una estructura convencional vs una estructura aislada. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua, 2015. Obtenido de https://www.academia.edu/Documents/in/AISLADORES_SISMICOS

PONTE, G. Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú 2017. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21766>

QUESADA, C. Etabs 2015. Lima, Perú.

RAMOS, A. D. Análisis y diseño de una clínica haciendo uso de aisladores sísmicos en su base. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2018. Obtenido de CNN: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7184/ICrachad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROCHEL, R. Análisis y diseño sísmico de edificaciones (2 ed.). Medellín, Colombia, 2012. Obtenido en <https://es.slideshare.net/juantul/anlisis-y-diseo-ssmico-de-edificios-2daed-roberto-rochel-awad>. ISBN 978-958-720-117-8

ROJANO, E. Diseño estructural de un edificio de 36 pisos en zona de amenaza sísmica alta y verificación del comportamiento mediante análisis no lineal. (Tesis de Magíster en Ingeniería Estructural), Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2019. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Dise%C3%B1o+estructural+de+un+edificio+de+36+pisos+en+zona+de+amenaza+s%C3%ADsmica+alta+y+verificaci%C3%B3n+del+comportamiento+mediante+an%C3%A1lisis+no+lineal&btnG=

RUIZ, P. Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo friccional doble y triple. (Tesis de ingeniería civil), Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú, 2017. Obtenido de file:///C:/Users/Rios/Downloads/RUIZ_PAUL_AISLADORES_SISMICOS_PENDULO.pdf

RUIZ, R. A. Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “Clínica Privada” del Distrito de Los Olivos, Lima. (Tesis de ingeniería civil), Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, 2019. Obtenido de [file:///C:/Users/Rios/Downloads/RU%C3%8DZ%20SALINAS%20RAFAEL%20ALEXIS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rios/Downloads/RU%C3%8DZ%20SALINAS%20RAFAEL%20ALEXIS%20(1).pdf)

SANTANA, R. Ingeniería Antisísmica. Huancayo, Perú, 2013.

UNIFORM BUILDING CODE (Estados Unidos), 1997.

VALERIO, J. J. Análisis comparativo de un edificio fijo en la base vs un edificio aislado utilizando 4 tipos de aisladores sísmicos. (tesis de maestría), Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España 2015. Obtenido de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80231/TFM-Jacob%20Valerio.pdf>

ZANELLI y PAREDES. Diseño estructural de un pabellón de hospital con aisladores sísmicos. (tesis de ingeniería civil), Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú, 2019. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15267/ZANELLI_FLORES_CRISS_DISE%c3%91O_ESTRUCTURAL_PABELL%c3%93N.pdf?sequence=5&isAllowed=y

ZAYAS, LOW y MAHIN. (1987). The FPS Earthquake Resisting System, Earthquake. Universidad de California en Berkeley. Obtenido de UCB/EERC-87/01,1987. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Victor-Zayas/dp/B000716BQ4>

ANEXOS

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Método
¿Cuáles serán los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima – 2020?	Determinar los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020.	Los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional reducirán los daños provocados por los sismos.	-Metodología de la investigación. -Enfoque: cuantitativo -Método: retrospectiva -Tipo de la investigación - Aplicativa -Diseño de la investigación - Experimental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	
a).- ¿Cuál será la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?	Determinar la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.	El sistema con aisladores sísmicos brindará mayor garantía de protección tanto de la propia estructura como de las vidas humanas.	
b).- ¿Cuál será el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?	Verificar el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.	La estructura con aisladores sísmicos brindará mejor comportamiento respecto al edificio convencional.	
c).- ¿Cuáles serían las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?.	Determinar las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.	Las distorsiones de la estructura aislada serán bajas comparados con las distorsiones de la estructura convencional.	
d).-¿Cuál sería la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?	Determinar la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.	El costo del diseño estructural con aisladores sísmicos será mayor que el edificio convencional.	

Fuente. elaboración propia, matriz de consistencia

Validaciones de instrumentos



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Sandoval Vergara, Ana Noemí
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo - Tarapoto
 Especialidad : Docente en Metodología
 Instrumento de evaluación : Programa Etabs.
 Autor (s) del instrumento (s) : Alder Guzmán, Ríos Goicochea

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para ser aplicado a la población de estudio; puesto que, cumple con los criterios metodológicos.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto 12 de julio de 2020


 DRA. ANA N. SANDOVAL VERGARA
 DOCENTE
 CBP 6311



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg Carlos Cortijo Narváez
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Ingeniera Civil
 Instrumento de evaluación : Programa Etabs.
 Autor (s) del instrumento (s) : Alder Guzmán, Ríos Goicochea

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5	
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.				X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.					X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X	
PUNTAJE TOTAL							48

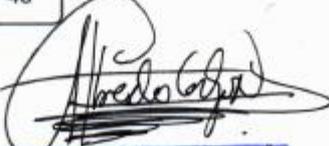
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-EL INSTRUMENTO ES VALIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48


 CARLOS CORTIJO NARVAEZ
 CIP. 52444

Lima, 06 de Julio del 2020

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg Juana Maribel Lavado Enriquez
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Ingeniera Civil
 Instrumento de evaluación : Programa Etabs.
 Autor (s) del instrumento (s) : Alder Guzmán, Ríos Goicochea

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.			X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48


 J. Maribel Lavado Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930

Lima, 8 de Junio del 2020

ANEXO 2 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

CAPACIDAD DE CARGA -TERZAGHI

ANEXO VMT, LIMA 2012

Tipo de suelo (SUCS) =	"SC-SM" (ARENA ARCILLO- LIMOSA)	
Peso específico (g/cm3)	1.670	
c (kg/cm2):	0.110	Parámetros Sísmicos: Zona Sísmica: 2 Z: 0.25
φ (°):	31	
Módulo de Poisson:	0.25	Tipo Perfil: S2 (Suelo Intermedio) Tp: 0.6 seg. S 1.05
NAF=	NO ENCONTRADO	
Salas Sol.totales =	0.100%	Despreciable a Moderado
Contenido de Humedad =	5.04%	

$$\text{FORMULA: } q_a = [0.5 \gamma B N_\gamma + 2/3 c N_c + \gamma D_f N_q] 1/FS$$

Donde:

qad: = capacidad portante admisible en kg/cm2.

B = ancho de la zapata o cimiento corrido en m.

Df: = profundidad de la cimentación.

Nc, Nγ, Nq: = parámetros que son función de φ

Sc, Sγ, Sq = Factores de forma

C: = cohesión en (kg/cm2)

γ: = peso específico del suelo.

φ° : Angulo de Fricción Interna

F.S.: = factor de seguridad = 3

$$\gamma_1 \text{ (g/cm3)} = 1.670$$

$$\gamma_2 \text{ (g/cm3)} = 1.670$$

$$c \text{ (kg/cm2)} = 0.11$$

$$\text{Ang. Fricción} = 31$$

$$\text{Considerar para Falta Local. } 21^\circ$$

$$B \text{ (mts)} = 1.00$$

$$Df \text{ (mts)} = 1.50$$

$$F = 3$$

$$N_\gamma = 6.20$$

$$S_\gamma = 1$$

$$N_c = 15.82$$

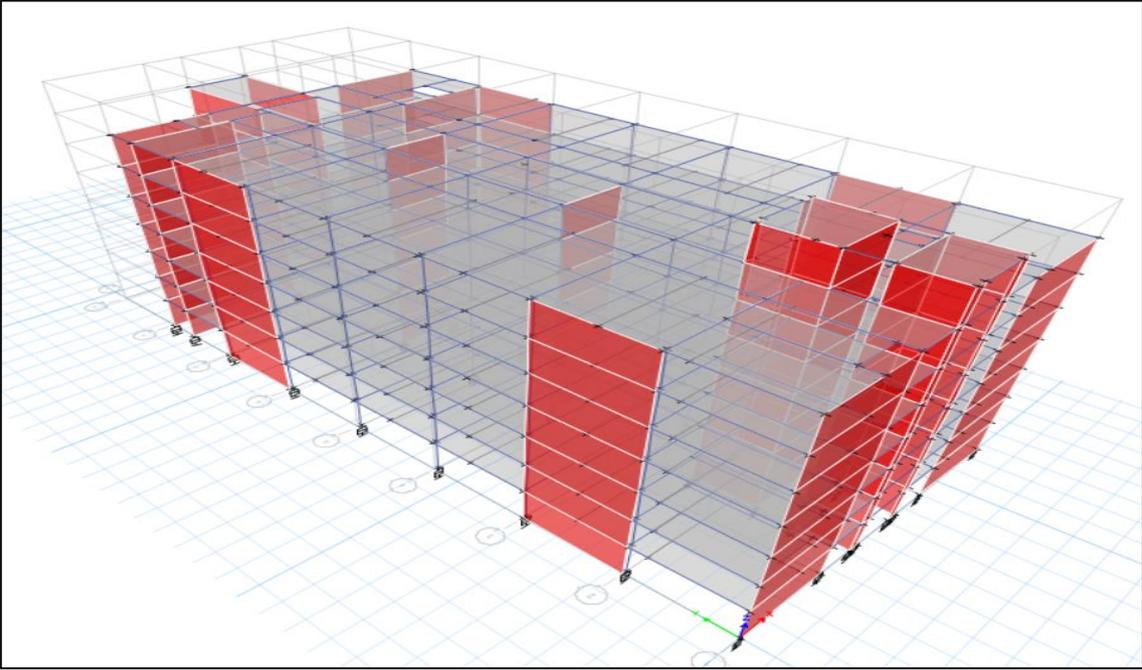
$$S_c = 1.00$$

$$N_q = 7.07$$

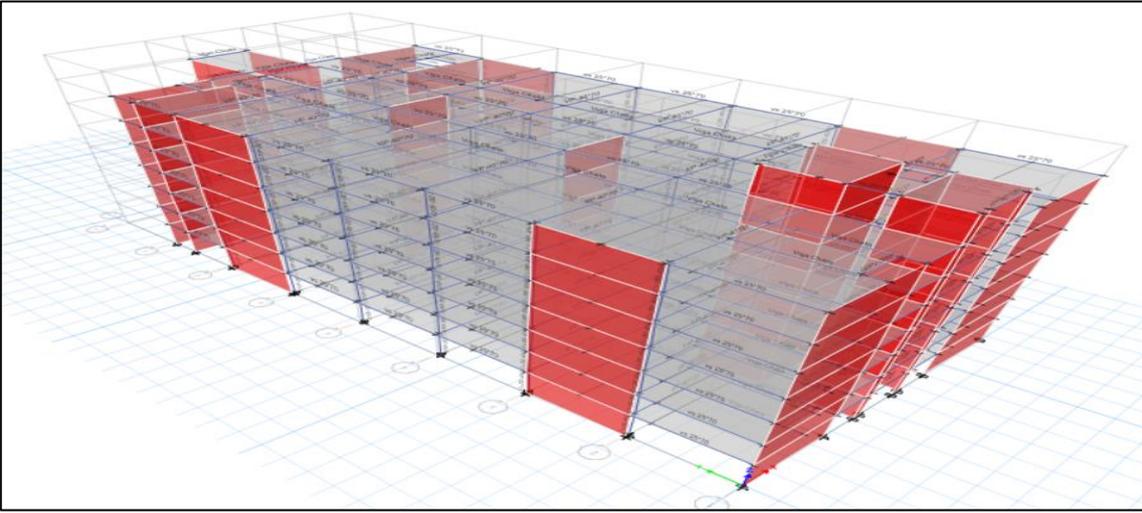
$$S_q = 1.00$$

$$q_a \text{ (ton/m2)} = 21 = 2.1 \text{ kg/cm2}$$

Panel fotográfico



Fuente: elaboración propia, edificación con aisladores sísmicos.



Fuente: elaboración propia, edificación con base empotrada.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño Estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional
para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima – 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Alder Guzmán, Ríos Goicochea (ORCID: 0000-0001-5190-3769)

ASESORA:

Mg. Lavado Enriquez, Juana Maribel (ORCID: 0000-0001-9852-4651)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro País se encuentra situado en el cinturón de fuego del pacifico, indicándonos que se encuentra en una zona altamente sísmica, es por ello que desde hace décadas se vienen usando diferentes métodos de contrarrestar esas fuerzas sísmicas, tal es el caso del uso de aisladores sísmicos. Por tal razón es que desde hace tiempo se utilizan aisladores sísmicos para contrarrestar las fuerzas sísmicas, a pesar de eso construir edificaciones sismorresistentes es casi imposible debido a la complejidad de la naturaleza sísmica y las limitaciones económicas y técnicas. Adicionalmente se puede afirmar que la ciudad de Lima se encuentra clasificada dentro de la Zona 4 del mapa de sismicidad del Perú, siendo esta una escala alta según la norma de diseño sismorresistente E 030. Las ondas que producen mayores daños en los edificios son las ondas que generan movimientos horizontales en el suelo que son llamadas ondas secundarias, estas ondas poseen frecuencias y periodos que excitan a las estructuras, generando que las frecuencias y los periodos se manifiesten, provocando fallas en los elementos estructurales de los edificios. (Pichardo, Morales y Osorio, 2015, p.11). Si bien sabemos que los hospitales y las clínicas tienen una función importante después de haber ocurrido un sismo, que consiste en albergar a los heridos que hayan tenido algún accidente, sin embargo existen métodos para reducir los desplazamientos de entrepiso y así poder mantener operativa la estructura y sus instalaciones, uno de los métodos para reducir las deformaciones en las estructuras es el uso de aisladores sísmicos que tiene como función aislar la superestructura de la subestructura con el fin de obtener desplazamientos homogéneos o iguales en todos los pisos de la edificación. (Ramos, 2018, p.28). En conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones en enero del año 2018 se publicó la última versión de la norma de diseño sismorresistente peruana E.030 estableciendo el uso de aislamiento sísmico en edificaciones esenciales ubicadas en las zonas sísmicas 3 y 4, para ello se empleará la norma técnica E 031 Aislamiento sísmico que tiene como finalidad mejorar el desempeño sísmico de las edificaciones, proteger su estructura y

contenido y buscar su operatividad continua. La filosofía del diseño utilizando aisladores sísmicos que busca reducir notoriamente las fuerzas que atacan a la estructura producto del sismo, la cual consiste en aislar la estructura del suelo con la finalidad que las ondas producidas por el sismo sean transmitidos en poco porcentaje a los elementos estructurales, esto se logra con la adición de una capa de aislador que posee una flexibilidad horizontal, de manera que el periodo de vibración tanto de la estructura como del terremoto no coincidan. (Valerio, 2015, p.13). El uso de sistemas con aisladores sísmicos se ha ido incrementando en los últimos años y ha dado mayor realce en lo que respecta a edificaciones esenciales, lo que conlleva a realizar los nuevos métodos de cálculo que nos permiten estimaciones más cercanas a la realidad. (Morillas, 2014, p.19).

De lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la causa de los daños notables e incluso colapsos en las edificaciones son los diseños convencionales y la zona sísmica en la que se encuentra ubicada el proyecto, la cual presenta baja resistencia ante un sismo, para contrarrestar esas fuerzas sísmicas he planteado la inclusión de aisladores sísmicos.

Respecto a lo descrito anteriormente se puede plantear el siguiente problema de investigación ¿Cuáles serían los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo niño, Lima - 2020?, además como problemas específicos tengo. a).-¿Cuál será la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, b).- ¿Cuál será el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, c).- ¿Cuáles serían las Diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?, d).-¿Cuál sería la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional?.

Asimismo, la investigación es de gran importancia ya que se utiliza un sistema sismorresistente que tiene la capacidad de contrarrestar las fuerzas sísmicas que azotan constantemente a nuestro país. Para tal caso la justificación teórica, la presente investigación tiene gran importancia en

lo teórico, ya que nos ofrece temas y comparaciones relacionadas de autores sobre sistemas sismorresistentes. De tal manera que, la justificación práctica de la presente investigación es de gran interés debido a que soluciona el problema de las grandes deformaciones que presenta las estructuras convencionales. Además, la justificación social, la adición de aisladores sísmicos a la estructura convencional es relevante debido a que al presentarse un sismo esta estructura absorberá las fuerzas sísmicas y se mantendrá operativa. Asimismo, la justificación metodológica, es interesante ya que para el desarrollo tendrá como técnica el fichaje de referencias bibliográficas y la observación como instrumento. Finalmente, la justificación por conveniencia, es importante porque va a mejorar el bienestar de vida, brindándoles seguridad ante la presencia de sismos.

Referente a los objetivos de investigación se ha planteado el siguiente objetivo principal. Determinar los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020. Determinar la garantía de seguridad del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Verificar el comportamiento del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Determinar las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional. Determinar la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

Para ello he planteado la siguiente hipótesis general, Los resultados del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional reducirán los daños provocados por los sismos, asimismo las hipótesis específicas, El sistema con aisladores sísmicos brindara mayor garantía de protección tanto de la propia estructura como de las vidas humanas. La estructura con aisladores sísmicos brindará mejor comportamiento respecto al edificio convencional. Las distorsiones de la estructura aislada serán bajas comparados con las distorsiones de la estructura convencional. El costo del diseño estructural con aisladores sísmicos será mayor que el edificio convencional.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Internacional

Arditi, Yitmen y Yalcinkaya (2016) publicaron su investigación titulada “The Factors Affecting Collaborative Building Design”, presentado en la Universidad Adnan Menderes, siendo el objetivo principal de este documento, identificar los factores que afectan la colaboración entre los participantes en el proceso de diseño del edificio. Metodología: posee una metodología aplicada, teniendo como muestra el edificio, los instrumentos tecnológicos recientes que sirven a un mayor nivel de colaboración y los esfuerzos de la industria de la construcción para mejorar el rendimiento, los datos relacionados se recopilan de la creciente literatura sobre diseño colaborativo. También se consideran los desarrollos tecnológicos recientes que sirven a un mayor nivel de colaboración y los esfuerzos de la industria de la construcción para mejorar el rendimiento del edificio. Concluyendo que la implicación de esta investigación es que una buena comprensión de los factores que mejoran la colaboración entre las partes involucradas en el diseño no solo mejora el rendimiento del edificio, sino que también mejora la competitividad de las empresas de diseño de edificios.

De igual manera, Rojano (2019) en su tesis “Diseño estructural de un edificio de 36 pisos en zona de amenaza sísmica alta y verificación del comportamiento mediante análisis no lineal”, presentada en la Universidad de Santander, Colombia; propuso el siguiente objetivo principal Realizar un análisis no lineal estático de plastificación progresiva a un proyecto de edificio de pórticos en concreto reforzado real diseñado mediante el método de análisis dinámico elástico de Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (2010) y verificar su comportamiento por fuera del rango elástico para el sismo de diseño. Metodología: Utilizó una metodología descriptiva centrándose en un proyecto residencial, teniendo como muestra el edificio de 36 pisos del sistema aporticado, ubicado en la ciudad Bucaramanga, Santander, el

instrumento que se utilizó fue la ficha de la norma colombiana, finalmente se obtuvieron los resultados específicamente de las distorsiones con la que se pudo hacer comparaciones de metodologías.

Asimismo, Luevanos, López y Medina (2017), presentaron el tema “Optimal design for rectangular isolated footings using the real soil pressure”, presentado en la Universidad de Coahuila, Torreón, Coahuila, México. El objetivo de esta investigación es el diseño estándar para zapatas rectangulares de concreto reforzado, proponiendo dimensiones que cumplan para soportar los esfuerzos admisibles, seguidamente la altura de la zapata se obtiene del momento máximo se hace una comprobación con los métodos de flexión, corte o punzonamiento, posteriormente se hace el cálculo del acero. Esta investigación tiene como muestra la zapata rectangular, esto se realiza a través de ensayo y error y en concordancia con el requerimiento de la norteamericana (ACI 318-13). Finalmente se dice que para el diseño de zapatas rectangulares se debe utilizar el diseño óptimo.

De igual forma Ingrid, Sierra, Losanno, Strano, Marulanda y Thomson (2019), en su tesis “Development and experimental behavior of HDR seismic isolators for low-rise residential building”, presentado en la Universidad del Cali, Colombia. Los sistemas reducen la acción de los terremotos en los edificios al desconectar la estructura del suelo a través de diferentes dispositivos, siendo los aisladores reforzados con acero (SREI) los más utilizados. Sin embargo, debido a los altos costos iniciales de los SREI, esta técnica se implementa principalmente en proyectos especiales y rara vez se usa para edificios residenciales en países en desarrollo con alto riesgo sísmico. Este documento presentó una investigación exhaustiva sobre aisladores de goma novedosos y sin límites que, basados en el comportamiento satisfactorio mostrado durante las pruebas experimentales, podría ser una alternativa viable a los aisladores convencionales que se implementarán principalmente en Colombia para los edificios residenciales de baja altura. El caucho y los materiales de refuerzo empleados en la fabricación de los prototipos de aisladores se obtuvieron localmente para minimizar el costo de los nuevos

dispositivos. Se investigaron diferentes configuraciones de aisladores, incluido el refuerzo de acero versus nylon / fibra de carbono (FREI) y conexiones atornilladas versus no unidas, para proporcionar competitividad tecnológica. En la primera fase, se desarrolló y caracterizó una goma de alta amortiguación. En la segunda fase, los prototipos de aisladores diseñados para un edificio real se construyeron y probaron usando combinadas pruebas de compresión y cizallamiento. Los resultados resaltan una comparación interesante entre las propiedades verticales y horizontales de los SREI clásicos y los FREI no atornillados, ambos satisfacen los valores de diseño requeridos. Específicamente, los resultados experimentales muestran que el comportamiento de los FREI, en la dirección horizontal, es similar al de los SREI, mientras que la relación de amortiguamiento es más alta. También se obtuvieron resultados satisfactorios con refuerzo de nylon. En cuanto a la conexión, los prototipos no unidos mostraron un mejor comportamiento respecto al SREI clásico, logrando deformaciones más altas sin fallar. Por lo tanto, este tipo de FREI ilimitados podría representar una opción muy prometedora con un mayor potencial para implementarse como un sistema de aislamiento sísmico de bajo costo en edificios residenciales de baja altura de países en desarrollo.

Por último, Menga, Foti y Carbone (2017), presentaron su tesis titulada “Viscoelastic Friction Properties of Seismic Insulators for Rubberized Roller Bearings (RLRB)”, este documento aborda el comportamiento de un sistema de aislamiento de rodamiento de rodillos de capa de goma (RLRB). Este sistema consiste en cilindros de acero interpuestos entre placas de acero acolchadas con capas de goma de alta amortiguación. Cuando los cilindros comienzan a rodar, se logra un desacoplamiento parcial entre la respuesta de la superestructura y el movimiento del suelo. Sin embargo, la presencia de capas de goma en los aisladores RLRB apunta a disipar parte de la energía sísmica, reduciendo así el movimiento relativo entre la base y la superestructura (edificio). Para comprender mejor este fenómeno, se procedió a un estudio mecanicista de la interacción de contacto viscoelástico entre los cilindros rodantes y

las capas de goma. El análisis se lleva a cabo en el marco de la mecánica continua y la viscoelasticidad lineal mediante una estrategia numérica, perteneciente a la clase de métodos de elemento límite, capaz de tener en cuenta el espesor de la capa viscoelástica. Los resultados muestran que, dependiendo de los parámetros de diseño, se puede lograr una fuerte reducción de la fricción viscoelástica, útil para desacoplar el movimiento de la superestructura del movimiento de la base y luego del suelo, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía, por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador, sin afectar negativamente la cantidad de disipación de energía por unidad de tiempo. Las simulaciones permiten determinar los tamaños y dimensiones óptimos para las partes componentes del aislador.

Nacional

Ochoa (2017) en su tesis titulada, “Diseño estructural de un edificio de 8 pisos y un sótano en Huancayo”, elaborado en la Universidad Continental, tiene como objetivo principal Realizar un modelo de diseño estructural de un edificio comercio-hotel de 8 pisos más un sótano en Huancayo, para dicha investigación se aplicó una metodología descriptiva, teniendo como muestra a la edificación ubicada en el distrito de El Tambo conformada por ocho pisos y un sótano, se ha utilizado la normativa de cargas E-020 para el análisis de carga por gravedad y para el análisis sísmico se utilizó la normativa E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se utilizó dos métodos tanto estáticos como dinámicos. El método estático solo se usó para efectos de comprobación de los resultados que arrojan el método dinámico. Finalmente, se presentan planos adecuadamente detallados para facilitar un correcto proceso constructivo.

Asimismo, Ruiz (2019) en su tesis “Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto clínica privada del distrito de los

olivos, lima”, elaborado en la Universidad Nacional Federico Villarreal, tiene como objetivo describir el sistema estructural de los edificios en base a pórticos y placas de concreto armado y emplear la normativa E-030 Sismorresistente del reglamento Nacional de Edificaciones. Metodología: tipo descriptiva, teniendo como muestra dos edificios para “Clínica Privada”, a través de un diseño estructural y sismorresistente eficiente, cumpliendo con los parámetros de las normativas peruanas, resaltando el uso de la norma de diseño sismorresistente E-030. Concluyendo que la “Clínica Privada” colaborará en el mejoramiento de los servicios hospitalarios que ya existen en el distrito de los Olivos, este distrito necesita de más centros de salud debido a la gran cantidad de población existente, de esa forma se mejorará los servicios hospitalarios para la seguridad de las personas.

Igualmente, Flores y Valdivia (2018), presentaron la tesis titulada “Diseño estructural de un hotel de concreto armado”, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, teniendo como objetivo principal análisis y diseño de los elementos estructurales de una edificación destinada a hotelería, ubicada en el distrito de Miraflores, Usando una metodología descriptiva de los elementos estructurales, teniendo como muestra la edificación que se encuentra dentro del distrito de Miraflores destinada a hotelería, desarrollando los análisis correspondientes tanto estático como dinámicos, cumpliendo con los parámetros de normativa peruana E 030, todo este proceso se analizó en el programa ETABS, partiendo de un plano arquitectónico. Finalmente, se diseñó y se detallaron en los planos cada uno de los elementos estructurales del proyecto.

Por otro lado Leyton (2017) en su tesis “Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en lima”, Perú desarrollada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, planteando como objetivo principal reconocer la factibilidad técnica-económica del aislamiento sísmico en una edificación de concreto armado en particular: Metodología este estudio se ha centrado en un edificio convencional para rediseñar con sistema con aislamiento en la base, teniendo como muestra el edificio multifamiliar Basadre situado en el distrito de San Isidro, Lima, buscando

que los resultados convergen con un software de estructuras. Finalmente se resumen los resultados que se han obtenido y se plasma en los planos detalladamente, de igual manera se explica los beneficios de los aisladores sísmicos.

De igual modo que Aguilar (2018) tesis “Respuesta torsional de edificios sísmicamente aislados en el Perú. Comparación de métodos estáticos y dinámicos”, elaborado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. La cual propuso el siguiente objetivo principal estimar el máximo desplazamiento lateral en estructuras sísmicamente aisladas, incluidos efectos de torsión, a partir del planteamiento de expresiones acordes a la realidad sísmica peruana por medio de relaciones entre procedimientos estáticos y dinámicos y verificando la aplicabilidad de las ecuaciones del procedimiento estático del código ASCE/SEI 7-16. Metodología tiene un diseño correlacional, teniendo como muestras las estructuras sísmicamente aislados para la cual se empleó la normativas ASCE 7-10 y ASCE 7-16 realizándose múltiples análisis en la base de las estructuras aporricadas y estableciéndose en las mismas tres relaciones de aspecto en planta, alturas típicas, finalmente en conformidad con los códigos norteamericanos ya mencionados es posible plantear propuestas que se tengan mejor comportamiento ante sismos severos para los suelos rígidos que están dentro de la zona 4 de sismicidad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1- Aisladores Sísmicos

El aislamiento sísmico se define como un sistema que para efecto de soportar las cargas por gravedad siendo verticalmente rígido y para efecto de las fuerzas del sismo es horizontalmente flexible. Este sistema permite que las edificaciones reduzcan notablemente sus distorsiones y sean homogéneas o iguales en todos los niveles. (Millones, 2019, p.13). La incorporación de este sistema de aislación sísmica permite a la edificación estar casi inmóviles durante la ocurrencia del sismo, asegurando un desempeño sísmico mejor, reduciendo así los daños de cada uno de los elementos estructurales. (Llerena y Tito, 2014, p.7).

El sistema de aislamiento sísmico se encuentra dentro de la rama de los sistemas convencionales que siempre se han venido desarrollando. (Muños, p.8).

Tipos de aisladores sísmicos

Existen varios tipos de aisladores

Aisladores elastómeros

2.2.1.1- Aisladores elastomérico de bajo amortiguamiento (LRD)

Antiguamente los dispositivos de aislación de caucho natural no se usaban con láminas de acero, sin embargo, se notó que le faltaba rigidez vertical, ya que el caucho se esparcía con el peso de la edificación, por ende, se evaluó y se añadió las capas de acero intercaladas con capas de caucho y así se logró aumentar la rigidez en cientos de veces la rigidez horizontal. (Karswagen, Arias y Huaranga, 2012, p.7). Estos dispositivos presentan bajo amortiguamiento que está entre 2 y 5% como máximo, en comparación de los demás dispositivos es el que menos soporta, estos dispositivos generalmente trabajan de la mano con disipadores de energía para proveer amortiguamiento adicional a la estructura. (Guaygua, 2015, p.12).



Figura 1: Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento tipo LRD

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.24).

2.2.1.2.- Aisladores elastomérico de alto amortiguamiento (HDR)

Aisladores conformados por capas de goma con láminas de acero intercaladas, el uso de estas láminas es aumentar la rigidez vertical del aislador y así controlar las cargas gravitacionales generadas por la superestructura. (Carmona y Rosas, 2015, p.10). Este dispositivo está conformado por capas de caucho que han sido alterados con aditivos (tales como aceites, carbón en polvo, resinas, por sí solos entre otros aditivos que aumentan el amortiguamiento del mismo), intercalados con láminas de acero, adicionalmente con placas de acero en la parte superior e inferior para confinar el núcleo. (Karswagen, Arias y Huaranga, 2012, p.12).

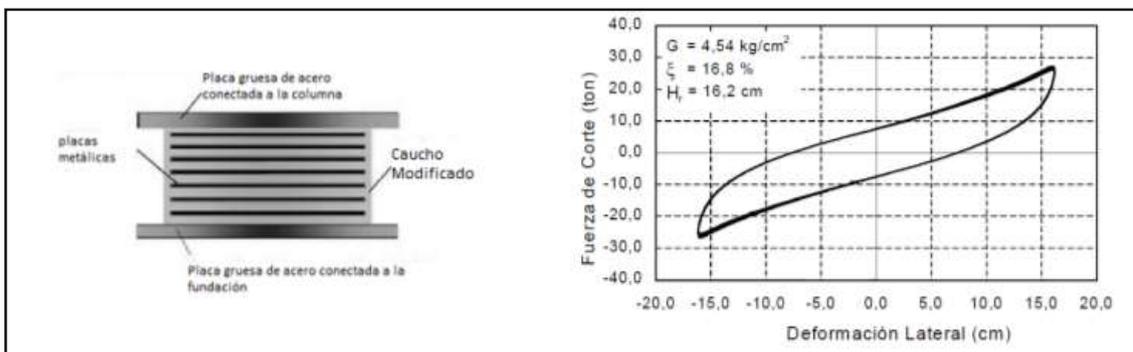


Figura 2. Aislador elastomérico de alto amortiguamiento tipo HDR.

Fuente: Carmona y Rosas (2015), p.10.

2.2.1.3.- Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB)

Los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo representan un alto amortiguamiento que está entre 25% o 30%, este tipo de dispositivos son los más usados en la actualidad ya que presentan mayor rigidez vertical y pueden resistir mayores cargas verticales y fuerzas del sismo, el plomo tiene una función importante en el dispositivo ya que se cristaliza a la temperatura del ambiente, también presenta una deformación angular de 1.25 a 2. (Para Zanelli y Paredes, 2019, p.7).

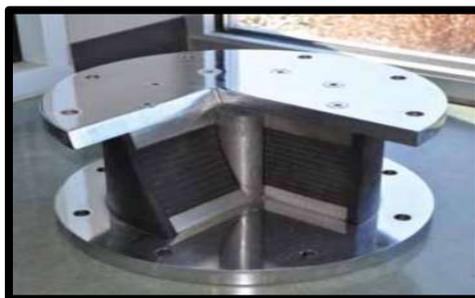


Figura 3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB).

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.25).

2.2.1.4.- Aislador de Péndulo de Fricción

a. Péndulo de Fricción Simple (FPS)

Este tipo de sistemas deslizantes pertenecen a los sistemas de aislación basal, el más reconocido y usado en las edificaciones es el péndulo friccional FPS, este aislador presenta una característica deslizante y esférica de acero inoxidable que está revestido con un material de alta capacidad basado en politetrafluoroetileno, su amortiguamiento aproximadamente está entre 5 a 7%, sus apoyos están sellados con la superficie deslizante para evitar la contaminación de la interfaz de deslizamiento. (Zayas, low y Mahin, 1987, p.25).

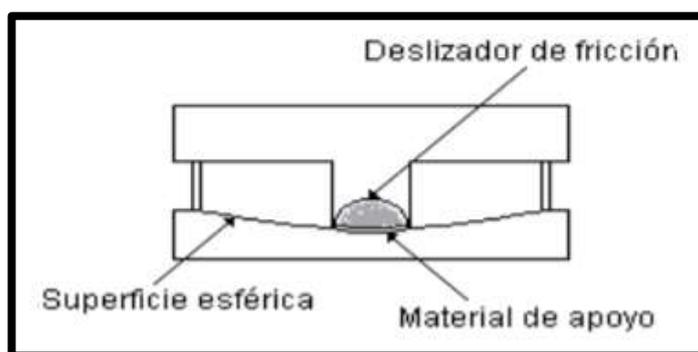


Figura 4. Aislador de péndulo de fricción.

Fuente: Aguiar, Almazán, Dechent y Suárez (2016)

b. Doble Péndulo de Fricción (DPF)

Los aisladores de doble péndulo fricción a diferencia de los aisladores de péndulo simple es que presenta dos superficies cóncavas, los materiales que se usan son los mismo que el simple, las superficies de estos dispositivos pueden tener superficies secas para tener mayor coeficiente de fricción que los que tienen superficie lubricada. (Ruiz, 2017, p.9).

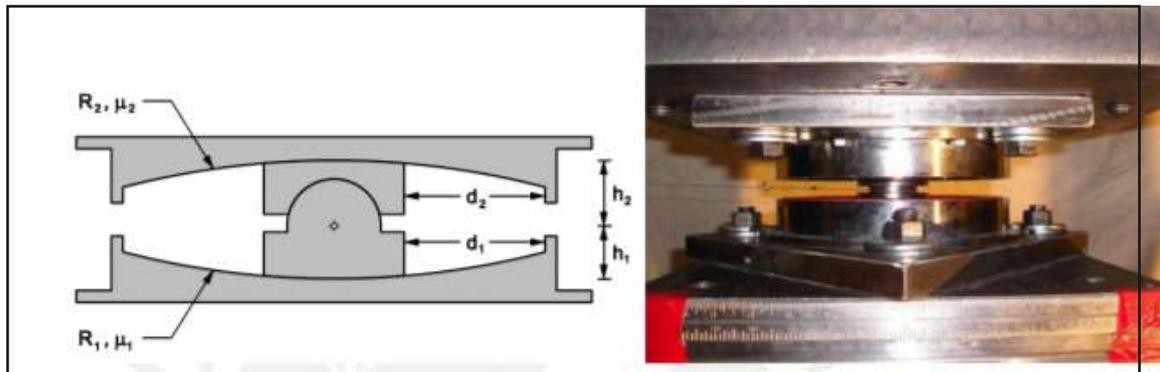


Figura 5. Doble péndulo de fricción.

Fuente: Fens y Constantinou (2007) (p.13).

c. Triple Péndulo de Fricción (TFP)

Estos dispositivos a pesar que su nombre es triple péndulo de fricción presentan 4 superficies de contacto, al tener esa característica también tienen 4 puntos de fricción, 4 distancias topes, además alcanzan grandes periodos y desplazamientos generando seguridad a la estructura y sus establecimientos. (Ruiz, 2017, p.9).

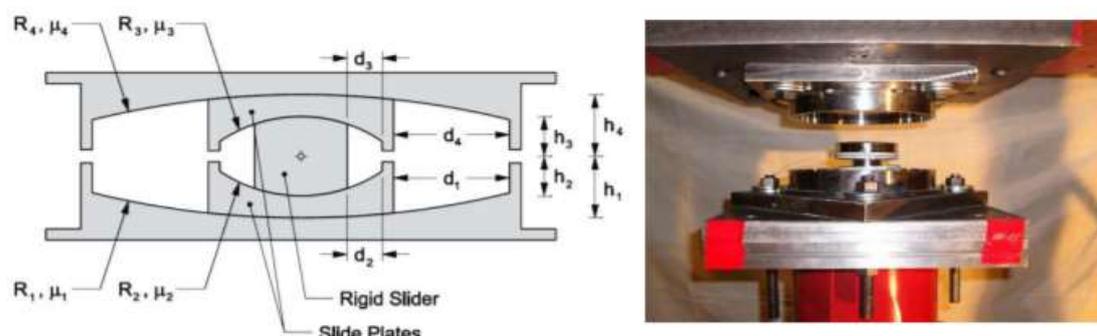


Figura 6. Triple péndulo de fricción.

Fuente: Fens y Constantinou (2007) (p.15)

2.2.1.5.- Desplazamiento de diseño:

Norma ASCE/SEI “Desplazamiento lateral para sismo de diseño, excluyendo desplazamiento adicional debido a torsión natural y accidental, este sistema debe ser calculado separadamente de los límites del sistema sismorresistente”.

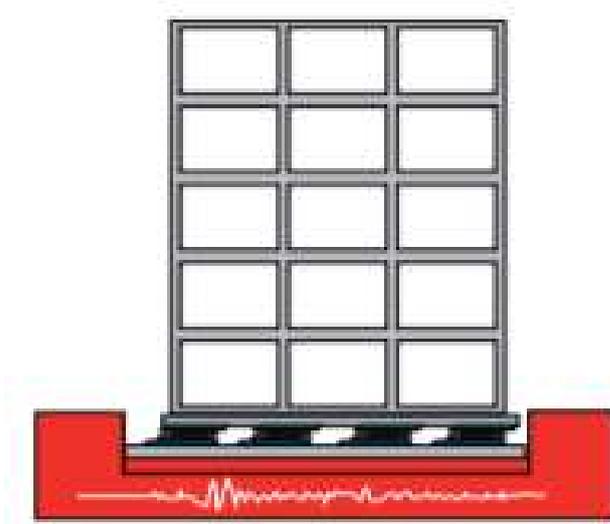


Figura 7: Modelo con aislación en la base.

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (p.8).

2.2.2.- Diseño estructural

El objetivo del diseño es reducir el riesgo de falla por cortante en vigas y columnas durante un sismo. Rochel (2012, p.121). Diseño estructural es el encargado de evaluar los materiales que se van a usar en el edificio en estudio, además del precio y las cantidades de cada uno de los siguientes elementos: estructuración, análisis, diseño y dibujo. (Cabello y Arquíñiva, 2017). 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. (Quesada, 2015).

2.3 Marco conceptual

Concreto

Es la combinación de los agregados tanto agregado fino como agregado grueso y agua ya sea con o sin presencia de aditivos. (Norma E.060, p.26).

2.2.2.1.- Elementos estructurales

Losas

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. (Para Calderón, 2018, p.42).

Según Blanco existen varios tipos de losas:

Losas nervadas

Este tipo de losas presentan viguetas cada cierta distancia que están confinadas por una losa maciza de espesor delgado, para el proceso constructivo estas losas requieren de un encofrado que sigue la superficie lateral de las nervaduras.

Losas aligeradas

Son en esencia losas nervadas, pero tiene la diferencia que entre las viguetas este relleno de material liviano ya sea ladrillo o también puede ser poliestireno, la finalidad de estos elementos ligeros es no producir tanta carga.

Losas macizas

Elemento estructural que se encuentra presente notablemente en la distribución de las instalaciones sanitarias y descansos de escaleras.

Vigas

Es un elemento estructural de gran importancia que tiene la finalidad de soportar las cargas de los techos y la albañilería que se encuentra sobre de

ella y transmitir las a las columnas. 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. (Santana, 2013).

Columna

Una columna es un elemento vertical esbelto que sostiene una carga impuesta. (Rochel, 2012). Para el diseño de las columnas se debe escoger la fuerza axial mayor, que presenta mayor resistencia a momentos de la columna.

El aislamiento sísmico.

El concepto de aislamiento sísmico o de base como medio de protección contra terremotos parece tener más de 100 años. Sin embargo, hasta hace muy poco, se construyeron pocas estructuras utilizando este principio. Hoy en día, el concepto se ha convertido en una realidad práctica y está tomando su lugar como una alternativa viable a la construcción sísmica convencional (base fija) resistente. (Hebilla, IG, y Mayes, RL, 1990, p.1).

Sismos.

Los sismos son movimientos del suelo que son producto de la liberación de energía generada por diferentes causas de las placas tectónicas.

Edificaciones sismorresistentes.

Se llama edificación sismorresistente cuando se diseñó con la adecuada estructuración, distribución y dimensiones adecuadas que puedan resistir tanto fuerzas gravitacionales como fuerzas sísmicas.

Cortante basal.

La cortante basal se utiliza para el diseño de cada uno de los elementos estructurales de la edificación, tanto a compresión, flexión y en conjunto flexocompresión.

Desplazamientos.

Las estructuras con base aisladas al momento de diseñarse también deben ser consideradas las fuerzas del viento, a la igual manera que la edificación

empotrada deberá diseñarse para tener desplazamientos insignificantes con la finalidad de proteger cada uno de los sistemas estructurales. (Cabello y Arquíñiva, 2017, p.65).

Amortiguamiento efectivo

Según la Norma ASCE/SEI 7-10, “el valor equivalente de amortiguamiento viscoso correspondiente a la energía disipada durante la respuesta cíclica del Sistema de aislamiento” (p.1).

Unidad de aislador

La Norma ASCE/SEI 7-10, dice que el “elemento estructural horizontalmente flexible y verticalmente rígido del sistema de aislamiento que permite grandes deformaciones laterales bajo cargas de diseño sísmico. Es permitido usar una unidad de aislador como parte, o una adición al sistema de soporte del peso de la estructura” (p.2).

Cargas muertas

Para la Uniform Building Code “consisten en el peso de todos los materiales y fijos equipos incorporado al edificio u otra estructura” (p.1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La metodología básicamente se utiliza para explicar el desarrollo de la investigación y generar respuestas a través de las hipótesis a cada uno de los problemas planteados, además Se explican entre otros aspectos los procedimientos, las técnicas y métodos para obtener los datos, los instrumentos de medición. (Ponte, 2017, p.22).

Mi proyecto de investigación que tiene como título “Diseño Estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del hospital de Villa María del Triunfo, Lima - 2020”, es de tipo aplicada ya que intenta transformar la realidad problemática existente, y tiene un diseño preexperimental ya que no se hará una manipulación deliberada de cada una de las variables.

III.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Aisladores sísmicos

Variable dependiente

Diseño estructural

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el grupo de seres vivos u objetos de los que busca investigar algo, esta población puede estar formada por personas, animales, muestras de laboratorio. (López, p.69).

La investigación presentó como población al hospital María Auxiliadora de villa maría del triunfo.

Muestra

La muestra está dirigida a una pequeña parte de la población para estudiar por completo a la población de sus características que se quiere conocer. (Cortez y Iglesias, 2014, p.90).

El proyecto de investigación tiene como muestra al bloque D del hospital María Auxiliadora de villa maría del triunfo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dicha investigación utilizara la técnica de observación y como instrumento el procesamiento de datos a través del programa computacional etabs.

3.5.- Procedimientos

Como primer paso se hará visita a la ubicación del área de investigación, se recolectó toda la información en donde figuran los planos arquitectónicos, en seguido todos esos datos recolectados ya en oficina se procederá a realizar la ubicación de los elementos estructurales aplicando criterios de estructuración, teniendo la estructuración se procederá a realizar el predimensionamiento de vigas, columnas, losas , placas , escaleras, enseguida se realizará el metrado de cargas a las que estarán sometidas los elementos estructurales, a continuación se hará el modelamiento estructural en el programa computacional Etabs, realizando el análisis estático, luego el análisis dinámico cumpliendo con las distorsiones que rige la norma E 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en seguida se hará el diseño a los elementos que componen la superestructura y

la subestructura de acuerdo a la norma E 060. Posteriormente se realizará el pre diseño de la unidad de aislador elastomérico LRB con inclusión de núcleo de plomo, el mismo que está compuesto por capas intercaladas de caucho y láminas de acero de espesores que serán calculados, estos dispositivos ofrecen un amortiguamiento de entre 25% o 30%, por ciento, luego se hará el análisis dinámico modal espectral para la estructura incluido el sistema de aislación, también se escalara los registros sísmicos de acuerdo a la norma E 031, para el análisis de tiempo historia, además se elaborará el espectro para diseño y se verificarán de acuerdo a las normativas, el análisis de modos, la fuerza cortante, el control de distorsiones de entrepiso, y la verificación de desplazamiento de diseño, por último se realizará el diseño de la superestructura de la edificación con base aislada y el detalle del aislador sísmico.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos se obtendrá mediante el software etabs tanto para la edificación convencional y el sistema sismorresistente con aisladores sísmicos, para después ser comparados de acuerdo a las normas peruanas E 030 de diseño sismorresistente, la E 031 de aislamiento sísmico, además de la Norma Norteamericana ASCE 7-10 que contempla requerimientos de diseño sísmico para estructuras aisladas.

3.7. Aspectos éticos.

El autor de esta investigación se compromete a asumir los siguientes aspectos éticos

- ✓ Esta investigación se realizó aplicando las normas ISO 690 1 y ISO 690 2.
- ✓ Garantizo que la presente tesis de investigación no contiene plagio.
- ✓ Se ha extraído información de otras investigaciones y han sido citadas.

a. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está comprendida por el área donde se ubica la edificación de uso hospitalario con nivel de atención 2 de categoría 1, que se encuentra ubicada en la Av. Miguel Iglesias 968, San Juan de Miraflores 15801.

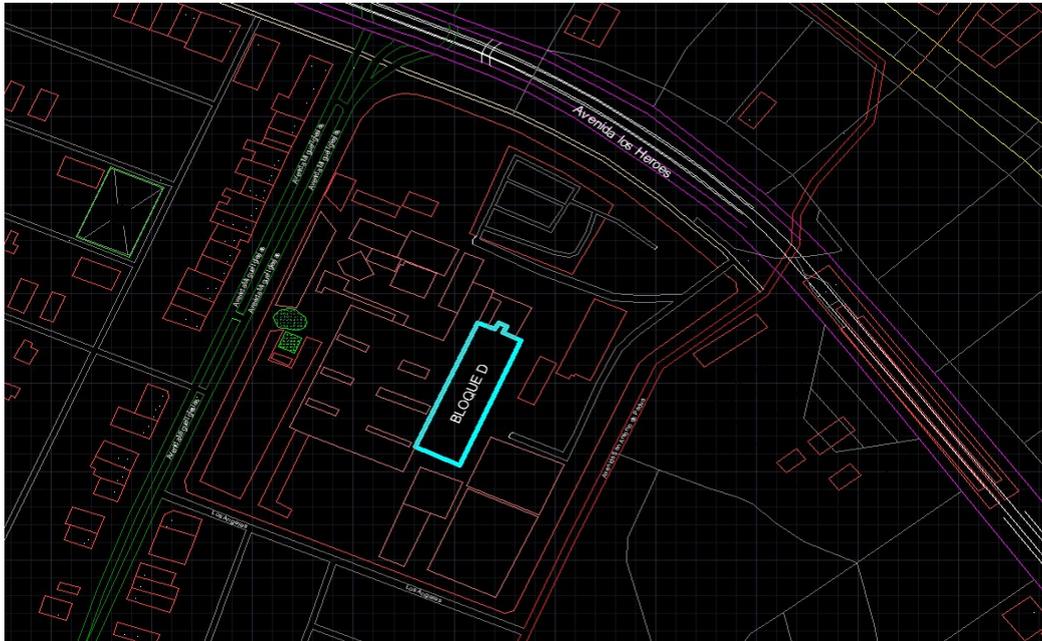


Figura 8: Ubicación de la edificación a analizar.

Fuente: Plano de desarrollo urbano.

El área total techada es de 890 m², la cual tiene 127.14m² por piso.



Figura 9: Fotografía del estado actual del Hospital María Auxiliadora.

Fuente: Página Oficial del Hospital María Auxiliadora.

La edificación planteada se encuentra comprendida en el tipo A ya que el sistema estructural es de pórticos y/o muros estructurales de concreto armado.

Esta etapa de la investigación es fundamental, ya que acorde a este se desarrolló toda la investigación, para el estudio de mecánica de suelos se recolectó información de estudios cercanos a la edificación ya que este hospital ya está construido, para identificar el tipo de suelo y poder diseñar los elementos de la subestructura.

b. PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

MATERIALES EMPLEADOS EN LA ESTRUCTURACIÓN

- ✓ Concreto: Se usó concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. un suelo sin agresividad química.
- ✓ Acero: Se utilizó acero grado 60 en varillas corrugadas $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

NORMAS EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO.

- ✓ Norma Técnica de Edificación E.020 (Cargas)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.030 (Diseño Sismorresistente)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.050 (Suelos y Cimentaciones)
- ✓ Norma Técnica de edificación E.060 (Concreto Armado)
- ✓ ACI-318-2014. (Requisitos del Reglamento de Construcción para Concreto Estructural).
- ✓ ASCE / SEI 7-10. (Minimum Design Loads for Building and Other Structures).

c. PREDIMENSIONAMIENTO

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

1.- METRADO DE CARGAS			
CM	kg/m ²	m ²	kg
P.Losa	300	31	9300
P.Acabados	150	31	4650
P:Tabiquería	150	31	4650
P:Viga	100	31	3100
TOTAL			21700
CV			
PV	200	31	6200

METODO GEOMETRICO

2.-AMPLIFICACION DE CARGAS

$$W_u = 1.4(CM) + 1.7(CV)$$

$$W_u = 40920$$

3.- AREA DE COLUMNA

columna centrica
0.45

$$A_g \geq \frac{P_u * N^{\circ} \text{ niveles}}{0.45 * (p_f' y + f'c)}$$

$$A_g \geq 1546.49$$

METODO JAPONES

Tabla n°02: Factor de forma de columna

Tipo de Columna		Valor de "P" y "n"
C1	Para los primeros pisos	Columna Interior P=1.10P, n=0.30
C1	Para los 4 últimos pisos superiores	Columna Interior P=1.10P, n=0.25
C2	Columnas extremas de pórticos interiores	P=1.25P, n=0.25
C3	Columnas de esquina	P=1.50, n=0.20

$$A_g \geq \frac{1.10P}{0.30 * F'c}$$

$$P = 100\%PD + PL$$

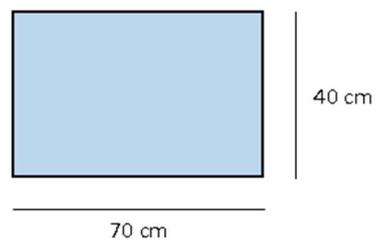
$$* PD = CM \times AT$$

$$* PL = S/C \times AT$$

PD =	21700
PL =	6200
P =	27900

$$A_g \geq 2435.71$$

COLUMNA 40 x 70



PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

DIRECCION DEL ALIGERADO VIGA 1

Lx= 6.00 mts VIGA PRINCIPAL

Ly= 8.50 mts VIGA SECUNDARIA

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA

FORMULA

DATOS

TENER EN CUENTA REGLAMENTO
PARA ELECCION DE LA FORMULA

$$H_{la} = \frac{L}{21}$$

Ly= 8.50 mts

H : 0.40

$$H_{la} = \frac{8.50}{21} = 0.40$$

PESO DE LA LOSA ALIGERADA

$$\gamma_{La} = 300 \text{ kg/m}^2$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA

VIGA PRINCIPAL

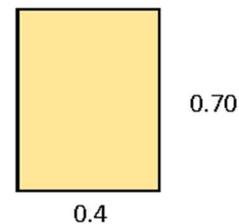
$$H_v = L/12 = \frac{8.5}{12} = 0.71 \text{ mts}$$

$$H_v = L/10 = \frac{8.5}{10} = 0.85 \text{ mts}$$

PROMEDIO

b= 0.3 Tomando en cuenta la base de la columna

$$VP = 0.4 \times 0.70$$

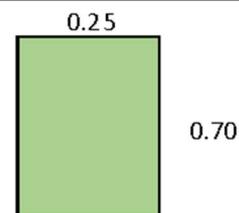


VIGA SECUNDARIA

$$H_v = L/12 = \frac{6.00}{12} = 0.50$$

b= 0.25

$$VS = 0.25 \times 0.70$$



Para continuar con el modelamiento se trazó los ejes en donde ubicaremos los elementos estructurales para lo cual se muestra la planta arquitectónica.

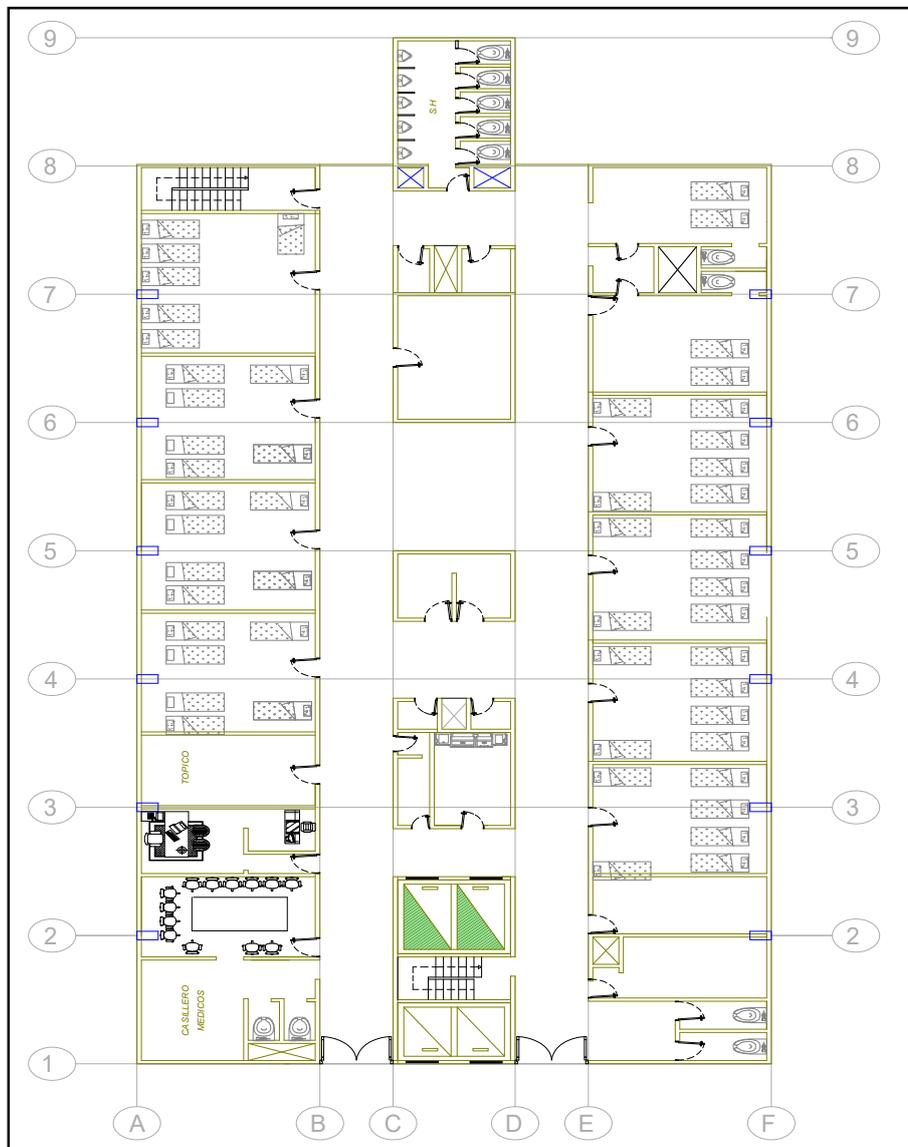


Figura 10: Plano de arquitectura

Fuente: libro del ingeniero Blanco Blasco

d. ANÁLISIS DE ACUERDO A LA NORMA E -030 DEL RNE

Para realizar el análisis de la edificación de uso hospitalario se tomó en cuenta los límites y parámetros que demanda la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones, cumpliendo con las distorsiones, con los modos de vibración, además con la estructuración correcta para tener resultados efectivos, se empleó el programa Etabs 2016 V.2, para realizar todo el análisis correspondiente respetando normas y reglamentos.

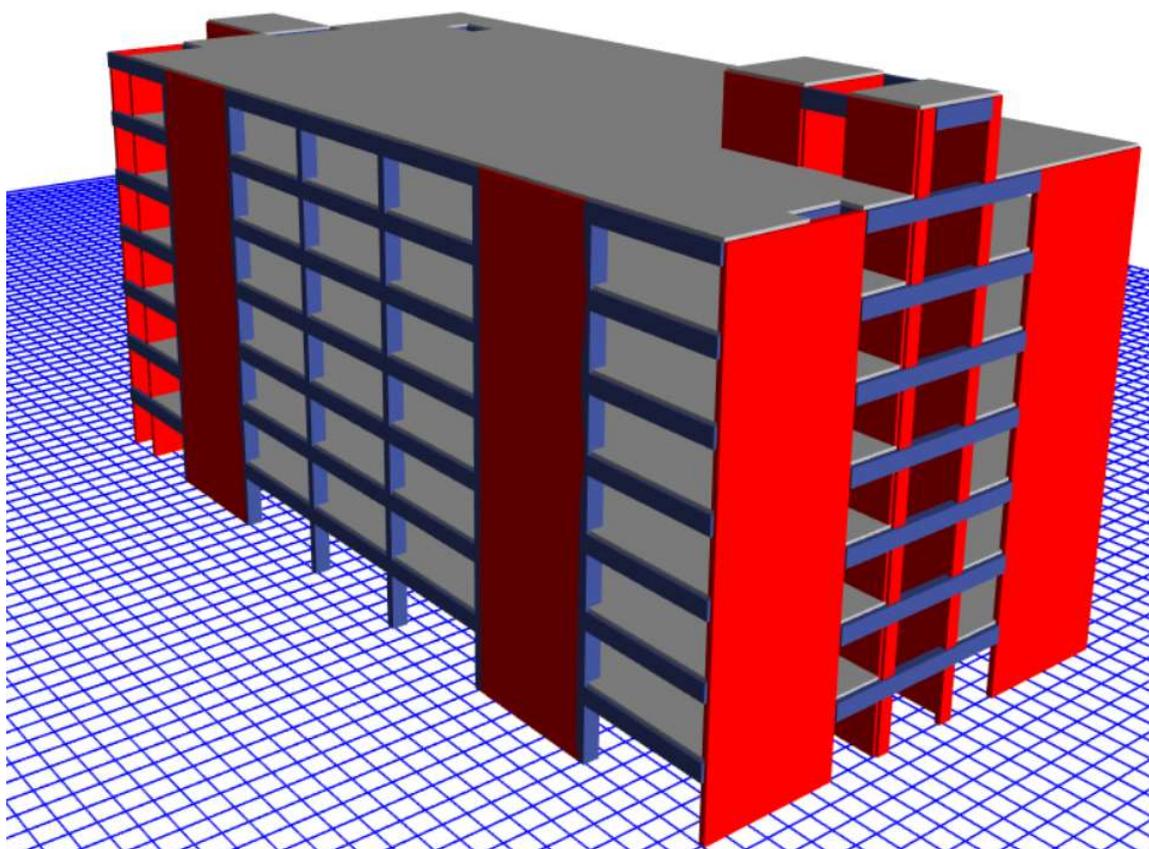


Figura 11: Modelo tridimensional de la edificación.

Fuente: Elaboración propia Etabs.

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Tabla 1: Análisis de Irregularidad Estructural

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

FACTOR DE IRREGULARIDAD (I_a , I_p).

Si existen diferentes irregularidades en altura, solo se tomará el menor valor correspondiente para el análisis de la edificación, asimismo el factor de irregularidad en planta se establecerá el menor valor de las diferentes irregularidades presentes en la edificación.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS SÍSMICO (E.030).

A.- ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN.

Los modos de vibración están distribuidos por niveles, presentando tres grados de libertad en cada uno de los pisos, generando traslación en los ejes X - Y y rotación en el eje Z.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.403 con traslación en Y-Y

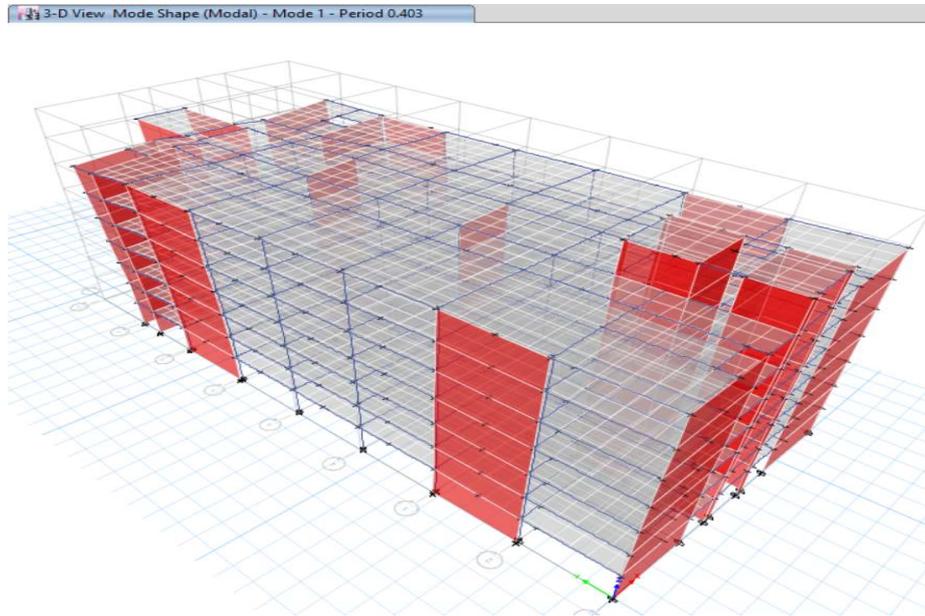


Figura 13: Primer modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

En el segundo modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.39 con traslación en X-X.

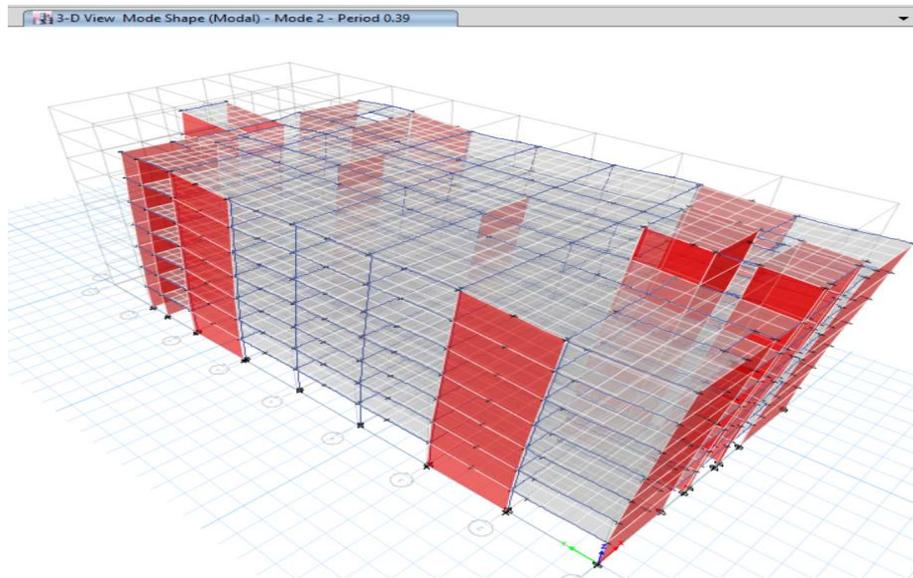


Figura 14: Segundo modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

En el tercer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 0.278 con rotación en Z-Z.

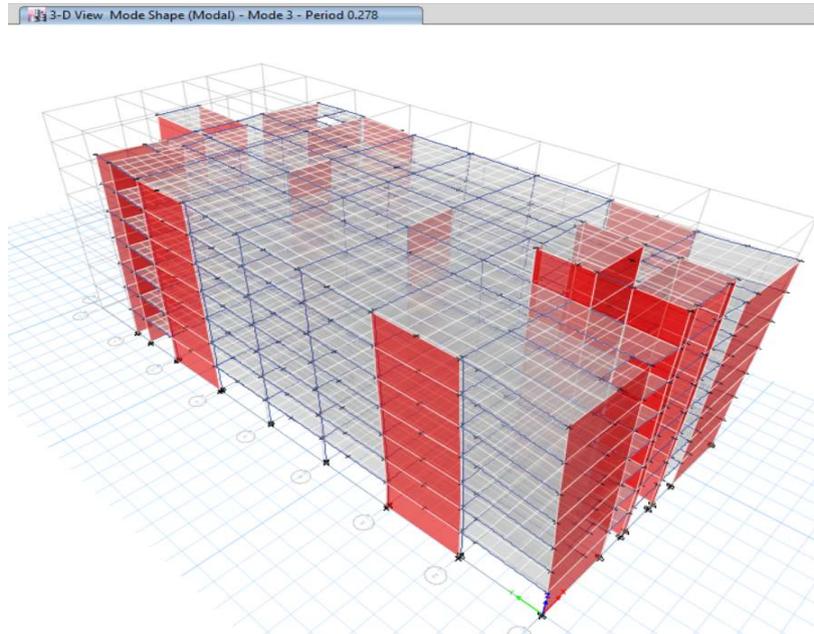


Figura 15: Tercer modo de vibración en la edificación con base empotrada.

Fuente: Elaboración propia.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modo	1	0.403	0.5991	0.0536	0.0616	0.0236	0.248	0.0616
Modo	2	0.39	0.0461	0.6637	0.0088	0.3043	0.2664	0.0704
Modo	3	0.278	0.0769	0.0005	0.6531	0.3045	0.3002	0.7235
Modo	4	0.097	0.1796	0.0001	0.0083	0.3047	0.7184	0.7318
Modo	5	0.096	1.61E-05	0.1922	0.0003	0.7422	0.7185	0.7321
Modo	6	0.073	0.0047	0.0004	0.1746	0.7431	0.7354	0.9068
Modo	7	0.046	0.0339	0.0227	0.0007	0.8021	0.822	0.9075
Modo	8	0.046	0.0234	0.0335	0.0001	0.8896	0.882	0.9076
Modo	9	0.035	3.79E-05	0.0001	0.0548	0.89	0.882	0.9624
Modo	10	0.031	0.0001	0.0208	3.02E-05	0.9585	0.8823	0.9624
Modo	11	0.03	0.0217	0.0001	0.0002	0.9588	0.9522	0.9627
Modo	12	0.027	0.0013	0	0.0028	0.9588	0.9564	0.9654
Modo	13	0.024	3.83E-05	0.0078	0.0007	0.9842	0.9565	0.9661
Modo	14	0.024	0.0005	0.0002	0.0153	0.985	0.9581	0.9814

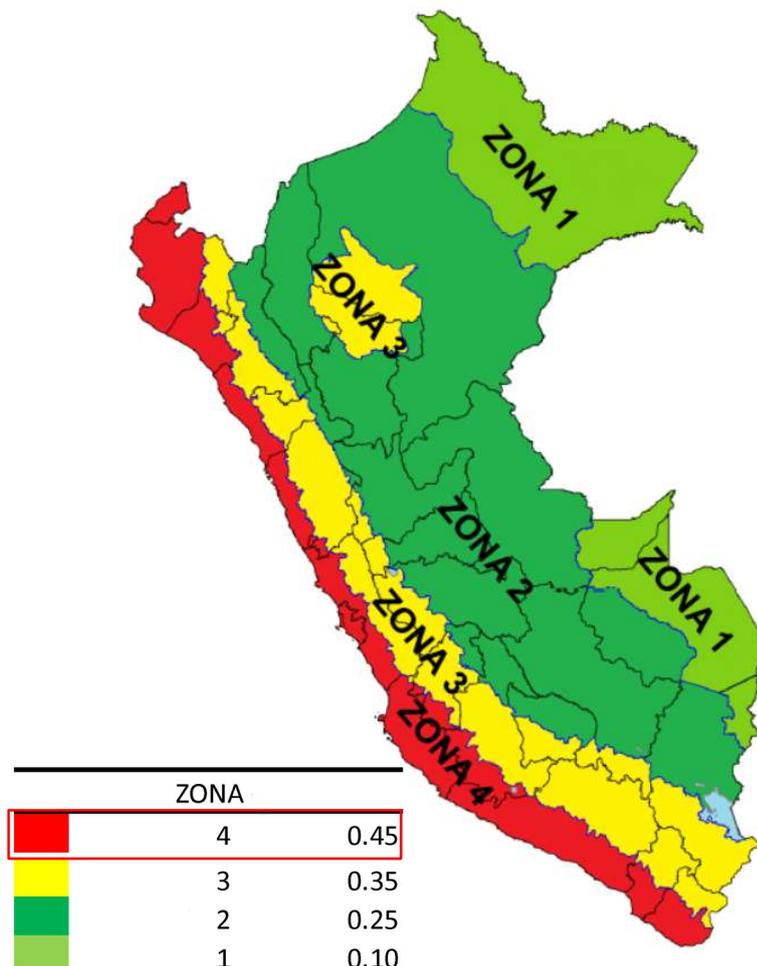
Modo	15	0.023	0.008	6.61E-06	0.0027	0.985	0.9843	0.9841
Modo	16	0.021	1.62E-05	0.0028	3.88E-05	0.9953	0.9843	0.9841
Modo	17	0.02	0.0015	2.05E-05	0.0033	0.9953	0.9897	0.9874
Modo	18	0.019	0.0018	3.16E-06	0.0023	0.9954	0.9958	0.9897
Modo	19	0.019	4.02E-06	0.0007	0.0001	0.9976	0.9958	0.9898
Modo	20	0.018	0	0.0002	3.81E-05	0.9985	0.9958	0.9898
Modo	21	0.018	0.0006	1.61E-06	0.0004	0.9985	0.9979	0.9902

Tabla 2: periodos de la estructura con base empotrada

Fuente: elaboración propia

FACTOR DE ZONA

El Perú ya tiene establecido las zonificaciones, indicando que las zonas con mayor proximidad al mar tienen mayor aceleración, la edificación es estudio se encuentra en la zona 4, equivalente al 0.45 g.



De acuerdo con esto, el proyecto está ubicado en la ciudad de Lima, en el distrito San Juan de Miraflores, teniendo como zona 4.

Z	0.45
----------	-------------

CONDICIONES GEOTÉCNICAS.

La edificación en estudio se encuentra ubicada en un suelo de perfil tipo S2 que de acuerdo a la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones nos dice que son suelos intermedios. Los suelos se han clasificado en 5 tipos de los cuales nuestro edificio está ubicado.

Perfil tipo S0=Roca dura.

Perfil tipo S1=Roca o suelos muy duros.

Perfil tipo S2=Suelos intermedios.

Perfil tipo S3=Suelos blados .

Perfil tipo S4=Condiciones excepcionales.

Según el estudio de mecánica de suelos el perfil del suelo clasifica como un S2–SUELOS INTERMEDIOS

PARÁMETRO DE SITIO (S, TP, TL)

De acuerdo con la Norma E.030 para encontrar los parámetros Tp y TL se deberá interpolar la zonificación y el tipo de suelo.

FACTOR DEL SUELO "S"				
SUELO \ ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 3: Factor del suelo

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

FACTOR DEL SUELO

PERFIL DEL SUELO				
	S0	S1	S2	S4
TP(S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TI(S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Tabla 4: perfil del suelo

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente

F.- CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR DE USO.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1

Tabla 5: categoría de las edificaciones y factor de uso.

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente.

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

SISTEMA ESTRUCTURAL Y COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA (R_0).

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_0 que corresponda.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_D (*)
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Tabla 6: categoría de las edificaciones y factor de uso.

Fuente: Norma técnica E.030 - diseño sismorresistente.

ESTIMACION DEL PESO SÍSMICO

> En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.

Cargas vivas mínimas repartidas (Según E.020).

Hospitales	Kg/m ²
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Tabla 7: cargas vivas

Fuente: Norma técnica E.020 - cargas

Metrados de cargas en losa aligerada $E=0.20m$ para el modelamiento en ETABS.

PISO TÍPICO			
WD	500	kg/m²	
peso propio	350	kg/m ²	
Piso Terminado	150	kg/m ²	

AZOTEA			
WD	450	kg/m²	
peso propio	350	kg/m ²	
Piso Terminado	100	kg/m ²	

WL	300	kg/m²	
Sobrecarga	300	kg/m ²	

WL	150	kg/m²	
Sobrecarga	150	kg/m ²	

Tabla 8: metrado de cargas.

Fuente: elaboración propia.

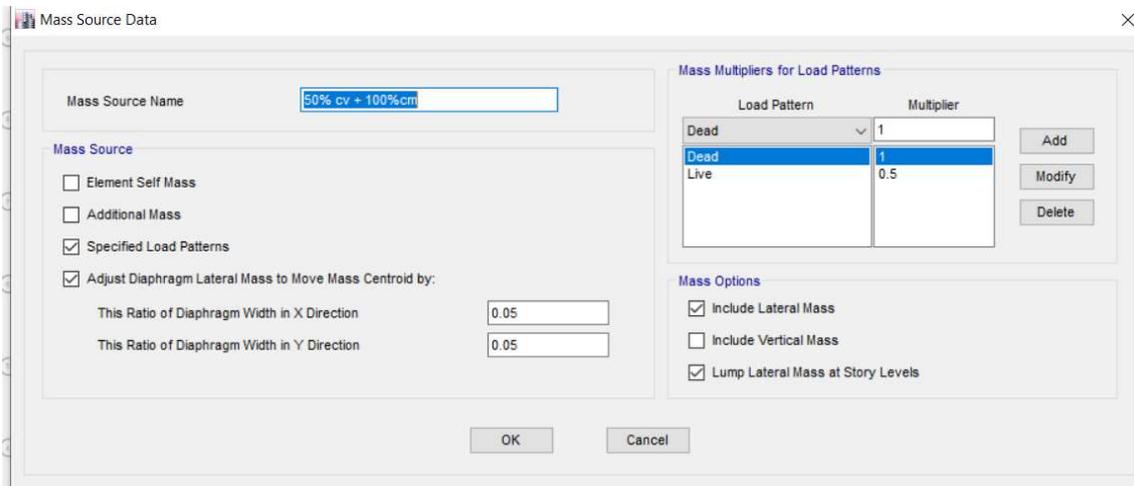


Figura 16: Masa Participativa ingresados el programa.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES.

Para este método de análisis estático se presentan las solicitaciones sísmicas por nivel actuantes en los diferentes pisos de la edificación estas fuerzas las hallamos por medio de la siguiente relación basada en los datos obtenidos anteriormente.

Resumen de parámetros para análisis sísmicos

X		
TX=	Period	
Z=	0.45	ZONA 4
U=	1.5	HOSPITAL
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	
TL=	2	
CX=	2.5	

Y		
TY=	sec	
Z=	0.45	ZONA 4
U=	1.5	HOSPITAL
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	
TL=	2	
CY=	2.5	

RX=	7				
Ia=	1				
Ip=	1				
C/R>0.11	0.3571428		OK	0.3571428	OK
	6			6	

PESO 10329.457
5

PESO 10329.457
5

COEFICIENTE
SÍSMICO C

VEX=ZUCS/R	0.253125	
VEX=	2614.6439	3 ton

VEY=ZUCS/R	0.253125	
VEy=	2614.6439	3 ton

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA EN ALTURA.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

PISOS	PESO POR NIVEL	ALTURAS hi	plxhik	alfai	fi
	TON				
7	1461.3896	19.8	20320.7649	0.24805158	648.567
6	1461.3896	17	17447.1214	0.21297358	556.850
5	1461.3896	14.2	14573.4778	0.17789558	465.134
4	1461.3896	11.4	11699.8343	0.14281758	373.417
3	1461.3895	8.6	8826.19023	0.10773957	281.701
2	1461.3896	5.8	5952.54729	0.07266157	189.984
1	1472.7104	3	3101.59378	0.03786055	98.992

Tabla 9: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje x-x.

Fuente: elaboración propia.

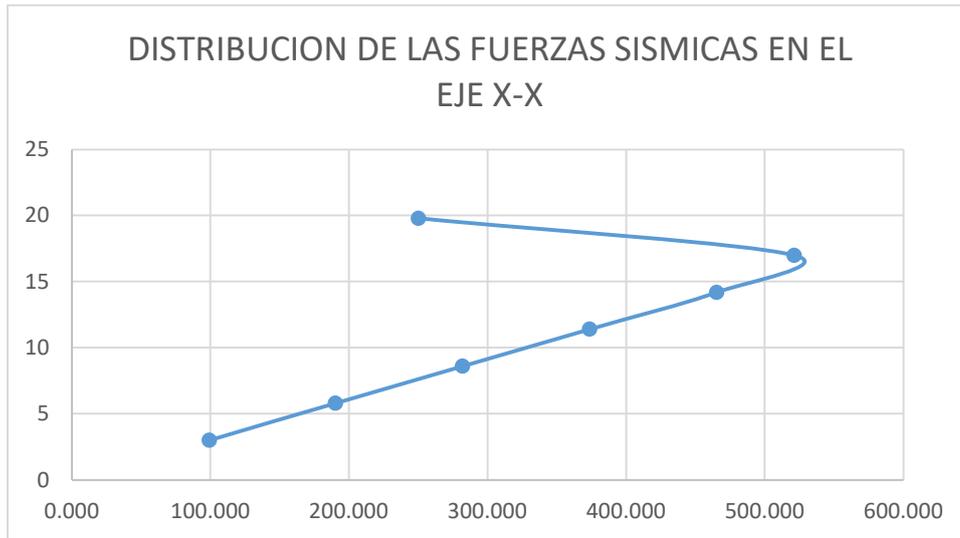


Figura 17: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje x-x

Fuente: Elaboración propia.

PISOS	PESO POR NIVEL	ALTURAS hi	plxhik	alfai	fi
	TON				
7	1461.3896	19.8	19380.6827	0.24805205	300.000
6	1461.3896	17	16639.9801	0.21297398	500.000
5	1461.3896	14.2	13899.2775	0.17789592	465.134
4	1461.3896	11.4	11158.5749	0.14281785	373.418
3	1461.3895	8.6	8417.87175	0.10773977	281.701
2	1461.3896	5.8	5677.16969	0.07266171	189.985
1	1472.7104	3	2957.95903	0.03785872	98.987

Tabla 10: Distribución de la fuerza sísmica en altura eje y-y.

Fuente: elaboración propia.



Figura 18: Distribución de las fuerzas sísmicas en el eje y-y

Fuente: Elaboración propia.

COEFICIENTES SÍSMICOS PARA INSERTAR EN EL PROGRAMA ETABS.

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.253125

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Story8

Bottom Story Base

OK Cancel

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.253125

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Story8

Bottom Story Base

OK Cancel

Figura 19: Ingreso de coeficientes sísmico al programa.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL.

Para el hospital en estudio se determinó la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración obtenidos, dicha respuesta máxima también puede estimarse mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo.

Por otro lado, la fuerza cortante mínima en la base no será menor al 80% de la fuerza obtenida del análisis estático por ser una estructura regular, de acuerdo a lo indicado en la norma E.030.

Cuadro de resumen de parámetros para análisis sísmico.

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sísmica =	Z3
Categoría =	C

Z	0.45		
T _p (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S"=	1.05		
Factor de Uso "U"=	1.5		
R _x	7		
R _y	7		

T	C
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286
1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48
2.6	0.443787

2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

Figura 19: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

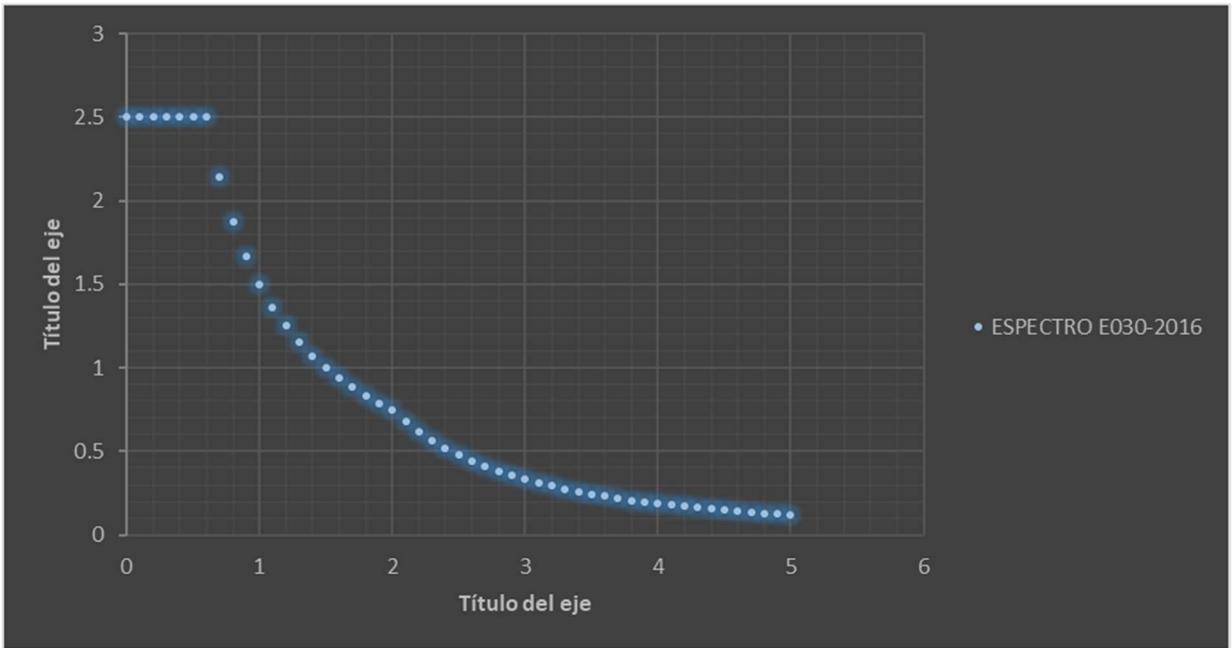


Figura 20: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

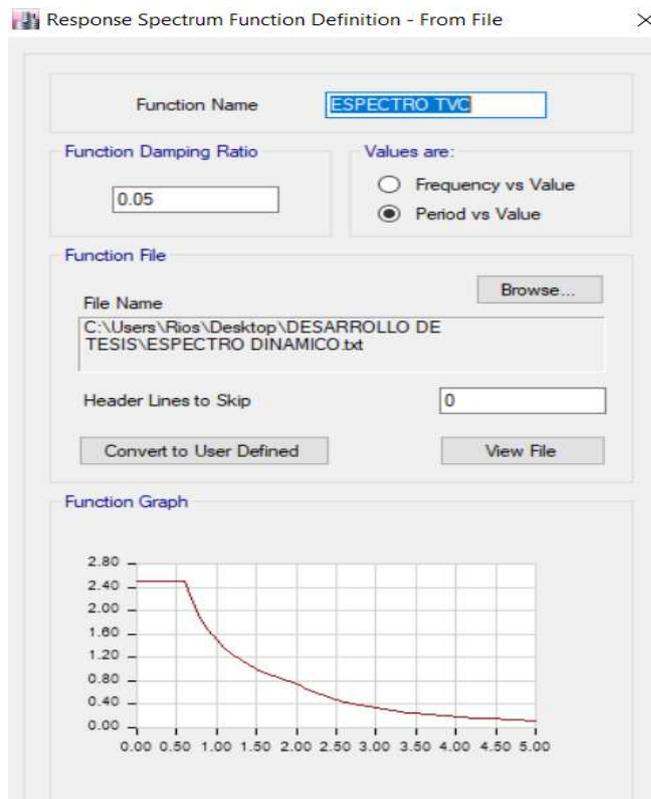


Figura 21: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia etabs.

CONTROL DE DISTORSIÓN DE ENTREPISO.

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

Tabla 11: Límites de distorsión de entrepiso

Fuente: elaboración propia.

Se multiplicarán 0,75R de los resultados obtenidos de análisis lineal y elástico, además para estructuras regulares como es el caso de la edificación en estudio, además para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

A.- DIRECCIÓN DE ANÁLISIS X-X.

Story	Load		Drift	Label	X	Y	Z
	Case/Comb	Direction					
Story7	DERIVA XX	X	0.006522	53	1240	48 00	1980
Story6	DERIVA XX	X	0.006915	53	1240	4800	1700
Story5	DERIVA XX	X	0.006992	53	1240	4800	1420
Story4	DERIVA XX	X	0.006606	53	1240	4800	1140
Story3	DERIVA XX	X	0.006585	53	1240	4800	860
Story2	DERIVA XX	X	0.005781	53	1240	4800	580
Story1	DERIVA XX	X	0.002886	53	1240	4800	300

Tabla 12: Control de derivas x-x.

Fuente: Elaboración propia.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story7	DERIVA YY	Y	0.005485	27	2080	3600	1980
Story6	DERIVA YY	Y	0.00582	27	2080	3600	1700
Story5	DERIVA YY	Y	0.005928	27	2080	3600	1420
Story4	DERIVA YY	Y	0.005722	27	2080	3600	1140
Story3	DERIVA YY	Y	0.005103	28	2080	4200	860
Story2	DERIVA YY	Y	0.003974	27	2080	3600	580
Story1	DERIVA YY	Y	0.002131	28	2080	4200	300

Tabla 13: Control de derivas y-y.

Fuente: Elaboración propia.

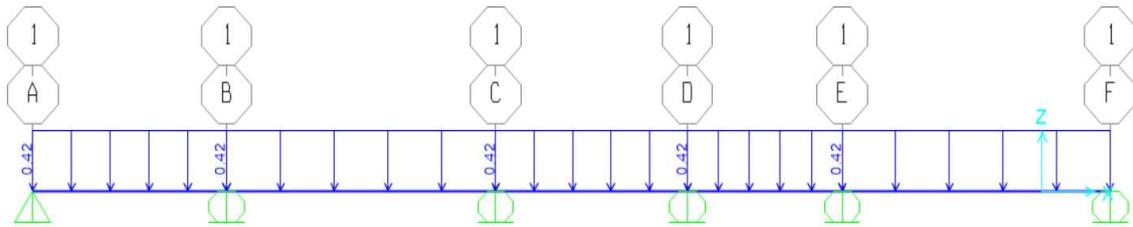
La norma peruana establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso de nuestro edificio las máximas derivas fueron de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles.

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

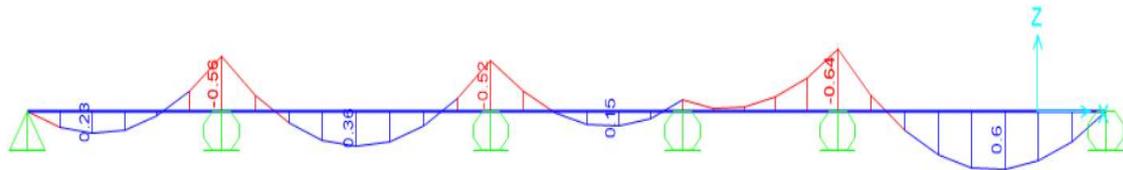
- METRADO DE CARGAS POR UN METRO DE ANCHO DE LOSA

CARGA MUERTA		m
Aligerado (h = 20 cm) - Norma E-020	: 300 kg/m/m	0.4
Acabados	: 100 kg/m/m	0.4
Tabiquería Equivalente	: 100 kg/m/m	0.4
CM TOTAL=	200	
CARGA VIVA		
S/C vivienda - Norma E-020	: 300 kg/m/m	0.4
CV TOTAL =	120	
Wu = 1.4CM + 1.7CV	484 kg/m/m	

Gráficamente tendremos.



Luego, al analizar la vigueta de acuerdo al diagrama arriba mostrado mediante el software ETABS 2016 nos da como resultado el siguiente diagrama de momentos flectores.

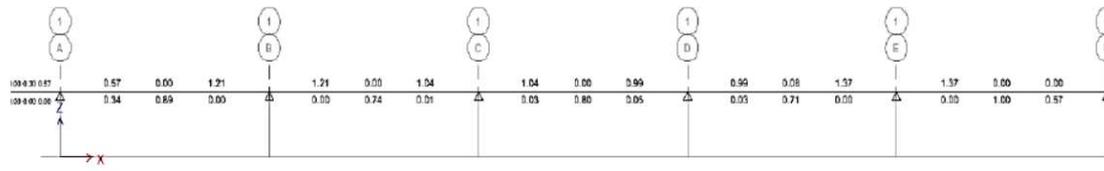


Teniendo como principales momentos de diseño

$$\mu_{\text{max positivo}} = 0.6081 \text{ tn-m}$$

$$\mu_{\text{max negativo}} = -0.6451 \text{ tn-m}$$

Determinamos el acero requerido para los momentos de diseño.



Cuantía mínima.

$$A_{smin} = 0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot f'y \cdot b \cdot d = 0.7 \cdot \sqrt{280} \cdot 4200 \cdot 10 \cdot 20 = 0.52 \text{ cm}^2$$

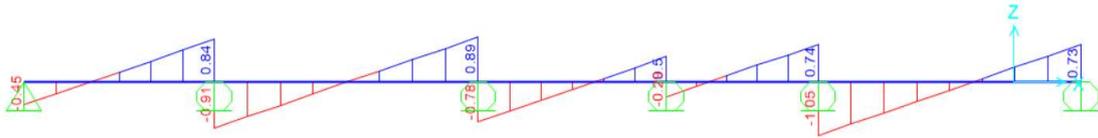
Cuantía instalada.

$$A_s^- = 1\emptyset 1/2 + 1\emptyset 3/8 = 1.98 \text{ cm}^2 \text{ ok}$$

$$A_s^+ = 1\emptyset 1/2" = 1.27 \text{ cm}^2 \text{ ok}$$

DISEÑO POR CORTE.

De acuerdo al análisis, tenemos el siguiente gráfico de fuerzas cortantes actuantes sobre la vigueta:



Las fuerzas cortantes máximas a “d” de la cara del tramo de la vigueta son:

$$V_u = 1.02 \text{ ton (positivo)}$$

$$V_u = -1.15 \text{ ton (negativo)}$$

La resistencia del concreto por corte de la vigueta es:

$$V_c = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.85 * 1.1 * 0.53 * \sqrt{280} * 10 * 18$$

$$V_c = 2816.20 \text{ kg} = 2.82 \text{ tn}$$

No requiere ensanche por corte.

DISEÑO DE VIGAS.

Para el diseño de vigas se hace un diseño por flexión para calcular la cantidad de acero vertical además del diámetro de la barra a utilizar y el diseño por corte donde se obtendrá como resultados el acero por corte es decir los estribos, razón por la cual se consideran las cinco combinaciones de carga para determinar los esfuerzos de diseño.

$$\text{COMBO 01} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$\text{COMBO 02} = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{SIS XX}$$

$$\text{COMBO 03} = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{SIS YY}$$

$$\text{COMBO 04} = 0.9 \text{ CM} \pm \text{SIS XX}$$

$$\text{COMBO 05} = 0.9 \text{ CM} \pm \text{SIS YY}$$

$$\text{ENVOLVENTE} = \text{COM 01} + \text{COM 02} + \text{COM 03} + \text{COM 04} + \text{COM 05}$$

Una vez realizadas las 5 combinaciones se procede a realizar la envolvente que nos sirve para el diseño de las vigas.

- DISEÑO POR FLEXIÓN.

Se presentan los momentos generados por la envolvente de diseño

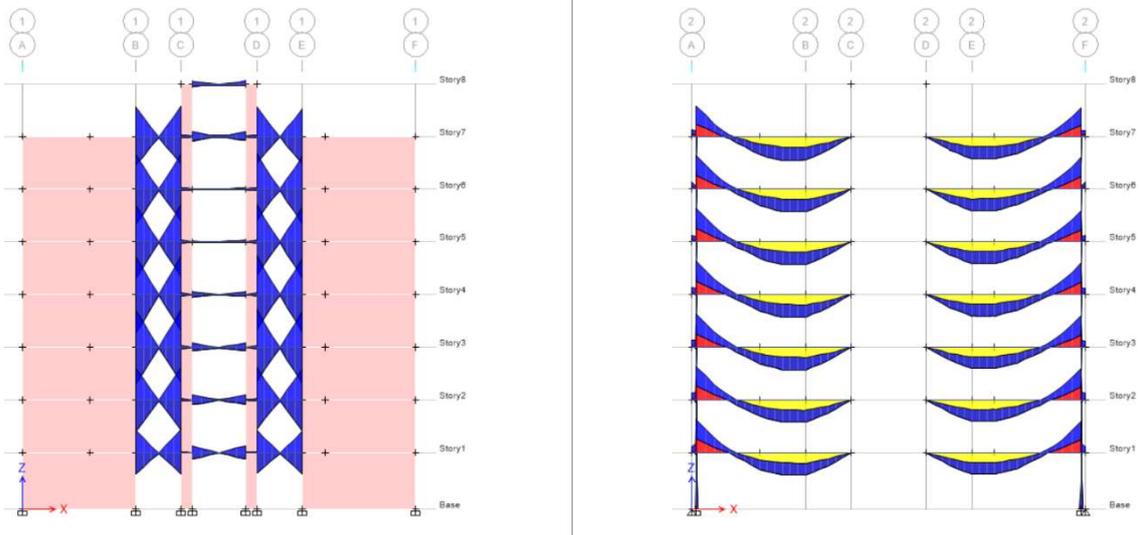


Figura 22: Diagrama momento flector eje 1, 2.

Fuente: Elaboración propia etabs.

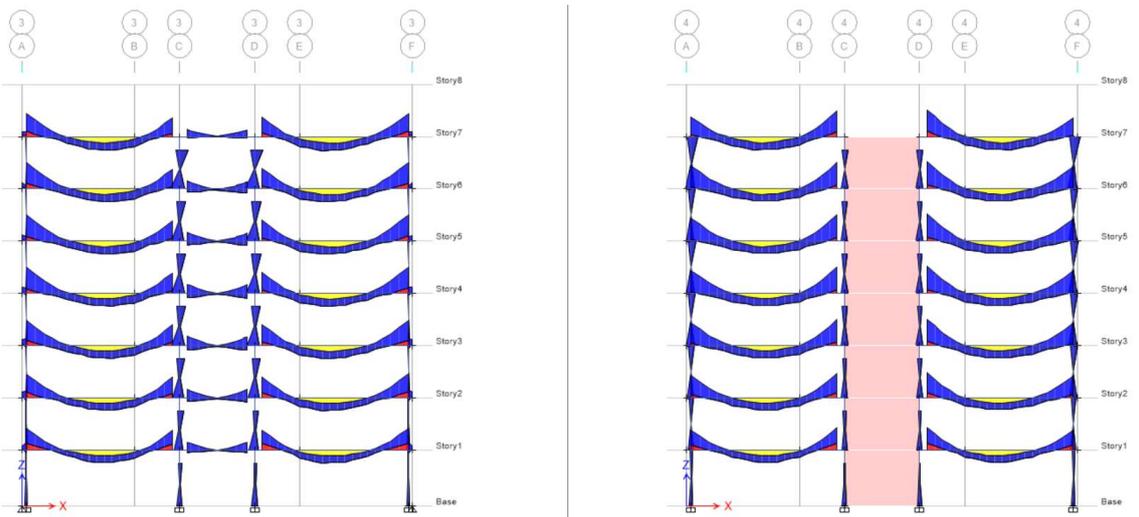


Figura 23: Diagrama momento flector eje 3, 4.

Fuente: Elaboración propia etabs.

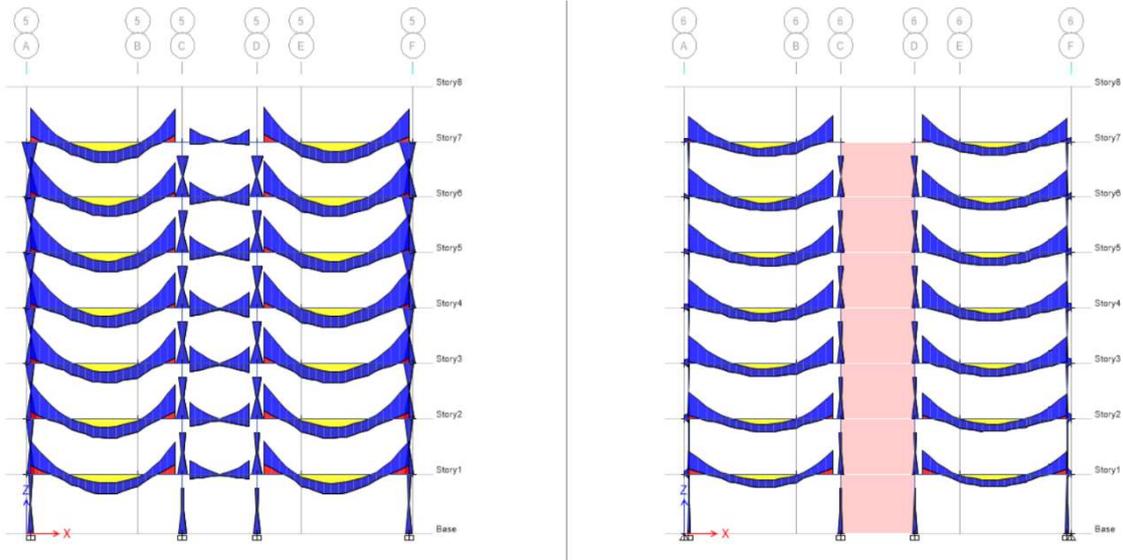
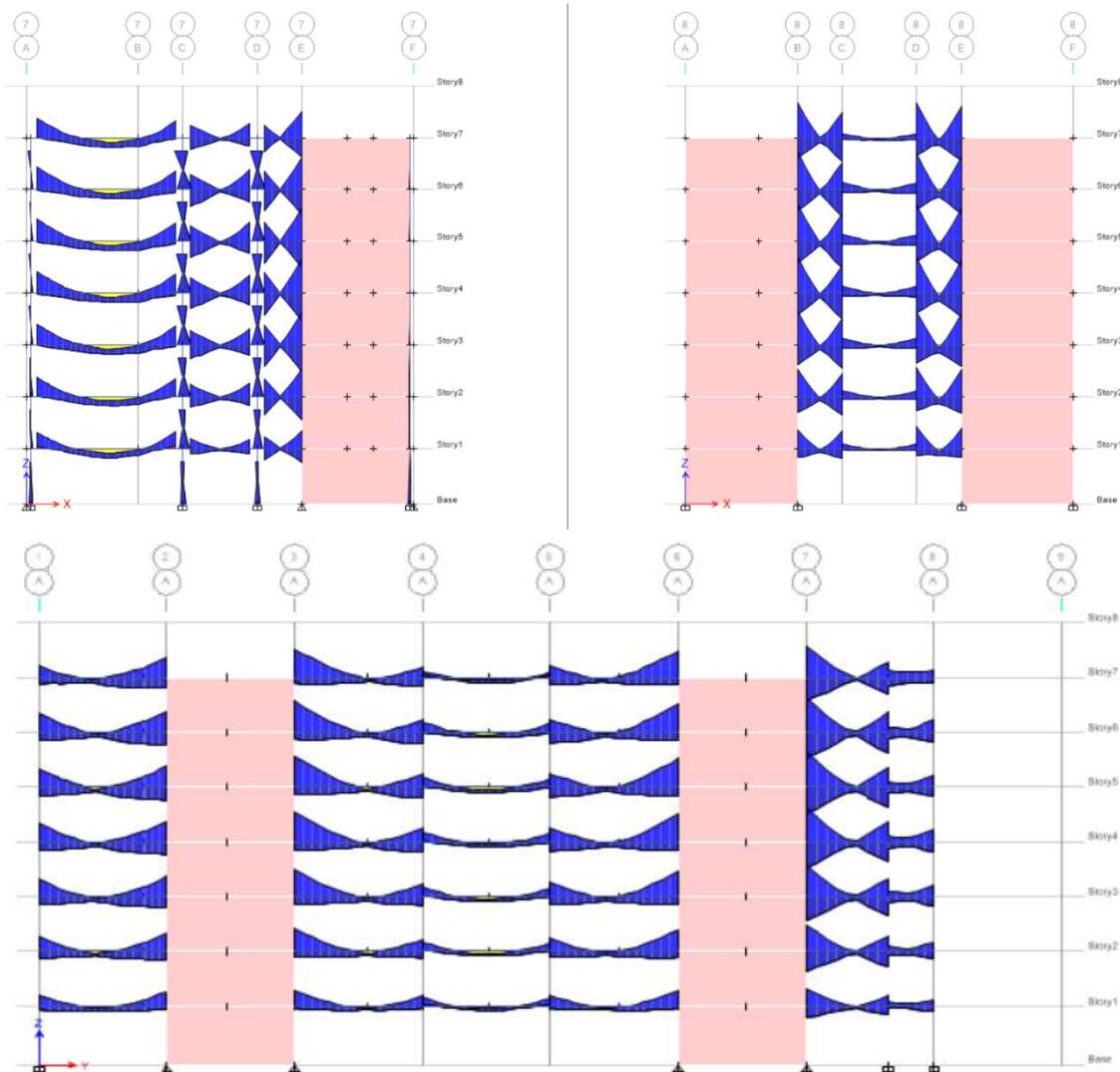


Figura 23: Diagrama momento flector eje 3, 4.

Fuente: Elaboración propia etabs.



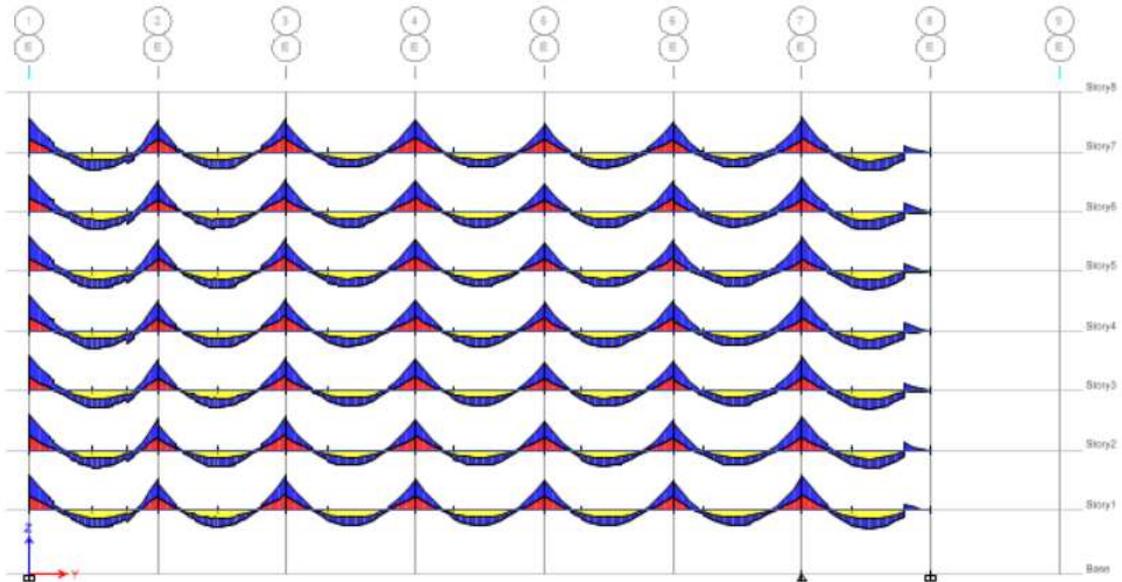
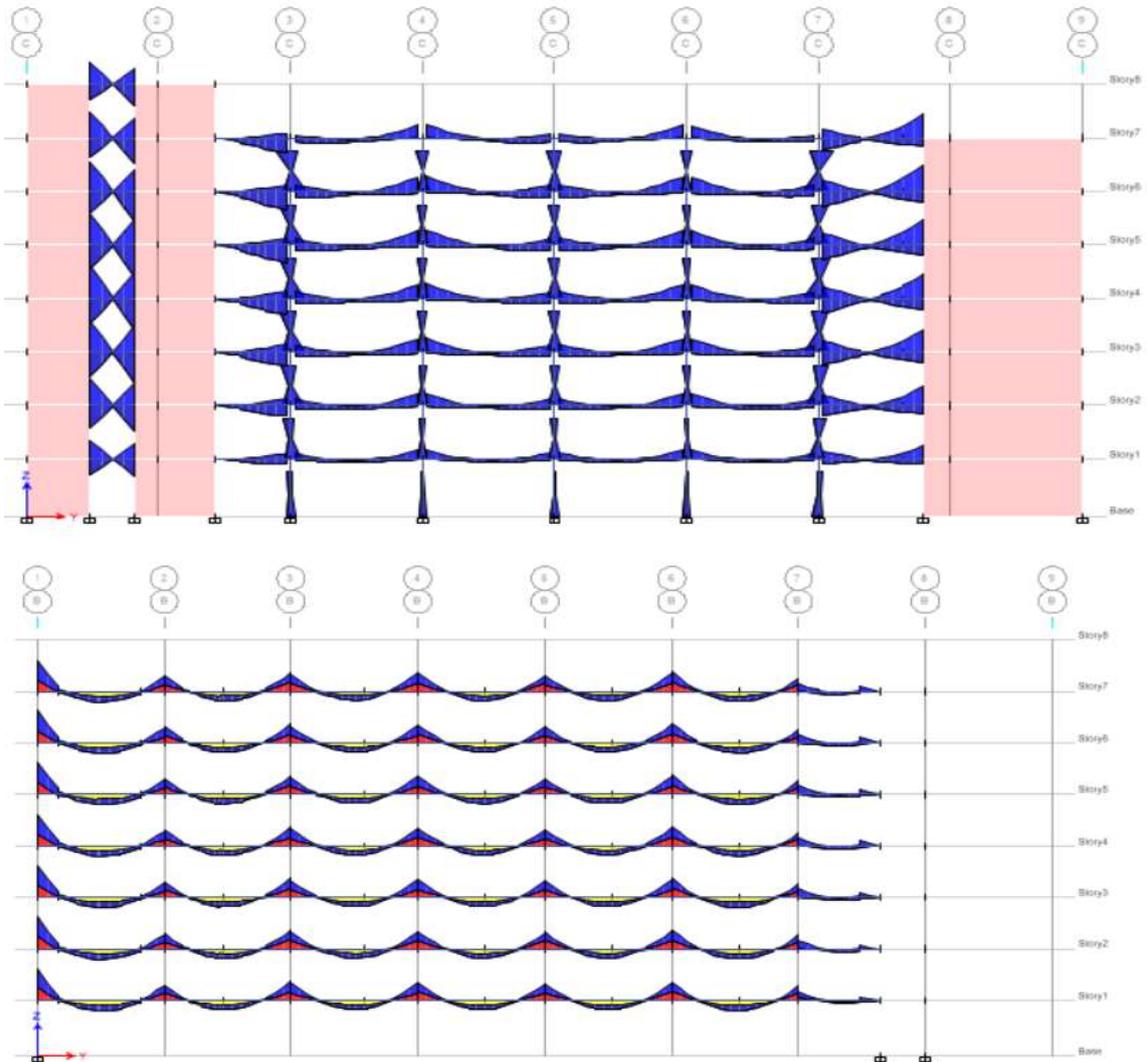


Figura 24: Diagrama momento flector eje 5, 6, 7, 8, A

Fuente: Elaboración propia etabs.



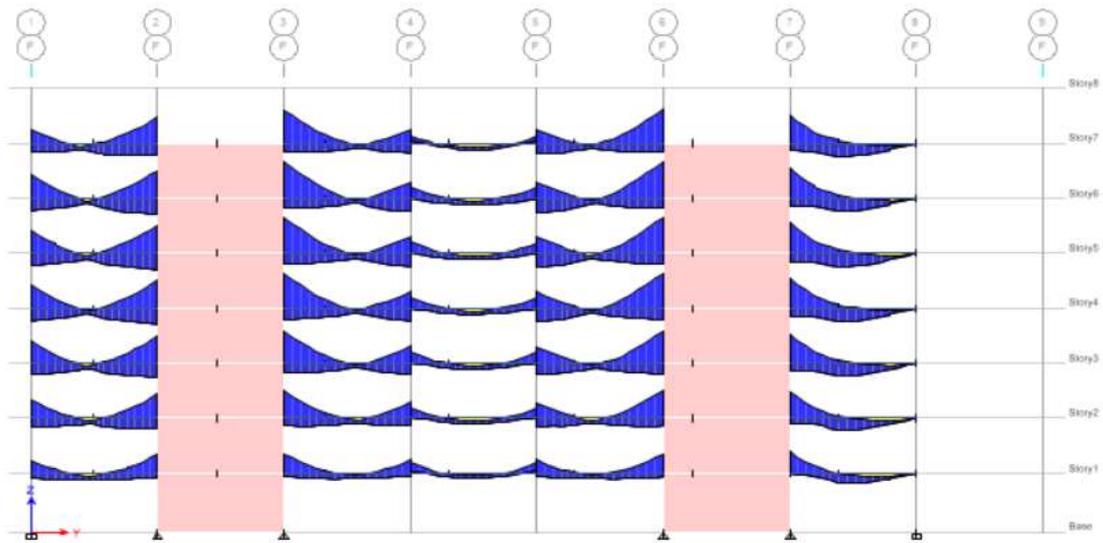
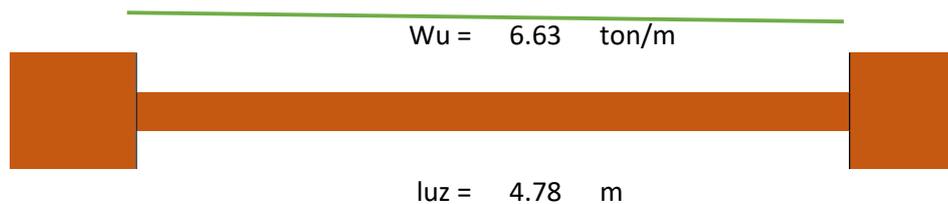


Figura 25: Diagrama momento flector eje B, C, D, E, F.

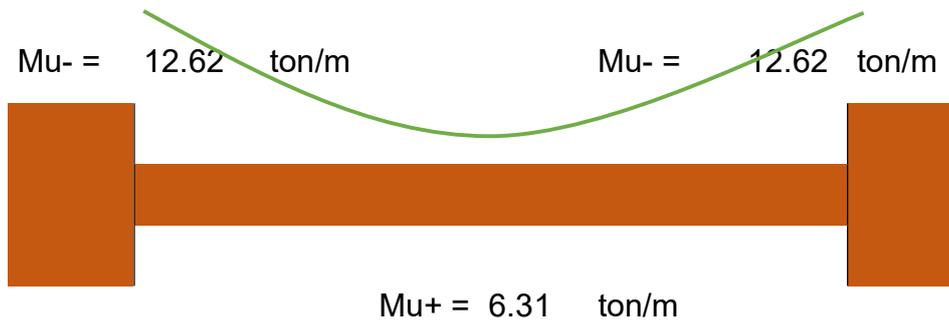
Fuente: Elaboración propia etabs.

- METRADO DE CARGAS VIGA PRINCIPAL

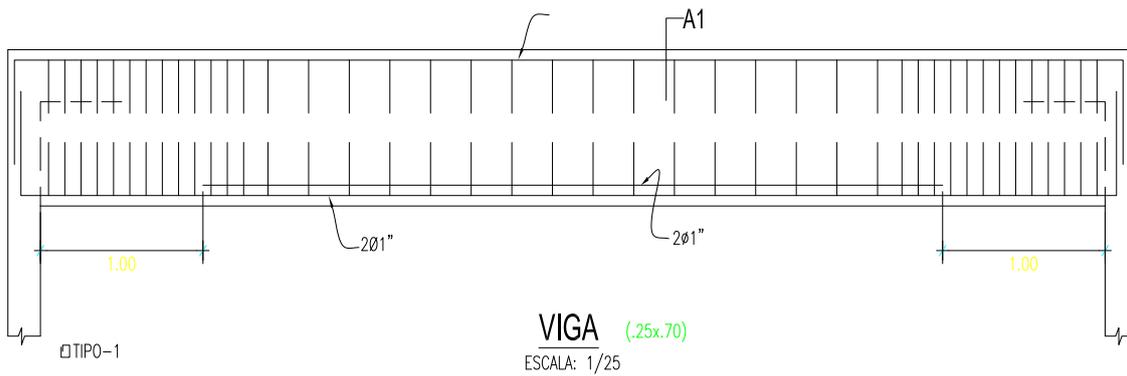
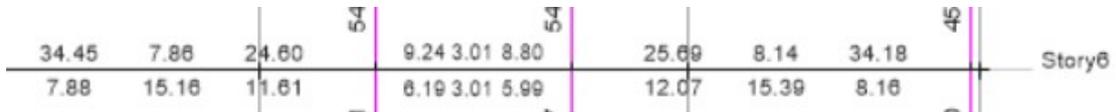
VIGA: 1		Ancho Tributario =		5	Luz =		4.78
CARGA MUERTA	ELEMENTOS			P. UNIT	Altura	PESO (kg/m)	
	LOSA ALIGERADA			300 kg/m ²		1410	
	TABIQUERIA			100 kg/m ²		500	
	ACABADOS			100 kg/m ²		500	
	PESO DE VIGA PRINCIPAL			2400 kg/m ³	0.30	0.70	504
						TOTAL =	2914 kg/m
CARGA VIVA	ELEMENTO			P.UNIT	Ancho	Altura	TOTAL
	HOSPITAL			300 kg/m ²			1500 kg/m
CARGA MUERTA		CM	4079.60 kg/m	CARGA ÚLTIMA	Wu =	6629.60 kg/m	
CARGA VIVA		CV	2550.00 kg/m				



Grafica de Momentos Últimos Resistentes



Determinamos el acero requerido en la viga principal



DISEÑO POR CORTE.

Tenemos los siguientes diagramas de fuerza cortante que actúan en la estructura.

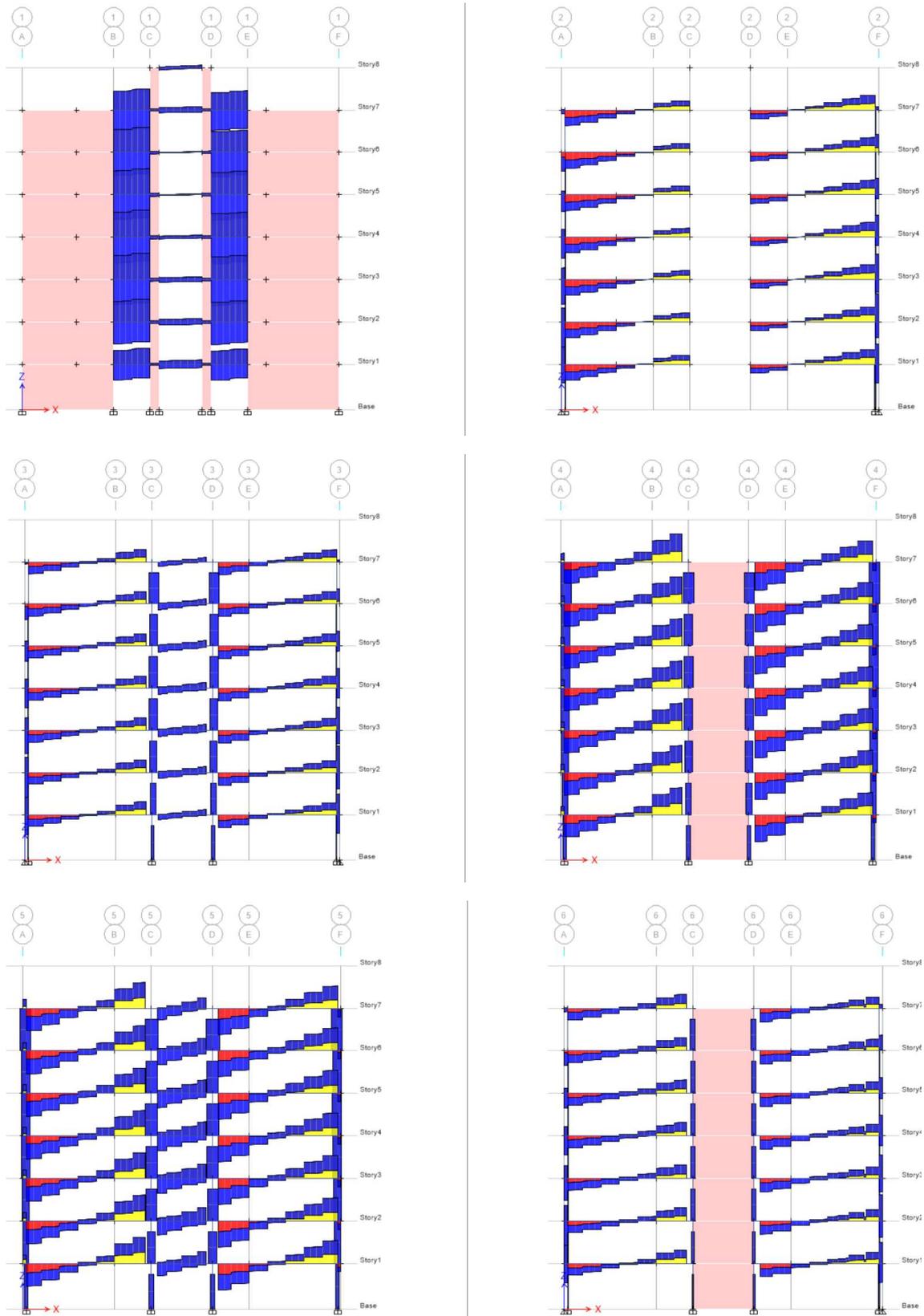


Figura 26: Diagrama de fuerza cortante eje 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Fuente: Elaboración propia etabs.

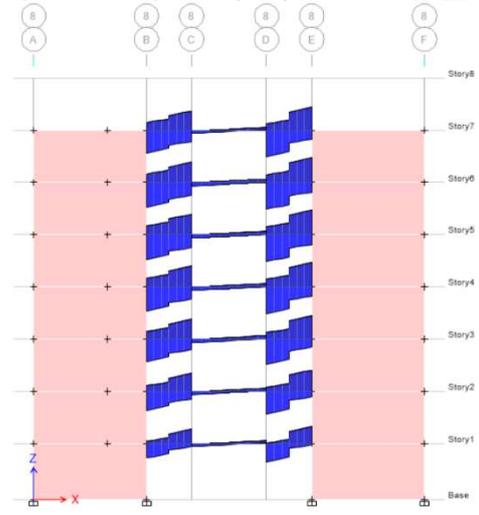
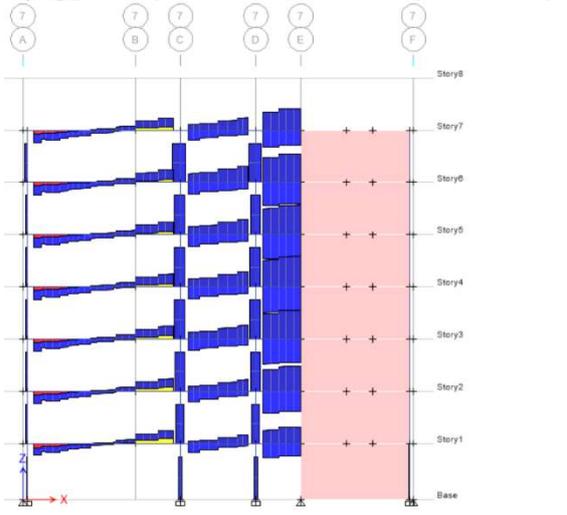
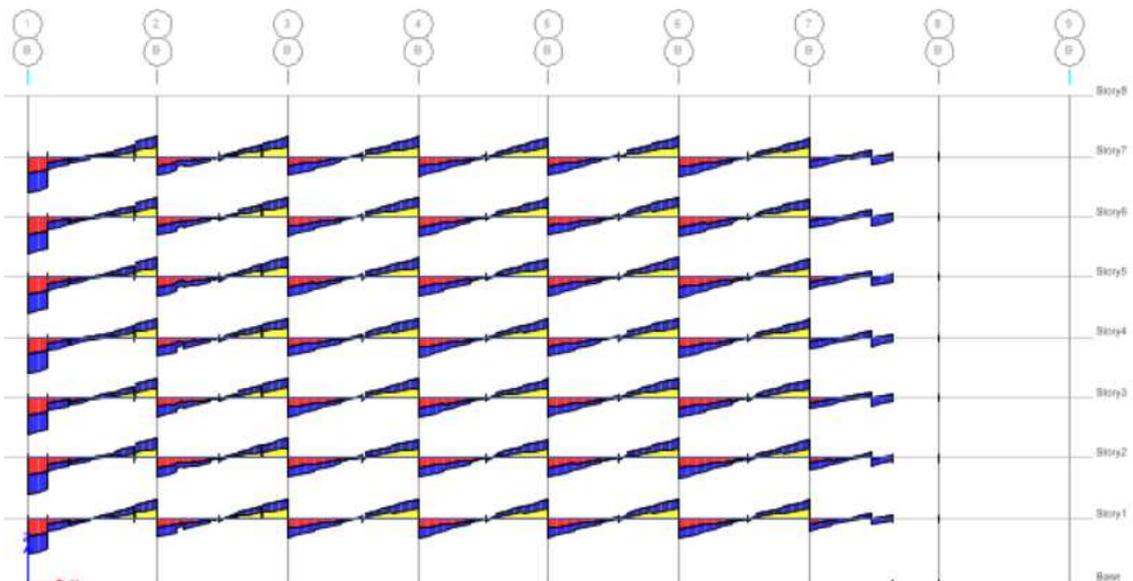
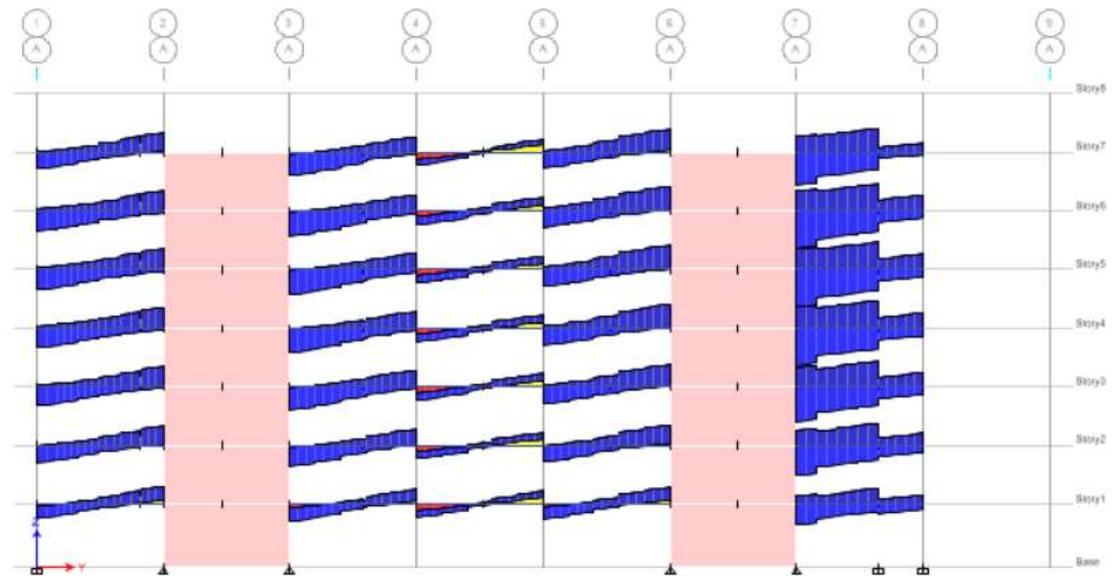
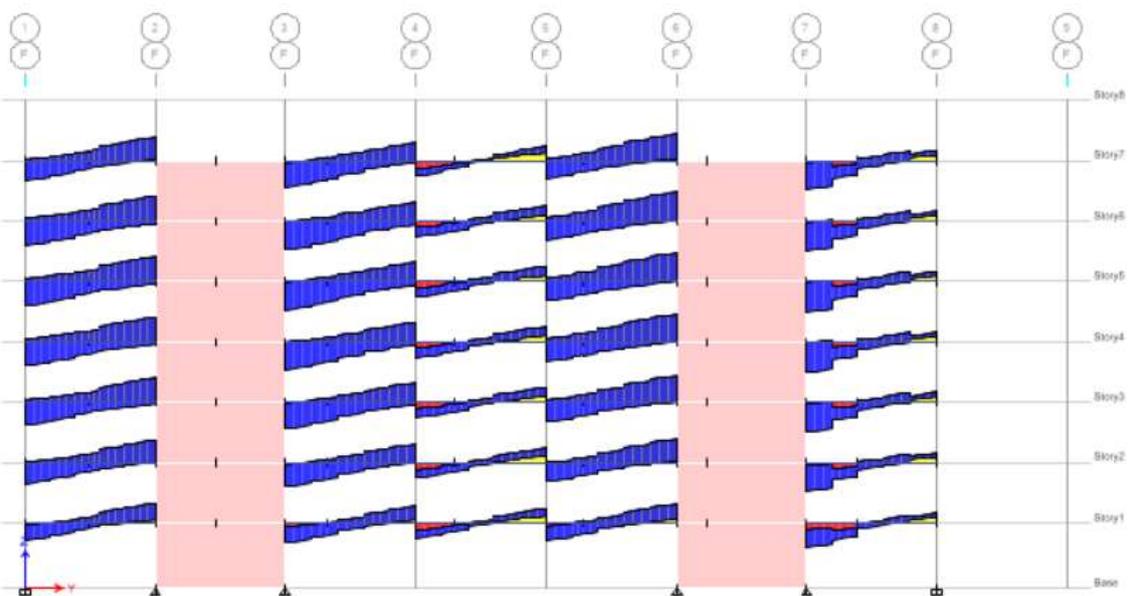
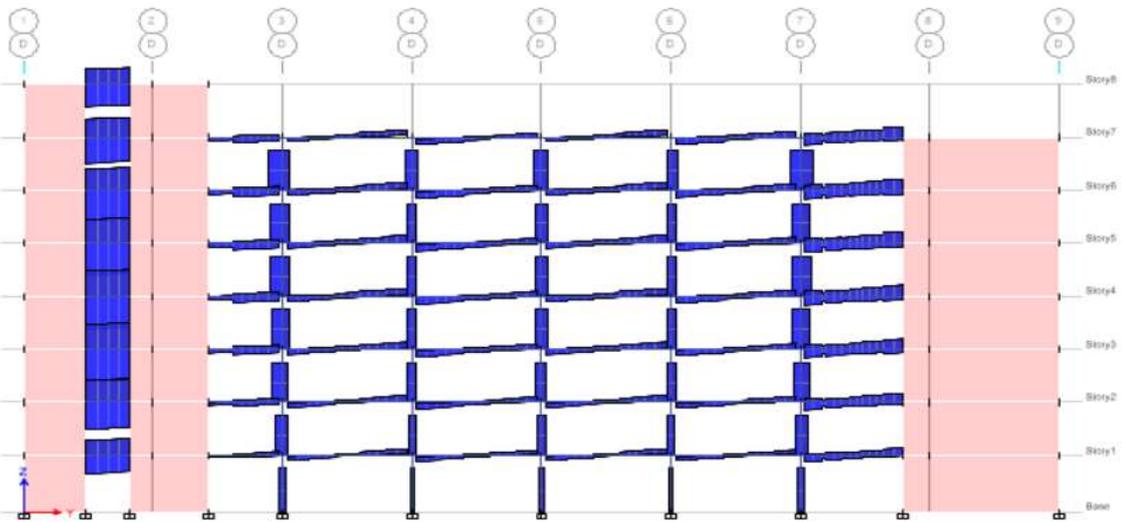
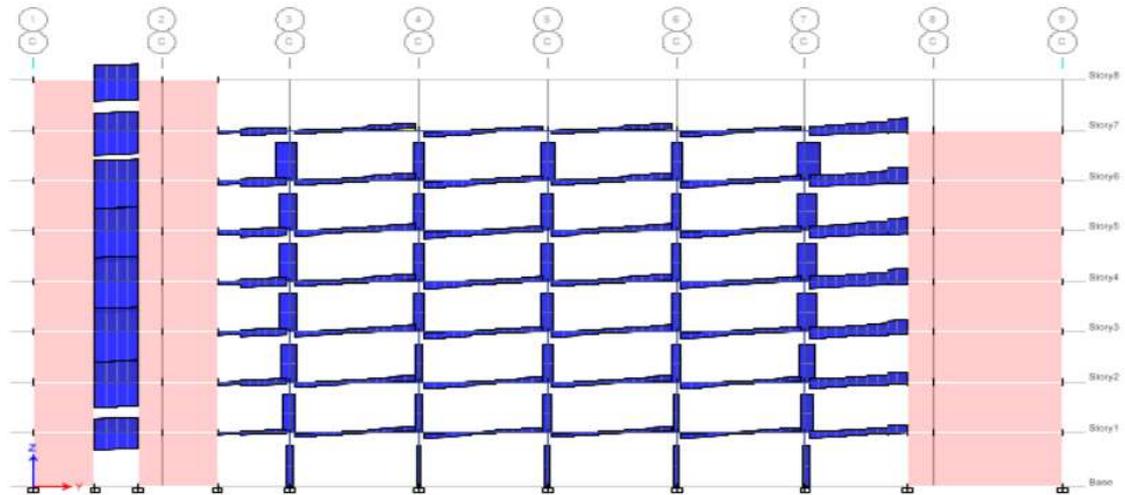


Figura 27: Diagrama de fuerza cortante eje 7, 8, A, B

Fuente: Elaboración propia etabs.



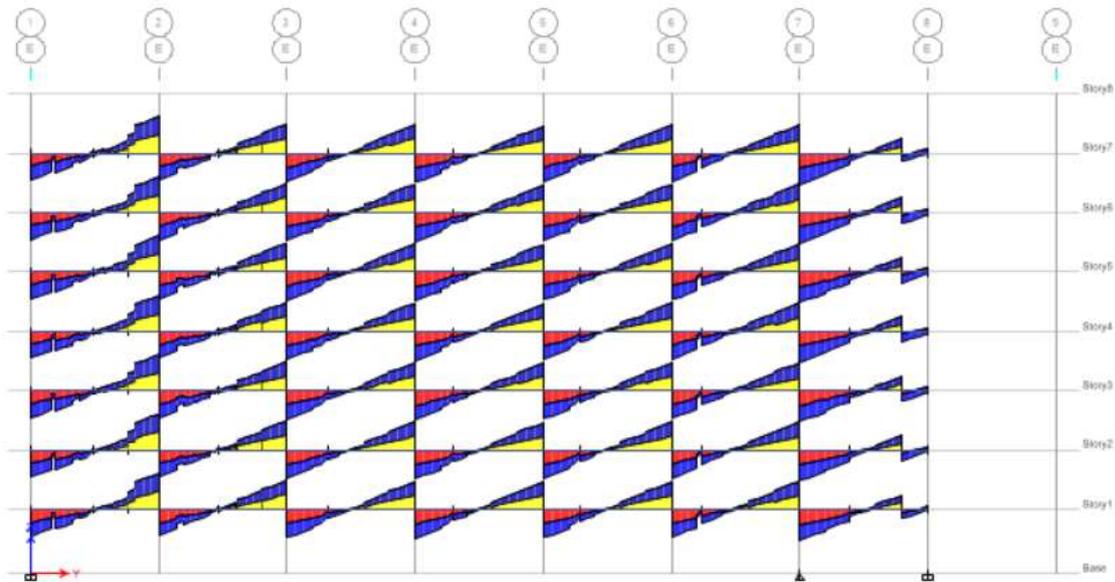
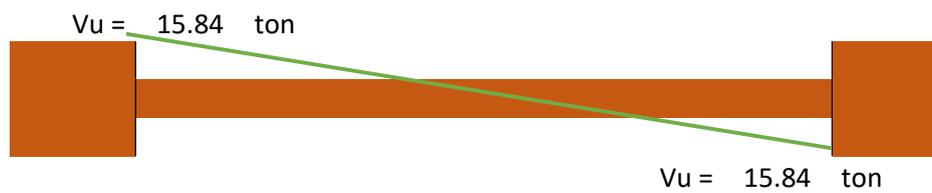


Figura 27: Diagrama de fuerza cortante eje C,D,E,F.

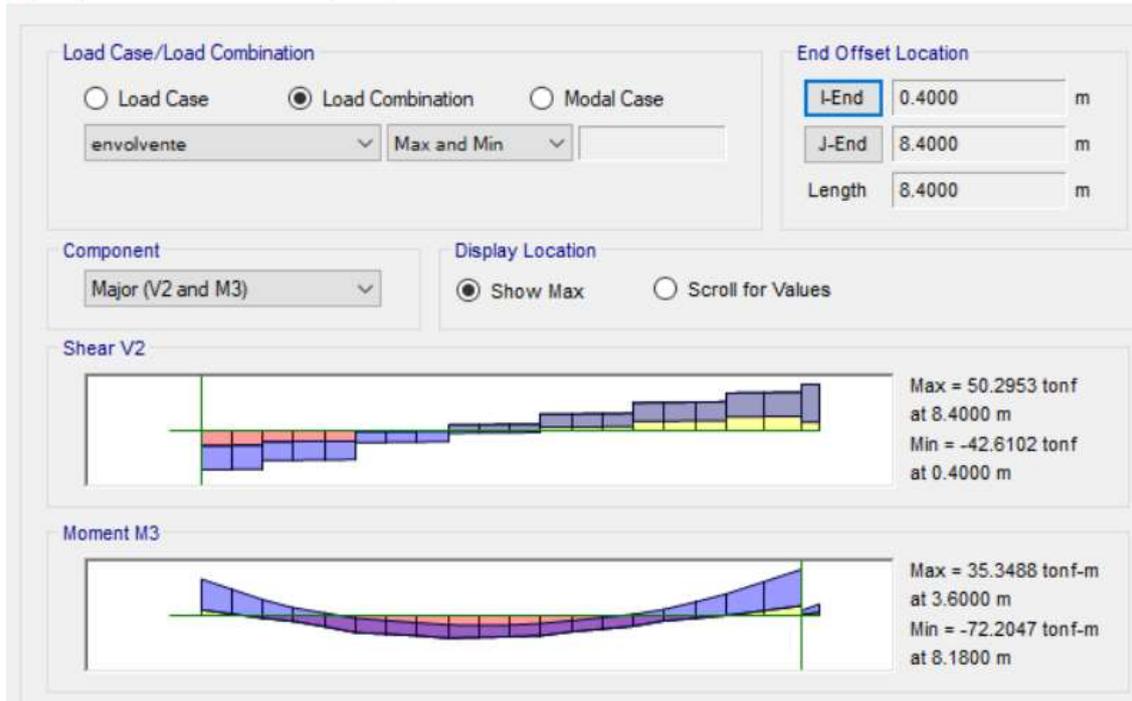
Fuente: Elaboración propia etabs.



Seguidamente se diseñará la viga con mayor fuerza cortante.

Características de viga

$f'c =$	210
$f_y =$	4200
$b =$	25
$h =$	70
$d =$	63.75
ϕ menor =	3/8"
$\beta_1 =$	0.85



Cortante ultimo de diseño:

$$V_u = 42.61 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del concreto al corte:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * 25 * 70 = 17,367.13 \text{ kg} = 17.37 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del acero al corte:

$$V_s = V_u / \phi - V_c$$

$$V_s = 42.61 \text{ tn} / 0.85 - 17.37 \text{ tn} = 32.75 \text{ tn}$$

Limitación de la contribución máxima de los estribos a la resistencia en sección cortante.

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_s \leq 2.1 * \sqrt{280} * 25 * 70 = 56,926.35 \text{ kg} = 56.93 \text{ tn}$$

$$V_s = 32.75 \text{ tn} \leq 56.93 \text{ tn} \dots\dots\dots \text{ok}$$

DISEÑO DE COLUMNAS.

Los diseños de columnas se realizarán por flexocompresión y cortante.

Consideraciones particulares de diseño.

- ✓ La resistencia a compresión mínima del concreto será 210 kg/cm².
 - ✓ El esfuerzo máximo de fluencia del acero de refuerzo será 4200 kg/cm².
 - ✓ El ancho de la columna será como mínimo de 25 cm.
 - ✓ La relación entre la dimensión menor y mayor de la sección transversal de la columna no será menor que 0.4.
 - ✓ La cuantías mínima y máxima en columnas son: $\rho_{48\text{mi}} \geq 1\%$. $P_{\text{max}} \leq 6\%$.
- DISEÑO POR FLEXO COMPRESIÓN.

TIPO DE COLUMNA	rectangular	
ÁREA	0.29	m ²
NUMERO DE COLUMNAS	12	und
RECUBRIMIENTOS	0.04	m ²
F`c	210	kg/cm ²
F`y	4200	kg/cm ²

De acuerdo al análisis, tenemos los siguientes resultados por los casos de carga muerta, viva, sismo x-x y sismo y-y:

PISOS	COLUMNA	NOMBRE	CARGAS	ESTACIÓN	P	M2	M3
PISO 1	C26	1510	Dead	0	-443.5793	-1.6006	0.2139
PISO 1	C26	1510	Live	0	-92.3389	-0.5952	0.0751
PISO 1	C26	1510	SISXX Max	0	94.9115	0.843	2.2409
PISO 1	C26	1510	SISYY Max	0	22.276	2.46	0.6921

Tabla 14: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente realizamos las combinaciones de cargas para las dos direcciones tanto en eje X como el eje Y.

COMBINACIONES DE DISEÑO					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SIS XX		1.25(CM+CV)+SISXX	506.552225	12.15185	33.120775
		1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	-7.03935	-42.448025
		0.9CM+SISXX	423.06407	11.06278	35.12661
		0.9CM-SISXX	-122.42213	-8.12842	-40.44219
SISYY		1.25(CM+CV)+SISYY	330.430325	15.02835	-0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.187925	-9.91585	-8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	13.93928	1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	-11.00492	-6.88669

Tabla 15: Resultados de combinaciones de cargas.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO XX					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SISXX POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISXX	506.55223	12.15185	33.120775
		1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	-7.03935	-42.448025
		0.9CM+SISXX	423.06407	11.06278	35.12661
		0.9CM-SISXX	-122.42213	-8.12842	-40.44219
		1.25(CM+CV)+SISXX	506.55223	-12.15185	-33.120775

SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)-SISXX	-38.933975	7.03935	42.448025
	0.9CM+SISXX	423.06407	-11.06278	-35.12661
	0.9CM-SISXX	-122.42213	8.12842	40.44219

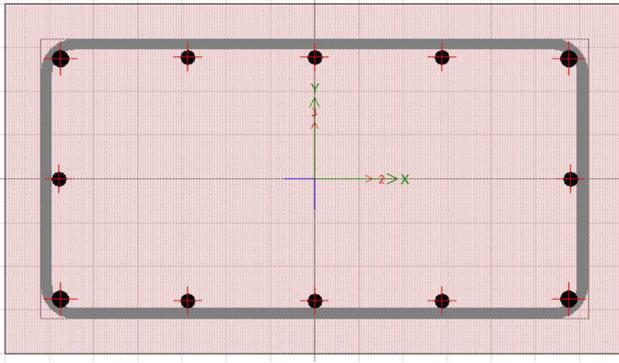
Tabla 16: combinaciones de cargas para el eje X-X.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO YY					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	267.87342	2.98744	-5.4566
SISYY POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISYY	330.43033	15.02835	-0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.18793	-9.91585	-8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	13.93928	1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	-11.00492	-6.88669
SISYY NEGATIVO		1.25(CM+CV)+SISYY	330.43033	-15.02835	0.434725
		1.25(CM+CV)-SISYY	137.18793	9.91585	8.892525
		0.9CM+SISYY	246.94217	-13.93928	-1.57111
		0.9CM-SISYY	53.69977	11.00492	6.88669

Tabla 17: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.

Fuente: elaboración propia etabs.



ACERO COLOCADO 4 DE 3/4" + 8 DE 5/8", teniendo como área de acero de 27.4 cm²

Con el acero colocado en la columna obtenemos el diagrama de iteraciones

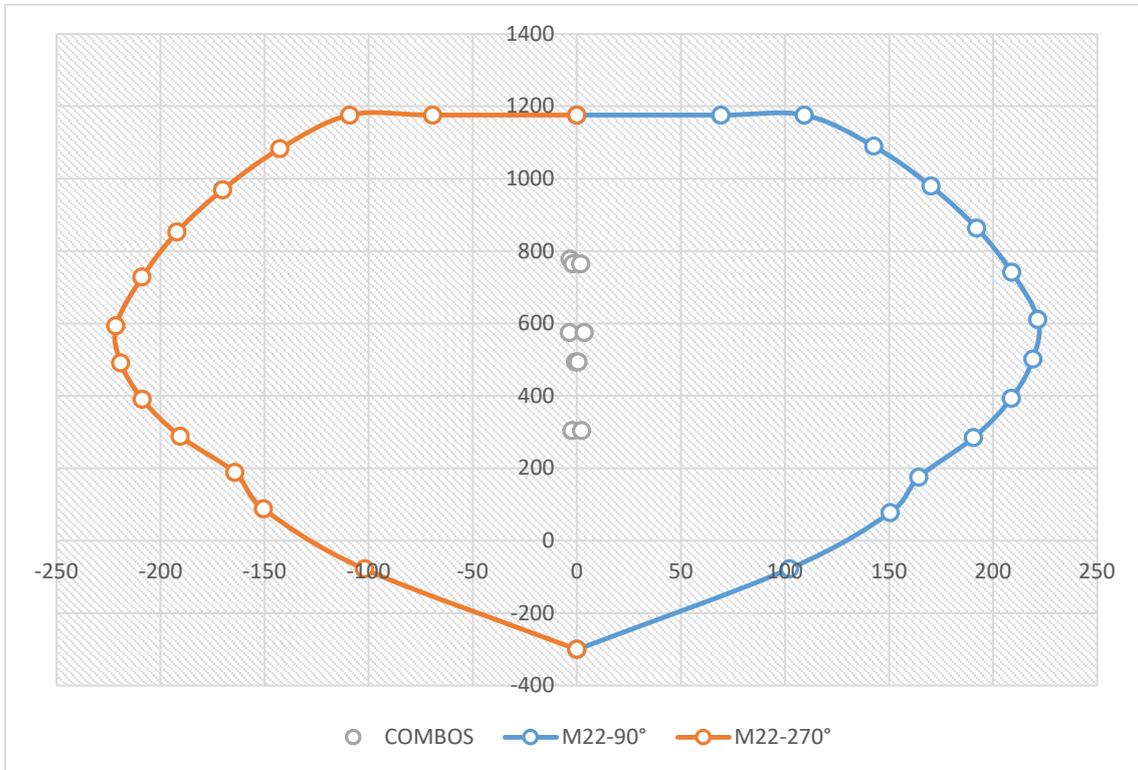


Figura 28: Sismo M22 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

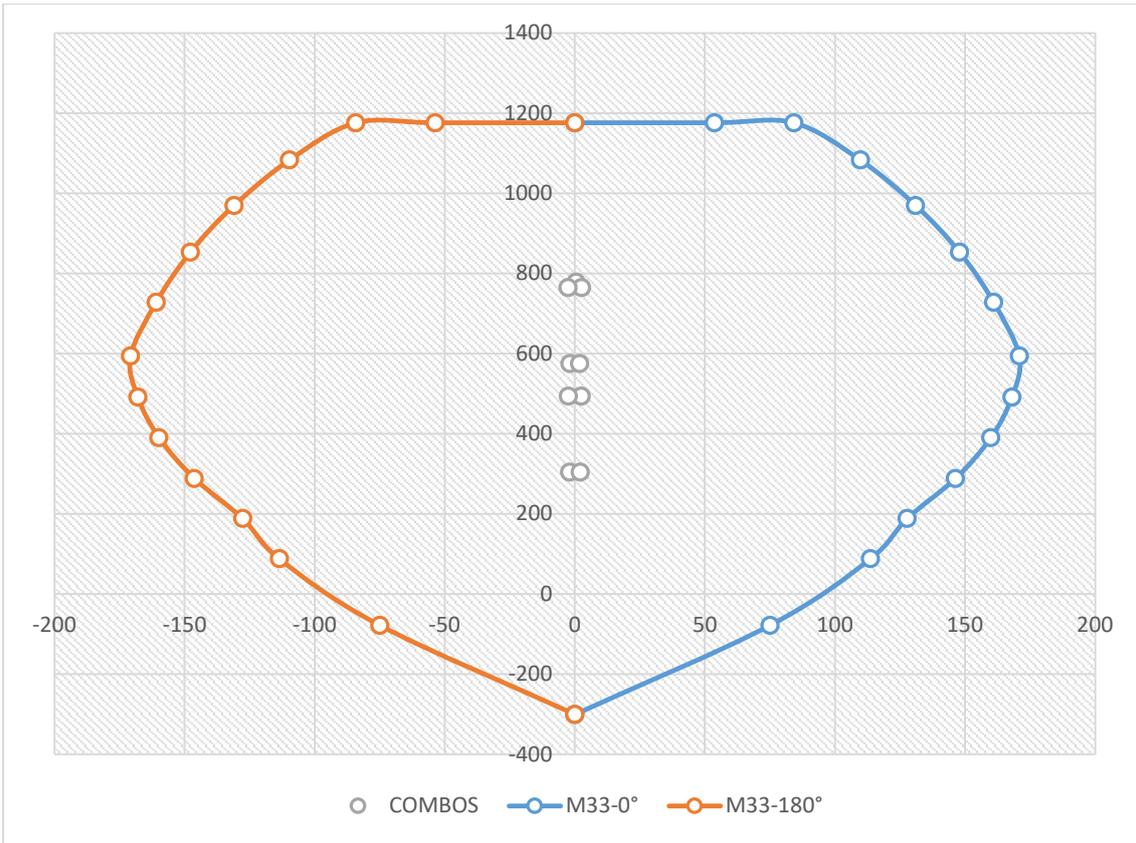


Figura 29: Sismo M33 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

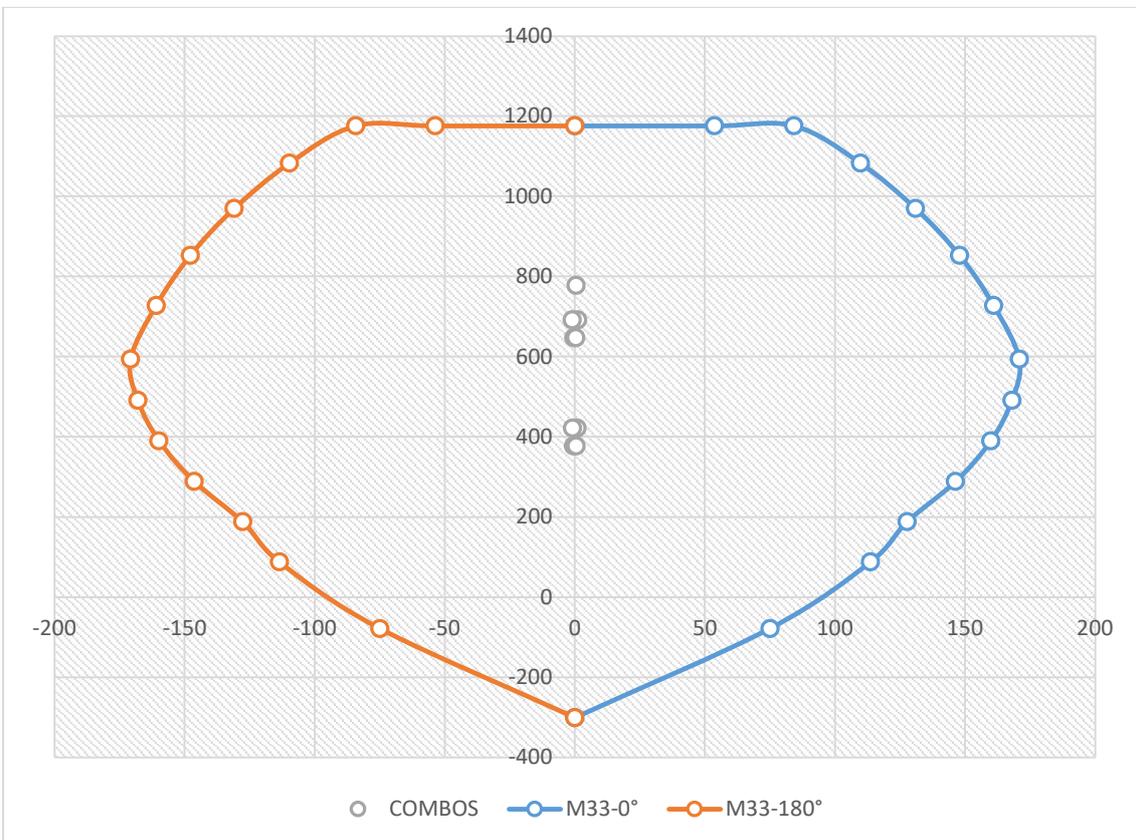


Figura 30: Sismo M33 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

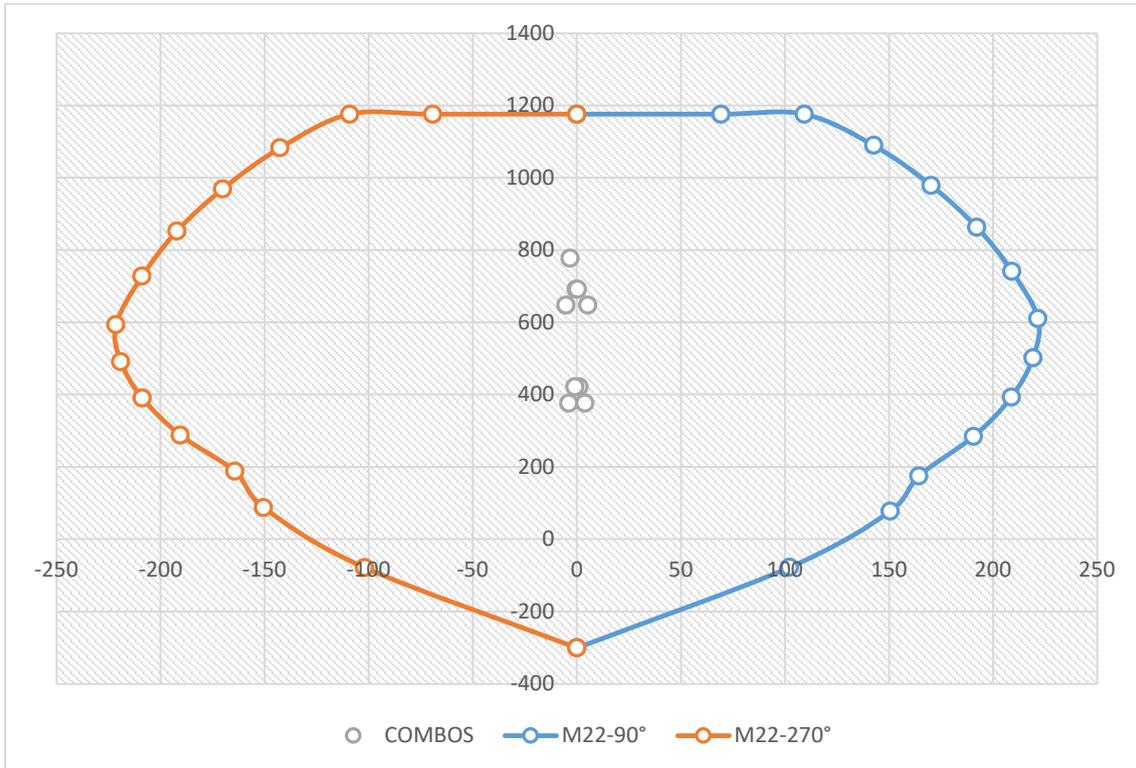
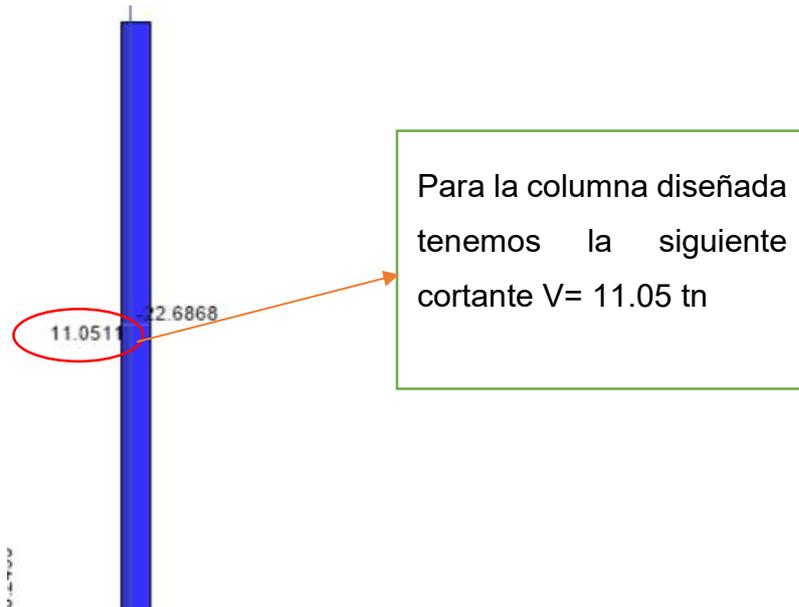


Figura 31: Sismo M22 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Tanto en el diagrama de iteración del eje X como en el diagrama del eje Y observamos que los puntos se encuentran dentro, por lo tanto la distribución del acero será la planteada en la columna.

DISEÑO POR CORTE.



Cortante último de diseño:

$$V_u = 11.05 \text{ tn}$$

Cálculo de la resistencia del concreto al corte:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * A_o$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * (\pi * 35) = 34,130.36 \text{ kg} = 34.13 \text{ tn}$$

Si la resistencia al corte del concreto es mayor a la cortante última se colocará estribos de confinamiento especificadas en la norma E.060:

$$V_u < V_c$$

$$\text{Longitud de zona de confinamiento} = L_n / 6 = 3.00 / 6 = 0.5 \text{ m}$$

La distribución de estribos en la zona de confinamiento es:

- ✓ El primer estribo se ubica a 5 cm. de la cara del nudo.
- ✓ Resto de estribos a $S = 10 \text{ cm}$.

Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento, no es menor a:

- ✓ 16 veces el diámetro de la barra longitudinal de menos diámetro.

✓ La menor dimensión de la sección transversal del elemento.

✓ 30 cm

1□3/8", 1@0.05, 5@0.10, Rest @ 0.20

DISEÑO DE PLACAS.

PLACA	ASCENSOR	
CONFIGURACIÓN DE PLACA	C	m2
NÚMERO DE COLUMNAS	2	und
RECUBRIMIENTOS	0.04	m
F`c	280	kg/cm2
F`y	4200	kg/cm2

De acuerdo al análisis, tenemos los siguientes resultados por los casos de carga muerta, viva, sismo x-x y sismo y-y:

PISOS	PLACA	CARGAS	UBICACIÓN	P	M2	M3
PISO 1	PLACA ASCENSOR	Dead	BASE	- 480.9698	-14.2735	18.1712
PISO 1	PLACA ASCENSOR	Live	BASE	-63.9733	-2.313	2.1996
PISO 1	PLACA ASCENSOR	SISXX Max	BASE	217.8022	208.6307	203.2566
PISO 1	PLACA ASCENSOR	SISYY Max	BASE	96.2428	128.7154	144.3427

Tabla 18: Resultados por casos de cargas diseño por flexocompresión.

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente realizamos las combinaciones de cargas para las dos direcciones tanto en eje X como el eje Y.

COMBINACIONES DE DISEÑO					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.23512	-9.26178	179.31269
SIS XX		1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839025	434.770475	3615.8049
		1.25(CM+CV)-SISXX	1592.338225	-451.146725	-3306.5609
		0.9CM+SISXX	1653.30663	437.33639	3554.10259
		0.9CM-SISXX	852.80583	-448.58081	-3368.26321
SISYY		1.25(CM+CV)+SISYY	2383.161525	1681.95208	799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.015725	-1698.32833	-489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.62913	1684.51799	737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	-1695.76241	-551.66411

Tabla 19: Resultados de combinaciones de cargas.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO XX					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.2351	-9.26178	179.31269
SISXX POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839	434.77048	3615.8049
		1.25(CM+CV)-SISXX	1592.3382	-451.14673	-3306.5609
		0.9CM+SISXX	1653.3066	437.33639	3554.1026

	0.9CM-SISXX	852.80583	-448.58081	-3368.2632
SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	2392.839	-434.77048	-3615.8049
	1.25(CM+CV)-SISXX	1592.3382	451.14673	3306.5609
	0.9CM+SISXX	1653.3066	-437.33639	-3554.1026
	0.9CM-SISXX	852.80583	448.58081	3368.2632

Tabla 20: combinaciones de cargas para el eje X-X.

Fuente: elaboración propia etabs.

SISMO YY					
		COMBINACIONES	P	M22	M33
GRAVEDAD		1.4CM+1.7CV	2292.2351	-9.26178	179.31269
SISYY POSITIVO		1.25(CM+CV)+SISY Y	2383.1615	1681.9521	799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.0157	-1698.3283	-489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.6291	1684.518	737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	-1695.7624	-551.66411
SISYY NEGATIVO		1.25(CM+CV)+SISY Y	2383.1615	-1681.9521	-799.2058
		1.25(CM+CV)-SISYY	1602.0157	1698.3283	489.9618
		0.9CM+SISYY	1643.6291	-1684.518	-737.50349
		0.9CM-SISYY	862.48333	1695.7624	551.66411

Tabla 21: combinaciones de cargas para el eje Y-Y.

Fuente: elaboración propia etabs.

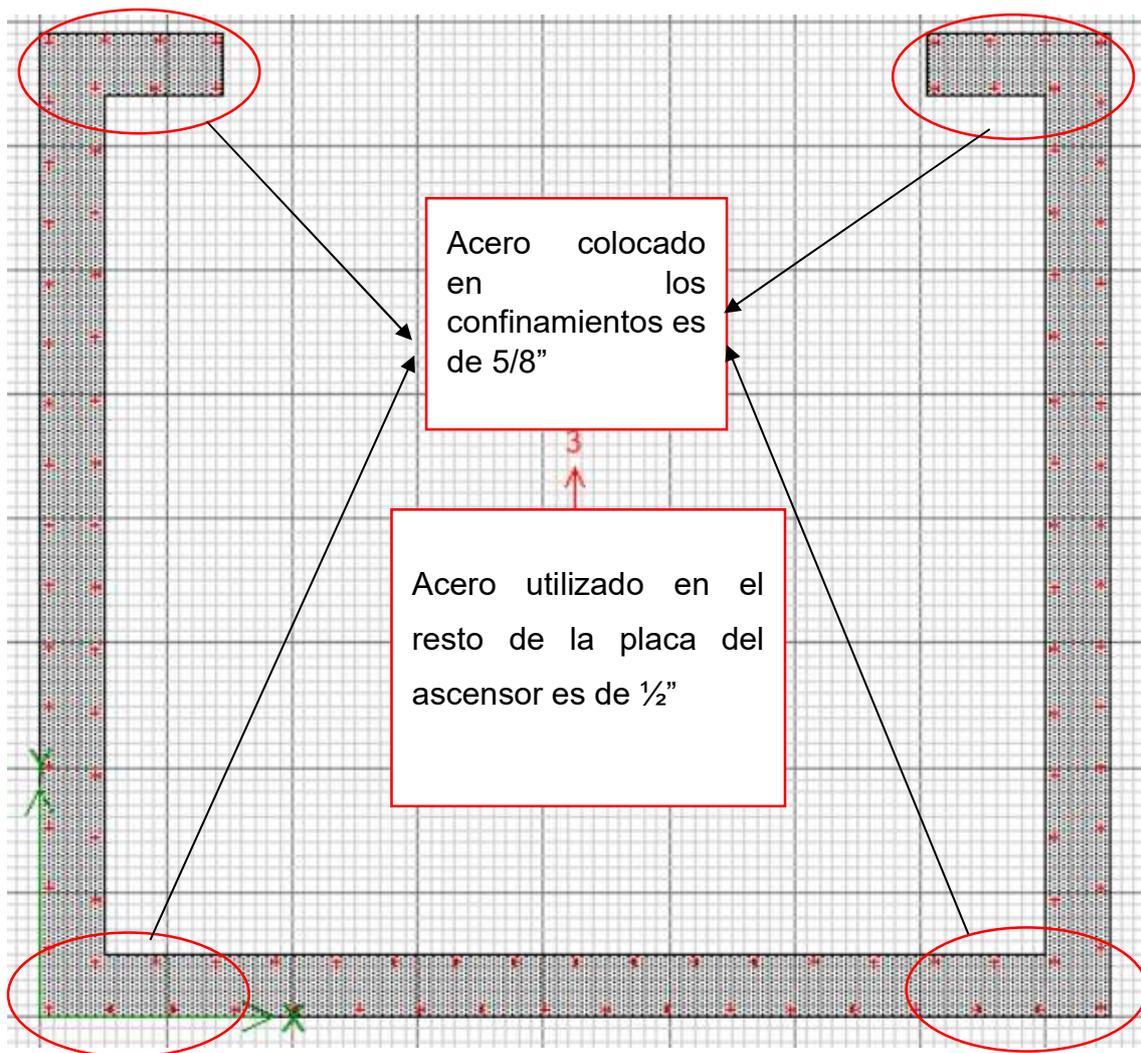


Figura 32: Detalle de acero propuesto en la placa a diseñar.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Con el acero colocado en la placa del ascensor obtenemos el diagrama de iteraciones.

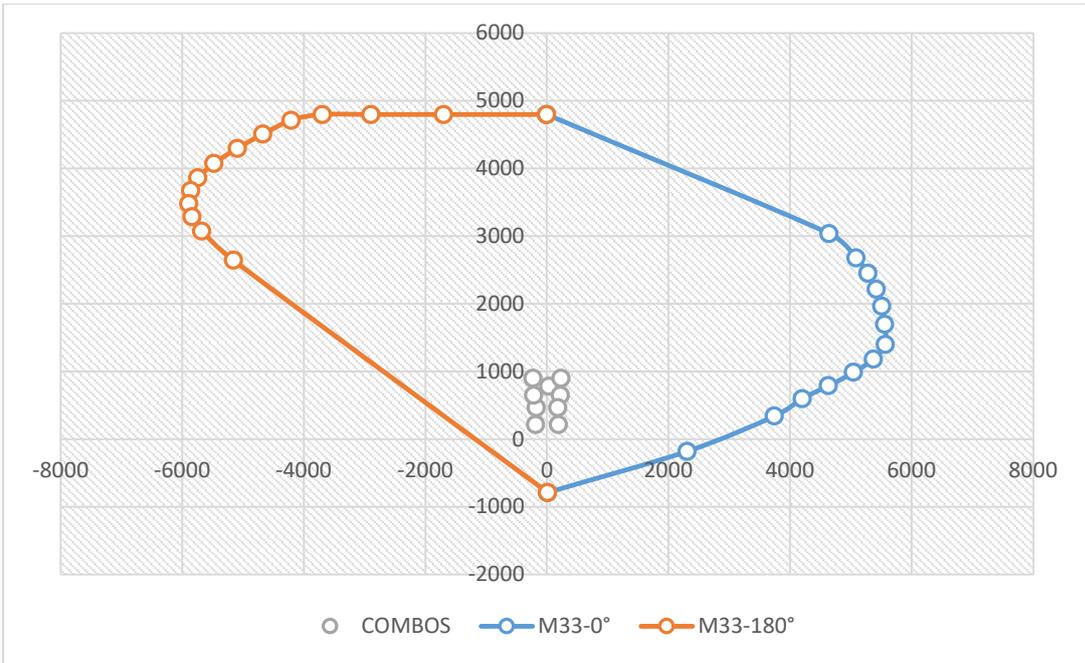


Figura 33: Sismo M33 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

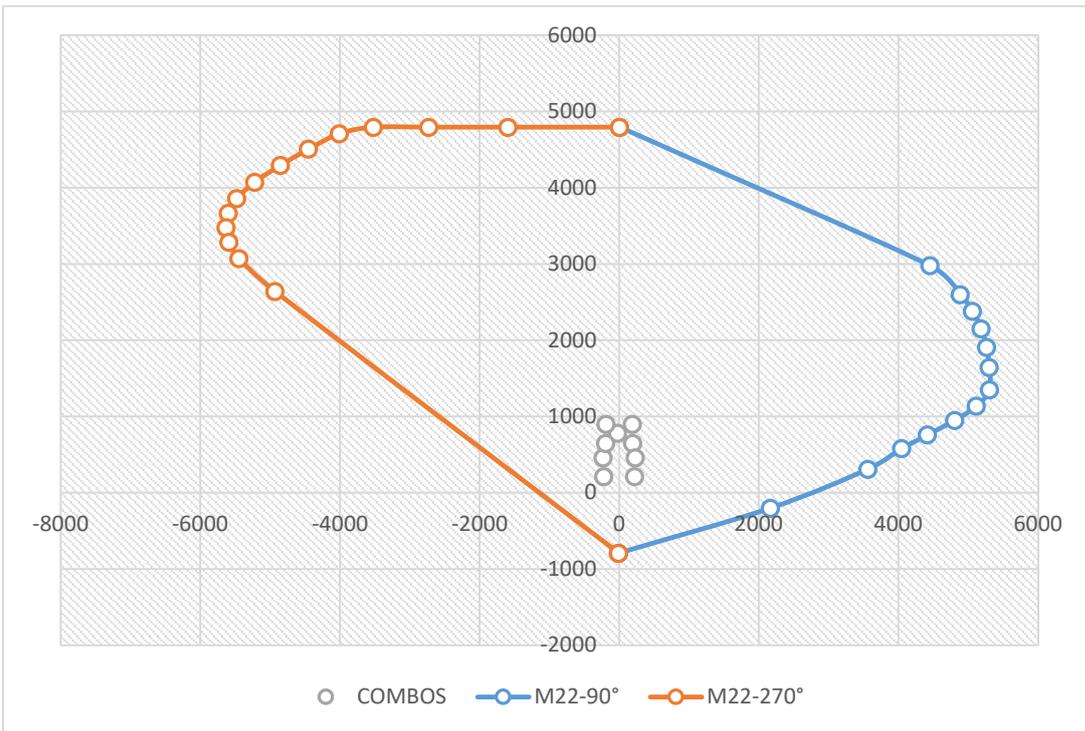


Figura 34: Sismo M22 eje X-X.

Fuente: Elaboración propia etabs.

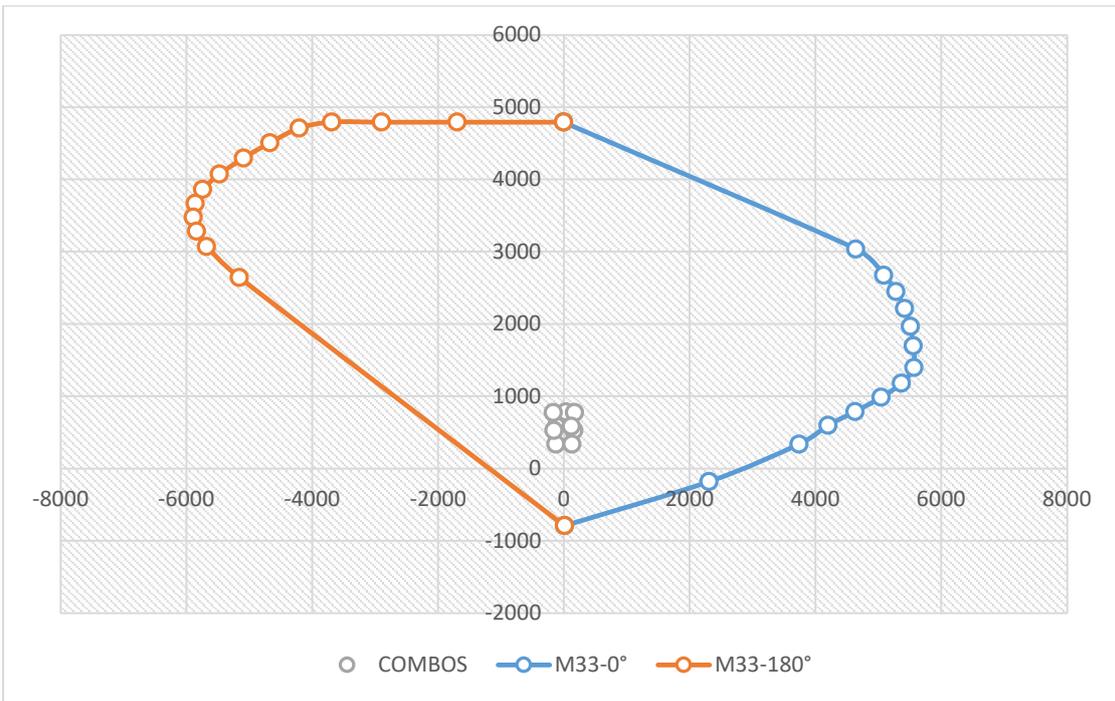


Figura 35: Sismo M33 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

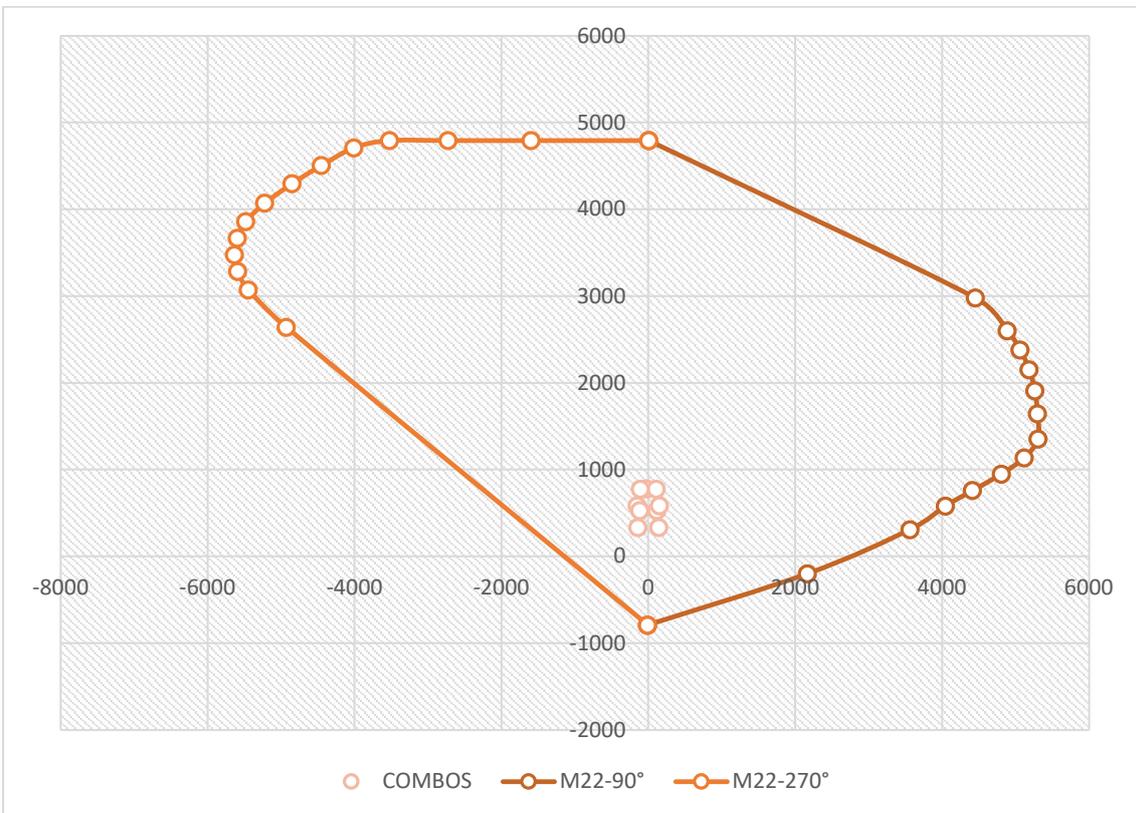


Figura 36: Sismo M22 eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
DBE (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)
PISO 1	20.00	16.39	11.60	15.99	16.44	17.07	15.72	
PISO 2	196.23	161.49	113.88	155.61	157.36	165.04	160.28	
PISO 3	352.77	286.53	200.79	273.14	273.90	285.91	291.98	
PISO 4	475.35	372.55	259.34	349.56	348.99	378.57	397.97	
PISO 5	593.21	429.98	309.82	388.87	386.73	458.29	487.19	
PISO 6	700.18	484.79	383.11	449.75	409.39	582.79	536.68	
PISO 7	820.20	496.26	396.12	465.12	429.32	621.15	602.21	

Análisis tiempo historia

Se realizó el escalamiento de los registros sísmicos de Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007 y se llegó a la conclusión que el registro de Ica del 2007 es el que trabaja para el edificio en análisis.

Tabla 22: Espectro tiempo historia.

Fuente: elaboración propia etabs.

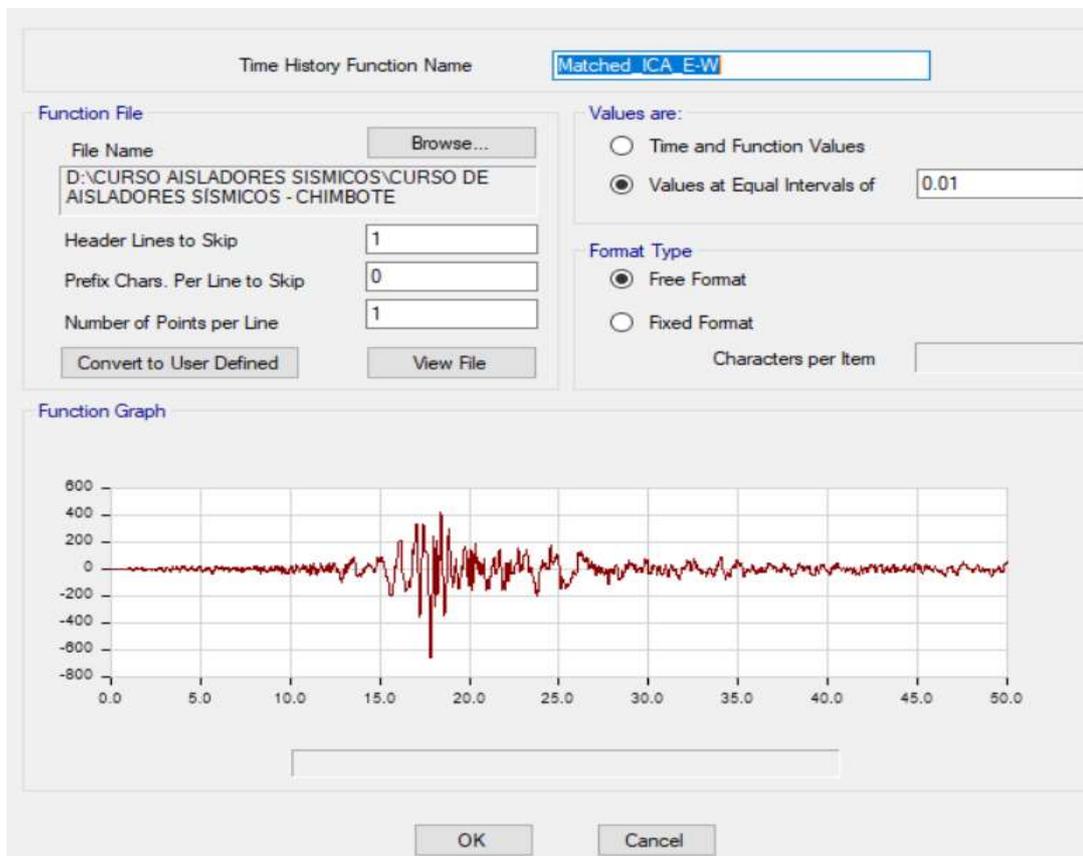


Figura 37: análisis tiempo historia Norte y Sur Ica 2007.

Fuente: Elaboración propia etabs.

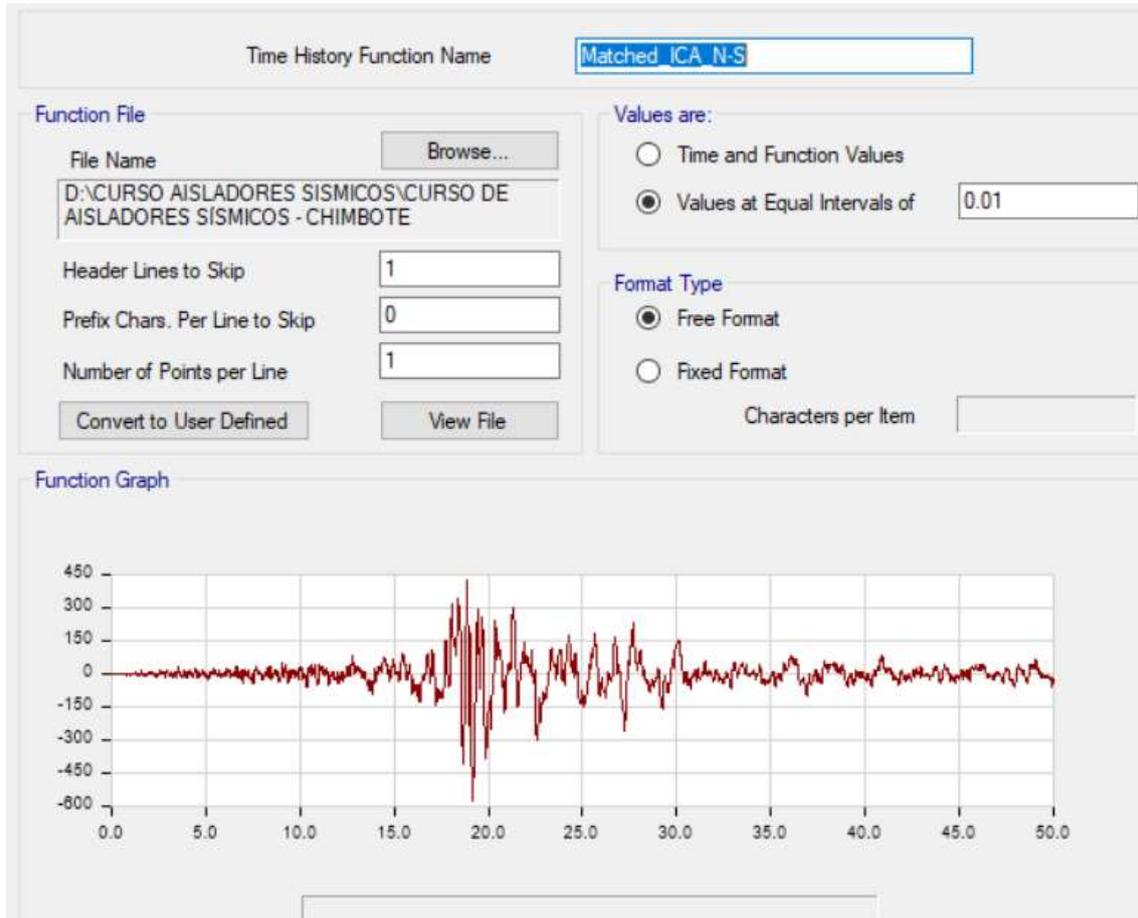


Figura 38: análisis tiempo historia Este y Oeste Ica 2007.

Fuente: Elaboración propia etabs.

DISEÑO DE AISLADOR SÍSMICO SISTEMA DE PLACAS

R= 6

PESO DE LA EDIFICACIÓN

WT 101292.89 KN

NÚMERO DE PUNTOS.

Nrb= 48.00 ais

PESO POR COLUMNA O APOYO

Wrb= 4052.21 KN

PERIODO DE LA EDIFICACIÓN

$$T_{fb} = 0.70 \text{ sg}$$

SEGÚN LA IBC - DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO

$$S_{d1} = 0.56$$

PERIODO PRELIMINAR DEL AISLAMIENTO

$$T_{dpre} = 3 * T_{fb} = 2.10 \text{ sg}$$

PARÁMETROS DE 2.5 A 3 segundos

$$T_{dpre} = 2.50 \text{ sg}$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN PARA BASE AISLADA

Ri

$$R_i = 2 \text{ si } 3 * R / 8 > 2$$

$$R_i = 2.25$$

$$R_i = 2$$

FRACCION DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO -- ASUMIDO

$$B_d = 0.15$$

FACTOR DE REDUCCIÓN DE AMORTIGUAMIENTO

$$B = 1.38068$$

MÓDULO DE CIZALLAMIENTO DEL CAUCHO G

$$G = 415.00 \text{ Kp}$$

MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD DEL CAUCHO

$$k = 2000000.00 \text{ Kp}$$

DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO

$$D_d = D_d = 0.25 \text{ m}$$

U1	Z
U2	X
U3	Y
LINEAL	u2,u3
K eff=	2609.17 kN/m
PROPIEDADES PARA EL, CASO NO LINEAL	
Ku LRB =	7891.08 kN/m
RIGIDEZ POST FLUENCIA	
kp LRB=	912.81 kN/m
RATIO DE RIGIDEZ POST FLUENCIA	
kp LRB/ Ku lrb	0.115676048
Fy	68.10 KN

Tabla 23: Propiedades de los aisladores.

Fuente: Elaboración propia.

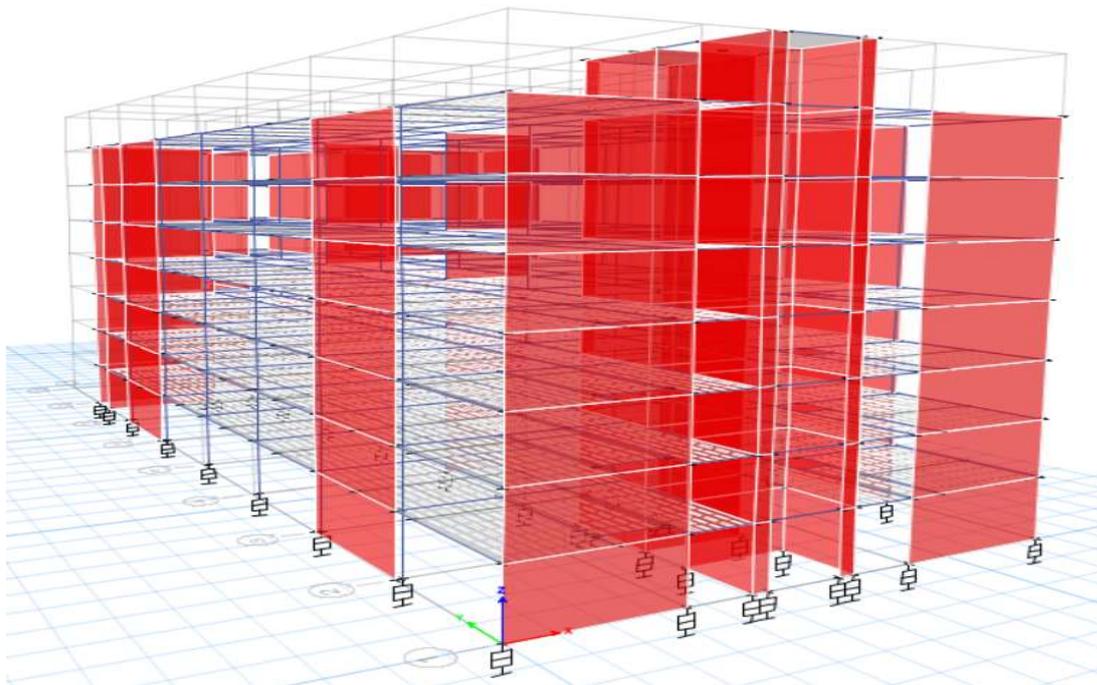


Figura 39: Modelo edificio aislado.

Fuente: Elaboración propia etabs.

ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN.

Los modos de vibración dependen de la rigidez y la distribución de masas de la edificación. Cada modo de vibración está asociado a 3 grados de libertad por piso (traslación en el eje X-X, traslación en el eje Y-Y y rotación en el eje Z-Z) y con su correspondiente periodo fundamental de estructura.

En la siguiente tabla se muestra los modos de vibración más importantes del edificio en cada dirección de análisis, con sus respectivos periodos y porcentajes de masa participante.

En el primer modo de vibración con base aislada se muestra un modo de 2.325 con traslación en Y-Y.

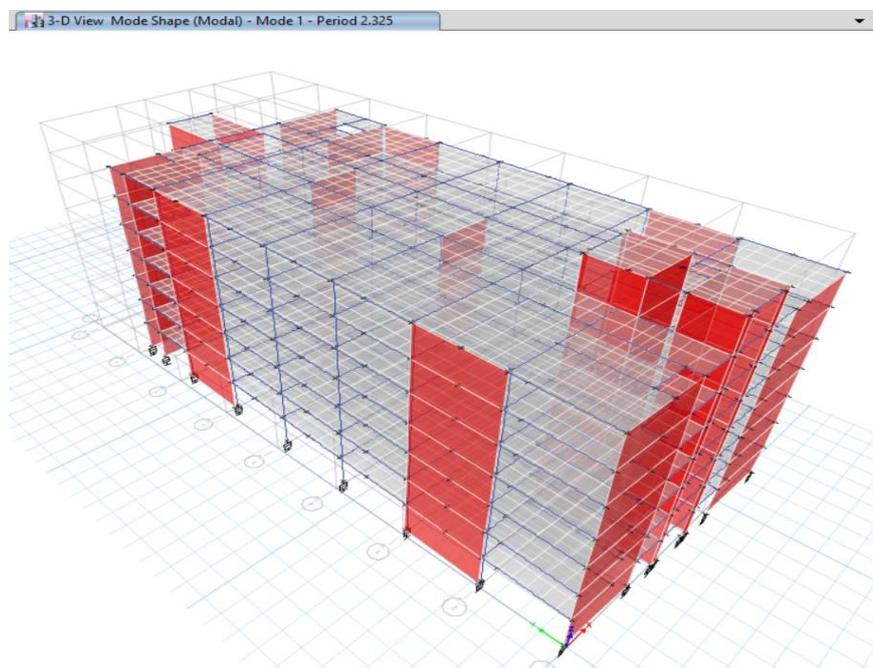


Figura 40: Primer modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 2.162 con traslación en X-X.

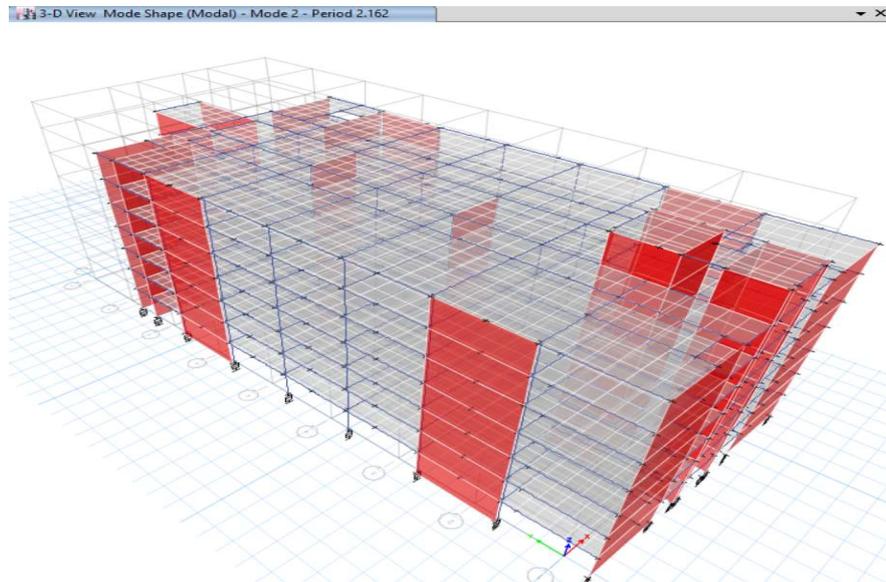


Figura 41: Segundo modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer modo de vibración con base empotrada se muestra un modo de 1.869 con rotación en Z-Z.

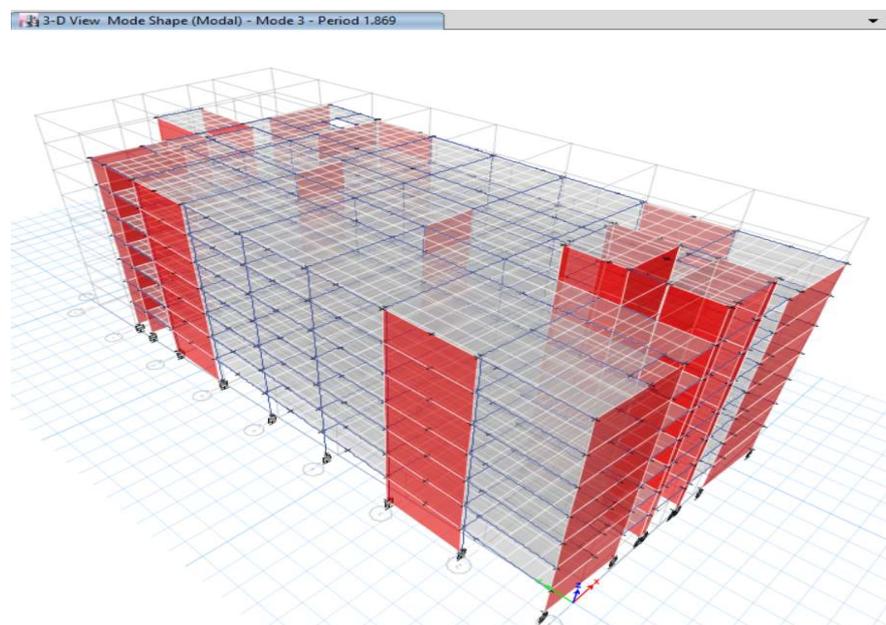


Figura 42: tercer modo de vibración en la edificación con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	2.325	0.43	2.7025	7.3038
Modal	2	2.162	0.463	2.9063	8.4468
Modal	3	1.869	0.535	3.3623	11.3054
Modal	4	0.363	2.752	17.293	299.0462
Modal	5	0.336	2.977	18.704	349.8409
Modal	6	0.254	3.937	24.7347	611.8056
Modal	7	0.073	13.751	86.4031	7465.493
Modal	8	0.071	14.108	88.641	7857.2328
Modal	9	0.054	18.364	115.3826	13313.1453
Modal	10	0.037	26.719	167.878	28183.0278
Modal	11	0.037	26.846	168.6765	28451.762
Modal	12	0.03	33.52	210.6126	44357.6612
Modal	13	0.027	37.515	235.7124	55560.3558
Modal	14	0.026	38.352	240.9699	58066.5081
Modal	15	0.025	39.547	248.4816	61743.1026
Modal	16	0.021	46.713	293.5076	86146.7204
Modal	17	0.021	46.863	294.447	86699.0535
Modal	18	0.02	49.034	308.0922	94920.8168
Modal	19	0.019	51.787	325.3847	105875.231
Modal	20	0.019	53.276	334.74	112050.853
Modal	21	0.019	53.947	338.9574	114892.135

Tabla 24: periodos de la estructura con base aislada.

Fuente: elaboración propia.

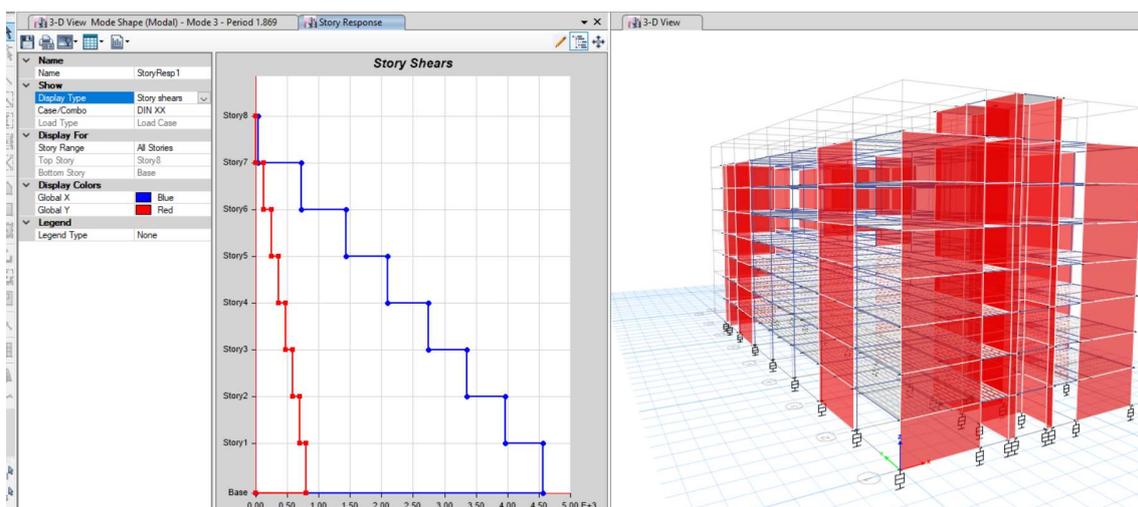


Figura 43: Fuerza cortante en eje X-X

Fuente: Elaboración propia etabs.

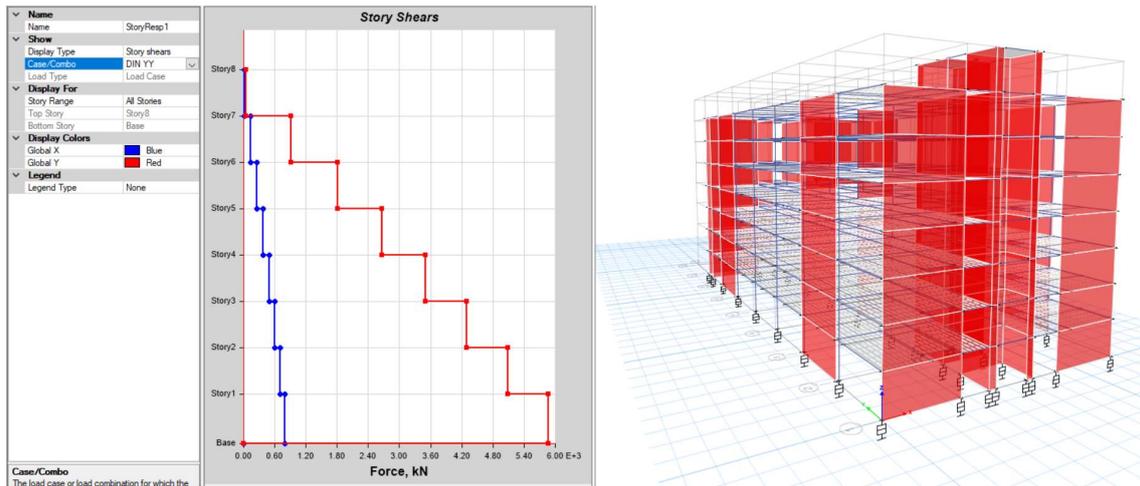


Figura 44: Fuerza cortante en eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia etabs.

DERIVAS DE LA ESTRUCTURA CON BASE AISLADA

PISOS	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA XX Max	X	0.002827	53	12.4	48	19.8
PISO 6	DERIVA XX Max	X	0.00301	53	12.4	48	17
PISO 5	DERIVA XX Max	X	0.003202	53	12.4	48	14.2
PISO 4	DERIVA XX Max	X	0.003389	53	12.4	48	11.4
PISO 3	DERIVA XX Max	X	0.003528	53	12.4	48	8.6
PISO 2	DERIVA XX Max	X	0.003571	53	12.4	48	5.8
PISO 1	DERIVA XX Max	X	0.003543	53	12.4	48	3

Tabla 25: Control de derivas X-X en estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

PISOS	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA YY Max	Y	0.002286	27	20.8	36	19.8
PISO 6	DERIVA YY Max	Y	0.002452	27	20.8	36	17
PISO 5	DERIVA YY Max	Y	0.003624	27	20.8	36	14.2
PISO 4	DERIVA YY Max	Y	0.003797	27	20.8	36	11.4
PISO 3	DERIVA YY Max	Y	0.003944	27	20.8	36	8.6
PISO 2	DERIVA YY Max	Y	0.003029	27	20.8	36	5.8
PISO 1	DERIVA YY Max	Y	0.003137	28	20.8	42	3

Tabla 26: Control de derivas Y-Y en estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el sistema de aislación planteado para la estructura analizada cumple con los desplazamientos de diseño calculados anteriormente dando como resultado la conformidad de este sistema de aislamiento para la edificación analizada, procediendo así al diseño de la súper estructura.

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

Después de finalizar el diseño del aislador pasaremos al diseño de los elementos estructurales en donde la anterior estructura del sistema de aislamiento debe ser diseñada y construida para soportar una fuerza de corte mínima, V_s , utilizando todos los requisitos adecuados para una estructura no aislada.

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL.

Para el hospital María auxiliadora se determinó la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración obtenidos, dicha respuesta máxima también puede estimarse mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo.

Por otro lado, la fuerza cortante mínima en la base no será menor al 80% de la fuerza obtenida del análisis estático por ser una estructura regular, de acuerdo a lo indicado en la norma E.030.

Cuadro de resumen de parámetros para análisis sísmico.

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sísmica =	Z3
Categoría =	C

Z	0.45		
T _p (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S"=	1.05		
Factor de Uso "U"=	1.5		
R _x	7		
R _y	7		

T	C
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286

1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48
2.6	0.443787
2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

Tabla 26: Espectro de respuesta de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

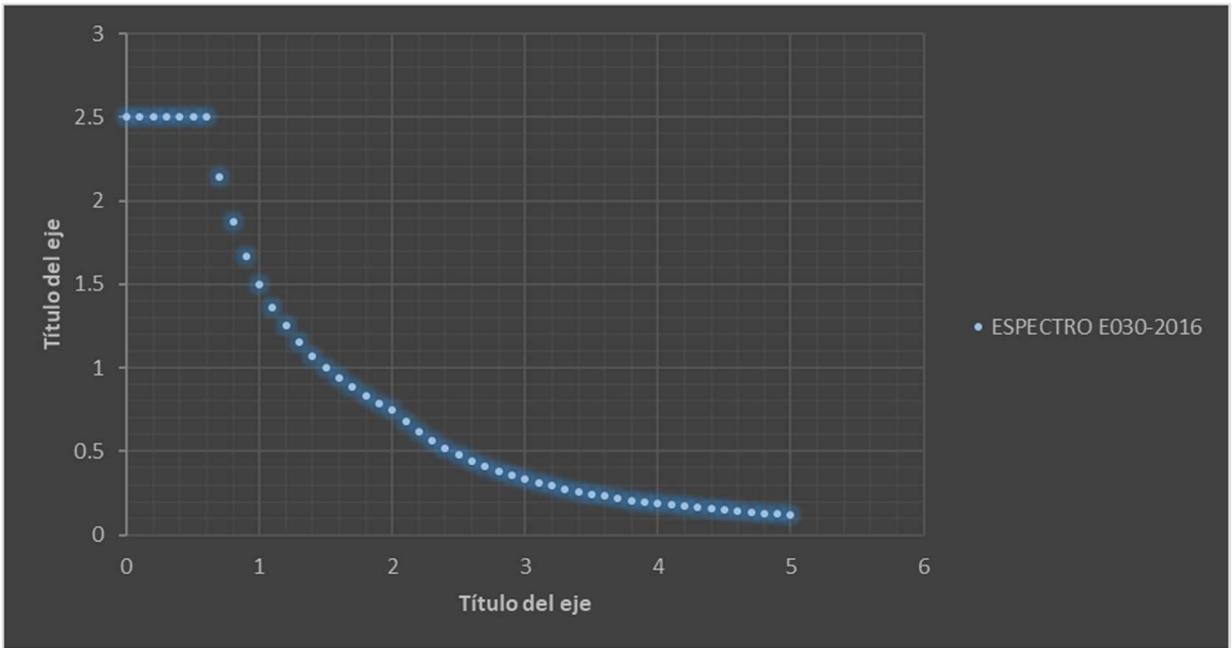
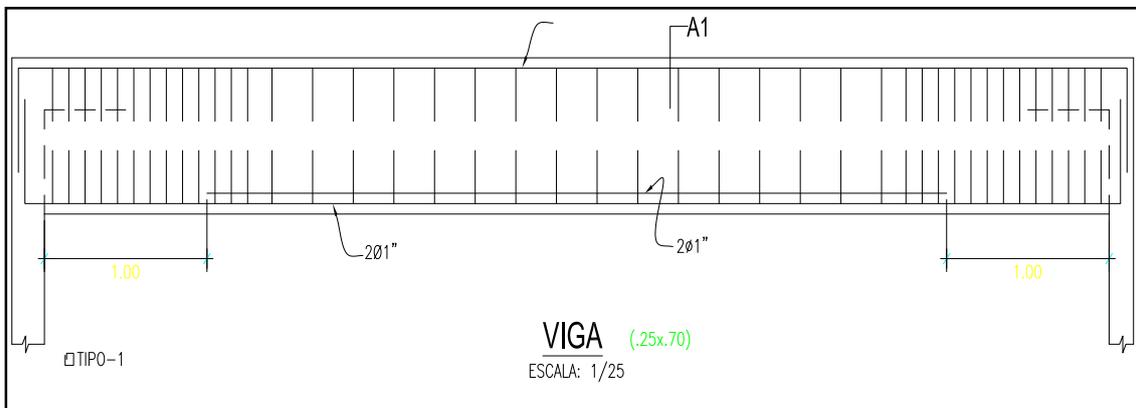


Figura 45: Espectro de respuesta de la edificación.

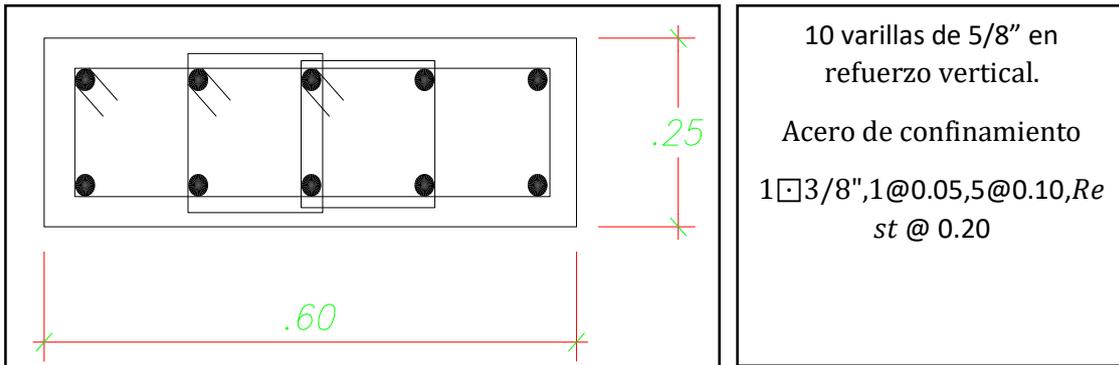
Fuente: Elaboración propia.

Finalizando el análisis estático y dinámico podemos realizar el diseño de la superestructura, tanto en vigas, columnas.

DISEÑO DE VIGAS



DISEÑO DE COLUMNAS



DETALLADO DE AISLADOR SÍSMICO LRB

Si bien el diseño propiamente dicho de la geometría y características mecánicas de los aisladores fue previamente expuesto, dejamos para esta parte los detalles estructurales del correcto anclaje de los aisladores a la estructura para que de esta forma puedan desempeñar su función dentro de la misma.

Estos detalles dependen del tipo de aislador a usarse, ya que varían entre fabricantes, para nuestro caso en particular se utilizó aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de la empresa BRIDGESTONE (seismic isolation product line -up) por ser una empresa de amplia experiencia en la fabricación de los mismos, además que se hizo uso de sus recomendaciones para el predimensionamiento y diseño de nuestros aisladores.

Finalmente tenemos los siguientes resultados y dimensiones del aislador sísmico

Do=	57	cm	Diámetro exterior.
Di=	15	cm	Diámetro interior.
c. de goma	32	und	Número de capas de goma.
tr=	0.8	cm	Espesor de capa goma.
ts=	0.2	cm	Espesor de capa acero.
L=	62	cm	Long. placa cuadrada.

t=	2.5	cm	Espesor de placa.
N pernos	8	und	Número de pernos.
Ø perno	2.7	cm	Diámetro de perno.
Tr=Σtr=	24	cm	Espesor total de capa de g.
H=	37	cm	Altura total del aislador.

Tabla 27: Detalles finales del aislador.

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

Habiendo realizado por separado el análisis y diseño estructural de cada caso, se comparó respuesta sísmica, disminución de derivas, diferencia de costo, diferencia entre secciones de elementos estructurales tales como columnas, pacas.

4.1. Resultados de la diferencia de garantía de seguridad diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

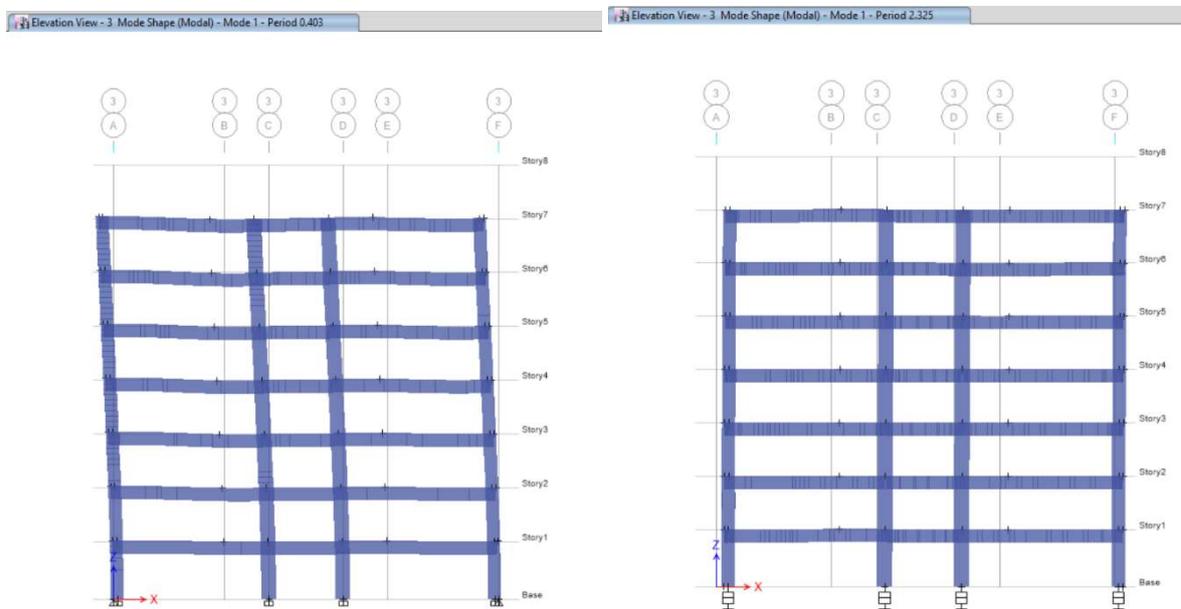


Figura 46: comparativo de modos de vibración de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la siguiente **figura 46** Podemos observar que los desplazamientos en la edificación con base empotrada son más vulnerables en los pisos superiores llegando a un máximo de 0.403, en cambio en la edificación con base aislada es de 2.32 la cual son desplazamientos homogéneos, eso implica que es casi igual el desplazamiento en todos los pisos.

4.2. Resultados del comportamiento de diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

El comportamiento estructural se verifica de acuerdo a los desplazamientos de la edificación, a continuación, mostraré los desplazamientos de ambos sistemas estructurales.

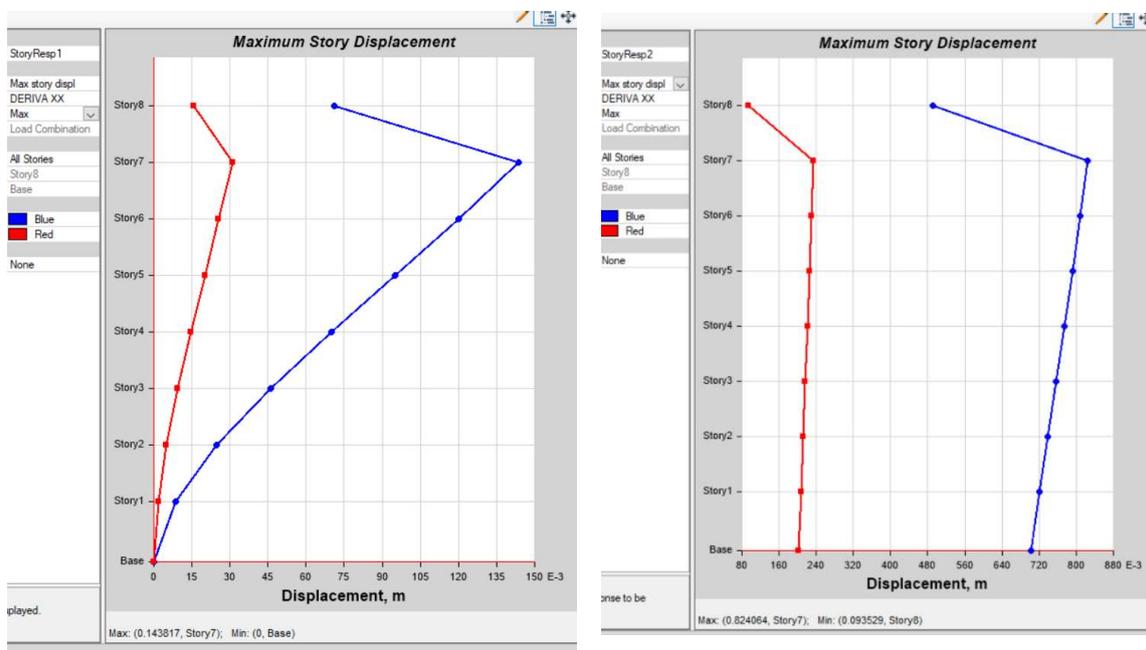


Figura 47: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje X-X.

Fuente: Elaboración propia.

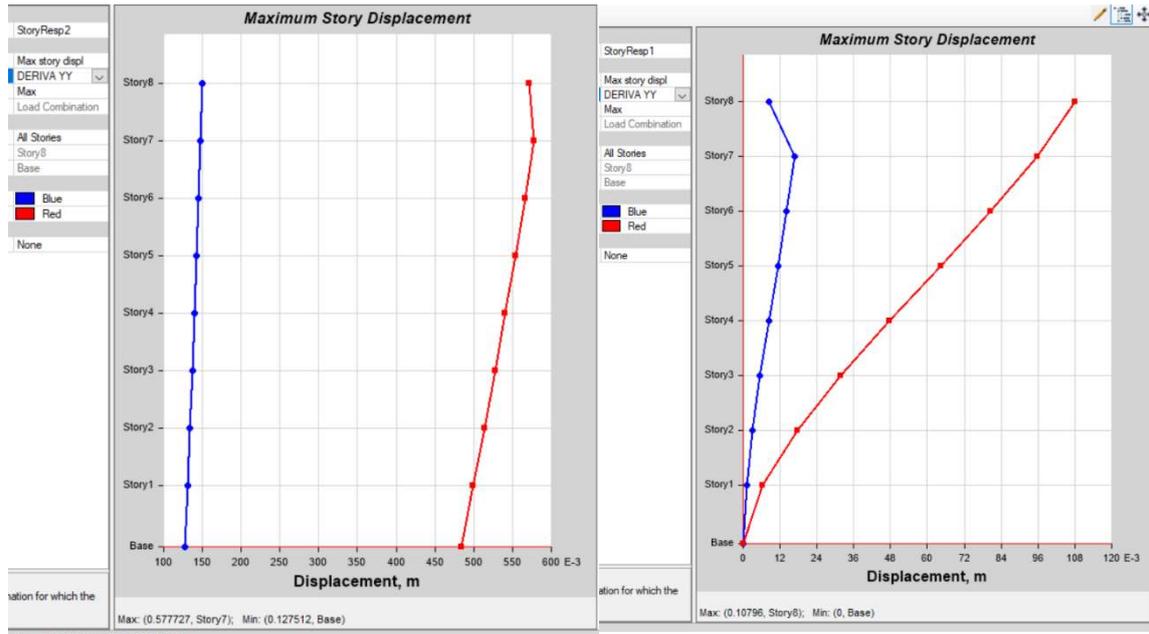


Figura 48: comparativo de desplazamientos de la edificación de base empotrada y base aislada en el eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El sistema de aislamiento reduce un 25% las fuerzas del sismo, eso implica que es una estructura más segura ante cualquier evento telúrico.

4.3. Resultados de las diferencias de distorsiones del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

PISOS	Deriva Convencional	Deriva Aislado	Lim. Distorsión E0.30	Reducción de drift %
PISO 7.	0.006522	0.002827	0.007	56%
PISO 6	0.006915	0.00301	0.007	46%
PISO 5	0.006992	0.003202	0.007	46%
PISO 4	0.006606	0.003389	0.007	35%
PISO 3	0.006585	0.003528	0.007	23%
PISO 2	0.005781	0.003571	0.007	12%
PISO 1	0.002886	0.003543	0.007	0%

Tabla 28: Comparativo de derivas – Eje X-X.

Fuente: Elaboración propia

PISOS	Deriva Convencional	Deriva Aislado	Lim. Distorsión E0.30	Reducción de drift %
PISO 7.	0.005485	0.002286	0.007	55%
PISO 6	0.00582	0.002452	0.007	48%
PISO 5	0.005928	0.003624	0.007	45%
PISO 4	0.005722	0.003797	0.007	34%
PISO 3	0.005103	0.003944	0.007	22%
PISO 2	0.003974	0.003029	0.007	11%
PISO 1	0.002131	0.003137	0.007	0%

Tabla 29: Comparativo de derivas – Eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La norma peruana establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso de la edificación convencional la deriva máxima es de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente y en el caso de la edificación aislada es de 3.5‰ y 3.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles.

4.4. Resultados de la diferencia de costo del diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional.

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	CONCRETO SIMPLE	20,242.05
02	CONCRETO ARMADO	2,325,125.05
02.02	COLUMNAS	425,125.00
02.03	PLACAS	328,125.33
02.04	VIGAS NIVEL 1° - 8°	358,325.68
COSTO DIRECTO		3,456,943.10

Habiéndose concluido con el diseño de las estructuras, se procede a realizar una comparación y un cálculo del porcentaje de variación del costo directo en elementos estructurales tales como cimentación, columnas, placas y vigas. Para lo cual se tuvo que realizar un metrado y posterior presupuesto.

Tabla 30: Resumen de presupuesto – estructura convencional.

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	CONCRETO SIMPLE	20,242.05
02	CONCRETO ARMADO	2,325,125.045
02.02	COLUMNAS	425,125
02.03	PLACAS	328,125.325
02.04	DADOS DE CONCRETO	458,526.325
02.05	VIGAS PISO TÉCNICO	55,741.03
02.06	VIGAS NIVEL 1° - 8°	358,325.68
03	AISLADORES SÍSMICOS	311,120.55
COSTO DIRECTO		4,282,331.01

Tabla 31: Resumen de presupuesto – estructura con base aislada.

Fuente: Elaboración propia.

C.D. estructura convencional	C.D. estructura aislada	Incremento de costo S/.	Incremento de costo %
S/. 3,456,943.10	S/. 4,282,331.01	S/.825,387.91	8.95%

Tabla 32: Comparativo del costo directo de ambas estructuras.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 32 se observa que el costo directo de la estructura convencional es de S/. 3,456,943.10, y en el costo directo de la estructura aislada S/. 4,282,331.01, teniendo un incremento de S/.825,387.91.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

De los resultados obtenidos luego de haber realizado la investigación correspondiente y basándonos en los antecedentes recopilados, en las normativas nacionales e internacionales y los cálculos matemáticos para el diseño de los aisladores sísmicos, se precisa lo siguiente:

Flores y Valdivia en su tesis titulada Diseño estructural de un hotel de concreto armado afirman que el uso de aisladores sísmicos le da un mejor comportamiento a la edificación, la cual presenta un desplazamiento de 0.52 seg en la edificación, en mi tesis de investigación he obtenido un desplazamiento de 0.403 seg en la edificación con base fija de 7 pisos.

Aguilar en su tesis respuesta torsional de edificios sísmicamente aislados en el Perú, las distorsiones de los edificios sísmicamente aislados reducen entre un 20 al 25 %, en mi proyecto de edificación con aisladores sísmicos tiene un mejor comportamiento debido a que reduce notablemente las distorsiones de entrepiso en un 25% aproximadamente, esa diferencia hace que la estructura tenga un mejor comportamiento ante un evento sísmico ya sea severo o moderado.

Los parámetros que establece la norma peruana, la cual tiene como límite en la deriva de 7‰. En el caso de la edificación convencional la deriva máxima es de 6.9‰ y 5.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente y en el caso de la edificación aislada es de 3.5‰ y 3.9‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de las distorsiones de entrepiso permisibles, es por ello que la edificación con base aislada tiene un mejor comportamiento debido a que los aisladores absorben gran cantidad de las fuerzas sísmicas.

Según Leyton en su tesis implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú, mencionó que la edificación con base aislada en el presente proyecto, se encontró un incremento del 6.1% del costo directo del proyecto con aisladores; entonces, se puede asumir que el presupuesto de obra vea también un incremento en torno a ese porcentaje, en mi proyecto de investigación la edificación aislada resultó más costosa por S/. 825,387.91 equivalente a un 8.95%, en comparación con la edificación convencional, por el incremento de un piso técnico, así mismo 43 unidades de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB) conjuntamente con sus respectivos dados de concreto superior en inferior. Sin embargo, este incremento es justificado con la importancia de su funcionalidad durante y después de un evento sísmico de gran magnitud y adicionando la protección del equipamiento que llegan a ser grandes inversiones, ya que la función de la edificación es hospitalaria, fortaleciendo la hipótesis establecida e información recabada.

VI. CONCLUSIONES

Concluyo que la edificación con base aislada brinda mejor seguridad, ya que reduce notablemente las fuerzas sísmicas, presentando desplazamientos homogéneos de 2.32 y eso impide la deflexión de los elementos verticales, lo que en la edificación con base empotrada presenta desplazamientos de 0.403 lo cual se denominan grandes deformaciones.

Se concluye que el comportamiento de la edificación con aisladores en la base es verticalmente rígido y horizontalmente flexible, el mismo que reduce el 25% del sismo, respecto a la edificación con base fija o empotrada.

Concluyo que las distorsiones de cada uno de los sistemas estructurales tienen resultados distintos debido a que la edificación con base aislada posee distorsiones de entre 3.5 al 3.9, la cual es favorable para los elementos

estructurales verticales ya que no presentan grandes deformaciones, por otro lado, la edificación con base fija o empotrada presentan distorsiones de 5.9 a más y que pueden someter a la estructura a presentar grandes deformaciones, llegando así a una falla estructural.

Se concluye que la edificación con base aislada es más costosa ya que aumenta un piso que sirve para separar los pedestales de la estructura y también aumenta su costo con los dispositivos de aislación, además por la disminución de las secciones de los elementos estructurales. todo es costo es aproximadamente 8.95%.

VII. **RECOMENDACIONES**

Se deberá realizar investigaciones más profundas sobre temas de aislación sísmica e implementar mejor la norma E.031 de aislamiento sísmico para cumplir las distorsiones que demandan.

Se recomienda dictar cursos en la universidad para tener conceptos más claros y reales sobre el desarrollo de los aisladores sísmicos y poder implementar con mayor seguridad y claridad en el país.

El Perú deberá incrementar el uso de aisladores sísmicos debido a que se encuentra en una zona altamente sísmica llamada cinturón de fuego del pacífico, para reducir los daños ocasionados por los sismos.

Utilizar diferentes dispositivos de aislación sísmica que ofrece el mercado y poder verificar cual tiene mejor comportamiento y durabilidad y comparar precios de acuerdo a su durabilidad.

Realizar el análisis de la estructura con diferentes programas computacionales, corroborados con un manual como guía y ver cuál de ellos se aproxima más a los resultados obtenidos.