



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, Trujillo-La Libertad

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

AUTORAS

Cecia Sadith Domínguez García: (0000-0003-1638-083X)

Briseyda Peña Díaz: (0000-0002-1296-2034)

ASESORES:

Dr. Ing. Alan Yordan Valdivieso Velarde: (000-0002-8179-2809)

Mg. Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova: (0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Trujillo – Perú
2019

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo, en primer lugar, a Dios, por iluminarme cada día, a mí madre, ya que gracias a sus consejos, valores y motivación constante me han permitido ser una persona de bien, cuyo esfuerzo ha hecho posible este logro y por el apoyo que me brindó durante tantos años de estudios, por su cariño y comprensión.

Cecia Sadith Domínguez García

Este trabajo de investigación es dedicado a Dios, y a mis padres como muestra de mi más profundo amor por darme la vida y por brindarme su constante apoyo para poder desarrollarme como profesional.

Briseyda Peña Díaz

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento eterno a Dios, a nuestros padres, familiares, amigos y a todos que de una u otra manera contribuyeron para que lográsemos concluir este proyecto de investigación.

Cecia Sadith Domínguez García

Briseyda Peña Díaz

PÁGINA DEL JURADO

Ing. Santos Hilbe Rojas Salazar
Presidente

Ing. Marlos Farfán Córdova
Secretario

Ing. Alan Yordan Valdivieso Velarde
Vocal

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotras, Cecilia Sadith Domínguez García identificada con DNI N° 73102232, y Briseyda Peña Díaz identificada con DNI N° 46498815, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, y a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 16 de julio del 2019

Cecilia Sadith Domínguez García

Briseyda Peña Díaz

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MÉTODO	10
2.1 Tipo y Diseño de investigación.....	10
2.2 Variables, Operacionalización	12
2.3 Población, muestra.....	14
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	14
2.5 Procedimiento	14
2.6 Método de análisis de datos	14
2.7 Aspectos éticos.....	14
III. RESULTADOS	16
3.1 Estudio de mecánica de suelos.....	20
3.2 Análisis sísmico de los sistemas aporticado y dual	21
3.2.1 Análisis sísmico del sistema aporticado	31
3.2.1.1 Análisis estático	38
3.2.1.2 Análisis dinámico.....	46
3.2.2 Análisis sísmico del sistema dual	56
3.2.2.1 Análisis estático	63
3.2.2.2 Análisis dinámico.....	71
3.3 Análisis comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual	
80	
IV. DISCUSIÓN	87

V. CONCLUSIONES.....	90
VI. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS.	92
ANEXOS	98
Anexo 1: Panel fotográfico.....	98
Anexo 2: Estudio de mecánica de suelos.....	100
Anexo 3: Planos.....	103

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo, determinar el mejor comportamiento sísmico ante el efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual. El diseño fue descriptivo comparativo, el método fue modelamiento matemático para lo cual se utilizó el programa Etabs para realizar el, a través del cual se realizará el análisis sísmico y con el programa Microsoft Excel se procesó la información obtenida del modelamiento. La población y muestra estuvo compuesta por dos sistemas estructurales iguales de oficinas de 6 niveles, donde los sistemas aporticado y dual serán modelados en el software Etabs. Los resultados nos permiten concluir: Mediante el estudio de mecánica de suelos se estableció y determinó la capacidad portante con un resultado de 1.6 kg/cm², donde en el área que se dispuso, se realizó una sola calicata con una profundidad 2 m, asimismo considerando la norma E.030.2018 se identificó según la clasificación es un suelo intermedio. Por lo cual se realizó el análisis sísmico utilizando el software Etabs 2016 de los sistemas aporticado y dual para determinar el mejor comportamiento estructural, donde los resultados obtenidos del sistema aporticado presenta irregularidad torsional extrema en planta, asimismo distorsión en la dirección X en el análisis estático, tampoco cumple con la condición de fuerza cortante mínima por lo cual no se considera apto para el diseño de elementos estructurales. Por lo contrario el sistema dual es regular y cumple con los criterios establecido en la norma E.030-2018. Además se analizaron los sistemas aporticado y dual con fines de comparación, del efecto de piso blando, donde el sistema aporticado presenta excentricidad en el primer nivel con un valor de **1.0017** y segundo nivel con un valor de **1.036** lo cual no cumple con la condición establecida $e_{yy} < 1$ en la dirección de análisis Y-Y; esta influye que el comportamiento de este sistema sea desfavorable ante este efecto. Por el contrario, el sistema dual no presenta excentricidad y la fuerza cortante en la base fue de $V_x:390.24$ ton, y $V_y:405.85$ ton, están dentro del rango de exigencias de la norma E.030-2018, esto hace que el sistema dual no presente irregularidad de rigidez. En base a los resultados obtenidos llegamos a la conclusión que el mejor comportamiento estructural presenta el sistema dual ante el efecto de piso blando.

Palabras Clave: Análisis sísmico-piso blando-sistema aporticado-sistema dual

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the best seismic behavior due to the soft floor effect between the contributed and dual systems. The design was comparative descriptive, the method was mathematical modeling for which the Etabs program was used to carry out the analysis, through which the seismic analysis will be carried out and with the Microsoft Excel program the information obtained from the modeling was processed. The population and sample consisted of two structural systems designs of 6-level offices, where the contributed and dual systems will be modeled in the Etabs software. The results allow us to conclude: Through the study of soil mechanics the bearing capacity was established and determined with a result of 1.6 kg/cm², where in the area that was available, a single pit with a depth of 2 m was made, also considering the E.030.2018 standard was identified according to the classification is an intermediate floor. Therefore, the seismic analysis was performed using the Etabs 2016 software of the systems provided and dual to determine the best structural behavior, where the results obtained from the system provided presents extreme torsional irregularity in the plant, as well as distortion in the X direction in the static analysis Nor does it comply with the minimum shear force condition, which is why it is not considered suitable for the design of structural elements. Therefore, the dual system is regular and meets the criteria established in the E.030-2018 standard. In addition, we analyzed the systems provided and dual for purposes of comparison, soft floor effect, where the system presented eccentricity in the first level with a value of 1.0017 and second level with a value of 1.036 which does not meet the condition established $e_y < 1$ in the analysis direction YY; this influences that the behavior of this system is unfavorable to this effect. In contrast, the dual system has no eccentricity and the shear force at the base was v_x : 390.24 ton, and V_y : 405.85 ton, are within the range of requirements of the standard E.030-2018, this makes the system dual does not present irregularity of rigidity. Based on the results obtained, we conclude that the best structural behavior presents the dual system before the soft floor effect.

Keywords: Seismic analysis - soft floor - system contributed-dual system

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la eventualidad de sismos ocurridos en el Perú donde se ubica en una zona altamente sísmica, continuación se describe a la realidad problemática

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, se debe poner como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Bangash, 2011). con eventualidad estamos propensos a la ocurrencia de sismos, por eso es importante hacer un estudio de vulnerabilidad sísmica para la mitigación de desastres por terremotos. (Da Sousa, 2016). A través del comportamiento sísmico de las estructuras, se puede definir los mecanismos y acciones de reforzamiento y de esta forma reducir los efectos o fallas causados por las fuerzas sísmicas (Ghali, et al, 2017). Cuando se desea diseñar y construir construcciones nuevas y más modernas, se debe plantear al mismo tiempo nuevos sistemas estructurales que aseguren el desempeño óptimo de la estructura durante su vida útil y mucho más cuando este expuesto a movimientos telúricos (Kassimali, 2010). Fue afectada en gran intensidad en los países de México en el 2017, Chile en el 2010, así mismo en nuestro país fue afectada la parte central de la costa en Pisco en el año 2007, con terremoto de magnitud 8 en la escala de momentos , donde se presentó la falla de piso blando en el mayor porcentaje de viviendas puesto que eran de pórticos y albañilería y debido a que en el primer nivel con respecto a los otros superiores los muros eran discontinuos, o habían cochera evitando colocar muros y por ende los demás elementos estructurales fallaron por falta de resistencia y rigidez o por irregularidad de rigidez, provocando el asentamiento de las edificaciones y hasta el colapso de muchas de ellas. además (San Bartolomé, 2007). Para profundizar el estudio de las variables se presenta a continuación los trabajos previos:

Carmona y Rosas (2015), en el trabajo de tesis que desarrollaron y nombraron “Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú”, realizaron un análisis minucioso para comparar los sistemas elastomérico de alto amortiguamiento (HDR) y dual, utilizando el programa SAP 2000 para realizar modelamientos de los sistemas y observar cómo se comportan ante las fuerzas sísmicas. Sus resultados fueron que, al emplear los aisladores de base reduce la fuerza sísmica, dentro de ellas

la fuerza axial en un porcentaje de 49%, asimismo las fuerzas cortantes disminuyeron en un porcentaje de 37%.

Corpus y Morales (2015), en el trabajo de tesis denominada “Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco herrera aplicando Etabs. 2013”, analizaron y compararon los sistemas de muros estructurales y aisladores de flujo viscoso, a través de un modelamiento matemático hicieron el análisis sísmico para conocer el comportamiento sísmico de la estructura rigiéndose a la norma E-030, obtuvieron como resultados: el desplazamiento del sistema dual con disipadores de fluido viscoso en la dirección “Y” fue de 77.3 mm y de muros estructurales con desplazamiento de 53.5 mm, también la distorsión de entrepiso máxima para el sistema dual fue de 3.99‰ y de muros estructurales en 2.80‰.

Leuro y Quekano (2017), en la tesis denominado “Comportamiento estructural de un edificio en concreto reforzado bajo un sistema estructural dual, con disposición de muros en ejes donde no comprometen la arquitectura”, realizaron un análisis sísmico, a través de un modelo matemático en el programa ETABS. Concluyendo que la deriva fue del 1% en base a la norma NSR-10, en el segundo edificio se presentó un desplazamiento de 29.18%, el primer edificio con 32.28% de margen, pero el tercer edificio presentó mayor porcentaje de margen con 38.54%; finalmente dedujeron que el que tuvo una mejor respuesta sísmica es el porcentaje que se acerca al 100%.

Janampa (2016), desarrollaron la tesis denominada “Estudio de la influencia de la configuración estructural de piso blando en el comportamiento sismorresistente de estructuras aporticadas”, analizaron y compararon en base a las normas E-030 (2016) y (2003), para observar el comportamiento estructural del sistema aporticado ante las fuerzas sísmicas por el efecto de piso blando, a través del análisis dinámico lineal y no lineal estático. Sus resultados fueron: la falla en la primera condición se dio por irregularidad de altura en el cual, el primer piso de 5,5,7,9 metros, para la segunda condición de 5,5,7 metros, con estos datos dedujeron que la normativa del año 2003 es más estricta con respecto a la del año 2016, donde llegaron a la siguiente conclusión que se debe considerar a lo mucho la altura del primer nivel de 3.5m hasta 5m.

Ccallo (2016), en su trabajo de tesis denominado “Comportamiento y capacidad de muros estructurales de hormigón armado frente a sollicitaciones sísmicas”, realizaron modelamientos para observar el comportamiento sísmico, sus resultados fueron: de los modelos, un sistemas el

77% de los muros presentó rotura por inestabilidad, el 15% de rotura por pandeo, asimismo el 8% por cortante., en base a los datos obtenidos recomienda poner cabezales para confinar en los extremos para rigidizar a la estructura y que sea más estable.

Ibrahim (2018), en su artículo denominado “Análisis de riesgo sísmico de estructuras de concreto reforzado de varios pisos en Arabia Saudita” El método utilizado consiste en estimar la respuesta estructural esperada y el daño durante un terremoto, a través de la ingeniería sísmica en el rendimiento (IDA) Obtuvo como resultado que el IDA proporciona las curvas que representan la relación de la deriva máxima entre las etapas y la intensidad sísmica, que puede ser representada por diferentes parámetros de movimiento del suelo, así mismo con este método se puede estimar la vida útil esperada y pérdidas financieras.

Rahnavard, et al. (2018), en su artículo denominado “Análisis no lineal sobre colapso progresivo de edificios compuestos de acero altos”. La metodología a desarrollar se hizo a través un modelamiento tridimensional. Los resultados de este estudio muestran la eliminación de casos laterales en el marco de momentos con un sistema de refuerzo central la cual fue más crítica y destructiva en comparación con la eliminación de casos de esquinas. Comparando los modelos, para los dos sistemas de resistencia lateral diferentes, la respuesta dinámica de las columnas fue diferente, pero no fue notable.

Yee, Ping y Hur (2016), en su artículo denominado “Estudio de caso del sistema de muros prefabricados que soportan carga sujeta a baja intensidad sísmica mediante análisis lineales y no lineales”. Realizo el estudio del comportamiento del sistema de paredes prefabricadas que soportan las cargas (del sistema de prefabricado HCHCPS), sujeto a la sismicidad en Malacia, Los resultados del rendimiento del sistema estructural sometidos a tres niveles de aceleración del terreno de diseño fueron entre (0.05, 0.075 y 0.1 g).

Mohamed (2018), en su artículo denominado “Análisis no lineal de elementos finitos de placas planas de hormigón armado con abertura adyacente a la columna bajo cargas de perforación excéntricas”. La metodología utiliza fue a base de parámetros del estudio de la excentricidad de la carga y el tamaño de la apertura en relación con la dirección del momento reduciendo la resistencia al punzonamiento de la losa plana. Se obtuvieron los resultados de muestras con aberturas de 250 x 450 mm indican una reducción del 45%, y muestras sin aberturas sometidas a excentricidades de carga de 112.5 y 225 mm producidas por la reducción en la capacidad de

carga de 18 y 28%, lo cual proporciona que las barras continuas y adyacentes a la abertura para compensar las áreas de corte del refuerzo para mejorar la capacidad de servicio de la losa.

Georgoussis (2014), en su artículo denominado “El uso del Centro de rigidez modal para evaluar las disposiciones del código en edificios asimétricos”, La metodología se basó en los desplazamientos del primer modo de la estructura para verificar la simetría en base a la respuesta de los sistemas cuando hay una coincidencia de los centros de masa y rigidez. Los resultados que se muestran como, (envolturas de cizallamiento y de momento desarrolladas en los elementos de resistencia de borde) de los análisis dinámicos están en estrecha concordancia con los resultados estáticos obtenidos bajo una fuerza lateral determinada sobre la base del espectro de respuesta de aceleración.

Singh, (2012), en su artículo denominado “Diseño de placas rígidas RC cargadas lateralmente: concepto de balance de energía”, basándose en el método de elementos delimitado y el método de elementos finitos dando como relaciones empíricas en algunos factores que reparten el momento estático total entre varios componentes del sistema de losas. Los resultados se obtuvieron a través de una extensa serie de pruebas y un registro de desempeño bien establecido de varios sistemas de losas construidas en el pasado, dando como relación a factores que posteriormente se basaran en los códigos de diseño.

Vincenzo, Piroddi y Ranieri (2013), en su artículo denominado “Control dinámico rápido de edificios históricos dañados: un nuevo enfoque útil para el monitoreo de la salud estructural después de un terremoto”. La metodología se basa en las técnicas de monitorización remota de vibraciones de máxima seguridad de estructuras potencialmente dañados, Los resultados obtenidos de los espectros de desplazamientos con un largo periodo de (0.1-0.2Hz), otro efecto producido aumenta a medida que la altura aumenta con periodo de 1.04 s de 0.96Hz. este comportamiento se relaciona con la flexión simple de la estructura en estudio.

Xiang y Koetaka (2019), en su artículo denominado “Demanda de ductilidad de los sistemas histeréticos bilineales con una gran rigidez posterior al rendimiento: modelo espectral y aplicación en el diseño sísmico de sistemas duales”. La metodología se centra en la ductilidad de los sistemas histeréticos bilineales integrados con la característica de alta α , que representas los sistemas duales que se comportan dentro de las etapas elásticas. Los resultados que se obtuvieron sirven de instructivos para el diseño sísmico y la modernización de sistemas duales,

ya que los efectos de α , R y T en los valores de μ para sistemas duales se cuantifican de manera adecuada.

Según Rochel (2012) señala los sistemas estructurales de concreto armado se clasifica en: sistema aporticado, compuesto por elementos estructurales de vigas y columnas dispuestos ortogonalmente y conectados entre sí por nodos rígidos que soportan cargas verticales debido a la flexión y el sistema de muros estructurales, donde forman el sistema dual de la combinación de ambos sistemas. Kumar (1992) señala que el sistema de muros estructurales conformado por: placas horizontales (losas) las que soportan las cargas verticales y muros estructurales o placas las que soportan las cargas horizontales. Padilla (2010), señala que el sistema dual está conformado por la unión de dos sistemas estructurales de pórticos y muros estructurales, donde los pórticos soportan un menor porcentaje de las cargas horizontales, y los muros estructurales actúan en un mayor porcentaje las cargas horizontales. Este sistema contiene elementos estructurales rígidos y flexibles, y es óptimo porque la rigidez limita la flexión y esto hace que la estructura actué mejor ante las acciones de un sismo (Schauer, et al., 2005).

Kumar, (1992), definen las cargas horizontales (laterales) son aquellas repartidas en cada piso del edificio y que en su rigidez se distribuye la fuerza cortante existente en cada nivel, distribuyéndose proporcionalmente a las rigideces de cada muro, asimismo señala que, las cargas verticales son aquellas cargas de gravedad.

Sobre la rigidez lateral, Plevris, et al. (2017), señala que es la capacidad de los elementos estructurales soportar esfuerzos sin deformarse o que pueden volver a su estado inicial.

Sobre el efecto de piso blando o piso flexible, Taranath (2016) señala que es una irregularidad de rigidez, es decir cuando en una edificación no hay una distribución uniforme de rigidez. Por lo general el primer piso presenta menos rigidez que los pisos superiores, asimismo esto se debe a la diferencia de altura de un piso con respecto a otros entrepisos, puesto que estos casos se observan ya sea por el tema comercial que utilizan la primera planta como cochera, tiendas, restaurantes, etc. esto hace que la estructura sea más vulnerable y falle, inclusive hasta puede colapsar; puesto que no tiene muros que son los que brindan mayor rigidez y son lo que limitan la flexión e impide el control de los desplazamientos laterales inducidos por los sismos Zalka (2012).

El modelo matemático es una representación tridimensional adecuada de las características de los sistemas estructurales de la distribución espacial de masa y rigidez que son las que causan acciones dinámicas en una estructura para la simulación de los efectos que se darían en la realidad (Rochel, 2012)

Análisis Sísmico estático estudia la acción de la carga fijas sobre la estructura (Ibrahim, 2018). Importancia de conocer la rigidez lateral y el desplazamiento producido por la fuerza estática. La norma E030-2018 de diseño sismorresistente, señala las siguientes condiciones: zonificación, parámetros de sitio como factor de suelo (S) y los periodos T_p y T_l , además clasifica el factor de amplificación sísmica (C), muestra las categorías y factor (U) en base al uso de edificaciones, asimismo clasifica los sistemas estructurales en base al tipo de material. Según la norma E 030-2018, define el cortante basal como la fuerza de reacción ante el sismo, localizada en la base de la estructura de acuerdo al sentido de dirección de análisis. También señala los límites de la distorsión de entrepiso máximos y las irregularidades que se pueden presentar en una estructura tanto en planta como en altura.

Sobre Análisis Sísmico dinámico, Halûk y Sinan (2014), es la combinación modal espectral para determinar los desplazamientos laterales inducidos por las fuerzas sísmicas que se dan en cierto periodo de vibración

Espectro de respuesta; de acuerdo con Filiatrault (2013), es la relación máxima en términos de desplazamiento, velocidad, aceleración, etc. que son las que causan acciones dinámicas en una estructura.

La realidad problemática, los antecedentes y la teoría nos lleva a formular la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el mejor comportamiento estructural ante el efecto de piso blando entre los sistemas aporricado y dual?

Le pregunta de investigación se justifica de manera técnica porque permitirá contrastar las teorías sobre las variables sobre uno de los aspectos de la realidad en que se aplica, pues el caso del efecto piso blando existe cuando ocurren sismos, siendo que el conocimiento teórico es insuficiente, se necesita de muchas investigaciones en diferentes circunstancias para conocer su

aplicación, por lo que la presente investigación contribuirá a uno de estos aspectos, como señalan, Hernández, Fernández y Baptista (2003) la investigación debe responder de forma técnica a la pregunta ¿Qué tan conveniente? Desde el criterio académico, se justifica por cuanto es un requisito prescrito por la universidad y la facultad, el mismo que es necesario cumplir. Punto de vista Metodológica, tiene mucha conveniencia, pues pondrá a disposición de los usuarios el análisis de las variables mediante simulación, lo que constituye un gran ahorro en la construcción de maquetas y laboratorios y permite hacer y rehacer los diseños estructurales con el menor costo posible. Por otra parte, el uso de los modelos de simulación disminuye significativamente el tiempo de análisis, y permiten el análisis más detallado y preciso de las variables, logrando en los profesionales una mayor competitividad. Desde el criterio social es de gran importancia, porque es una referencia a los profesionales para usar herramientas de análisis a bajo costo que permitirán hacer en forma más competitiva los diseños estructurales mejorando su capacidad de desarrollo de infraestructura urbana.

La presente investigación tuvo por objetivo general determinar el mejor comportamiento sísmico ante el efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual. Para el objetivo general antes mencionado se requiere de los siguientes objetivos específicos: Primero, realizar el estudio de mecánica de suelos, segundo, realizar el análisis sísmico utilizando el software Etabs 2016 de los sistemas aporticado y dual, tercero, realizar un análisis comparativo del efecto piso blando en los sistemas aporticado y dual

Los objetivos, general y específicos, tienen como finalidad demostrar la hipótesis “el sistema dual presenta el mejor comportamiento sísmico ante el efecto de piso blando.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de investigación

Según su finalidad la presente investigación es aplicativo, porque busca atribuir los conocimientos técnicos y teorías científicas a la solución de un problema particular, contrastando los resultados con similares aplicaciones en otras investigaciones. (Avila, 2001).

Según su profundidad o carácter: es descriptiva simple, porque solo observa, mide y reporta, no pretende dar explicación, ni determinar causas. (Bernal, 20109)

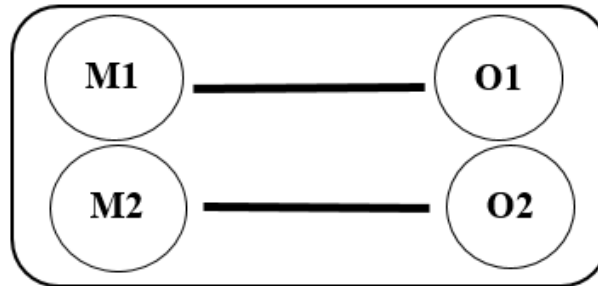
Según su naturaleza: Es Cuantitativa, porque analiza las variables en función de valores numéricos, recogidos a través de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y serán elaborados en base a las dimensiones e indicadores de las variables. Los resultados que son obtenidos de la observación de las variables en estudio se describen mediante las tablas y gráficos coherentes con la metodología cuantitativa y la validez se hace por muestra probabilística lo cual garantiza que sea representativo y las pruebas de hipótesis mediante inferencia estadística lo que acredita indubitablemente su validez empírica. (Hernández, et al, 2003)

Según el alcance temporal: Es transversal, ya que busca establecer la relación de variables medidas en una muestra, en un espacio de tiempo (Bernal, 20109), este criterio es relativo por cuanto está regida por leyes naturales que no varían en el tiempo como en el caso de las ciencias sociales.

Investigación orientada a la comprobación. Es la investigación cuya orientación básica es contrastar teorías. Emplea principalmente la metodología empírico-analítica. Su objetivo es explicar y predecir los fenómenos. Utiliza técnicas de análisis cuantitativos y enfatiza el contexto de justificación o verificación. (Avila, 2001).

Diseño de investigación

De acuerdo con el fin que se desea alcanzar, el presente proyecto se clasifica en una Investigación descriptivo – comparativo.



Donde:

M1 : sistema aporticado

M2 : sistema dual

O1 : Comportamiento Estructural por efecto de piso blando

O2 : Comportamiento Estructural por efecto de piso blando

2.2 Variables, Operacionalización

Cuadro n° 01: Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<i>ANÁLISIS SÍSMICO</i>	San bartolomé (2007). Señalo que, el análisis sísmico debe cumplir con los parámetros y normativas a fin de que las estructuras diseñadas en base a estas normativas tengan un mejor comportamiento sísmico teniendo en cuenta los principios de la filosofía mencionados en la Norma. Aplicando a todo tipo de edificación como: edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.	En base a la norma el objetivo principal del análisis, diseño y construcción de todo tipo de edificaciones es salvaguardar la integridad total de las personas, minimizando los daños en la estructura.	Análisis Estático	Parámetros de sitio (s)	Razón
				Participación modal (s)	
				Excentricidad (m)	
				Fuerza cortante (ton)	
				Periodo fundamental de vibración (s)	
			Análisis Dinámico	Irregularidades estructurales (piso blando)	
				Aceleración espectral (s)	
				Periodo fundamental de vibración (s)	
				Irregularidades estructurales (piso blando)	
				Fuerza cortante mínima (%)	
Desplazamientos					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n° 02: Operacionalización de variable

Variable		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Escala
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ANTE EL EFECTO DE PISO BLANDO	Sistema aporticado	Estudio que permite determinar las fuerzas cortantes que deben soportar sus elementos estructurales (vigas y columnas). (Rochel, 2012).	Conjunto de parámetros para cumplir que la fuerza cortante que debe actuar en los pórticos sobre sus los elementos estructurales como mínimo es el 80%.	Análisis sísmico	Razón
	Sistema dual	Estudio que permite determinar las fuerzas cortantes que deben soportar la totalidad de las cargas son los muros estructurales y en menor cantidad los pórticos. (Rochel, 2012)	Conjunto de parámetros para cumplir que la fuerza cortante debe actuar sobre los elementos del sistema dual es: en muros estructurales entre el 20 % y 70 %.		

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, muestra

La población y muestra estuvo compuesta por dos diseños arquitectónicos iguales de oficinas de 6 niveles, donde los sistemas aporticado y dual serán modelados en el software Etabs.

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

La técnica en base a la metodología se usó la observación indirecta del comportamiento sísmico en los sistemas aporticado y dual, donde la ficha de observación es el instrumento utilizado para la recolección de datos del análisis sísmico, donde el punto de referencia son las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

para la recolección de datos se utilizó la ficha de observación. (Anexo n°01)

2.5 Procedimiento

Se procedió a realizar el reconocimiento del área de estudio, asimismo ubicar el punto de la calita y obtener las muestras alteradas del suelo, las cuales se llevaron al laboratorio para realizar el estudio de mecánica de suelos (EMS), posteriormente se realizó el diseño arquitectónico de oficinas, obtenido los datos previos se procedió a realizar el análisis sísmico a través del modelamiento con el programa Etabs, por efecto de piso blando para cada uno de los sistemas estructurales aporticado y dual de una edificación, y por ultimo comparar el efecto de piso blando en ambos sistemas

2.6 Método de análisis de datos

Se utilizó el programa Etabs para realizar el modelamiento matemático, a través del cual se realizará el análisis sísmico y con el programa Microsoft Excel se procesó la información obtenida del modelamiento.

2.7 Aspectos éticos

En el presente trabajo se tomó en consideración los principios éticos como se detalla a continuación: Avila (2010)

Credibilidad: se define como la probabilidad de determinar resultados creíbles, esto se puede lograr a través del compromiso del investigador con el informante a lo largo de la investigación

Aplicabilidad: con el fin de poner en práctica los contenidos e información recopilada por las demás personas con gran experiencia y conocimientos en las materias similares

Audibilidad: busca brindar el mérito a los hallazgos, el estudio será audible cuando otro investigador de forma clara y concisa ser guiado en “el camino” de dirección usado por el investigador en el estudio.

Confortabilidad: responde a la objetividad o neutralidad de la investigación, acredita que la información y los datos que exista la evidencia actual, y se apoya en la opinión de expertos

III. RESULTADOS

Descripción del proyecto

Ubicación del área de estudio

La estructura seleccionada para el desarrollo de la investigación, para realizar un análisis sísmico comparativo por efecto de pisos blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, fundamentado en la norma E.030-2018 para observar el comportamiento sísmico de la edificación ubicada en el Sector virgen del Socorro, del distrito la Esperanza, provincia de Trujillo, Región La Libertad.

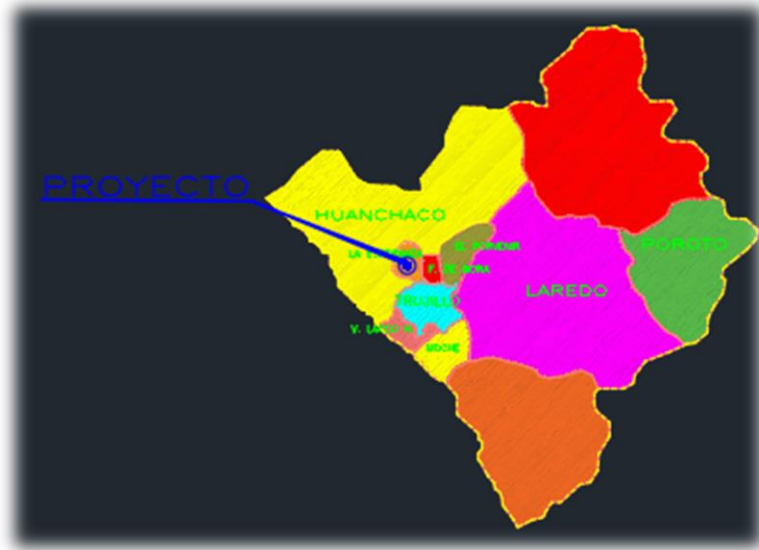


Figura 1: Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Arquitectura

La edificación a emplear para el análisis sísmico comparativo de los sistemas aporticado y dual, está destinada para la construcción de un edificio de oficinas, conformado por 6 niveles, donde el área del terreno es de 500 m².

En cada nivel del edificio de oficinas se consideró los siguientes ambientes: recepción, secretaría, gerencia general, administración, contabilidad, asesoría jurídica servicios higiénicos para personal que labore y público en general, sala de reuniones, y demás oficinas.

Este trabajo fue proyectado con ascensor, escaleras y una de ellas de emergencia, además con un tragaluz, teniendo en cuenta las normativas y parámetros para el diseño y distribución de oficinas.

En la siguientes figura N° 02 y figura n°03, se observa la vista en planta del proyecto, la distribución de los ambientes, la cual se tuvo en cuenta que los niveles son típicos.



Figura N°02: Elevación de edificio de oficinas. Fuente: Elaboración propia



Figura N° 04. Arquitectura de nivel típico de oficinas. Fuente: Elaboración propia

3.1 Estudio de mecánica de suelos

El presente estudio tuvo por objetivo determinar el perfil del suelo y conocer la capacidad portante del suelo.

En base a la norma E.050 según la clasificación del tipo de suelo se procedió a realizar y ubicar el punto de la calicata en el terreno de estudio, después se realizó la calicata de donde se extrajo la muestra del fondo de la calicata, para luego llevar las muestras al laboratorio de suelos para que se realicen los ensayos, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Perfil de suelo según método SUCS: SP- Arena mal graduada

Capacidad portante: 1.60 kg/cm²

Con los datos obtenidos se clasificó el suelo como un suelo intermedio.

3.2 Análisis sísmico de los sistemas aporticado y dual

Consideraciones previas para el análisis

El análisis consistió en modelar los sistemas aporticado y dual en el programa Etabs, es un programa matemático, en donde se estructuraron y modelaron. Cabe resaltar que ambos sistemas estructurales considerados se analizaron tanto para la dirección x-x como para la dirección y-y. asimismo para cada una de las condiciones, se efectuó respetando la normatividad vigente.

Para que esta edificación tenga un buen comportamiento estructural sísmico, se tuvo en cuenta la simetría en altura y en planta, la configuración estructural, la excentricidad, la rigidez lateral. Donde en análisis sísmico normado en la E.030-2018 “diseño sismorresistente”, en el artículo 4.5 y 4.6, donde describen los procedimientos del análisis sísmico, que se subdividen en análisis estático con método de fuerzas equivalentes y el análisis dinámico.

Para el análisis sísmico desarrollado en ambos sistemas aporticado y dual se consideró los parámetros y criterios de la normativa vigente.

Criterios técnicos el análisis estático

Participación modal

A Través del programa Etabs se puede determinar el periodo fundamental (T), pero sin el espectro de aceleración, utilizando la tabla “modal Participación Mass Ratios”.

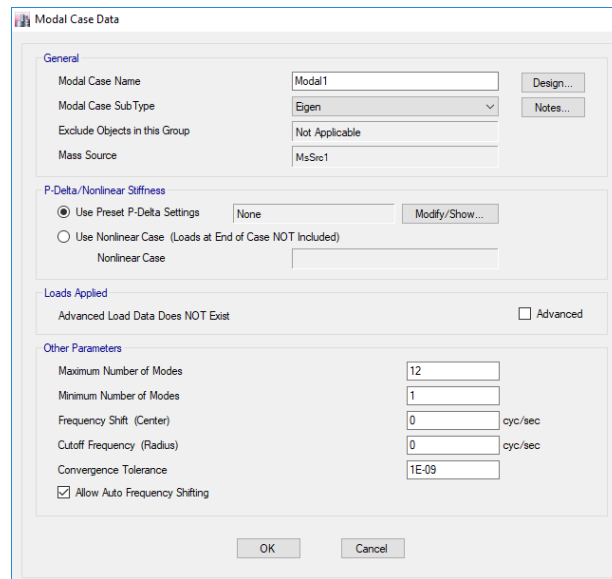


Figura n° 06: Masa participante en la estructura con modos de vibración. Fuente: Elaboración propia.

Excentricidad

Previo al análisis estático se verifica si existe excentricidad respecto del centro de masa con el centro de rigidez, puesto que es un indicio del comportamiento de la estructura.

Fuerza cortante

Este análisis nos permite obtener datos con precisión, aunque no se utilice para el diseño, pero es importante para la verificación y ajuste del espectro de respuesta con el valor de la cortante, teniendo en cuenta el tipo de sistema estructural a analizar.

La determinación del cortante basal estático (V), de acuerdo al artículo 4.5.2 de la norma E.030-2018

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

Estructuración para calcular el cortante basal estático

- Peso para la estructura

Teniendo en cuenta la categoría de las edificaciones y factores de uso para determinar el porcentaje de carga viva, en base al artículo 26 de la norma E.030-2018

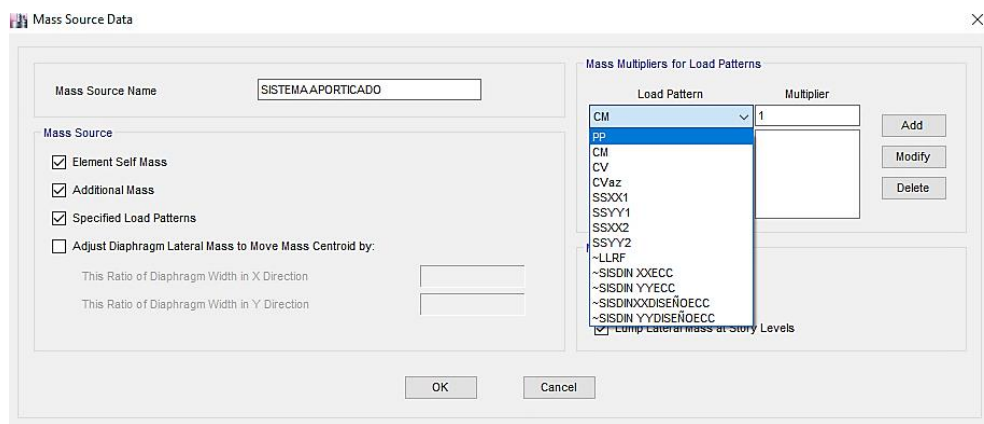


Figura n° 05: Definición del peso para el sistema en estudio. Fuente: Elaboración propia.

- Factor de amplificación sísmica (C)

Se calcula este factor considerando que el perfil del suelo y la zona influyen, en cuanto podría amplificarse el sismo, es decir tener en cuenta para el análisis las condiciones del suelo para cada dirección de análisis, para determinar el factor de suelo (S) y los periodos (TP, TL).

- Evaluación del valor C/R

Este factor se debe tener en cuenta en base a la razón del factor de amplificación con respecto del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica que debe ser menor a 0.11, el cual depende en gran manera del sistema estructural en análisis.

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

- Valor (ZUCS/R).

Se tiene en cuenta la zonificación, el perfil de suelo para determinar el factor de amplificación sísmica, el uso de la edificación, y el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica.

- Distribución de fuerzas sísmica en altura

Se calcula las fuerzas sísmicas horizontales para cada uno de los niveles del sistema estructural, considerando: la dirección de análisis, el número de niveles, el periodo fundamental (T).

- Calculo de las fuerzas cortantes

Se extrae del programa Etabs los datos de las fuerzas cortantes por cada nivel de la estructura en estudio en las dos direcciones de análisis, por tanto, considerando lo estipulado en la norma para la verificación del porcentaje de fuerza cortante mínima en los elementos estructurales de los sistemas estructurales, puesto que son clasificados en base al tipo de material predominante.

Cuadro N°3: Criterio para definir los sistemas de concreto armado mediante Porcentaje de fuerza cortante

sistema estructural	% Fuerza Cortante	
aporticado	> 80 %	
muros Estructurales	> 70 %	
dual (muros est.)	>20%	<70%

Fuente: norma E-030-2018

Cabe resaltar que la primera vez calculada la fuerza cortante se asume sin considerar irregularidades estructurales para que no afecte al factor de reducción, lo cual nombraremos como: R Asumido.

Calculo de irregularidades

Se tiene en consideración las irregularidades en altura y planta, en caso se presente alguna irregularidad estructural y no cumpla con las condiciones establecidas en ambas direcciones de análisis se tendrá en cuenta el factor de irregularidad, la cual influye en la obtención del coeficiente de reducción las fuerzas sísmicas (R).

$$R = R_o * I_a * I_p$$

En caso se presente irregularidades estructurales (Ia, Ip) se considera volver a calcular la fuerza cortante con los datos de obtenidos para recalculer el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmica (R), el cual denominaremos: (R) Corregido.

Calculo de distorsión

Verificación de la distorsión estática en la estructura que se presenta por la razón de los desplazamientos máximos entre la altura de entrepiso, la cual es clasificado en base al tipo de material predominante del sistema en estudio.

Criterios técnicos para el análisis dinámico

La participación modal y Calculo de excentricidad

Se calcula de la misma que del análisis estático que el análisis estático ya mencionado, considerando la normativa vigente

Aceleración espectral

En base a la norma E.030-2018, el cortante dinámico para el análisis se calcula incorporando el espectro de aceleración de diseño que, combinando con todos los efectos producidos, es decir se tiene las formas modales mediante métodos de combinación modal, obteniendo un valor para la cortante en la base, considerando para las dos direcciones de análisis.

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

Coefficientes de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

El análisis dinámico se calcula con el último (R) del análisis estático, es decir con el (R) modificado del estático para volver a realizar el mismo proceso, pero diferencia de este análisis que se considera el espectro de aceleración, asimismo se calcula las irregularidades tanto en planta como en altura. Sin embargo, que en caso se presente alguna irregularidad para este análisis se debe volver a calcular el nuevo (R) modificado.

Cálculo de distorsión de entrepiso

El cálculo de distorsiones de entrepiso es igual que del análisis estático, teniendo en cuenta los desplazamientos laterales.

Después de calcular el análisis estático y dinámico para el sistema en estudio se debe realizar la comparación de las fuerzas cortantes mínimas, por tanto, en caso no cumpla con la condición estipulada se debe escalar proporcionalmente para cumplir y utilizar el análisis sísmico para el diseño de los elementos estructurales en base a criterios de la norma E.030-2018.

Cuadro N° 04: Requisitos mínimos requeridos de fuerza cortante mínima en estructuras regulares e irregulares

Fuerza cortante mínima				
La masa alcanzada supera el 80% de la masa total para estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares.				
V _{din} :	≥	80%	V _{est} :	Regular
V _{din} :	≥	90%	V _{est} :	irregular

Fuente: Norma E-030-2018

Asimismo, posterior al análisis estático y dinámico se evalúan los desplazamientos laterales y las distorsiones para el cumplimiento de la norma, sin embargo, si cumple con la condición de distorsión máxima y el desplazamiento, pero si no cumple con el criterio de fuerza cortante mínima, no se considera apto para el diseño de los

elementos estructurales y la alternativa sería escalar a excepción de los desplazamientos.

Cuadro n° 05. Datos generales

DATOS		
Tipo de edificación	Oficina	C
ubicación	TRUJILLO	
Zona	4	
# de pisos	6 pisos	
Y _{c.a}	2400 Kg/m ³	
Uso	Edificio Oficina	
CARGAS		
Peso de enlucido	100 Kg/m ²	
Peso tabiquería repart.	55 Kg/m ²	
Peso de cobertura	100 Kg/m ²	
Peso de tabiquería	150 Kg/m ²	
Peso de contrapiso	70 Kg/m ²	
SOBRECARGAS		
S/c1 a S/c6	250 Kg/m ²	
S/c az	100 Kg/m ²	
AREAS		
Área Total	500.00 m ²	
Área Vacíos	23.75 m ²	
Área total techada(Att)	476.25 m ²	

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis sísmico se tuvo en cuenta el pre dimensionamiento puesto que es de suma importancia para conocer el seccionamiento y dimensiones de los elementos estructurales.

Predimensionamiento de elementos estructurales

Losa aligerada en una dirección

según R.N.E, norma E-060, Art. 10.4.1.

$$h_{la-1D} \geq L/25$$

luz libre L= 4.75 m

espesor de losa e= 0.20 m >>>>300 Kg/m²

Vigas

según R.N.E, norma E-060, Art. 10.4.1.3

cuadro n°06: Predimensionamiento de vigas principales

<u>Vigas Principales</u>		$hvp \geq L/12$	
Luz libre mayor	L =	6.02 m	
espesor Viga	hv =	0.50 m	
espesor Viga def.	hv def. =	0.55 m	
ancho de viga	bv =	hv*0.30	0.165
		hv*0.50	0.3
ancho deviga def.	bv def. =	0.30 m	
VP =		30	55

Fuente norma E-060

cuadro n°07: Predimensionamiento de vigas secundarias

<u>Vigas Secundarias</u>		$hvp \geq L/14$	
Luz libre mayor	L =	4.75 m	
espesor Viga	hv =	0.34 m	
espesor Viga def.	hv def. =	0.35 m	
ancho de viga	bv =	hv*0.30	0.105
		hv*0.50	0.18
ancho deviga def.	bv def. =	0.20 m	
VS =		25	35

Fuente norma E-060

Columnas

Por método de áreas Tributarias

Área de columnas

C1 19.97 m²

C2 8.32 m²

C3 10.63 m²

C4 4.43 m²

Cuadro n° 08: Peso sobre columnas

Tipo columna		P ser	p
c. interna	C1	20.8 ton	124.6 ton
c.externa	C2	8.7 ton	51.9 ton
c.externa	C3	11.1 ton	66.3 ton
c. esquinada	C4	4.6 ton	27.6 ton

Fuente: Elaboración propia

Calculo de sección de columnas

$$n = P / F'c * b * T \quad bT = P / n * F'c$$

Donde:

T= Dimensión de sección en dirección de análisis sísmico de columna

b= otro lado de la sección de columna

p= carga total que soporta la columna

F'c= resistencia a la compresión del concreto

PG= peso total de cargas por gravedad

Cuadro n 09: Factor para tipo de columna

Tipo columna		k	n
C. interior	C1*	1.1	0.3
	C1+	1.1	0.25
C. extrema	C2YC3	1.25	0.25
C. esquinada	C4	1.5	0.2

Fuente: Elaboración propia

C1*= usar para los primeros pisos

C1+= usar para los últimos cuatro pisos

Cuadro n°10: Predimensionamiento de columnas

Dimensión de columnas		
T Col.	b=	T=
C1	30	55
C2	30	35
C3	30	50
C4	30	30

Fuente: Elaboración propia

placas

por cortante basal

Zona 4	=	0.45
Uso - Categoría C	=	1
F. Amplificación Sísmica	=	2.50
Suelo S1	=	1.05
R	=	8
Ubicación	=	Trujillo

Cuadro n°11: Predimensionamiento de placas

Longitud del muro en centímetros				
bm=	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
Lm=	-3027.01 cm	-2270.3 cm	-1816 cm	-1514 cm
Longitud del muro en metros				
Lm =	-30.27 m	-22.70 m	-18.16 m	-15.14 m

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Análisis sísmico del sistema aporticado

Parámetros de sitio

Estos son los parámetros a utilizar para el sistema estructural aporticado de acuerdo a los criterios de la norma E.030-2018

a) Factor de zona:

El lugar de estudio está ubicado en la ciudad de Trujillo, la cual en base la clasificación por zona sísmica se encuentra en la zona 4 con un factor de 0.45, según lo estipulado en el artículo 10 de la normativa.

b) Factor de suelo:

La estructura está ubicada sobre un tipo de suelo S2 (suelo intermedio) al que le corresponde un factor de amplificación del suelo de 1.05, y de los periodos T_p (0.6) y T_L (2.0), valores dados en la norma E-030.

c) Categoría de la edificación y factor de uso:

Según la norma en base al uso de la edificación que está destinado para oficinas, con categoría C, es decir lo clasifica dentro de edificaciones comunes, por ende, la edificación tiene un factor de uso es 1, esto se comprende que se debe considerar el factor de seguridad en un 100%.

d) Sistema estructural

El sistema de estudio es aporticado clasificado en base al tipo de material predominante de la estructura, y principalmente en base al porcentaje de la fuerza cortante en la base de las estructuras.

Cabe resaltar que en base a la categoría de edificios comunes y a la zona 4 donde se encuentra, menciona que se puede construir cualquier sistema, en este caso está permitido construir con el sistema aporticado en la ciudad de Trujillo en base a la normativa.

e) Coeficiente básico de reducción R_0

Según la norma para el sistema de Pórticos, le corresponde un coeficiente de $R_0=8$.

Entonces los parámetros sísmicos para el análisis serán:

Cuadro n°12: Parámetros sísmicos

PARAMETROS SISMICOS	
<i>Z</i>	<i>0.45</i>
<i>U</i>	<i>1</i>
<i>S</i>	<i>1.05</i>
<i>Ro</i>	<i>8.00</i>

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el modelo matemático con el programa Etabs, teniendo en cuenta el plano con los elementos estructurales, las consideraciones y los parámetros ya definidos en base a la norma E.030-2018

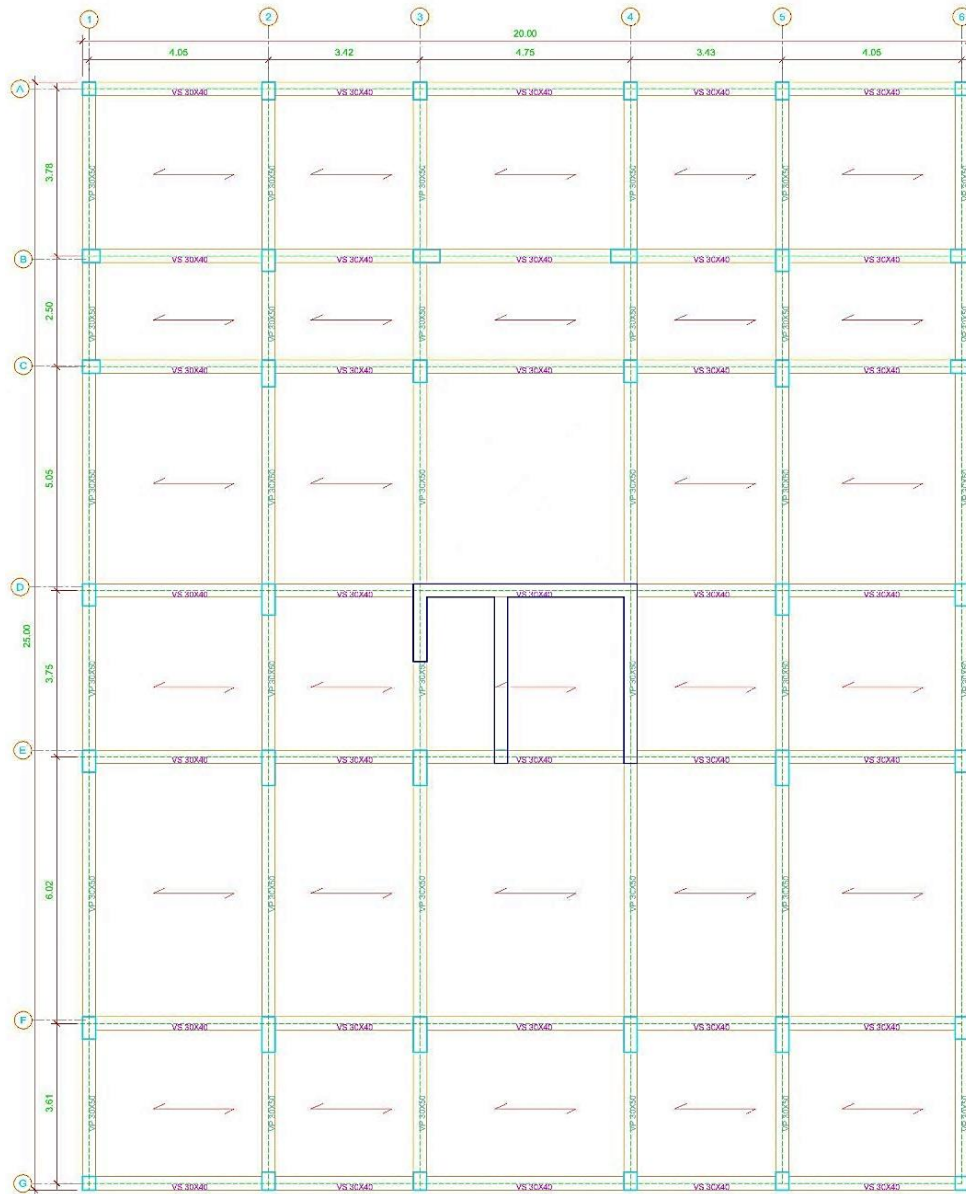


Figura n°07: Elementos estructurales del sistema aporticado.

Fuente: Elaboración propia

Modelamiento del sistema aporticado

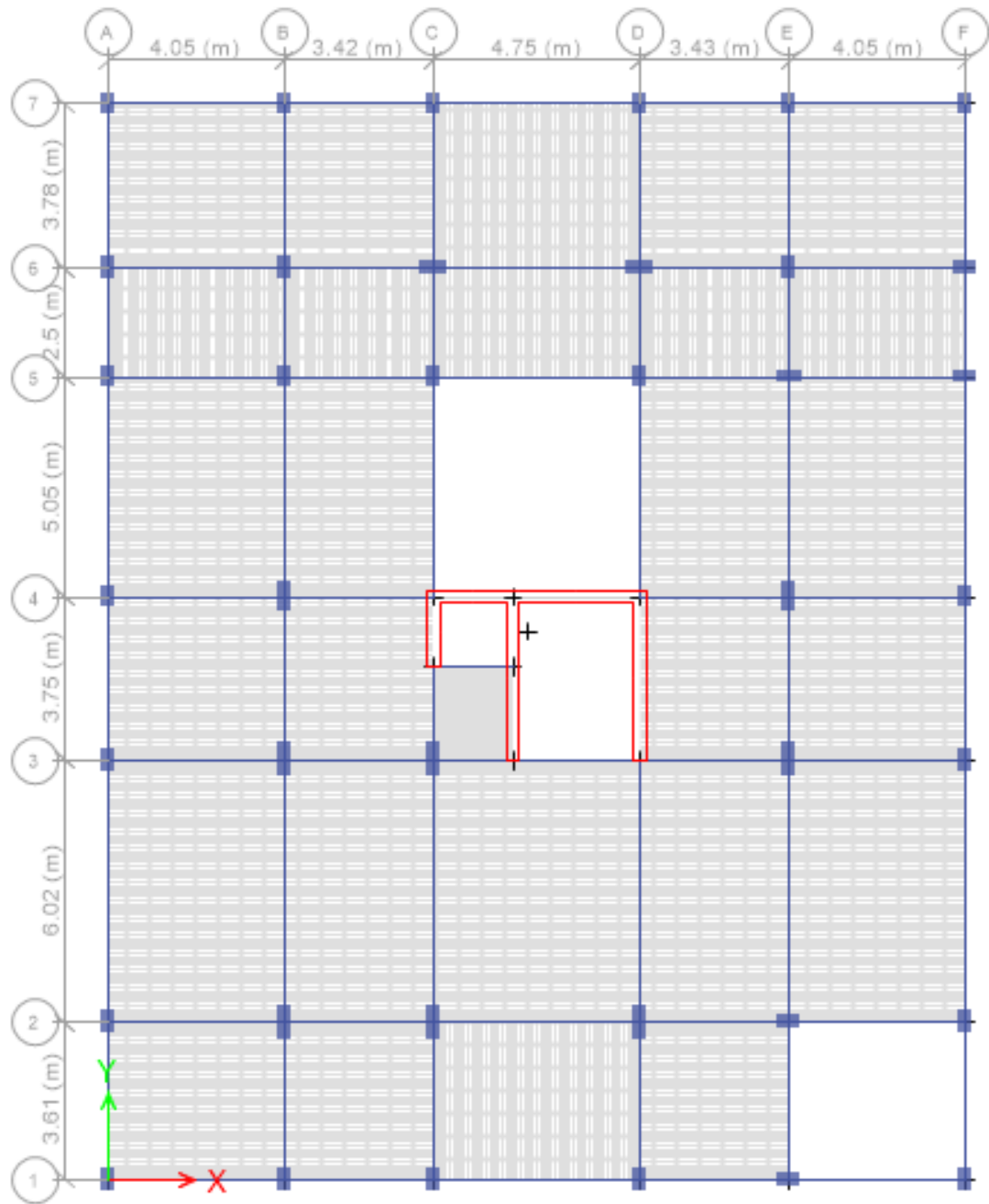


Figura n° 08 Configuración geométrica en 3D. Fuente: Elaboración propia

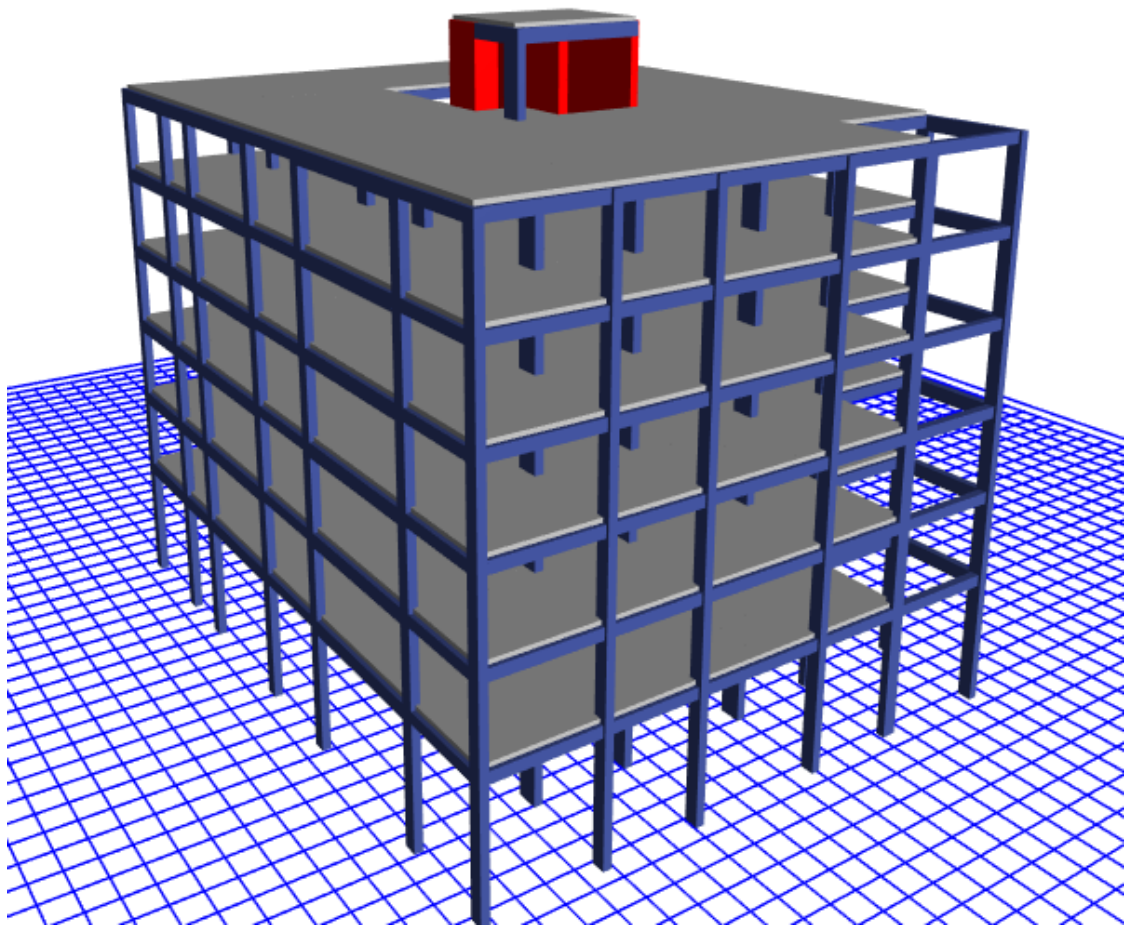


Figura n°09, Renderizado y vista en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Del modelamiento matemática realizado con el programa Etabs, se obtuvo los siguientes datos, los centros de masas y centros de rigidez del sistema aporticado.

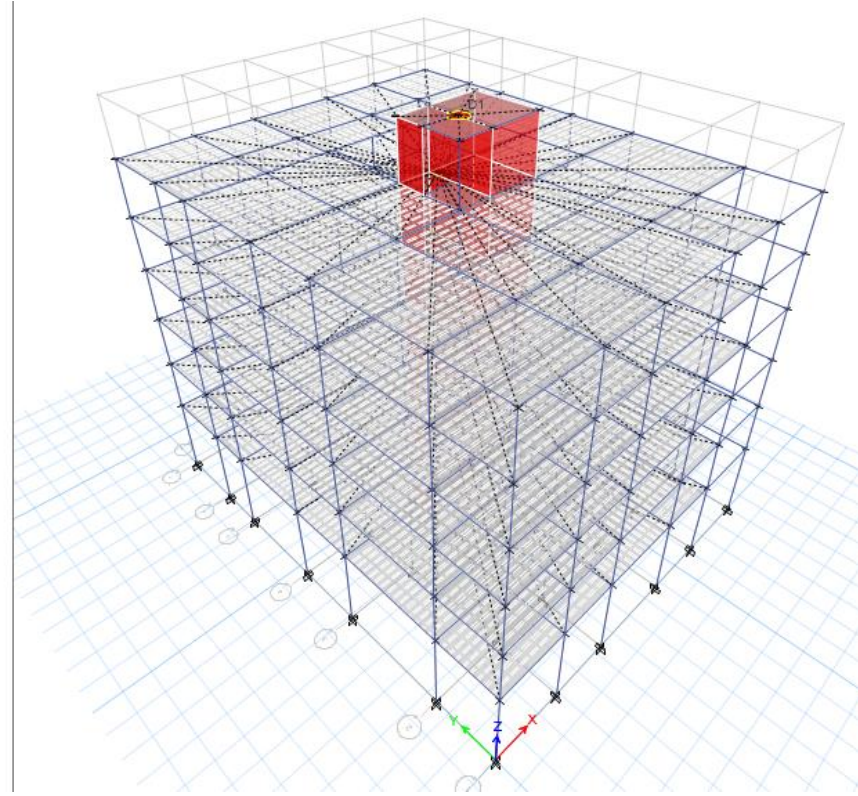
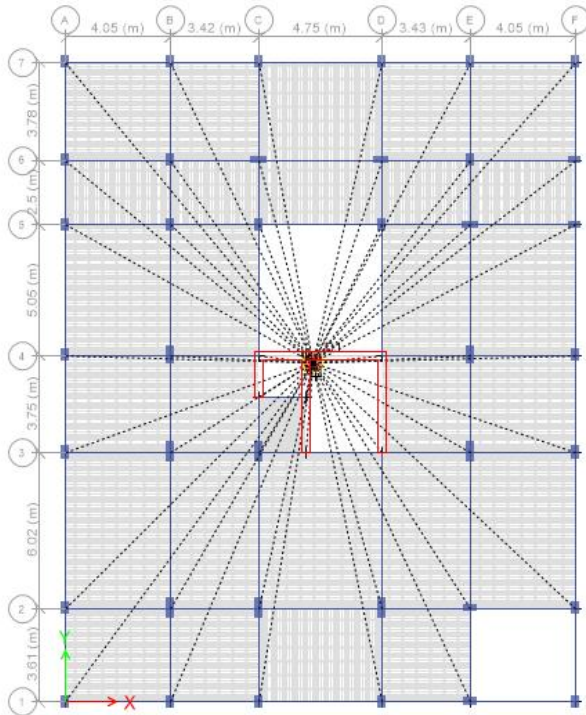


Figura n°10, Centros de masa y rigidez. Fuente: Elaboración propia

Participación modal

Cuadro n°13: Participación modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		Sec			
Modal	1	0.508	0.0873	0.6076	1.1E-05
Modal	2	0.47	0.2685	0.15	5.2E-06

Fuente: Elaboración propia

Excentricidad accidental

Cuadro n°14: Excentricidad accidental

TABLE: Centers of Mass and Rigidity												EXCENTRICIDAD	
N° pisos	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulati ve Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	exx	eyy
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	M	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m	1.25	1.00
PISO N°1	D1	43.6313	43.631	9.7968	12.156	43.63133	43.63133	9.7968	12.156	10.547	10.925	0.7499	-1.2317
PISO N°2	D2	43.6139	43.614	9.7964	12.156	43.61389	43.61389	9.7964	12.156	10.211	11.12	0.4141	-1.036
PISO N°3	D3	43.6139	43.614	9.7964	12.156	43.61389	43.61389	9.7964	12.156	10.207	11.174	0.4101	-0.9818
PISO N°4	D4	43.6139	43.614	9.7964	12.156	43.61389	43.61389	9.7964	12.156	10.235	11.193	0.4384	-0.9628
PISO N°5	D5	43.6139	43.614	9.7964	12.156	43.61389	43.61389	9.7964	12.156	10.264	11.216	0.4677	-0.9395
PISO N°6	D6	27.2412	27.241	9.8228	12.098	27.24122	27.24122	9.8228	12.098	10.296	11.248	0.4732	-0.8498

Fuente: Elaboración propia

La excentricidad accidental calculada según el artículo 28.5.b de la norma E.030-2018, menciona que debe ser menor del 0.05 de la longitud perpendicular, como se observa para el sistema aporticado en la dirección de análisis Y-Y, no cumple con la condición.

3.2.1.1 Análisis estático

Fuerza cortante

Periodo en la dirección X:	T_x :	0.508 Seg.
Periodo en la dirección Y:	T_y :	0.470 Seg.
Factor de zona :	Z₄ :	0.45
C (Edificaciones Comunes)	U :	1
1 -Pórticos de concreto armado	R :	8
Perfil Tipo S2	S2	1.05 Suelos Intermedios
	T_P :	0.6
	T_L :	2.0

Cuadro n°15: Consideraciones de irregularidad

<i>Consideramos no Irregularidad</i>		
Para=	X	Y
R ₀ =	8	8
I _a =	1	1
I _p =	1	1
R =	8	8

Calculamos con (R) = 8 Asumido, considerando como una estructura regular

Calculo del factor de amplificación sísmica (C)

$$C = 0.88 \quad \text{Condición: Si } C_x \geq C$$

$$C = 0.88 \quad \text{Condición: Si } C_y \geq C$$

<i>C real :</i>	
C _x =	2.500
C _y =	2.500

Evaluación del valor C/R

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Cálculo del valor (ZUCS/R).

$$V_x = \frac{0.1477}{*P_{sis}}$$

$$V_y = \frac{0.1477}{*P_{sis}}$$

$$K_x = \frac{1.004}{1.000}$$

$$K_y = \frac{1.000}{1.000}$$

A _t =	500
A _v =	23.75
A _{tt} =	476.25 m ²

Distribución de fuerzas sísmica en altura

Cuadro n°16: Fuerzas cortantes por cada nivel en altura

			Kx =		1.004			Ky =		1.000		ETABS usando coeficientes				
Nivel	Altura	Wsis.	w*h ^(Kx)	α	Fsx	Qsx	Psis*g	w*h ^(Kx)	α	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy	
6	3.0	18.0	267.2	4866.2	0.20	71.2	71.2	267.2	4810.3	0.20	71.0	71.0	58.1	58.1	61.9	61.9
5	3.0	15.0	427.9	6487.7	0.27	94.9	166.0	427.9	6417.8	0.27	94.8	165.8	71.1	129.2	75.9	137.8
4	3.0	12.0	427.9	5185.5	0.21	75.8	241.9	427.9	5134.2	0.21	75.8	241.6	56.8	186.1	60.7	198.5
3	3.0	9.0	427.9	3884.7	0.16	56.8	298.7	427.9	3850.7	0.16	56.9	298.5	42.6	228.6	45.5	244.0
2	3.0	6.0	427.9	2585.6	0.11	37.8	336.5	427.9	2567.1	0.11	37.9	336.4	28.3	256.9	30.4	274.3
1	3.0	3.0	428.0	1289.7	0.05	18.9	355.4	428.0	1284.1	0.05	19.0	355.4	14.2	271.1	15.3	289.6
			2406.7	24299.4	1.0				2406.7	24064.1	1.0					

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante basal

Cortante Vasal :			ETABS:	Δ
Vx=	355.36 ton	Vx =	271.092 ton	-84.27
Vy=	355.36 ton	Vy =	289.59 ton	-65.77

Densidad (ρ) = 0.842 ton/m²

Verificación de fuerza cortante mínima

Cuadro n°17: Fuerzas cortantes mínima en la base

N	Cortante total		Muros		Porcentaje	
	Qx	Qy	Vx	Vy	% Vx	% Vy
1	271.09	289.59	236.13	639.16	0.87	2.207
39	271.09	289.59	34.97	-349.57	0.129	-1.207

Cortante en muros
Cortante en columnas

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente Básico de Reducción Ro verificado

Calculamos con (R) =8 Corregido, considerando para las dos direcciones de análisis.

Se obtiene (R) para cada dirección $R_{Ox}=8$, $R_{Oy}=8$

<i>R CORREGIDO :</i>	<i>Periodo en la dirección X:</i>	<i>Tx :</i>	<i>0.51 Seg.</i>
	<i>Periodo en la dirección Y:</i>	<i>Ty :</i>	<i>0.47 Seg.</i>
<i>Ubicación:</i>	<i>Factor de zona :</i>	<i>ZA :</i>	<i>0.45</i>
<i>Uso:</i>	<i>C (Edificaciones Comunes)</i>	<i>U :</i>	<i>1</i>
<i>Sistema Estructural:</i>	<i>1 -Pórticos de concreto armado</i>	<i>Rx :</i>	<i>8</i>
<i>Sistema Estructural:</i>	<i>1 -Pórticos de concreto armado</i>	<i>Ry :</i>	<i>8</i>
<i>Suelo:</i>	<i>Perfil Tipo S2</i>	<i>S2</i>	<i>1.05</i>
		<i>TP :</i>	<i>0.6</i>
		<i>TL :</i>	<i>2.0</i>

Cálculo del valor (ZUCS/R).

$V_x=$	0.1477	*Psis	$K_x=$	1.004
$V_y=$	0.1477	*Psis	$K_y=$	1.000

Cuadro n°18: Verificación de la fuerza lateral con la fuerza cortante

		$K_x =$		1.004				$K_y =$		1.000		ETABS usando coeficientes				
Nivel	Altura	Wsis.	$w*h^{(Kx)}$	α	Fsx	Qsx	Psis*g	$w*h^{(Kx)}$	α	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy	
6	3	18.0	267.2	4866.2	0.20	71.2	71.2	267.2	4810.3	0.20	71.0	71.0	66.96	67.0	72.28	72.3
5	3.0	15.0	427.9	6487.7	0.27	94.9	166.0	427.9	6417.8	0.27	94.8	165.8	82.13	149.1	88.72	161.0
4	3.0	12.0	427.9	5185.5	0.21	75.8	241.9	427.9	5134.2	0.21	75.8	241.6	65.64	214.7	70.98	232.0
3	3.0	9.0	427.9	3884.7	0.16	56.8	298.7	427.9	3850.7	0.16	56.9	298.5	49.18	263.9	53.23	285.2
2	3.0	6.0	427.9	2585.6	0.11	37.8	336.5	427.9	2567.1	0.11	37.9	336.4	32.73	296.6	35.49	320.7
1	3.0	3.0	428.0	1289.7	0.05	18.9	355.4	428.0	1284.1	0.05	19.0	355.4	16.40	313.0	17.83	338.5
		2406.7	24299.4	1.0			2406.7	24064.1	1.0							

Fuente: Elaboración propia

Comparación de la fuerza cortante calculada con la fuerza cortante procesada con el software Etabs

En comprobación de requerimiento de fuerza cortante mínima para que se clasifique como sistema aporticado.

Cortante vasal
V_x= 355.36 ton **V_x** = 313.042 ton Δ
V_y= 355.36 ton **V_y** = 338.53 ton -16.83

Densidad (ρ) = 1.0 ton/m²

Cuadro n°19: Fuerzas cortante en el sistema aporticado

N	Cortante total		Muros		Porcentaje		
	Q _x	Q _y	V _x	V _y	% V _x	% V _y	
1	313.04	338.53	236.13	639.16	0.75	1.888	Cortante en muros
39	313.04	338.53	76.92	-300.63	0.246	-0.888	Cortante en columnas

Fuente: Elaboración propia

Se procede a calcular el nuevo R con las fuerzas sísmicas

Periodo fundamental de vibración

Cuadro n°20: Periodo fundamental de vibración en la dirección X-X

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX				
			m	W _{sis.}	f _i	W _{sis} *d _i ²	f _i *d _i
Story6	D6	SSESTX Max	0.01	267.24	66.96	0.04	0.78
Story5	D5	SSESTX Max	0.01	427.85	82.13	0.044	0.834
Story4	D4	SSESTX Max	0.01	427.85	65.64	0.029	0.539
Story3	D3	SSESTX Max	0.01	427.85	49.18	0.015	0.290
Story2	D2	SSESTX Max	0.00	427.85	32.73	0.005	0.113
Story1	D1	SSESTX Max	0.00	428.02	16.40	0.001	0.019
						0.130	2.578

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°21: Periodo fundamental de vibración en la dirección Y-Y

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY				
			m	Wsis.	fi	Wsis*di ²	fi*di
Story6	D6	SSESTY Max	0.01	267.24	72.28	0.060	1.081
Story5	D5	SSESTY Max	0.01	427.85	88.72	0.073	1.157
Story4	D4	SSESTY Max	0.01	427.85	70.98	0.048	0.750
Story3	D3	SSESTY Max	0.01	427.85	53.23	0.025	0.404
Story2	D2	SSESTY Max	0.00	427.85	35.49	0.008	0.156
Story1	D1	SSESTY Max	0.00	428.02	17.83	0.001	0.026
						0.214	3.575

Fuente: Elaboración propia

Donde obtenemos:

(R)	Txx =	0.45 Seg.	(R)	Tyy =	0.49 Seg.
ETABS	Txx =	0.51 Seg.	ETABS	Tyy =	0.47 Seg.
NORMA	Txx =	0.25 Seg.	NORMA	Tyy =	0.25 Seg.

Irregularidades estructurales

Irregularidades en altura (Ia)

Cuadro n°22: Irregularidad de rigidez

PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	condicion1		condicion2		Irreg. de rigidez - piso blando				
			Kxi/ Kxi +1	Kyi/Kyi +1	Kxi/prom.K xi+3	Kyi/prom.K yi+3	Condicion 1 < 0.7		Condicion 2 < 0.8		
			X	Y	X	Y					
PISO 6	41779.58	39543.76									
PISO 5	80093.00	76532.70	1.92	1.94			1.00	1.00			
PISO 4	109137.94	103422.31	1.36	1.35			1.00	1.00			
PISO 3	135493.65	128732.07	1.24	1.24	1.76	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 2	171889.70	164739.46	1.27	1.28	1.59	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 1	180879.50	206960.87	1.05	1.26	1.30	1.56	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°23: Irregularidad extrema de rigidez

<i>Irreg. Extrema de rigidez</i>			
Condición 1 < 0.6		Condición 2 < 0.7	
1.00	1.00		
1.00	1.00		
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°24: Irregularidad de masa

N°	Masa	condicion	Condicion >1.5
6	27.24		1.00
5	43.61		1.00
4	43.61	1.00	1.00
3	43.61	1.00	1.00
2	43.61	1.00	1.00
1	43.63	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la discontinuidad aceptable y la discontinuidad extrema en el siguiente cuadro.

Cuadro n°25: Irregularidad de discontinuidad en los sistemas resistenciales

N° colum.	Porcentaje		% por columna		condicion#1		condicion#2	
	% Vx	% Vy	% Vx	% Vy	10% fuerza cortate		25% fuerza cortate	
39	76.9	-300.6	1.97	-7.71	1.97	1.00	1.97	1.00

Fuente: Elaboración propia

Donde se obtuvo los siguientes resultados donde no hay irregularidades en altura

Ia

- Irregularidad de Rigidez - Piso Blando : 1.00 NP Ia
- Irregularidad de Resistencia - Piso Debil : 1.00 NP Ia
- Irregularidad de Rigidez - Piso Blando (Extrema): 1.00 NP Ia
- Irregularidad de Resistencia - Piso Debil (Extrema): 1.00 NP Ia
- Irregularidad de Masa: 1.00 NP Ia
- Irregularidad Geométrica Vertical: 1.00 NP Ia
- Discontinuidad en los Sistemas Resistentes : 1.00 NP Ia
- Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes : 1.00 NP Ia

Irregularidades en planta (Ip)

Cuadro n°26: Irregularidad en planta de torsión y torsión extrema

N°	Hi	MAXIMO		Centro de Masa		Condición		$\Delta_{max} > 1.2$		$\Delta_{max} > 1.5$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
6	3.00	0.0160	0.0159	0.0126	0.0141	1.2728	1.1319	0.75	1.00	1.00	1.00
5	3.00	0.0205	0.0177	0.0144	0.0157	1.4272	1.1269	0.75	1.00	1.00	1.00
4	3.00	0.0245	0.0199	0.0155	0.0167	1.5871	1.1907	0.75	1.00	0.60	1.00
3	3.00	0.0269	0.0209	0.0157	0.0167	1.7211	1.2493	0.75	0.75	0.60	1.00
2	3.00	0.0281	0.0205	0.0145	0.0150	1.9416	1.3612	0.75	0.75	0.60	1.00
1	3.00	0.0222	0.0142	0.0151	0.0131	1.4692	1.0822	0.75	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

La irregularidad de sistemas no paralelos

EJES NO PARALELOS



Angulo: 0

Condición
1

Resumen de irregularidades en planta

Ip		
Irregularidad Torsional :	0.75	Tiene Ip
Irregularidad Torsional (Extrema) :	0.60	Tiene Ip
Esquinas Entrantes :	1.00	NP Ip
Discontinuidad del Diafragma :	1.00	NP Ip
Sistemas no Paralelos :	1.00	NP Ip

De los datos del cálculo de irregularidades estructurales, se obtiene los siguientes (R) para cada dirección de análisis

$$\begin{array}{ll}
 R_{0X} = & 8 \qquad \qquad \mathbf{Ia:} \quad 1.00 \\
 R_{0Y} = & 8 \qquad \qquad \mathbf{Ip:} \quad 0.60
 \end{array}$$

Se obtuvo que se presenta irregularidad en altura, la cual se tomara en cuenta para (R), cuando se calcule el análisis dinámico.

Cuadro n°27: Irregularidades calculadas en el análisis estático

<i>Consideramos las Irregularidad</i>		
<i>Para</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>R₀ =</i>	8	8
<i>Ia =</i>	1.00	1.00
<i>Ip =</i>	0.60	0.60
<i>R =</i>	4.8	4.8

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 Análisis dinámico

Aceleración espectral

<i>Periodo en la dirección X:</i>	T_x :	0.51 Seg.
<i>Periodo en la dirección Y:</i>	T_y :	0.47 Seg.
<i>Factor de zona:</i>	Z₄ :	0.45
<i>C (Edificaciones Comunes)</i>	U :	1.00
<i>1 -Pórticos de concreto armado</i>	R :	8.00
<i>Perfil Tipo S2</i>	S₂ :	1.05
	T_P :	0.6
	T_L :	2.0

R= corregido

Con los datos obtenidos de análisis estático del R se iniciará a calcular el análisis dinámico. Del cuadro n° 26, de irregularidades calculadas en el análisis estático del sistema aporticado.

calculo de coeficiente de amplificación sísmica C

$$\begin{aligned} C_x = 2.500 \implies C = 0.528 \quad \text{Condicion: Si } C_x \geq C \implies C_x = 2.500 \\ C_y = 2.500 \implies C = 0.528 \quad \text{Condicion: Si } C_y \geq C \implies C_y = 2.500 \end{aligned}$$

Cálculo del valor (ZUCS/R)

V _x =	0.2461	*P _{sis}	K _x =	1.004
V _y =	0.2461	*P _{sis}	K _y =	1.000

Fuerza espectral en la dirección vertical

Cuadro n°28: Fuerzas cortantes por cada nivel en altura

Nivel	Altura	Wsis.	Kx = 1.004				Ky = 1.000				ETABS usando coeficientes					
			w*h ^(Kx)	α	Fsx	Qsx	Psis*g	w*h ^(Kx)	α	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy	
6	3.0	18.5	267.2	5001.9	0.20	116.1	116.1	267.2	4943.9	0.20	115.9	115.9	114.21	114.21	113.46	113.46
5	3.0	15.5	427.9	6704.8	0.26	155.6	155.6	427.9	6631.7	0.26	155.4	155.4	126.49	240.70	121.39	234.84
4	3.0	12.5	427.9	5402.5	0.21	125.4	281.0	427.9	5348.2	0.21	125.4	280.8	98.16	338.86	93.90	328.74
3	3.0	9.5	427.9	4101.4	0.16	95.2	376.2	427.9	4064.6	0.16	95.3	376.1	72.83	411.69	70.32	399.06
2	3.0	6.5	427.9	2801.9	0.11	65.0	441.2	427.9	2781.0	0.11	65.2	441.3	48.46	460.14	47.60	446.66
1	3.5	3.5	428.0	1505.6	0.06	34.9	476.2	428.0	1498.1	0.06	35.1	476.4	20.05	480.20	20.34	467.01
			2406.7	25518.1	1.0				2406.7	25267.5	1.0					

Fuente: Elaboración propia

Comparación de la fuerza cortante calculada con la fuerza cortante procesada con el software Etabs

Cortante Vasal	ETABS	Δ
V _x = 592.27 ton	V _x = 480.195 ton	-112.07
V _y = 592.27 ton	V _y = 467.01 ton	-125.26

$$\text{Densidad } (\rho) = 0.842 \text{ ton/m}^2$$

Periodo fundamental de vibración

Cuadro n°29: Periodo fundamental de vibración dirección X-X

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX				
			m	Wsis.	fi	Wsis*di ²	fi*di
Story6	D6	SISDIN XX Max	0.01779	267.24	114.21	0.085	2.031
Story5	D5	SISDIN XX Max	0.0154	427.85	126.49	0.102	1.954
Story4	D4	SISDIN XX Max	0.0125	427.85	98.16	0.067	1.224
Story3	D3	SISDIN XX Max	0.0090	427.85	72.83	0.034	0.652
Story2	D2	SISDIN XX Max	0.0052	427.85	48.46	0.012	0.253
Story1	D1	SISDIN XX Max	0.0018	428.02	20.05	0.001	0.036
						0.300	6.150

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°30: Periodo fundamental de vibración en la dirección Y-Y

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY				
			m	Wsis.	fi	Wsis*di ²	fi*di
Story6	D6	SISDIN XX Max	0.0208	267.24	113.46	0.116	2.360
Story5	D5	SISDIN XX Max	0.0181	427.85	121.39	0.141	2.201
Story4	D4	SISDIN XX Max	0.0147	427.85	93.90	0.092	1.379
Story3	D3	SISDIN XX Max	0.0105	427.85	70.32	0.048	0.741
Story2	D2	SISDIN XX Max	0.0061	427.85	47.60	0.016	0.290
Story1	D1	SISDIN XX Max	0.0021	428.02	20.34	0.002	0.042
						0.414	7.014

Fuente: Elaboración propia

Donde obtenemos:

$$(R) \quad T_{xx} = 0.44 \text{ Seg.}$$

$$\text{ETABS } T_{xx} = 0.51 \text{ Seg.}$$

$$\text{NORMA } T_{xx} = 0.26 \text{ Seg.}$$

$$(R) \quad T_{yy} = 0.49 \text{ Seg.}$$

$$\text{ETABS } T_{yy} = 0.47 \text{ Seg.}$$

$$\text{NORMA } T_{yy} = 0.26 \text{ Seg.}$$

Cuadro n°31: Verificación de fuerza cortante en el sistema aporticaddo

N	Cortante total		Muros		Porcentaje		
	Qx	Qy	Vx	Vy	% Vx	% Vy	
1	480.20	467.01	92.69	87.34	0.19	0.187	Cortante en muros
39	480.20	467.01	387.51	379.67	0.807	0.813	Cortante en columnas

Fuente: Elaboración propia

Irregularidad estructural

Irregularidad en altura (Ia)

Cuadro n°32: Irregularidad de rigidez

PISO	Kx	Ky	Kxi /Kxi+1	Kyi/Kyi+1	Kxi/prom.Kxi+3	Kyi/prom.Kyi+3	<i>Irreg. de rigidez - piso blando</i>				
	tonf/m	tonf/m	X	Y	X	Y	Condicion 1 < 0.7		Condicion 2 < 0.8		
PISO 6	41365.43	40078.04									
PISO 5	72314.58	72760.27	1.75	1.82			1.00	1.00			
PISO 4	91342.99	93867.54	1.26	1.29			1.00	1.00			
PISO 3	107711.47	113692.88	1.18	1.21	1.58	1.65	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 2	126570.88	141497.28	1.18	1.24	1.40	1.51	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 1	113247.75	155902.13	0.89	1.10	1.04	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°33: Irregularidad de rigidez extrema

<i>Irreg. Extrema de rigidez</i>			
Condición 1 < 0.6		Condición 2 < 0.7	
1.00	1.00		
1.00	1.00		
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°34: Irregularidad de masa

N°	Masa	condición	Condición >1.5
6	27.24		1.00
5	43.61		1.00
4	43.61	1.00	1.00
3	43.61	1.00	1.00
2	43.61	1.00	1.00
1	43.63	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°35: irregularidad de discontinuidad aceptable y extrema en los sistemas resistentes

N° colum.	Porcentaje		% por columna		condicion#1		condicion#2	
	% Vx	% Vy	% Vx	% Vy	10% fuerza cortate		25% fuerza cortate	
39	387.5	379.7	9.94	9.74	9.94	1.00	9.94	1.00

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las irregularidades en altura

	Ia	
Irregularidad de Masa:	1.00	NP Ia
Irregularidad Geométrica Vertical:	1.00	NP Ia
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes :	1.00	NP Ia
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes :	1.00	NP Ia

Irregularidades en planta (Ip)

Cuadro n°36: Irregularidad torsional

N°	hi	MAXIMO		Centro de Masa		Condición		Δmax > 1.2		Δmax > 1.5	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
6	3	0.0034	0.0035	0.0028	0.003	1.2232693	1.179966611	0.75	1.00	1.00	1.00
5	3	0.0041	0.0040	0.0031	0.0033	1.333333333	1.199637572	0.75	1.00	1.00	1.00
4	3	0.0047	0.0043	0.0032	0.0035	1.45518941	1.232876712	0.75	0.75	1.00	1.00
3	3	0.0051	0.0046	0.0032	0.0035	1.58008117	1.337078652	0.75	0.75	0.60	1.00
2	3	0.0049	0.0042	0.0029	0.0031	1.72676254	1.363283775	0.75	0.75	0.60	1.00
1	3	0.0049	0.0033	0.0029	0.0027	1.69011407	1.235834897	0.75	0.75	0.60	1.00

Fuente: Elaboración propia

Ip

Irregularidad Torsional :	0.75	Tiene Ip
Irregularidad Torsional (Extrema) :	0.60	Tiene Ip
Esquinas Entrantes :	1.00	NP Ip
Discontinuidad del Diaframa :	1.00	NP Ip
Sistemas no Paralelos :	1.00	NP Ip

Del cálculo de análisis dinámico se verifico que la estructura es regular en altura, sin embargo, es irregular en planta según criterios de la norma E.030-2018.

Cuadro n°37: Resumen de irregularidades del análisis dinámico

Irregularidad		
PARA	X	Y
R₀ =	8	8
I_a =	1.00	1.00
I_p =	0.60	0.60
R =	4.8	4.8

Fuente: Elaboración propia

Después de calcular el análisis estático y dinámico para el sistema aporticado, se procedió a evaluar las fuerzas cortantes mínimas en base al Cuadro N° 04 de Requisitos mínimos requeridos de fuerza cortante mínima en estructuras regulares e irregulares

Cuadro n°38: Fuerza cortante en las dos direcciones de análisis

N°	ESTATICO		DINAMICO	
	Q _{sx}	Q _{sy}	Q _{sx}	Q _{sy}
6	146.95	158.55	135.42	119.01
5	320.35	345.77	284.12	245.88
4	462.39	499.27	396.31	341.11
3	573.11	619.02	478.32	412.33
2	652.53	705.05	533.64	461.60
1	703.32	760.16	563.79	488.14

Fuente: Elaboración propia

Escogemos las fuerzas cortantes de los primeros niveles en las dos direcciones del análisis estático y dinámico.

			Cortante Estático al 90%			
Vest. X :	703.32 ton	--->	632.989			
Vest. Y :	760.16 ton	--->	684.146			
Vdin. X :	563.79 ton	--->	0.8016	--->	Solo se alcanzó al :	80.16 % Necesita Escalar
Vdin. Y :	488.14 ton	--->	0.6422	--->	Solo se alcanzó al :	64.22 % Necesita Escalar

Se obtiene que la fuerza cortante mínima no cumpla con la condición estipulada, por tanto, para cumplir y utilizar el análisis sísmico se debe escalar proporcionalmente para el diseño de los elementos estructurales posteriormente.

Factores para escalar el análisis dinámico.

Factores :			
f_x :	1.123	--->	1.15
f_y :	1.402	--->	1.45

Evaluación de desplazamientos absolutos y distorsiones

Cuadro n°39: Desplazamientos absolutos y distorsiones

N°	hi	DESPLAZAMIENTOS ABSOLUTOS				DISTORCIONES				Des. Limite	NORMA
		ESTATICO		DINAMICO		ESTATICO		DINAMICO			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
6	3	0.116142	0.0949	0.02	0.022	0.0053	0.00531	0.0012	0.0011	0.126	0.007
5	3	0.100146	0.079	0.016	0.0186	0.0068	0.0059	0.0013	0.0014	0.105	0.007
4	3	0.079626	0.0613	0.012	0.0145	0.0082	0.00664	0.0014	0.0016	0.084	0.007
3	3	0.05508	0.0414	0.008	0.0098	0.009	0.00696	0.0014	0.0016	0.063	0.007
2	3	0.028107	0.0205	0.004	0.0049	0.0094	0.00683	0.0013	0.0016	0.042	0.007
1	3	0.022248	0.0142	0.003	0.0042	0.0074	0.00474	0.0009	0.0014	0.021	0.007
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007

Fuente: Elaboración propia

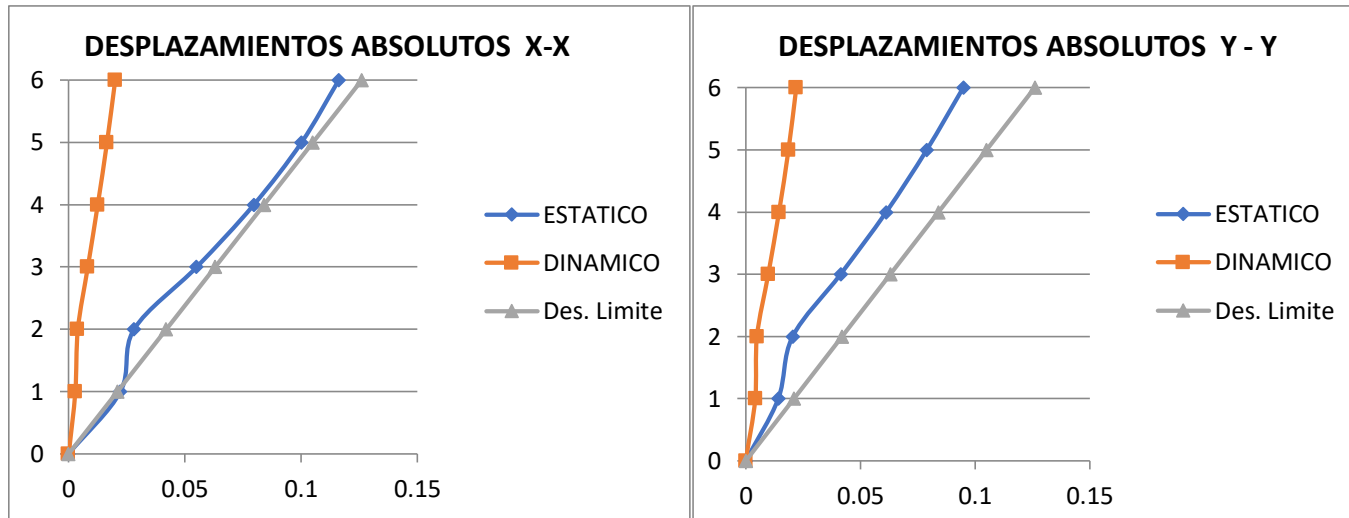


Figura n° 11: Desplazamientos absolutos. Fuente: Elaboración propia

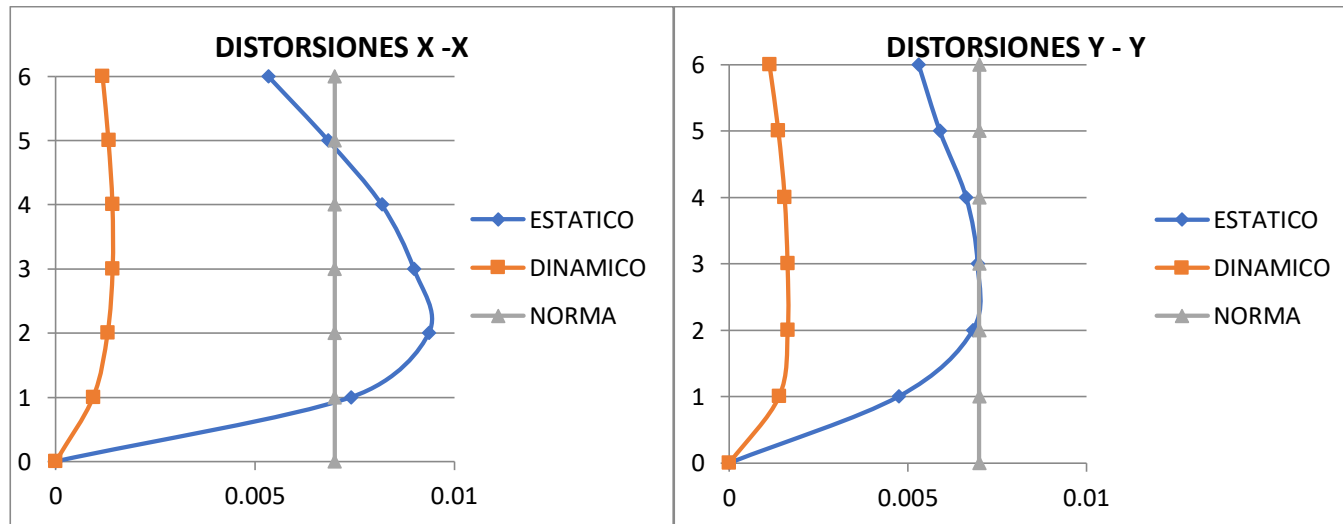


Figura n° 12: Distorsiones. Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Análisis sísmico del sistema dual

Parámetros de sitio

Estos son los parámetros a utilizar para el sistema estructural dual de acuerdo a los criterios de la norma E.030-2018

a) Factor de zona:

El lugar de estudio está ubicado en la ciudad de Trujillo, la cual en base a la clasificación por zona sísmica se encuentra en la zona 4 con un factor de 0.45, según lo estipulado en el artículo 10 de la normativa.

b) Factor de suelo:

La estructura está ubicada sobre un tipo de suelo S2 (suelo intermedio) al que le corresponde un factor de amplificación del suelo de 1.05, y de los periodos T_p (0.6) y T_L (2.0), valores dados en la norma E-030.

c) Categoría de la edificación y factor de uso:

Según la norma la categoría clasificada es C, en base al uso de la edificación para oficinas con un factor de uso es 1, esto se comprende que se debe considerar el factor de seguridad en un 100%.

d) Sistema estructural

El sistema dual por ser clasificado en base que material predominante de la estructura es concreto armado y principalmente debido al mayor porcentaje de la fuerza cortante en la base es en los muros estructurales, donde el mínimo es el 20% y como máximo el 70%.

Cabe resaltar que en base a la categoría de edificios comunes y a la zona 4 donde se encuentra, menciona que se puede construir cualquier sistema, en este caso está permitido construir con el sistema aporticado en la ciudad de Trujillo en base a la normativa.

e) Coeficiente básico de reducción R_o

Según la norma para el sistema de Pórticos, le corresponde un coeficiente de $R_o=7$.

Los parámetros sísmicos definidos son:

Cuadro n°40: Parámetros de sitio

PARAMETROS SISMICOS	
<i>Z</i>	<i>0.45</i>
<i>U</i>	<i>1</i>
<i>S</i>	<i>1.05</i>
<i>R_o</i>	<i>7</i>

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis sísmico del sistema dual también se modeló a través del programa Etabs, considerando el plano de los elementos estructurales, y los criterios de la normativa de diseño.

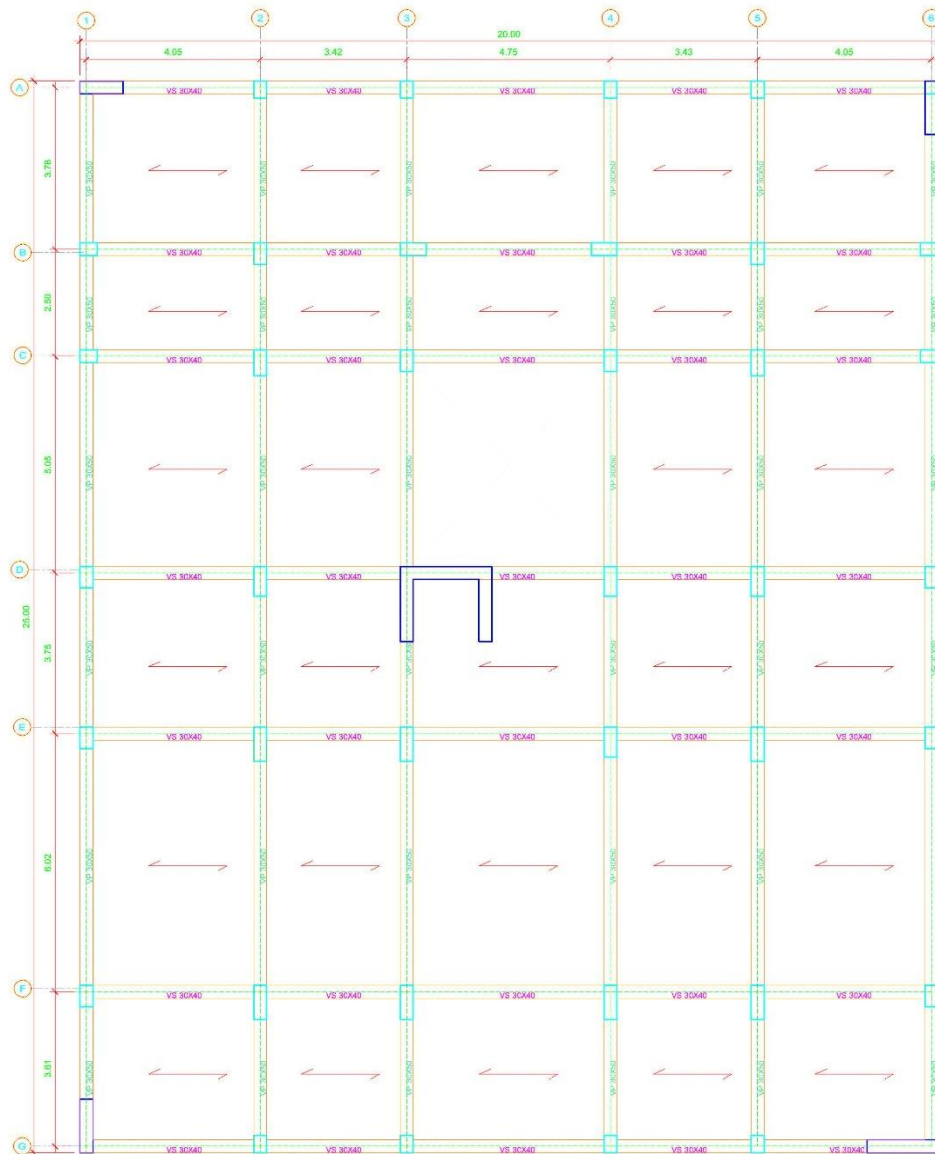


Figura n°13: Elementos estructurales del sistema dual. Fuente: Elaboración propia

Modelamiento del sistema dual

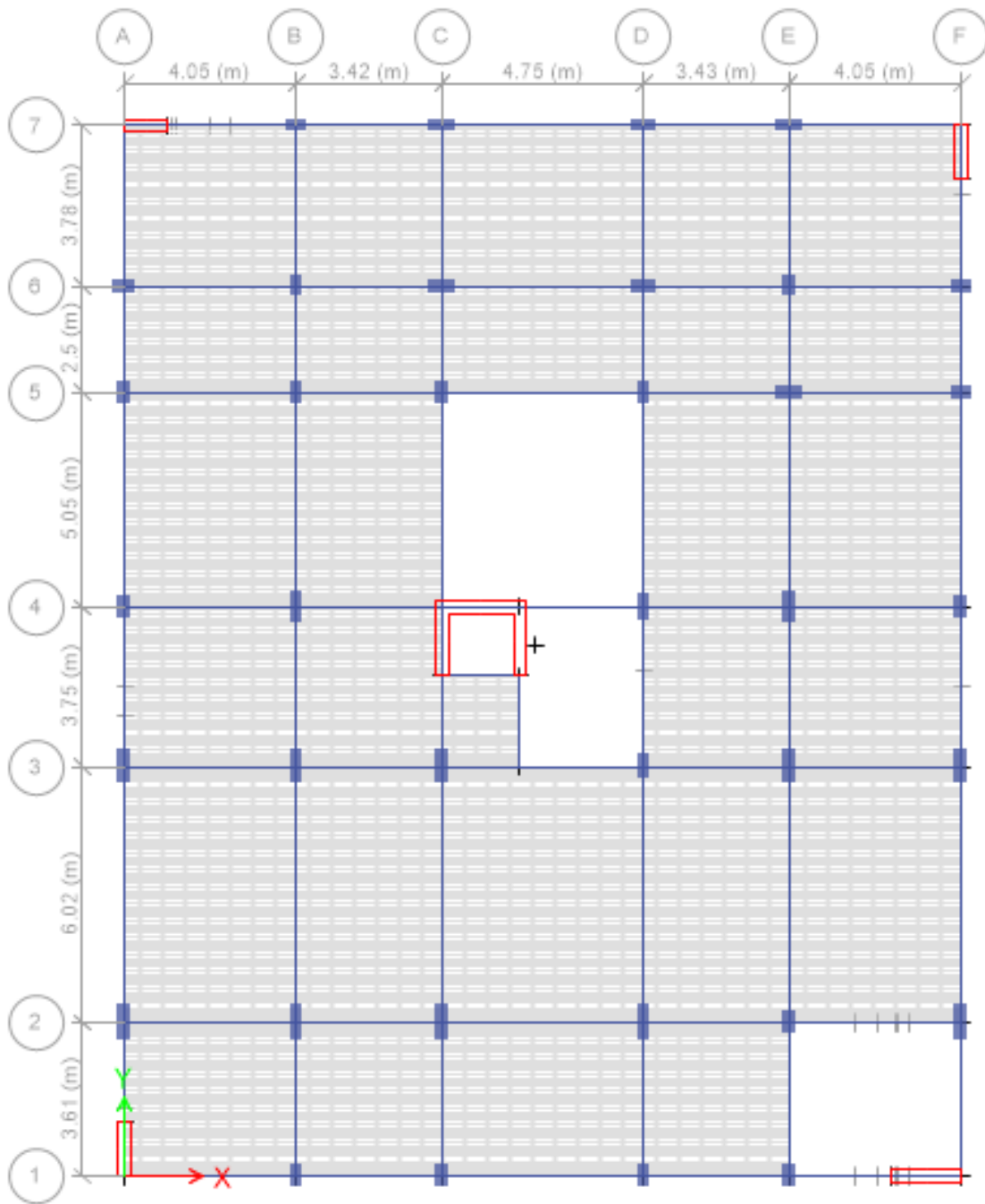


Figura n° 14: Configuración geométrica en 3D. Fuente: Elaboración propia

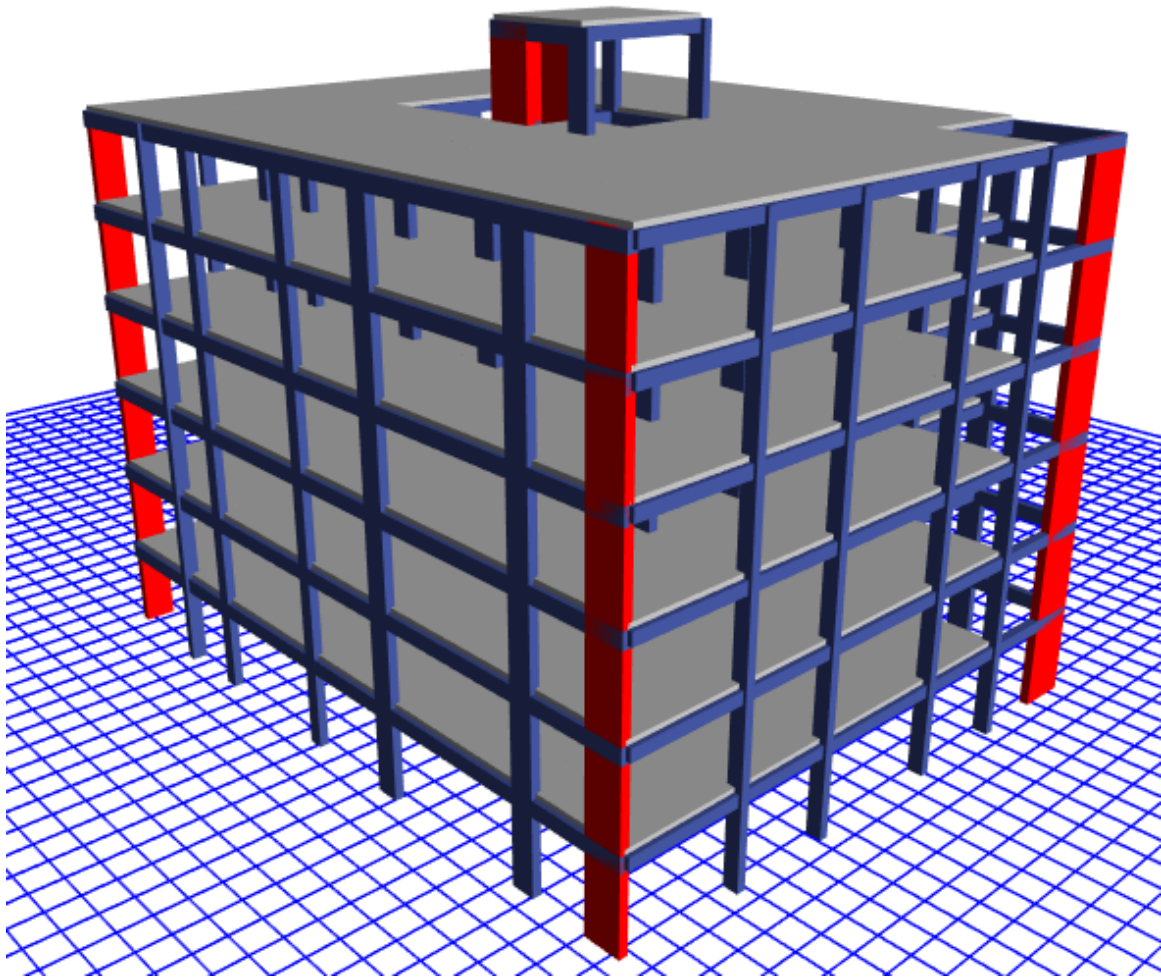


Figura n°15: Renderizado y vista en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Del modelamiento matemática realizado con el programa Etabs, se obtuvo los siguientes datos, los centros de masas y centros de rigidez del sistema aperticado, etc.

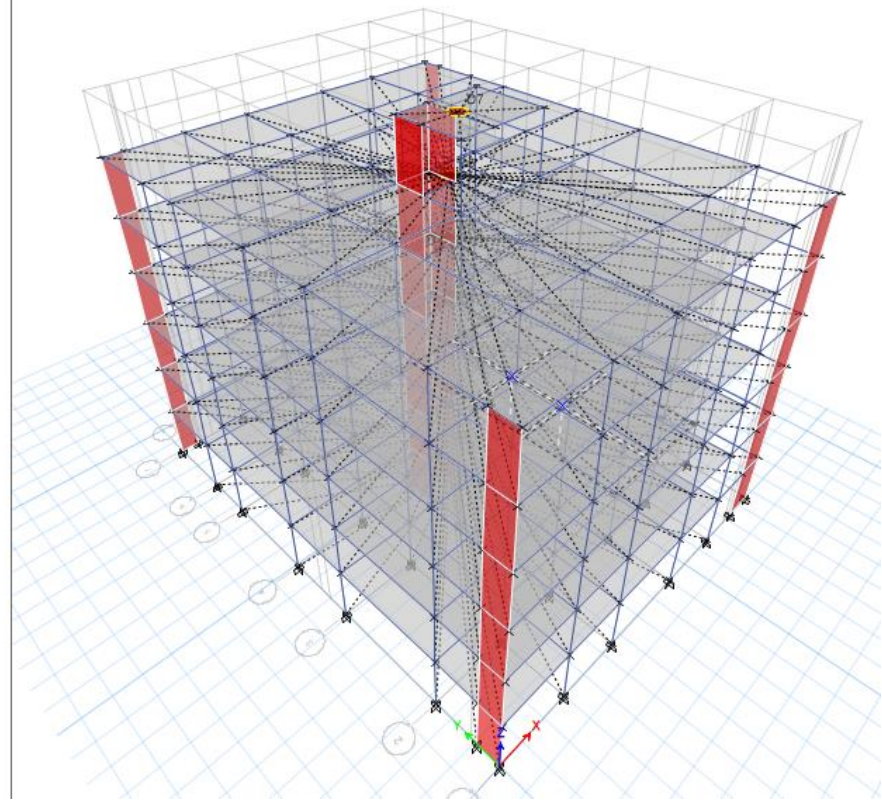
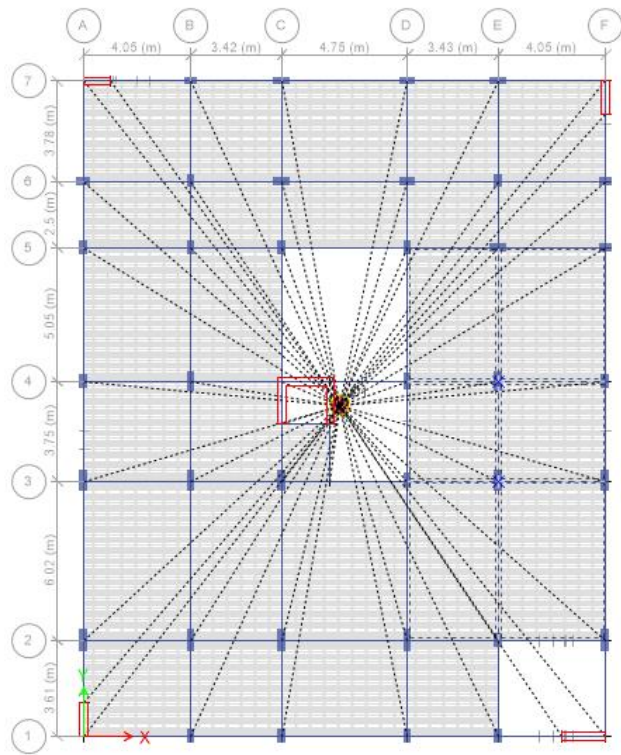


Figura n°16: Centros de masa y rigidez

Participación modal

Cuadro n°41: Participación modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	1	0.624	0.6407	0.0005	3.3E-06
Modal	2	0.57	0.0792	0.2935	0

Fuente: Elaboración propia

Excentricidad accidental

Cuadro n°42: Excentricidad accidental

TABLE: Centers of Mass and Rigidity												EXCENTRICIDAD	
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	exx	eyy
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m	1.25	1.00
Story1	D1	43.455	43.455	9.6753	12.4866	43.455	43.455	9.6753	12.487	8.891	11.52	-0.7843	-0.9667
Story2	D2	43.455	43.455	9.6753	12.4866	43.455	43.455	9.6753	12.487	9.0037	12.033	-0.6716	-0.4536
Story3	D3	43.455	43.455	9.6753	12.4866	43.455	43.455	9.6753	12.487	9.1048	12.43	-0.5705	-0.0571
Story4	D4	43.455	43.455	9.6753	12.4866	43.455	43.455	9.6753	12.487	9.1834	12.67	-0.4919	0.1832
Story5	D5	43.455	43.455	9.6753	12.4866	43.455	43.455	9.6753	12.487	9.2557	12.873	-0.4196	0.3866
Story6	D6	27.889	27.889	9.6742	12.4973	27.889	27.889	9.6742	12.497	9.3127	13.102	-0.3615	0.6045

Fuente: Elaboración propia

La excentricidad accidental calculada teniendo en cuenta ser menor del 0.05 de la longitud perpendicular, como se observa para el sistema dual en las dos direcciones de análisis.

3.2.2.1 Análisis estático

Fuerza cortante

	Periodo en la dirección X:	T_x :	0.624 Seg.
	Periodo en la dirección Y:	T_y :	0.570 Seg.
Ubicación:	Factor de zona :	Z_A :	0.45
Uso:	C (Edificaciones Comun)	U :	1
Sistema Estructural:	2 -Dual	R :	7
Suelo:	Perfil Tipo S2	S₂	1.05
		T_P :	0.6
		T_L :	2.0

Cuadro n°43: Consideraciones de irregularidad

Consideramos no Irregularidad		
Para=	X	Y
R ₀ =	7	7
I _a =	1	1
I _p =	1	1
R =	7	7

Fuente: Elaboración propia

Calculamos con (R) =7 Asumido, considerando como una estructura regular

Calculo del factor de amplificación sísmica (C)

$$C = 2.404 \quad \text{Condición: Si } C_x \geq C$$

$$C = 2.500 \quad \text{Condición: Si } C_y \geq C$$

C real :	
C _x =	2.404
C _y =	2.500

Evaluación del valor C/R

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Cálculo del valor (ZUCS/R).

V _x =	0.1623	*P _{sis}	K _x =	1.062
V _y =	0.1688	*P _{sis}	K _y =	1.035

A _t =	500
A _v =	23.75
A _{tt} =	476.25 m ²

Distribución de fuerzas sísmica en altura

Cuadro n°44: Fuerzas cortantes por cada nivel en altura

				Kx =	1.062				Ky =	1.035				ETABS usando coeficientes			
Nivel	Altura	Wsis.	w*h ^(Kx)	α	Fsx	Qsx	Psis*g	w*h ^(Kx)	α	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy		
6	3.0	18.0	273.6	0.21	82.0	82.0	273.6	5448.9	0.21	84.2	84.2	87.7	87.7	90.1	90.1		
5	3.0	15.0	426.3	0.27	105.2	187.2	426.3	7030.1	0.27	108.7	192.9	103.9	191.5	107.3	197.4		
4	3.0	12.0	426.3	0.21	83.0	270.2	426.3	5580.3	0.21	86.3	279.2	82.0	273.5	85.2	282.6		
3	3.0	9.0	426.3	0.16	61.2	331.4	426.3	4143.3	0.16	64.0	343.2	60.4	333.9	63.2	345.8		
2	3.0	6.0	426.3	0.10	39.8	371.2	426.3	2723.3	0.10	42.1	385.3	39.3	373.2	41.6	387.4		
1	3.0	3.0	426.3	0.05	19.0	390.2	426.3	1329.0	0.05	20.5	405.9	18.8	392.0	20.3	407.7		
				2405.1	28046.0	1.0		2405.1	26255.0	1.0							

Fuente: Elaboración propia

Cortante Vasal : **ETABS:** Δ
V_x= 390.24 ton **V_x**= 391.962 ton 1.72
V_y= 405.85 ton **V_y**= 407.66 ton 1.81
Densidad (ρ) = 0.842 ton/m²

Verificación de la fuerza cortante en el sistema dual

Cuadro n°45: Fuerzas cortantes mínima en la base

N	Cortante total		Muros		Porcentaje		Cortante en muros
	Q _x	Q _y	V _x	V _y	% V _x	% V _y	
1	391.96	407.66	274.75	234.20	0.70	0.575	Cortante en columnas
1	391.96	407.66	117.21	173.46	0.299	0.425	

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante mínima si cumple con lo estipulado en la norma

Coefficiente Básico de Reducción R_0 verificado

Calculamos con $(R) = 7$ Corregido, considerando para las dos direcciones de análisis.

Se obtiene (R) para cada dirección $R_{0x}=7, R_{0y}=7$

<i>R CORREGIDO :</i>	<i>Periodo en la direccion X:</i>	<i>T_x :</i>	<i>0.62 Seg.</i>
	<i>Periodo en la direccion Y:</i>	<i>T_y :</i>	<i>0.57 Seg.</i>
<i>Ubicación:</i>	<i>Factor de zona :</i>	<i>Z_A :</i>	<i>0.45</i>
<i>Uso:</i>	<i>C (Edificaciones Comun)</i>	<i>U :</i>	<i>1</i>
<i>Sistema Estructural:</i>	<i>2 -Dual</i>	<i>R_x :</i>	<i>7</i>
<i>Sistema Estructural:</i>	<i>2 -Dual</i>	<i>R_y :</i>	<i>7</i>
<i>Suelo:</i>	<i>Perfil Tipo S2</i>	<i>S₂</i>	<i>1.05</i>
		<i>T_P :</i>	<i>0.6</i>
		<i>T_L :</i>	<i>2.0</i>

Cálculo del valor (ZUCS/R).

$C_x = 2.404 \implies C = 0.770$	<i>Condicion: Si $C_x \geq C \implies$</i>	<i>C real :</i> $C_x = 2.404$ $C_y = 2.500$
$C_y = 2.500 \implies C = 0.770$	<i>Condicion: Si $C_y \geq C \implies$</i>	

V_x=	0.1623	*Psis	K_x=	1.062
V_y=	0.1688	*Psis	K_y=	1.035

Distribución de fuerzas cortantes en altura

Cuadro n°46: Fuerzas cortantes por cada nivel en altura

Nivel	Altura	Wsis.	Kx = 1.062				Ky = 1.035				ETABS usando coeficientes					
			w*h ^(Kx)	α	Fsx	Qsx	Psis*g	w*h ^(Ky)	A	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy	
6	3	18.0	273.6	5891.2	0.21	82.0	82.0	273.6	5448.9	0.21	84.2	84.2	87.67	87.7	90.08	90.1
5	3.0	15.0	426.3	7563.4	0.27	105.2	187.2	426.3	7030.1	0.27	108.7	192.9	103.88	191.5	107.31	197.4
4	3.0	12.0	426.3	5967.6	0.21	83.0	270.2	426.3	5580.3	0.21	86.3	279.2	81.96	273.5	85.18	282.6
3	3.0	9.0	426.3	4396.6	0.16	61.2	331.4	426.3	4143.3	0.16	64.0	343.2	60.39	333.9	63.24	345.8
2	3.0	6.0	426.3	2858.3	0.10	39.8	371.2	426.3	2723.3	0.10	42.1	385.3	39.26	373.2	41.57	387.4
1	3.0	3.0	426.3	1369.0	0.05	19.0	390.2	426.3	1329.0	0.05	20.5	405.9	18.80	392.0	20.29	407.7
			2405.1	28046.0	1.0					2405.1	26255.0	1.0				

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante

Cortante Vasal:	ETABS:	Δ
$V_x = 390.24$ ton	$V_x = 391.962$ ton	1.72
$V_y = 405.85$ ton	$V_y = 407.66$ ton	1.81

Densidad (ρ) = 0.8 ton/m²

Verificación de fuerza cortante mínima

Cuadro n°47: Fuerzas cortante mínima en la base

N	Cortante total		Muros		Porcentaje		
	Qx	Qy	Vx	Vy	% Vx	% Vy	
1	391.96	407.66	274.75	234.20	0.70	0.575	Cortante en muros
1	391.96	407.66	117.21	173.46	0.299	0.425	Cortante en columnas

Fuente: Elaboración propia

La cortante mínima cumple con el criterio de fuerza cortante mínima en la base para este sistema

Periodo fundamental de vibración

Cuadro n°48: Periodo fundamental de vibración en la dirección X-X

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX				
			m	Wsis.	fi	Wsis* di ²	fi*di
Story6	D6	SSESTX Max	0.03	273.59	87.67	0.21	2.40
Story5	D5	SSESTX Max	0.02	426.29	103.88	0.239	2.460
Story4	D4	SSESTX Max	0.02	426.29	81.96	0.154	1.560
Story3	D3	SSESTX Max	0.01	426.29	60.39	0.078	0.818
Story2	D2	SSESTX Max	0.01	426.29	39.26	0.026	0.306
Story1	D1	SSESTX Max	0.00	426.29	18.80	0.003	0.049
						0.706	7.594

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°49: Periodo fundamental de vibración en la dirección X-X

Story	Diaphragm	Load Case/Comb o	UY				
			m	Wsis.	fi	Wsis* di ²	fi*di
Story6	D6	SSESTY Max	0.02	273.59	90.08	0.136	2.010
Story5	D5	SSESTY Max	0.02	426.29	107.31	0.166	2.117
Story4	D4	SSESTY Max	0.02	426.29	85.18	0.112	1.380
Story3	D3	SSESTY Max	0.01	426.29	63.24	0.059	0.743
Story2	D2	SSESTY Max	0.01	426.29	41.57	0.020	0.284
Story1	D1	SSESTY Max	0.00	426.29	20.29	0.002	0.046
						0.495	6.580

Fuente: Elaboración propia

Donde obtenemos:

(R)	T _{xx} =	0.61 Seg.	(R)	T _{yy} =	0.55 Seg.
ETABS	T _{xx} =	0.62 Seg.	ETABS	T _{yy} =	0.57 Seg.
NORMA	T _{xx} =	0.25 Seg.	NORMA	T _{yy} =	0.25 Seg.

Irregularidades estructurales

Irregularidades en altura (Ia)

Cuadro n°50: Irregularidad de rigidez

PISO	Kx	Ky	condicion1		condicion2		Irreg. de rigidez - piso blando			
	tonf/m	tonf/m	Kxi /Kxi+1	Kyi/Kyi+1	Kxi/prom.Kxi+3	Kyi/prom.Kyi+3	Condicion 1 < 0.7		Condicion 2 < 0.8	
			X	Y	X	Y				
PISO 6	24188.92	34964.55								
PISO 5	41984.35	56275.68	1.74	1.61			1.00	1.00		
PISO 4	50805.56	64037.79	1.21	1.14			1.00	1.00		
PISO 3	59191.77	70969.81	1.17	1.11	1.52	1.37	1.00	1.00	1.00	1.00
PISO 2	73642.33	86264.92	1.24	1.22	1.45	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
PISO 1	150557.39	180934.74	2.04	2.10	2.46	2.45	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°51: Irregularidad extrema de rigidez

Irreg. Extrema de rigidez			
Condicion 1 > 0.6		Condicion 2 > 0.7	
1.00	1.00		
1.00	1.00		
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°52: Irregularidad de masa

N°	Masa	condicion	Condicion >1.5
6	27.89	-----	1.00
5	43.45	-----	1.00
4	43.45	1.00	1.00
3	43.45	1.00	1.00
2	43.45	1.00	1.00
1	43.45	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°53: Irregularidad de discontinuidad en los sistemas resistenciales

N° column.	Porcentaje		% por columna		condicion#1 10% fuerza cortate		condicion#2 25% fuerza cortate	
	% Vx	% Vy	% Vx	% Vy				
37	117.2	173.5	3.17	4.69	4.69	1.00	4.69	1.00

Fuente: Elaboración propia

Donde se obtuvo los siguientes resultados donde no hay irregularidades en altura

Ia

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando : 1.00 NP Ia
 Irregularidad de Resistencia - Piso Débil : 1.00 NP Ia
 Irregularidad de Rigidez - Piso Blando (Extrema): 1.00 NP Ia
 Irregularidad de Resistencia - Piso Débil (Extrema): 1.00 NP Ia
 Irregularidad de Masa: 1.00 NP Ia
 Irregularidad Geométrica Vertical: 1.00 NP Ia
 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes : 1.00 NP Ia
 Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes : 1.00 NP Ia

Irregularidades en planta (Ip)

Cuadro n°54: Irregularidad en planta de torsión y torsión extrema

N°	hi	MAXIMO		Centro de Masa		Condicion		$\Delta_{max} > 1.2$		$\Delta_{max} > 1.5$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
6	3.00	0.0238	0.0149	0.0194	0.0136	1.2236	1.0985	0.75	1.00	1.00	1.00
5	3.00	0.0297	0.0208	0.0244	0.0185	1.2175	1.1226	0.75	1.00	1.00	1.00
4	3.00	0.0354	0.0267	0.0288	0.0234	1.2279	1.1409	0.75	1.00	1.00	1.00
3	3.00	0.0375	0.0298	0.0302	0.0258	1.2420	1.1542	0.75	1.00	1.00	1.00
2	3.00	0.0335	0.0279	0.0271	0.0239	1.2359	1.1696	0.75	1.00	1.00	1.00
1	3.00	0.0165	0.0141	0.0138	0.0120	1.1948	1.1761	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Irregularidad de sistemas no paralelos

EJES NO PARALELOS



Angulo: 0

Condición
1

Ip

Irregularidad Torsional :	0.75	Tiene Ip
Irregularidad Torsional (Extrema) :	1.00	NP Ip
Esquinas Entrantes :	1.00	NP Ip
Discontinuidad del Diafragma :	1.00	NP Ip
Sistemas no Paralelos :	1.00	NP Ip

Se tiene obtiene los siguientes R para cada dirección

$R_{0X} =$	7	Ia:	1.00
$R_{0Y} =$	7	Ip:	0.75

Se obtuvo que se presenta irregularidad en altura, la cual se tomara en cuenta para (R), cuando se calcule el análisis dinámico.

Cuadro n°55: Irregularidades calculadas en el análisis estático

<i>Consideramos las Irregularidad</i>		
<i>Para</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
$R_0 =$	7	7
$Ia =$	1.00	1.00
$Ip =$	0.75	0.75
$R =$	5.25	5.25

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Análisis dinámico

Aceleración espectral

R CORREGIDO :

	<i>Periodo en la dirección X:</i>	T_x :	0.62 Seg.
	<i>Periodo en la dirección Y:</i>	T_y :	0.57 Seg.
<i>Ubicación:</i>	<i>Factor de zona :</i>	Z₄ :	0.45
<i>Uso:</i>	<i>C (Edificaciones Comunes)</i>	U :	1.00
<i>Sistema Estructural:</i>	<i>2 -Dual</i>	R :	7.00
<i>Suelo:</i>	<i>Perfil Tipo S2</i>	S₂ :	1.05
		T_P :	0.6
		T_L :	2.0

Con los datos obtenidos de análisis estático del R del cuadro n° 24, se iniciará a calcular el análisis dinámico.

cálculo de coeficiente de amplificación sísmica C

$C_x = 2.404$	\implies	$C = 0.578$	<i>Condicion: Si $C_x \geq C$</i>	\implies	<table border="1"><tr><td><i>C real :</i></td></tr><tr><td>$C_x = 2.404$</td></tr><tr><td>$C_y = 2.500$</td></tr></table>	<i>C real :</i>	$C_x = 2.404$	$C_y = 2.500$
<i>C real :</i>								
$C_x = 2.404$								
$C_y = 2.500$								
$C_y = 2.500$	\implies	$C = 0.578$	<i>Condicion: Si $C_y \geq C$</i>	\implies				

Cálculo del valor (ZUCS/R)

$$V_x = 0.2163 \cdot P_{sis} \quad K_x = 1.062$$

$$V_y = 0.2250 \cdot P_{sis} \quad K_y = 1.035$$

Fuerza espectral en la dirección vertical

Cuadro n°56: Fuerzas cortantes por cada nivel en altura

Nivel		Altura	Wsis.	Kx = 1.062				Ky = 1.035				ETABS usando coeficientes				
				w*h ^(Kx)	α	Fsx	Qsx	Psis*g	w*h ^(Kx)	α	Fsy	Qsy	Fsx	Qsx	Fsy	Qsy
6	3.0	18.0	273.6	5891.2	0.21	109.3	109.3	273.6	5448.9	0.21	112.3	112.3	78.44	78.44	79.74	79.74
5	3.0	15.0	426.3	7563.4	0.27	140.3	140.3	426.3	7030.1	0.27	144.9	144.9	86.62	165.06	91.65	171.39
4	3.0	12.0	426.3	5967.6	0.21	110.7	251.0	426.3	5580.3	0.21	115.0	259.9	67.90	232.95	73.77	245.16
3	3.0	9.0	426.3	4396.6	0.16	81.6	332.6	426.3	4143.3	0.16	85.4	345.3	50.22	283.17	54.90	300.06
2	3.0	6.0	426.3	2858.3	0.10	53.0	385.6	426.3	2723.3	0.10	56.1	401.4	32.77	315.95	35.24	335.30
1	3.0	3.0	426.3	1369.0	0.05	25.4	411.0	426.3	1329.0	0.05	27.4	428.8	13.63	329.58	13.73	349.03
			2405.1	28046.0	1.0			2405.1	26255.0	1.0						

Fuente: Elaboración propia

Comparación de la fuerza cortante calculada con la fuerza cortante procesada con el software Etabs

	Cortante Vasal :	ETABS:	Δ
V_x =	520.32 ton	V_x = 329.576 ton	-190.75
V_y =	541.14 ton	V_y = 349.03 ton	-192.11
	<i>Densidad (ρ) =</i>	0.842 ton/m ²	

Cuadro n° 57: Verificación de la fuerza cortante en el sistema dual

N	Cortante total		Muros		Porcentaje		
	Qx	Qy	Vx	Vy	% Vx	% Vy	
1	329.58	349.03	224.17	201.75	0.68	0.578	Cortante en muros
37	329.58	349.03	105.41	147.28	0.320	0.422	Cortante en columnas

Fuente: Elaboración propia

Periodo fundamental de vibración

Cuadro n°58: Periodo fundamental de vibración en la dirección X-X

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX				
			m	Wsis.	fi	Wsis*di ²	fi*di
Story6	D6	SISDIN XX Max	0.02302	273.59	78.44	0.145	1.805
Story5	D5	SISDIN XX Max	0.01992	426.29	86.62	0.169	1.725
Story4	D4	SISDIN XX Max	0.01601	426.29	67.90	0.109	1.087
Story3	D3	SISDIN XX Max	0.0114	426.29	50.22	0.055	0.573
Story2	D2	SISDIN XX Max	0.00655	426.29	32.77	0.018	0.215
Story1	D1	SISDIN XX Max	0.00221	426.29	13.63	0.002	0.030
						0.499	5.435

Fuente: Elaboración propia

Periodo de vibración para la dirección Y-Y

Cuadro n°59: Periodo fundamental de vibración en la dirección Y-Y

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY				
			m	Wsis.	fi	Wsis*di ²	fi*di
Story6	D6	SISDIN XX Max	0.01907	273.59	79.74	0.099	1.520
Story5	D5	SISDIN XX Max	0.01689	426.29	91.65	0.122	1.548
Story4	D4	SISDIN XX Max	0.01389	426.29	73.77	0.082	1.025
Story3	D3	SISDIN XX Max	0.01009	426.29	54.90	0.043	0.554
Story2	D2	SISDIN XX Max	0.00587	426.29	35.24	0.015	0.207
Story1	D1	SISDIN XX Max	0.00196	426.29	13.73	0.002	0.027
						0.363	4.880

Fuente: Elaboración propia

Donde obtenemos:

$$\begin{array}{ll}
 \text{(R)} & T_{xx} = 0.61 \text{ Seg.} \\
 \text{ETABS} & T_{xx} = 0.62 \text{ Seg.} \\
 \text{NORMA} & T_{xx} = 0.25 \text{ Seg.}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{ll}
 \text{(R)} & T_{yy} = 0.55 \text{ Seg.} \\
 \text{ETABS} & T_{yy} = 0.57 \text{ Seg.} \\
 \text{NORMA} & T_{yy} = 0.25 \text{ Seg.}
 \end{array}$$

Irregularidad es estructurales

Irregularidad en altura (Ia)

Cuadro n°60: Irregularidad de rigidez

PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kxi/Kxi +1	Kyi/Kyi+1	Kxi /Prom Kx+3/	Kyi /Prom Ky+3	Irreg. de rigidez - piso blando				
			X	Y	X	Y	Condicion 1 < 0.7		Condicion 2 < 0.8		
PISO 6	22529.39	34148.94									
PISO 5	37144.93	53235.11	1.65	1.56			1.00	1.00			
PISO 4	43971.52	59851.87	1.18	1.12			1.00	1.00			
PISO 3	50492.21	65732.18	1.15	1.10	1.46	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 2	62848.47	78985.81	1.24	1.20	1.43	1.33	1.00	1.00	1.00	1.00	
PISO 1	130794.18	163537.70	2.08	2.07	2.49	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°61: Irregularidad de rigidez extrema

<i>Irreg. Extrema de rigidez</i>			
Condición 1 < 0.6		Condición 2 < 0.7	
1.00	1.00		
1.00	1.00		
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°62: Irregularidad de masa

N°	Masa	Condición	Condición >1.5
6	27.89		1.00
5	43.45		1.00
4	43.45	1.00	1.00
3	43.45	1.00	1.00
2	43.45	1.00	1.00
1	43.45	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°63: Irregularidad de discontinuidad aceptable y extrema en los sistemas resistentes

N° column.	Porcentaje		% por columna		condicion#1 10% fuerza cortante		condicion#2 25% fuerza cortante	
	% Vx	% Vy	% Vx	% Vy				
37	105.4	147.3	2.85	3.98	3.98	1.00	3.98	1.00

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las irregularidades en altura

Ia		
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando :	1.00	NP Ia
Irregularidad de Resistencia - Piso Debil :	1.00	NP Ia
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando (Extrema):	1.00	NP Ia
Irregularidad de Resistencia - Piso Debil (Extrema):	1.00	NP Ia
Irregularidad de Masa:	1.00	NP Ia
Irregularidad Geométrica Vertical:	1.00	NP Ia
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes :	1.00	NP Ia
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes :	1.00	NP Ia

Irregularidades en planta (Ip)

Cuadro n°64: Irregularidad torsional

N°	hi	MAXIMO		Centro de Masa		Condicion		$\Delta_{max} > 1.2$		$\Delta_{max} > 1.5$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
6	3	0.0040	0.0024	0.0031	0.0022	1.2998066	1.121	0.75	1.00	1.00	1.00
5	3	0.0051	0.0034	0.0039	0.003	1.2996668	1.1399	0.75	1.00	1.00	1.00
4	3	0.0061	0.0044	0.0046	0.0038	1.3136787	1.1539	0.75	1.00	1.00	1.00
3	3	0.0065	0.0049	0.0048	0.0042	1.3316832	1.1645	0.75	1.00	1.00	1.00
2	3	0.0058	0.0046	0.0043	0.0039	1.3304168	1.1787	0.75	1.00	1.00	1.00
1	3	0.0028	0.0023	0.0022	0.002	1.2855204	1.1859	0.75	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las irregularidades en planta:

Irregularidad Torsional :	0.75	Tiene Ip
Irregularidad Torsional (Extrema) :	1.00	NP Ip
Esquinas Entrantes :	1.00	NP Ip
Discontinuidad del Diafragma :	1.00	NP Ip
Sistemas no Paralelos :	1.00	NP Ip

Se observa que existe irregularidad torsional.

Cuadro n°65: Resumen de irregularidades del análisis dinámico

Irregularidad		
PARA	X	Y
R₀ =	7	7
I_a =	1.00	1.00
I_p =	0.75	0.75
R =	5.25	5.25

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo del análisis dinámico se verifico que la estructura es regular en altura, sin embargo, es irregular en planta según criterios de la norma E.030-2018.

Después de calcular el análisis estático y dinámico para el sistema dual, se procedió a evaluar las fuerzas cortantes mínimas en base al Cuadro N° 04 de Requisitos mínimos requeridos de fuerza cortante mínima en estructuras regulares e irregulares.

Cuadro n°66: Fuerza cortante en las dos direcciones de análisis

N°	ESTATICO		DINAMICO	
	Q _{sx}	Q _{sy}	Q _{sx}	Q _{sy}
6	116.83	120.07	78.44	79.74
5	255.28	263.11	165.06	171.39
4	364.52	376.64	232.95	245.16
3	444.99	460.94	283.17	300.06
2	497.31	516.35	315.95	335.30
1	522.37	543.39	329.58	349.03

Fuente: Elaboración propia

Escogemos las fuerzas cortantes de los primeros niveles en las dos direcciones del análisis estático y dinámico.

		Cortante			
		Estatico al 90%			
Vest. X :	522.37 ton	--->	470.137		
Vest. Y :	543.39 ton	--->	489.047		
Vdin. X :	329.58 ton	--->	0.6309	---> Solo se alcanzó al :	63.09 % Necesita Escalar
Vdin. Y :	349.03 ton	--->	0.6423	---> Solo se alcanzó al :	64.23 % Necesita Escalar

Se obtiene que la fuerza cortante mínima no cumpla con la condición estipulada, por tanto, para cumplir y utilizar el análisis sísmico se debe escalar proporcionalmente para el diseño de los elementos estructurales posteriormente.

Factores para escalar el análisis dinámico.

Factores :		
f_x :	1.426	---> 1.45
f_y :	1.401	---> 1.45

Evaluación de desplazamientos absolutos y distorsiones

Cuadro n°67: Desplazamientos absolutos y distorsiones

N°	hi	DESPLAZAMIENTOS ABSOLUTOS				DISTORCIONES				Des. Limite	NORMA
		ESTATICO		DINAMICO		ESTATICO		DINAMICO			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
6	3	0.213087	0.160065	0.082188	0.021702	0.010562	0.00662	0.00403	0.00095	0.126	0.007
5	3	0.181401	0.140208	0.070092	0.018852	0.013211	0.00924	0.00507	0.00126	0.105	0.007
4	3	0.141768	0.112488	0.054882	0.015084	0.015721	0.01184	0.00606	0.0016	0.084	0.007
3	3	0.094605	0.076962	0.036699	0.010299	0.016674	0.01325	0.00646	0.00179	0.063	0.007
2	3	0.044583	0.0372	0.017331	0.004944	0.014861	0.0124	0.00578	0.00165	0.042	0.007
1	3	0.021981	0.018789	0.008523	0.002406	0.007327	0.00626	0.00284	0.0008	0.021	0.007
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007

Fuente: Elaboración propia

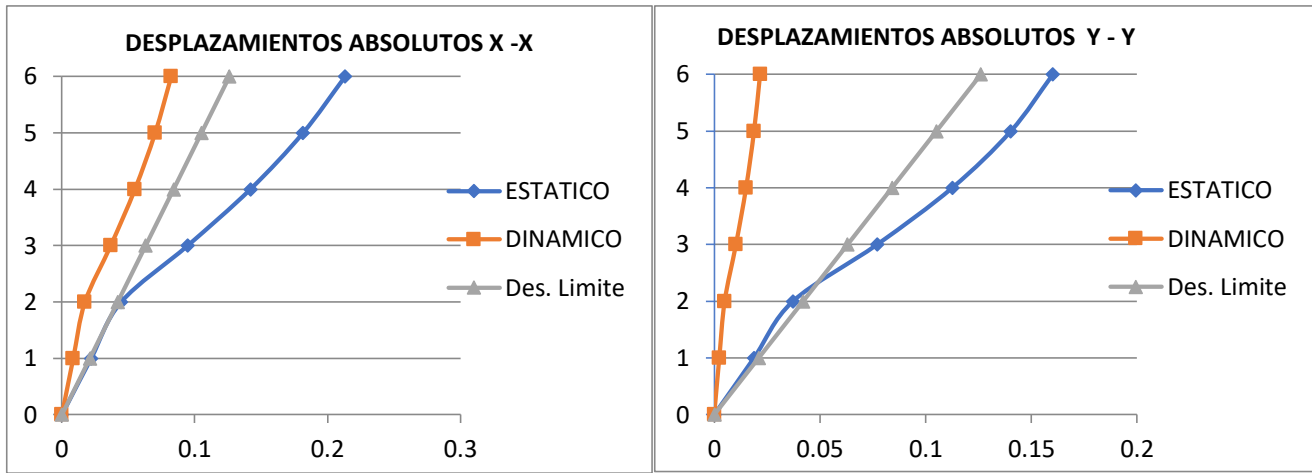


Figura n° 17: Desplazamientos absolutos. Fuente: Elaboración propia

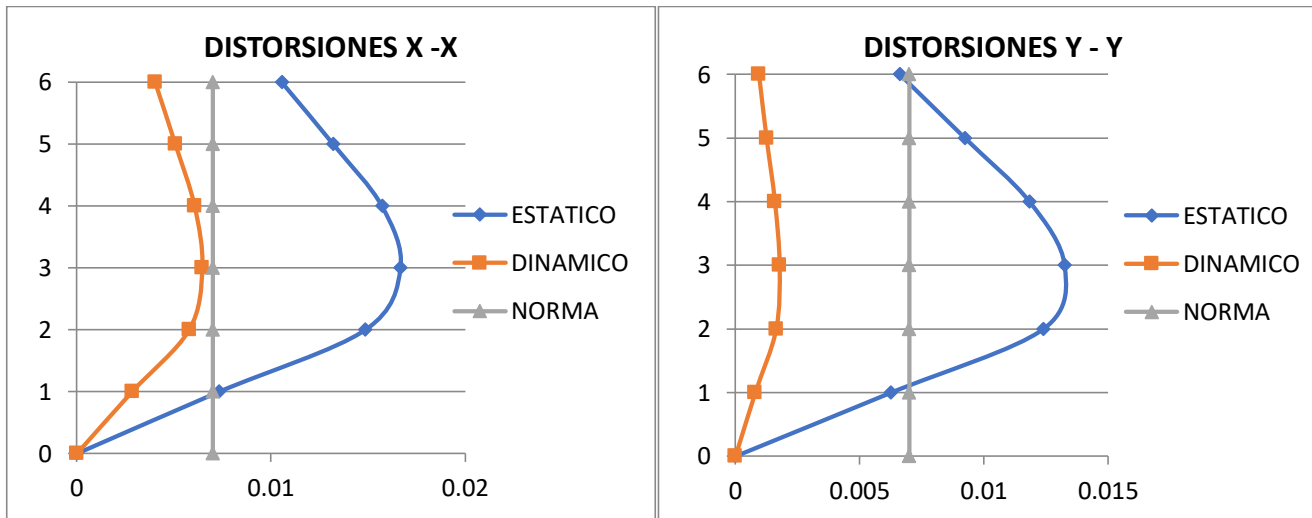


Figura n° 18: Distorsiones. Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual

Se procede a realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos del análisis sísmico que se desarrolló utilizando el programa Etabs en los sistemas aporticado y dual, asimismo este análisis se enfoca en la irregularidad de rigidez - piso blando.

Donde se denomina:

SISTEMA APORTICADO = R8

SISTEMA DUAL = R7

Excentricidad accidental

Comparación de excentricidad en los sistemas estructurales aporticado y dual en cada uno de las direcciones de análisis.

Cuadro n° 68: Comparación excentricidad en los sistemas aporticado y dual.

Nivel	R8	R7	R8	R7
	$e_{xx} < 1.25$	$e_{xx} < 1.25$	$e_{yy} < 1$	$e_{yy} < 1$
1	0.7499	0.7499	-1.2317	-0.9667
2	0.4141	-0.6716	-1.036	-0.4536
3	0.4101	-0.5705	-0.9818	-0.0571
4	0.4384	-0.4919	-0.9628	0.1832
5	0.4677	-0.4196	-0.9395	0.3866
6	0.4732	-0.3615	-0.8498	0.6045

Fuente: Elaboración propia

Como se observa la excentricidad cumple con el criterio para ambos sistemas en la dirección X-X, pero el sistema aporticado no cumple en el primer y segundo nivel del eje Y-Y.

Fuerza cortante

Cuadro n°69: Fuerzas cortantes de sistema aporticado

N°	ESTATICO		DINAMICO	
	Qsx	Qsy	Qsx	Qsy
6	146.95	158.55	135.42	119.01
5	320.35	345.77	284.12	245.88
4	462.39	499.27	396.31	341.11
3	573.11	619.02	478.32	412.33
2	652.53	705.05	533.64	461.60
1	703.32	760.16	563.79	488.14

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n °70: Fuerzas cortantes del sistema dual

N°	ESTATICO		DINAMICO	
	Qsx	Qsy	Qsx	Qsy
6	116.83	120.07	78.44	79.74
5	255.28	263.11	165.06	171.39
4	364.52	376.64	232.95	245.16
3	444.99	460.94	283.17	300.06
2	497.31	516.35	315.95	335.30
1	522.37	543.39	329.58	349.03

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°71: Comparación de fuerza cortante en ambos sistemas

N°	ESTATICO				DINAMICO			
	Qsx	Qsx	Qsy	Qsy	Qsx	Qsx	Qsy	Qsy
6	146.95	116.83	158.55	120.07	135.42	78.44	119.01	79.74
5	320.35	255.28	345.77	263.11	284.12	165.06	245.88	171.39
4	462.39	364.52	499.27	376.64	396.31	232.95	341.11	245.16
3	573.11	444.99	619.02	460.94	478.32	283.17	412.33	300.06
2	652.53	497.31	705.05	516.35	533.64	315.95	461.60	335.30
1	703.32	522.37	760.16	543.39	563.79	329.58	488.14	349.03

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n°72: Resumen de Irregularidades estructurales

CUADRO COMPARATIVO					
Irregularidades Estructurales		Análisis Estático		Análisis Dinámico	
		R7	R8	R7	R8
Ip	Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	1.00	1.00	1.00	1.00
	Irregularidad de Resistencia - Piso Debil	1.00	1.00	1.00	1.00
	Irregularidad de Rigidez - Piso Blando (Extrema)	1.00	1.00	1.00	1.00
	Irregularidad de Resistencia - Piso Debil (Extrema)	1.00	1.00	1.00	1.00
	Irregularidad de Masa	1.00	1.00	1.00	1.00
	Irregularidad Geométrica Vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
	Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	1.00	1.00	1.00	1.00
	Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	1.00	1.00	1.00	1.00
Ia	Irregularidad Torsional	0.75	0.75	0.75	0.75
	Irregularidad Torsional (Extrema)	0.60	1.00	0.60	1.00
	Esquinas Entrantes	1.00	1.00	1.00	1.00
	Discontinuidad del Diafragma	1.00	1.00	1.00	1.00
	Sistemas no Paralelos	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Irregularidad de rigidez -piso blando

Para la comprobación de irregularidad de piso blando, se considera la rigidez lateral que depende de la fuerza cortante y el desplazamiento relativo en los centros de masas

Existe piso blando si cumple las siguientes condiciones:

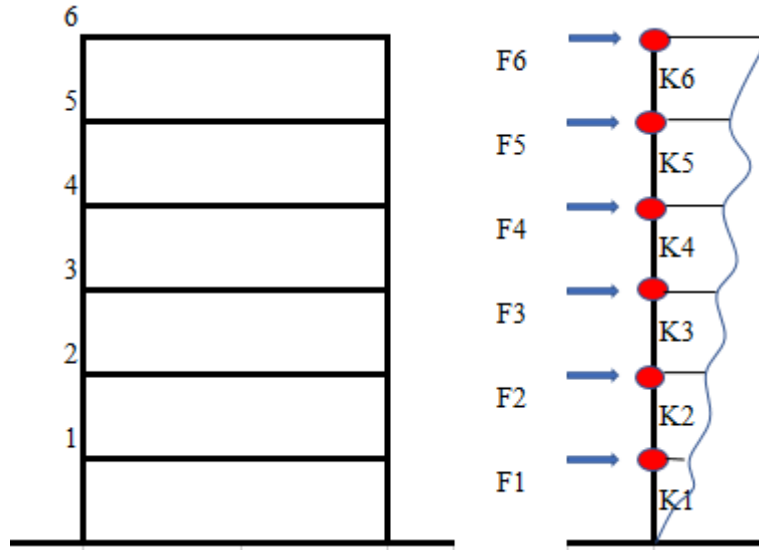


Figura n°19: Rigidez lateral. Fuente: Elaboración propia

$$K = \frac{F}{\Delta}$$

Existe irregularidad de rigidez lateral cuando

$$K_1 < 0.7 * K_2$$

condición 1 < 0.7

$$\frac{K_1}{K_2} < 0.7$$

$$K_1 < 0.8 * \left(\frac{K_1}{K_2 + K_3 + K_4} \right)$$

condición 1 < 0.8

$$\frac{K_1}{K_2 + K_3 + K_4} < 0.8$$

Condición 1: la rigidez lateral es la razón del entrepiso menor entre el entrepiso mayor es mayor al 70%.

Condición 2: la rigidez lateral es la razón del menor entrepiso entre el promedio de los tres entrepisos superiores y que el resultado de este debe ser mayor al 80%.

Cuadro n°73: Comparación de la verificación de condición 1, en la dirección de análisis X-X.

Condición 1 < 0.7		
PISO	R8	R7
	Kxi/Kxi +1	Kxi /Kxi+1
	X	X
PISO 6		
PISO 5	1.74818885	1.64873252
PISO 4	1.26313382	1.18378246
PISO 3	1.17919792	1.14829337
PISO 2	1.17509194	1.24471621
PISO 1	0.8947378	2.08110371

Fuente: Elaboración propia

Se observa que no hay irregularidad de rigidez para la dirección de análisis x-x, para ambos sistemas. Por tanto, se considera el factor de irregularidad de rigidez lateral como 1.

Cuadro n°74: Comparación de la verificación de condición 1, en la dirección de análisis Y-Y.

Condición 1 < 0.7		
PISO	R8	R7
	Kyi/Kyi+1	Kyi/Kyi+1
	Y	Y
PISO 6		
PISO 5	1.81546508	1.55890953
PISO 4	1.29009329	1.12429326
PISO 3	1.21120545	1.0982476
PISO 2	1.24455714	1.20163078
PISO 1	1.10180299	2.07046946

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n° 75: Comparación de la verificación de condición 2, en la dirección de análisis X-X

Condición 2 < 0.8		
PISO	R8	R7
	Kxi/prom.Kxi+3	Kxi/prom.Kxi+3
	X	X
PISO 6		
PISO 5		
PISO 4		
PISO 3	1.576088527	1.461482825
PISO 2	1.399248163	1.432621538
PISO 1	1.043356292	2.494291927

Fuente: Elaboración propia

Cuadro n° 76: Comparación de la verificación de condición 2, en la dirección de análisis Y-Y

Condición 2 < 0.8		
PISO	R8	R7
	Kyi/prom.Kyi+3	Kyi/prom.Kyi+3
	Y	Y
PISO 6		
PISO 5		
PISO 4		
PISO 3	1.650067627	1.339323493
PISO 2	1.514307933	1.325123225
PISO 1	1.339911381	2.398266827

Fuente: Elaboración propia

Se observa que no hay irregularidad de rigidez para los dos sistemas estructurales.

Cuadro n° 77: Resumen de irregularidades de los sistemas aporticado y dual

<i>Irregularidades</i>				
R	R8	R7	R8	R7
	X	X	Y	Y
R₀ =	8	7	8	7
I_a =	1.00	1.00	1.00	1.00
I_p =	0.60	0.75	0.60	0.75
R =	4.8	5.25	4.8	5.25

Fuente: Elaboración propia

Se observa que hay irregularidad estructural en planta en los sistemas aporticado y dual, pero es regular, en altura en ambos sistemas.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos del análisis sísmico se comparó el efecto de piso entre los sistemas aporticado y dual, donde se determinó lo siguiente:

Nuestros resultados tienen en parte concordancia con lo descrito por Janampa (2016), quien desarrollo un estudio de la influencia de la configuración estructural de piso blando en el comportamiento sismorresistente de estructuras aporticadas, al analizar y comparar, los resultados no coinciden porque nuestro sistema en estudio tiene un mejor comportamiento ante las fuerzas sísmicas por el efecto de piso blando, en cambio el obtuvo que el sistema aporticado presento irregularidad de rigidez en altura. Con esto se deduce que es importante la configuración estructural, la simetría para una mejor distribución de la fuerza cortante en los entresijos para así evitar la irregularidad de rigidez.

Nuestros resultados se encontraron favorables frente al sistema dual, los que coinciden con Leuro y Quekano (2017), quien encontró mejor respuesta sísmica en el sistema dual, debido a que permite más distribuciones en los espacios internos del edificio, son estructuras muy flexibles que atraen pequeñas solicitaciones sísmicas y disipan grandes cantidades de energía gracias a la ductilidad que poseen los elementos y la gran hiperestaticidad del sistema. El análisis del periodo fundamental del edificio durante un sismo puede ser mucho obtenido por vibración ambiental.

Las ventajas del sistema dual como explica Rochel (2012), se deben a que disipan y transfieren energía mucho más rápido lo que evita las sobrecargas, en modo simbólico mientras un sistema aporticado transfiere energía, el dual lo irradia, deshaciéndose de esta y evitando daños o deformaciones no deseadas, como el efecto de piso blando entre muchas que afectan las estructuras

Para los grandes edificios, el periodo fundamental de vibración cumple otra función como señala Georgoussis (2011), ya que permite el control de una estructura durante su vida útil. Medición periódica para determinar si ha habido algún deterioro estructural importante debido a eventos sísmicos menores, envejecimiento de los materiales, asentamientos del subsuelo, reparaciones, adaptaciones incorrectas o modificaciones estructurales realizadas por los propietarios. En nuestra investigación el análisis del periodo fundamental permite analizar el diseño estructural y determinar las mejores alternativas de diseño, es por ello por lo que se comparó dos sistemas

estructurales, y su análisis para uno de los efectos sísmicos que es el de piso blando ante el cual encontramos que el sistema dual se desempeñó mejor en cuanto a sus periodos fundamentales

Respecto a la fuerza cortante nuestros resultados mostraron mejor desempeño de la estructura con el sistema dual, aunque la otra estructura destacó en mayor ductilidad. Estos resultados coinciden por los fundamentos científicos los mismos que Singh (2012). El autor recalca que la masa y la rigidez determinan el periodo de vibración de la estructura, es así como a través de la simulación del software, que permite analizar mediante espectro de diseño (gráfica de aceleración del terreno vs. Periodo de vibración de la estructura). La fuerza total sísmica en la base de la estructura se conoce como cortante basal.

Respecto a la irregularidad de piso blando, nuestros resultados no se presentó esta irregularidad en ninguno de los sistemas estructurales e estudio, lo cual tiene similitud con lo señalado por Zalka (2002) quien señala que el Piso Blando produce desplazamientos relativos al centro de masa generados por la fuerza cortante asimismo la excentricidad de centros de masa con el centro de rigidez lo cual es un factor importante para este irregularidad, por ello es importante utilizar programas de cómputo que contemplan como opción la solución del problema, que es lo que utilizamos en nuestra investigación, pues los diseños son los optimizados para reducir este efecto.

En esa línea de ideas, Corpus y Morales (2015), señalaron sobre este efecto que reafirma el sustento teórico del problema de “Piso Blando” que surge en aquellos edificios aporricados (compuestos predominantemente en su estructura por vigas y columnas), donde el piso en mención presenta alta flexibilidad por la escasa densidad de muros que impide controlar los desplazamientos laterales impuestos por los terremotos, en tanto que los pisos adyacentes son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros, por lo que es importante considerar un diseño adecuado para contrarrestarlo, el sistema dual se presenta como una alternativa, sin embargo, la elección final tiene que ver con los costos de los diseños, no solo en material, sino de proceso de construcción y múltiples factores propios del proyecto de construcción. La importancia de estos análisis es que no es trasladable de un edificio a otro ni repetir un diseño, pues el terreno y factores diversos cambian y requieren un nuevo análisis, lo

cual ahora es más viable por las herramientas computacionales como es el caso del software ETABS que usamos en nuestra investigación.

De acuerdo con lo que señala Kassimali (2010) la simulación del comportamiento dinámico y estático para analizar los parámetros que definen si existe o no redundancia estructural, columnas cortas, excentricidad y continuidad de elementos estructurales es uno de los beneficios del diseño estructural asistido por computadora ya que todos sus detalles pueden ser evidenciados en una buena o mala concepción estructural, la cual en caso de ser deficiente puede contribuir a un mal comportamiento de la edificación de un sismo y se puede corregir el diseño.

V. CONCLUSIONES

Mediante el estudio de mecánica de suelos se estableció y determinó la capacidad portante con un resultado de 1.6 kg/cm², donde en el área que se dispuso, se realizó una sola calicata con una profundidad 2 m, asimismo se identificó según la clasificación del suelo, es un suelo intermedio. Por lo cual se consideró para realizar el diseño sismoresistente de los sistemas aporticado y dual.

Se realizó el análisis sísmico utilizando el software Etabs 2016 de los sistemas aporticado y dual para determinar el mejor comportamiento estructural, donde los resultados obtenidos del sistema aporticado presenta irregularidad torsional extrema en planta, asimismo distorsión en la dirección X en el análisis estático, tampoco cumple con la condición de fuerza cortante mínima por lo cual no se considera apto para el diseño de elementos estructurales. Por lo contrario el sistema dual es regular y cumple con los criterios establecido en la norma E.030-2018

Se analizaron los sistemas aporticado y dual con fines de comparación, del efecto de piso blando, donde el sistema aporticado presenta excentricidad en el primer nivel con un valor de **1.0017** y segundo nivel con un valor de **1.036** lo cual no cumple con la condición establecida $e_{yy} < 1$ en la dirección de análisis Y-Y; esta influye que el comportamiento de este sistema sea desfavorable ante este efecto. Por el contrario, el sistema dual no presenta excentricidad y la fuerza cortante en la base fue de $V_x:390.24$ ton, y $V_y:405.85$ ton, están dentro del rango de exigencias de la norma E.030-2018, esto hace que el sistema dual no presente irregularidad de rigidez. En base a los resultados obtenidos llegamos a la conclusión que el mejor comportamiento estructural presenta el sistema dual ante el efecto de piso blando.

VI. RECOMENDACIONES

El estudio de mecánica de suelos es relevante para edificaciones por la capacidad portante, por lo tanto, se recomienda que se debe realizar un estudio in situ o directo. O realizar proctor modificado.

El análisis sísmico debe emplearse utilizando necesariamente un programa como Etbas ahorra un tiempo en los cálculos y permite que los resultados sean inobjetables y minimizar errores.

Con los sistemas aporticado y dual está garantizado las fallas por efecto por piso blando, con otros nuevos sistemas con disipadores de energía, para un mejor comportamiento estructural, y controlar que se dé el efecto de piso blando durante un sismo

REFERENCIAS

CCALLO, Rubén. Comportamiento y capacidad de muros estructurales de hormigón armado frente a solicitaciones sísmicas. Tesis (Magíster en ingeniería estructural y de la construcción). Barcelona, España. Universidad Politécnica de Cataluña. 2016. 107 pp. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/87692>

CORPUS, Jorge y MORALES, Edwin. Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco herrera aplicando Etabs 2013. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. 2015. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/686>

DAMAGE detection of plate-like structures based on residual force vector por Atef Eraky [*et al.*]. *Housing and Building National Research Center*. [en línea]. Enero 2015, n 12. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404815000152>

DEFECTOS que incidieron en el comportamiento de las construcciones de albañilería en el sismo de pisco del 15-08-2007. Blog de Investigaciones en Albañilería. [Mensaje en un blog]. Lima: Av. Universitaria 1801, San Miguel. San Bartolomé, A (16 de setiembre de 2007). [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/09/Albanileria-sismo-del-15-08-2007.pdf>

DIPENDU, Bhunia, VIPUL, Prakash y ASHOK, Pandey. A Conceptual Design Approach of Coupled Shear Walls. *ISRN Civil Engineering* [en línea]. Julio 2013, n 2013. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/161502/ref/>

GEORGOUSSIS.G.K. The use of modal rigidity center for assessing code provisions in asymmetric buildings. *Procedia Engineering* [en línea]. Julio 2014, n 14. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811012355>

GINER, José y MOLINA, Sergio. Sismicidad y riesgo sísmico en la C.A.V. 2.^a ed. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario, 2001. 117 pp. ISBN 8484541347.

GONZALES, Helbert. Análisis sísmico de edificios con muros delgados de hormigón. Aplicación a zonas de alta sismicidad de Perú. Tesis (Doctorado en ingeniería sísmica). Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya. 2010. 259 pp. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93590>

GRANIZO, Sebastián. Estudio de la configuración estructural en planta y elevación y su incidencia en la estabilidad de un edificio. Tesis (Ingeniero Civil). Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 2013. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3787>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A, 2003.600 pp. ISBN: 9781456223960.

IBRAHI, Ismail. Non linear static analysis of a retrofitted reinforced concrete building. *Housing and Building National Research Center*. [en línea]. Julio 2013, n 10. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168740481300045X>

IBRAHIM, Ismail. Non-linear finite element analysis of reinforced concrete flat plates with opening adjacent to column under eccentric punching loads. *Housing and Building National Research Center. Revista HBRC* [en línea]. Enero 2018, n 14 [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404817301025>

IBRAHIM, Yasser. Assessment of a cracked reinforced concrete beam: Case study. *Case Studies in Construction Materials. Revista Elsevier* [en línea]. Junio 2018, n 9 [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509518301098>

IBRAHIM, Yasser. Seismic risk analysis of multistory reinforced concrete structures in Saudi Arabia. *Case Studies in Construction Materials. Revista Elsevier* [en línea]. Agosto 2018, e.192. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509518301888>

INVESTIGACIONES en Concreto Armado, con énfasis en las edificaciones de ductilidad limitada, problemas de Piso Blando [Mensaje en un blog]. Lima: Av. Universitaria 1801, San Miguel. San Bartolomé, A. (16 de julio de 2007). [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/concretoarmado/2007/07/16/investigaciones-en-concreto-armado/>

JANAMPA, Jorge. Estudio de la influencia de la configuración estructural de piso blando en el comportamiento sismorresistente de estructuras aporricadas. Tesis (Magíster en ciencias con mención en ingeniería estructural). Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2016. 226 pp. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5722>

LEÓN, Maycol y GUTIERREZ Sergio. Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la norma E.030 diseño sismorresistente. Tesis (Ingeniero Civil). Lima,

Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/10345>

LEURO, Sebastián y QUEKANO, Rafael. Comportamiento estructural de un edificio en concreto reforzado bajo un sistema estructural dual, con disposición de muros en ejes donde no comprometen la arquitectura. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia. Universidad Católica de Colombia. 2017. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15480/1/Proyecto-Grado-Sebastian-y-Rafael.pdf>

LIQ, Patrick, PING, Sing y HUR, Beng. Case study of load-bearing precast wall system subject to low seismic intensity by linear and nonlinear analyses. *Case Studies in Construction Materials. Revista Elsevier* [en línea]. Mayo 2016, n 6 [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214399816300078>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2016. Norma E.020, Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2016. Norma E.060, Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2016. Norma E.030, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones.

MOHAMED, Abo y MAGDY, Salama. Estimation of period of vibration for concrete shear wall buildings. *Housing and Building National Research Center*. [en línea]. Agosto 2015, n 13. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404815000565>

NONLINEAR analysis on progressive collapse of tall steel composite buildings. por Rohola Rahnavard [et al]. *Case Studies in Construction Materials. Revista Elsevier* [en línea]. Marzo 2018, n 8. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509517302243>

PADILLA, Gonzalo. Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2010. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/505/PADILLA_QUINCOT_GONZALO_IRREGULARIDAD_ESTRUCTURAL_RESISTENCIA_LATERAL.pdf?sequence

PÉREZ, Luis. Análise dos efeitos provocados por abalos sísmicos em estruturas irregulares. Tesis (Magíster en estructuras y construcción civil). Brasilia, Brasil. Universidad de Brasilia. 2012. 166 pp. Disponible en: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/12103>

RAKESH, Goel. Variability and Accuracy of Target Displacement from Nonlinear Static Procedures. *ISRN Civil Engineering* [en línea]. Enero 2011, n 2011 [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2011/582426/>

RAMIREZ, Carmona y ROSAS Angello. Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592408>

ROCHEL, Roberto. Análisis y diseño sísmico de edificios. 2.^a ed. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2012.388 pp. ISBN 9789587201178.

ROMERO, Yazmin. Análisis dinámico de aisladores de base elastoméricos como alternativa de solución para edificaciones con fallas por piso blando. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 2014. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/92>

SINGH, Harvinder. Designing Laterally Loaded RC Stiffened Plates: Energy Balance Concept. *ISRN Civil Engineering* [en línea]. Julio 2012, n 2012. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/709157/>

VICENZO, Sergio, PIRODDI, Luca y RANIERI, Gaetano. Fast Dynamic Control of Damaged Historical Buildings: A New Useful Approach for Structural Health Monitoring after an Earthquake. *ISRN Civil Engineering* [en línea]. Octubre 2013, n 2. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816322160>

VILLAREAL, Genner. Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con plateas de cimentación. 2.^a ed. Trujillo: Editora & Imprenta Grafica Norte S.R.L, 2014.60 PP. ISBN 9786120026960

XIANG, Yang y KOETAKA, Yuji. Ductility demand of bilinear hysteretic systems with large post-yield stiffness: Spectral model and application in the seismic design of dual-systems. *Engineering Structures. Revista Elsevier* [en línea]. Mayo 2019, n 187. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029618333844>

YEE, Patrick, PING, Sing y HUR, Beng. Case study of load-bearing precast wall system subject to low seismic intensity by linear and nonlinear analyses. *Case Studies in Structural Engineering*. [en línea]. Mayo 2016, n 6 [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214399816300078>

ZAMORANO, Abraham. Terremotos en Chile: el secreto de sus construcciones antisísmicas. [en línea] BBC. 17 de setiembre de 2015. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2018]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/04/140402_chile_terremoto_edificios_az

DA SOUSA, Paulo.(Structures and architecture: Beyond their limits. [en línea]. 2.^a ed. Barcelona: CRC Press, 2016.432 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=DhANDgAAQBAJ&dq=structural+scan+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

BANGASH, M. Y. Earthquake resistant buildings: Dynamic analyses, numerical computations, codified methods, case studies and examples. [en línea]. Afganistán: Springer Science & Business.2011,705 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=iURt18GY_8cC&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 9783540938170

GHALI, Amin y NEVILLE, Adam. Análisis estructural:un enfoque unificado clasico y matricial. [en línea]. 5.^a ed. Prensa CRC. 2003, 872 pp. https://books.google.com.pe/books?id=iURt18GY_8cC&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 0415280923, 9780415280921.

KUMAR, Ajaya. Response spectrum method in seismic analysis and design of structures. [en línea] Vol, 04. Barcelona: CRC Press.1992,192 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=poZzstEouCcC&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 0849386284, 9780849386282

PILLA, Dominick. Elementary structural analysis and design of buildings: A guide for practicing engineers and students [en línea].Barcelona: CRC Press. 2017, 257 pp. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=Gr42DwAAQBAJ&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 1315314509, 9781315314501.

IMPROVEMENT of buildings' structural quality by new technologies: Proceedings of the final Conference of Cost Action c12, 20-22 january 2005, Innsbruck, Austria. Por Schauer, Christian. [et al]. Barcelona: CRC Press. 2005, 624 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=RCM7kIqYp6wC&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 0415366097, 9780415366090.

PERFORMANCE-based seismic design of concrete structures and infrastructures.por Plevris,Vegelis [et al]. Reino Unido: IGI Global. 2017, 320 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=BmowDgAAQBAJ&dq=Seismic+Analysis+of+Structures&source=gbs_navlinks_s
ISBN: 1522520902, 9781522520900.

TARANATH, Bungale. Structural analysis and design of tall buildings: steel and composite construction .[en línea] Barcelona: CRC Press. 2016, 722 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=PXnRBQAAQBAJ&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s
ISBN: 1439850909, 9781439850909

ZALKA, Karoly. Structural analysis of regular multi-storey buildings.[en línea] Barcelona: CRC Press. . 2012, 284 pp. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=68XEwfvhZ0YC&dq=structural+analysis+%2B+buildings&source=gbs_navlinks_s
ISBN: 0415595738, 9780415595735.

HALUK,Sucuoglu. y SINAN, Akkar. *Basic Earthquake Engineering: From Seismology to Analysis and Design*Madrid: Springer. . 2014, 288 pp. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=-0UkBAQAQBAJ&dq=Seismic+Analysis+of+Structures&source=gbs_navlinks_s
ISBN: 3319010263, 9783319010267

FILIATRAULT, André. Elements of earthquake engineering and structural dynamics. España: Presses inter Polytechnique. 2013, 854 pp . Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=3FRzzDLIQwYC&dq=Seismic+Analysis+of+Structures&source=gbs_navlinks_s
ISBN: 2553016492, 9782553016493.

Mc CORMAC, Jack y BROW, Russell. Diseño de concreto reforzado. 8.^a ed con el código ACI 318-08. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2011. 724 pp. ISBN: 9786077072317.

BLASCO, Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. 2da ed. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil, 1994. pp.35.

AVILA, Roberto. Metodología de la Investigación. Lima-Perú : Estudios y Ediciones R.A, 2001.

BERNAL, César. Metodología de la investigación. . México : Pearson Prentice Hall, 2010.

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico



Ubicación del lugar del terreno de estudio, entrada principal.



Entrada principal



Parte posterior del terreno, proyectado para el trabajo de investigación



Ubicación y realización de calicata para el estudio de mecánica de suelos.

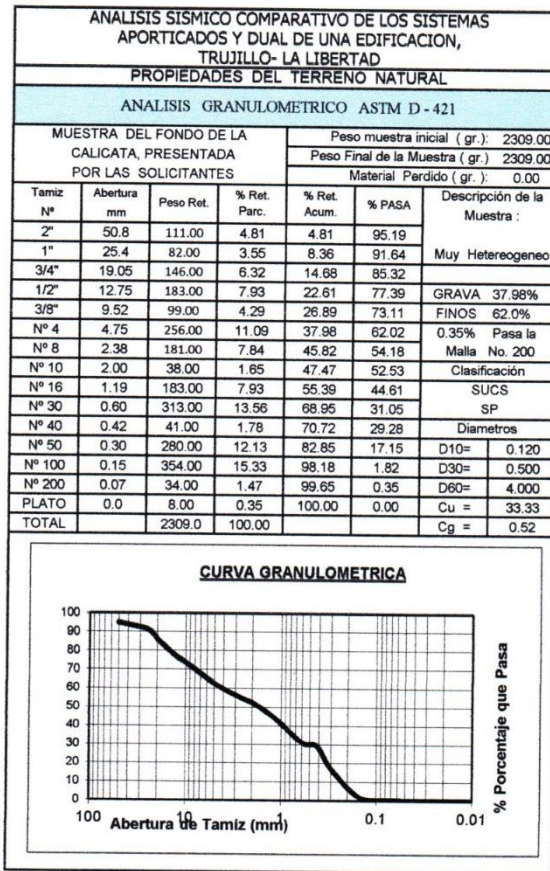


Medición de la profundidad de la calicata y extracción de muestra alterada para realizar el análisis de suelos.

Anexo 2: Estudio de mecánica de suelos

LABORATORIO DE INGENIERIA WBG
 Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad





Wilser Briones Gallardo
 INGENIERO CIVIL
 R. CIP. 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
 Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 94982387
 Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

ANÁLISIS SISMICO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS APORTICADOS Y DUAL DE UNA EDIFICACION, TRUJILLO- LA LIBERTAD		
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL		
Información técnica y Muestras presentadas por las Solicitantes		
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.		
PROCEDIMIENTO	Muestra	Muestra
	N° 1	N° 2
Peso M.Humeda + Tara	96.0	98.0
Peso M. Seca + Tara	95.3	97.2
Peso Cápsula	22.0	22.0
Peso de la Muestra seca	73.3	75.2
Peso del Agua	0.7	0.8
Humedad	0.0095	0.0106
% de Humedad Natural	0.00	0.00
% de Humedad Natural. Promedio	0.0	
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO -		
PROCEDIMIENTO	Muestra	Muestra
	N° 1	N° 2
Peso Muestra Seca	101	95
Volumen Inicial del Agua	50	50
Volumen Agua + M. Seca	89	86
Diferencia de Volúmenes	39	36
Peso específico del Material	2.59	2.64
Peso específico del Agua	1.00	1.00
Peso específico del Material	2.59	2.64
Peso específico del Material, Promedio	2.614	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES		
PROCEDIMIENTO	Muestra	Muestra
	N° 1	N° 2
P. Recipiente + Agua Dest. + Material	107	110
Peso del Recipiente	50	50
Peso del Agua Destilada + Sales	57	60
Peso del Agua destilada	56.95	59.9
Peso de la Sal	0.05	0.10
Contenido de sales	0.0009	0.0017
Contenido de sales (%)	0.088	0.167
Contenido de sales (%), promedio	0.127	
0,00 hasta 0,10 = insignificante		
0,10 hasta 0,20 = Moderada		
0,20 hasta 2,00 = Severa		
Mayor de 2,00 = Muy severa.		



Wilsy Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. CIP 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 94982387

Ing_briones_gallardo@hotmail.com

w.bingenieros@hotmail.com

LABORATORIO DE INGENIERIA **WBG**

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS APORTICADOS Y DUAL DE UNA EDIFICACION, TRUJILLO- LA LIBERTAD					
CIMENTACION RECTANGULAR - ZAPATAS					
A.- Descripción del Material					
1.- El estrato donde se desplantara la cimentacion	SP				
2.- Angulo de Friccion	26				
3.- Coeficiente de Friccion	0.4				
4.- El espesor del estrato abarca desde (m)	0.00	hacia abajo			
5.- Humedad natural del Terreno	0.00	%			
6.- Contenido de sales solubles	0.13	%			
DATOS PARA EL CALCULO DE CIMENTACION RECTANGULAR					
Angulo	Nc	Nq	Ny	Nq/Nc	Tang.
26	22.25	11.85	12.54	0.533	0.49
Capacidad de Carga Ultima, qc :					
$qc = 1.2 c Nc(Sc) + \gamma Df. Nq (Sq) + 0.4 \gamma B.Ny. Sy$					
Capacidad Admisible de Carga : $qad = qc / FS$					
Factores de Carga					
Sc	1. (+)	Nq/Nc	B/	L	1.6391
Sy	1. (-)	0.40	B/	L	0.520
Sq	1. (+)	Tag	B/	L	1.588
C.- CALCULO DEL qad					
1.2 c Nc Sc		0.000			
& Df. Nq Sq		3.998			
0.4 & B . Ny Sy		0.801			
		qc	4.80		
		FS	3		
		qad	qc/ 2	1.60	
CALCULO DEL ASENTAMIENTO INMEDIATO					
$Si = \frac{P \times Qad \times B (1 - u^2)}{Es} \quad \quad f \quad \quad cm$					
P =	0.21	Kg/cm2			
Qad =	1.60	Kg/cm2			
B =	120.00	cm			
u = (1-U2)	0.898				
f =	1.30	cm / cm			
Es =	125.00	Kg/cm2			
Si =	0.381	cm			



WBG
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. CIP 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 94982387

Ing_briones_gallardo@hotmail.com

w.bingenieros@hotmail.com

Anexo 3: Planos

Plano de ubicación y localización (UL-O1)

Plano de platas de arquitectura (A-01)

Plano de platas de arquitectura del sistema aporticado (A-02)

Plano de platas de arquitectura del sistema dual (A-03)

Plano de corte y elevación (C-01)