



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la manzana 20 lote 10
de Camino Real, Chimbote, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Acuña Garcia, Segundo Rogelio (orcid.org/0000-0002-8814-998X)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE– PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis progenitores Rogelio & Miriam quienes fueron los que estuvieron conmigo en todo momento.

A mi bella esposa Anny quien me apoyo y alentó para seguir adelante, cuando parecía que ya no iba a poder más.

A mi docente quien nunca desistió al instruirme su enseñanza, aun sin importar que no estaba a mi 100% por tema laboral, continuó teniendo fe en mí.

A todos los que me dieron su granito de arena para poder terminar esta tesis.

Esta dedicatoria es para ellos, pues es a quienes les debo por su apoyo absoluto.

Acuña García, Rogelio Segundo

Agradecimiento

A mis padres

“ustedes han sido el motivo para poder cumplir mis metas, quienes estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles de mis horas de estudios. Desde antes han sido mi ejemplo y guía de la vida, hoy cuando concluyo una etapa más de mi vida, les dedico todos mis queridos padres, con el orgullo y la gratitud de haberlos tenido como progenitores en el suceso más importante.

Gracias por ser como son y tener la máxima confianza en mí”

Acuña García, Rogelio Segundo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	5
III.- METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y diseño de investigación:	24
3.2. Variables y Operacionalización:	25
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos:	30
3.6. Método de análisis de datos:	31
3.7. Aspectos éticos:	31
IV.- RESULTADOS	33
V.- DISCUSIÓN	70
VI.- CONCLUSIONES	77
VII.- RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS	79
ANEXOS	83

Índice de tablas

Tabla 1. Últimos grandes sismos registrados en el Perú XXI	23
Tabla 2. Criterios para contar con una vivienda formal	24
Tabla 3. Factor de Suelo “S”	26
Tabla 4. Periodos T_p y T_i	27
Tabla 5. Sistema Estructural y Coeficiente de reducción	28
Tabla 6. Límites para la distorsión del entrepiso	29
Tabla 7. Técnicas e instrumentos de investigación	36

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Mapa de Registro Sísmico (2017)	21
Figura 2. Mapa de Zonificación Sísmica	22
Figura 3. Secuencia de proceso de análisis pushover	25
Figura 4. Zonificación	26
Figura 5. Ubicación de vivienda evaluada	30
Figura 6. Vista en planta de la edificación	30
Figura 7. Perfil estratigráfico del suelo	40
Figura 8. Ensayo de Análisis Granulométrico M-1	41
Figura 9. Ensayo de Análisis Granulométrico M-2	41
Figura 11. Ensayo de Análisis Granulométrico M-3	42
Figura 12. Ensayo de Límite Líquido - Límite Plástico	42
Figura 13 . Elevación principal de vivienda analizada en SAP 2000	44
Figura 14. Planta principal de vivienda analizada en sap 2000	44
Figura 15. Vista 3d de vivienda analizada en sap 2000	45
Figura 16. Detalle de losa aligerada de vivienda	46
Figura 17. Metrado de carga de edificación	46
Figura 18. Características de unidad de ladrillo para techo	46
Figura 19. Modelo representativo computacional global de edificación	47
Figura 20. Modelo representativo computacional de edificación – vista en planta	47
Figura 21. Distribución interna de edificación – vista en planta	48
Figura 22. Cortante basal por pisos – programa sap 2000	53
Figura 23. Diagramación para distintas combinaciones de carga	55
Figura 24. Derivas de losa rígida – dirección X	57
Figura 25. Derivas de losa rígida - dirección Y	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación procura la determinación de la fragilidad sísmica del lote 10 manzana 20 Camino Real, Chimbote, 2022.

La herramienta que se utilizó para total desarrollo de la presente fue el programa SAP 2000, que es un programa de modelación estructural que nos permite realizar dibujos y gráficos en 3D, para poder realizar un análisis de manera estática y dinámica.

El comportamiento estático se encarga de analizar la edificación y la deriva de aquello mediante los centroides estructurales y su extensión dinámica que analiza la estructura que sufre cuando sucede un evento sísmico mediante sus centroides y fuerzas de espectro.

Realizado el proceso evaluativo se logró observar que la edificación mencionada se encuentra en las condiciones y capacidad de soportar un movimiento telúrico para la proyección de 03 pisos que presenta en su elevación con respecto a su eje Y, sin embargo, algunos elementos en el eje X pueden sufrir daño si se llegase a construir más plantas, esto no podría alterar la funcionalidad, pero se recomienda realizar una nueva evaluación.

Se recomienda luego del análisis realizado, realizar una mejor distribución de muros para evitar distorsiones que afecten solamente un sentido de la dirección de la estructura, a fin de crear mejores excentricidades que apoyen el soporte de la estructura.

Palabras clave: Edificación, Modelamiento, SAP 2000, Vulnerabilidad

ABSTRACT

This research work seeks to determine the seismic fragility of block 10 block 20 Camino Real, Chimbote, 2022.

The tool that was used for the complete development of this was the SAP 2000 program, which is a structural modeling program that allows us to make drawings and graphics in 3D, in order to carry out an analysis in a static and dynamic way.

The static behavior is in charge of analyzing the building and its drift through the structural centroids and its dynamic extension that analyzes the structure that suffers when a seismic event occurs through its centroids and spectrum forces.

Once the evaluation process was carried out, it was possible to observe that the aforementioned building is in the conditions and capacity to withstand an earthquake for the projection of 03 floors that it presents in its elevation with respect to its Y axis, however, some elements in the X axis they can be damaged if more floors are built, this could not alter the functionality, but a new evaluation is recommended.

After the analysis carried out, it is recommended to carry out a better distribution of walls to avoid distortions that affect only one direction of the direction of the structure, in order to create better eccentricities that support the support of the structure.

Keywords : Edification, Modeling, SAP2000, vulnerability

I.- INTRODUCCIÓN

Es preciso tener conocimiento de la realidad global respecto a la vulnerabilidad sísmica en la que nos encontramos inmersos actualmente; por ejemplo, en Colombia, de acuerdo al IDIGER (2016), han manifestado que presentan distintos niveles de amenazas sísmicas. El instituto mencionado, concluye en su investigación sobre los niveles de vulnerabilidad que el 83% de su población, se encuentran habitando en zonas intermedias y altas de inseguridad.

Como menciona el Banco Internacional de Desarrollo en Latinoamérica (2018), unos 60 millones de personas habitan en edificaciones que no cuentan con tipos de construcciones y materiales óptimos. Ante un posible evento de un fenómeno natural; desencadenaría derrumbes de las frágiles estructuras y posibles pérdidas humanas.

El INDECI (2017), en la aplicación para su investigación de la determinación de nivel de vulnerabilidad sísmica frente a un eventual sismo de gran sublimidad en el distrito de Breña, demuestra que la precariedad de los sistemas de construcción usados, no cumple con lo concerniente según el RNE, por lo que, ante un eventual sismo las consecuencias serían catastróficas para la ciudad.

Según CAPECO (2018), el 80% de unidades edificativas de la población peruana contienen proceso y asesoría técnica deficiente, de ello el 50 por ciento son altamente endebles a un sismo de alta vehemencia. El 90 por ciento es la cifra que llegan en las zonas sub urbanas de la urbe. Los porcentajes son elocuentes, dado que los estudios son claros y determinantes respecto a los tipos de construcciones precarias y las fatales consecuencias que las investigaciones han proyectado.

El litoral de la costa peruana pertenece al anillo de fuego del Pacífico, por ello esta parte está compuesto por la placa de Nazca y sudamericana es denominada de alta actividad tectónica y sísmica. Uno del infortunado evento más crítico por

la magnitud y la inmensa pérdida de vidas humanas sucedió el fin de mes de mayo de 1970 perjudico a Ancash, La Libertad y Lima norte. Según la NTP.E.030 Chimbote pertenece a la zonificación denominada Zona 4, por ello es preciso el análisis de fragilidad sísmica en sus edificaciones. (p. 5)

Quiroga (2019) en su exploración Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones de la Provincia de Piura, determinó que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la urbanización Enrique López Albújar y Nueva Sullana tienen un índice de fragilidad por sismo alta y media en sus diferentes zonas de estudio. (p. 18)

Las edificaciones de Chimbote presentan una vulnerabilidad sísmica son altos, debido a muchos factores, es así como lo mencionan Velásquez & Carranza et al.: las viviendas del distrito de Chimbote que tienen muchos años de construcción se realizaron sin la el mínimo conocimiento de los diseños sismorresistentes, teniendo elementos estructurales con características de fisuras, rajadas entre otras patologías. (2015, p. 39).

Las construcciones de las viviendas de los peruanos tienen un incierto ya que en su mayoría presentan fallas, Los peruanos consideran un entorno inexperto a sus construcciones para la zona costera. El estudio de fragilidad sísmica y obras de carácter especial en nuestro país son una característica latente, puesto que Perú pertenece a las zonas con mayor presencia de sensación sísmica. Es aquí que cerca del 80% de energía global se libera. Sin embargo, en la actualidad se realizan simulacros, para evitar ante un suceso inesperado las estructuras tengan la capacidad de resistir un movimiento y soportar gran magnitud, proponiéndose una mejora aplicable en la Norma Técnica Sismo Resistente.

Las viviendas de la avenida Camino Real Manzana 20, en la actualidad son usadas para comercio en un 100%, que corresponde al mercado La Victoria. A simple vista, es perceptible que su suelo presenta salitre y las edificaciones corresponden a construcciones del año 1980 aproximadamente. Los muros de

las estructuras presentan fisuras medianas, húmedas y las paredes tarrajeadas al ser pintados duran poco. La zona territorial descrita, por las características mencionadas son altamente riesgosas, en tanto que abarcan el conocido llamado Cinturón de Fuego a lo largo de todo el litoral del Pacífico. Se debe considerar que la zona actual de vivienda y comercio, en la década de los 50 y 60 fueron pantanosos y de suelo salitroso.

En Chimbote no se ha registrado en los últimos años sismos de gran magnitud, según la localización que presenta tiene una gran posibilidad de suceder fenómenos sobrenaturales por lo que el tesista se hizo las siguientes preguntas: ¿La ciudadanía está capacitada para reaccionar ante un suceso sobrenatural?, ¿Qué consecuencias traería?, por consiguiente la moderación socioeconómica de la población es alarmante, tomando como una alternativa de solución el reforzamiento de las estructuras de las vivienda.(Alarcón, y otros,2018 pág. 19)

Considerandos la variedad de problemas sísmicos sucedidos de manera global genero la interrogativa: ¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana 20 lote 10 ¿Camino Real, Chimbote?

La presente investigación posee una **justificación** en diversos ámbitos, por ello se define que la misma es **social**, pues se realizaron análisis sistemáticos a la estructura, para la obtención de resultados de comportamiento real acordes a la fecha y lugar indicado, esto es importante para la demostración de las edificaciones y/o estructuras de estudios, son o no vulnerables, después de realizado su modelamiento estructural, para evitar que existan pérdidas humanas y materiales. Como justificación **técnica**, se presenta que la tesis servirá como antecedente para futuras investigaciones que contemplen características similares a la zona de estudio. Así mismo, proponer alternativas que solucionen el déficit de comportamiento de la estructura. En el aspecto **económico** los ingenieros civiles desarrollan nuevas tecnologías aplicables a los materiales de construcción para salvaguardar intereses humanos; es preferible invertir dinero en la fase de construcción inicial generando estructuras seguras y

sostenibles a gastar dinero en reparaciones estructurales que generan pérdida de tiempo.

Por esta razón plantamos el siguiente **objetivo**: Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash; de igual forma los **objetivos específicos** tomados en cuenta fueron: **(1)** Determinar la cortante basal por niveles de la edificación de la manzana 20 lote 10. **(2)** Determinar el análisis sísmico estático de la edificación para la manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash. **(3)** Determinar el análisis sísmico dinámico para la manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash.

II.- MARCO TEÓRICO

Para alcanzar una mejor percepción sobre el tema estudiado, se tomaron en cuenta investigaciones dentro del ámbito **internacional**:

A nivel internacional, Blanca (2016), encargada de desarrollar la investigación llamada: *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida*, teniendo como principal motivo que su vulnerabilidad sísmica tenga un profundo análisis y riesgo de desorientarse en estructuras que existan en Ecuador , exactamente en la ciudad de Quito para mediante su análisis conocer su vulnerabilidad dando como resultado un trabajo de estudio con tipo no experimental de tipología de corte transversal, teniendo como conclusión que todas las observaciones y comportamientos dependen del suelo y la manera en que un proyecto se realiza en la fase de construcción. (p. 12)

Moncada (2022) en su tesis presentado por la Universidad Nacional de Guatemala para obtener el grado de maestro en ingeniería civil, titulada: *Vulnerabilidad Estructural del módulo de aulas EU-622 de la unidad de construcción de edificios del estado, departamento de Guatemala y propuesta técnica comparativa de reforzamiento convencional vs aislamiento sísmico*, tuvo como principal objetivo obtener y promover una nueva propuesta de estructura con un diseño estructural de módulos EU-622 que le permitan ser resilientes mediante la implementación de dos diseños estructurales, llegando a la siguiente conclusión general, que la estructura que fue diseñada en 1982 es altamente vulnerable pues excede las deformaciones sísmicas máximas requeridas por la Norma AGIES NSE 3-2018. (p. 61)

Asimismo, Arteaga (2016), en su proyecto de investigación y análisis titulado : *Estudio de la vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca – Ecuador*, presentó como objeto general analizar, evaluar y describir

las deficiencias que suman al déficit sísmico en una edificación de materiales no sismorresistentes perteneciente a la zona de estudio mencionada, con una metodología de tipo cuasi experimental, concluyendo de que el déficit sísmico y daño transforma relaciones fundamentales de estudio.

Quiroga (2014), en su investigación titulada *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de edificios del centro de Bogotá utilizando el método del índice de Vulnerabilidad*, presentó como principal objeto realizar una evaluación de corte estructural en los edificios de la ciudad en mención a fin de poder recabar información que le permita presentar alternativas de solución; llegando a las principales conclusiones siguiente, que de acuerdo a los parámetros que usa para evaluar logró determinar que las edificaciones presentan una variación en relación al parámetro 3 y parámetro 11, esto debido a la variación de proceso constructivo. (p .3,4)

Barahona (2018) en su investigación titulada *Vulnerabilidad Sísmica en edificios de la ciudad de Riobamba*, persiguió como objeto principal el poder determinar el déficit sísmico en edificios en las ciudades de estudio aplicando 2 tipos de metodologías aproximadas: Método Italiano y Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), llegando a la conclusión los edificios analizados en su totalidad presentaron una vulnerabilidad de índice entre medio y alto. (p.41)

Gualoto (2019) en su proyecto de tesis titulada : *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica del barrio Solanda Sector 1 en el distrito metropolitano de Quito mediante ensayo con acelerómetro y formato de Evaluación Estructural*, mencionó como objeto determinar el déficit sísmico de los inmuebles en el barrio y sector mencionado aplicando ensayo de campo visual e inspección visual para analizar la susceptibilidad de las estructuras ante un eventual sismo, llegando a la principal conclusión que la zona de estudio se encuentra sobre un sistema de placas tectónicas activas lo cual les hace más propensas a sufrir daños. (p. 15)

Melissa & Danna en su tesis titulada (2018) en su investigación titulada *Análisis de Vulnerabilidad Sísmica y Reforzamiento Estructural para la nueva sollicitación de carga generada por un sistema fotovoltaico en la sala de sistemas de la institución educativa Simón Bolívar del Municipio de Coello – Tolima*, tuvo como principal objetivo demostrar que su estructura soporte la carga adicionada del bloque No. 2 del colegio Simón Bolívar, persiguiendo una metodología aplicada, tuvo como resultados que según el análisis que realizaron, no lograron identificar enfermedades estructurales afectando al comportamiento del sistema por cargas transmitidas que soporta la estructura. (p. 12)

Javier (2017) en su investigación titulada *Caracterización y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes* indicó como principal objeto la propuesta de un método simple que permita evaluar sísmicamente la vulnerabilidad, basándose en tipología existente y agregando mejores. Logró las siguientes principales conclusiones que los métodos usados se encuentran planteadas en etapas distintas de dificultad, son razonables y sencillos de aplicarse. (p.63)

A nivel **nacional**, Salas (2020), fue quien ejecutó el proyecto de investigación titulada: *Aplicación del método de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica en dieciséis viviendas informales en el Pueblo Joven Pro Vivienda – Primera zona – del Distrito de El Agustino – Lima*, teniendo de objeto principal su evaluación de edificaciones, las partes que la componen de manera estructural y no estructural aplicando el método que menciona líneas arriba, para lo cual llegó a una conclusión de que en su estudio las viviendas comparten un porcentaje del % en los daños que sufren de manera estructural y no estructural. (p. 11)

Asimismo, Arias (2017), en su investigación: *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay*, presentó como objeto el evaluar la actualidad vulnerable de la zona de estudio mencionada; concluyendo que la realización de construcción de

edificaciones sin la presencia de asesoramiento incide de manera alarmante en el déficit sísmico. (p. 63)

En el mismo contexto Antonio & Gerardo (2010), en su tesis titulada *Modelamiento estructural con sap 2000 - versión 21 para determinar la vulnerabilidad sísmica de la bocatoma Chavimochic- La Libertad* presentó como objeto principal la determinación de vulnerabilidad sísmica mediante modelamiento estructural con el programa SAP, haciendo uso de una metodología aplicada experimental logró determinar que la estructura hidráulica mencionada es invulnerable frente un suceso sísmico y que cumple con la distorsión mínima permitida para concreto con estructura armada en los niveles estático y dinámica. (p .34)

Tal como menciona Ramos (2014) en su tesis *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel*, persiguió un objeto principal como la determinación del índice de déficit sísmico de edificaciones de la zona estudiada, llegó a finalizar que en la mayoría de unidades construidas de material no resistente contiene un déficit de vulnerabilidad alto, las construcciones de albañilería presentan media vulnerabilidad y las de hormigón armado una vulnerabilidad baja. (p. 15)

Asimismo, Alicia (2019) en su proyecto de investigación *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la iglesia Belén de la ciudad de Cajamarca – 2017* tuvo como principal objeto la determinación del déficit sísmico de la iglesia Belén de Cajamarca, haciendo uso de una metodología cualitativa propuesta por diversos actores; posteriormente determinó que logró validar parcialmente su hipótesis pues al haber aplicado distintas propuestas, sus índices de vulnerabilidad varían.

Asimismo, en la ciudad de Chimbote, se tiene entendido que las edificaciones en su gran extensión en su fase de ejecución no siguieron un apoyo y asesoramiento adecuado.

Siguiendo a Alva (2015) presentó como título de investigación *Diagnóstico de Vulnerabilidad Sísmica en viviendas de Albañilería confinada de la zona PPJJ La Libertad – Chimbote*, presentó como principal objeto determinar el déficit sísmico de unidades de albañilería confinada acorde a una metodología descriptiva. Concluyó que la zona mencionada presenta un 61% de media vulnerabilidad y un 39% de alta vulnerabilidad producido por la ausencia de tipología sísmica, el periodo de diseño y ausencia de cultura constructiva sísmica. (p. 63)

Asimismo Llauce (2015) ejecutó la investigación que lleva de título: *Vulnerabilidad estructural de las viviendas de Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel*, que persiguió el objeto de obtener el grado vulnerable de las estructura de las viviendas en el distrito mencionado a fin de poder reconocer la información que ayude a decretar factores importantes que puedan acaecer en alguna falla estructural obteniendo como resultados que existen una infinidad de factores como, estructuración, corrosión de columnas deterioro de muros, etc. (p. 21)

Vásquez (2017) en su investigación y análisis *Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida Baja y Florida Alta*, presentó como objeto la contribución de disminución del porcentaje déficit sísmica en unidades autoconstruidas de albañilería confinada en Florida Baja y Florida Alta y proponer alternativas de solución. Haciendo uso de su metodología llegó a las principales conclusiones los sistemas constructivos que se usan mayormente contienen albañilería simple y confinada. (p. 15)

Gilio & Quispe (2021) en su investigación titulada *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas del AA.HH. Villa Magisterial I Etapa, Nuevo Chimbote – 2021*, tuvo como principal objeto el evaluar el déficit sísmico de la zona mencionada resultando un 38.10 % a una tipología de vivienda con estructura básica y 61.90% correspondiente a una tipología

consolidada media, es otras palabras que presentan construido uno o más plantas. (p. 121)

Ascencio (2018) en su investigación denominada *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas autoconstruidas en el P.J. Primero de Mayo Sector I – Nuevo Chimbote* persiguió una metodología descriptiva llegando a los siguientes resultados de metodología AIS, teniendo un 76.00% de incidencia irregular en planta de sus construcciones que presentan vulnerabilidad estructural media, un porcentaje de incidencia del 55.20 % con déficit estructural baja y el 70.10 % de déficit en altura. (p. 88)

Sismo

Un terremoto es un desplazamiento repentino de la Tierra como resultado del debilitamiento de cargas de energía concentradas durante un largo período. Estos desplazamientos suelen ser lentos e imperceptibles, pero en algunos casos, estos desplazamientos liberan grandes cantidades de energía cuando las placas se mueven repentinamente una contra la otra, provocando fenómenos espontáneos llamados terremotos. (INDECI,2018)

Para la Comisión Nacional de Emergencias (2022), lo define como el desplazamiento repentino y tosco de la madre tierra que es acaecida por expropiación concentrada de fuerzas energéticas contenidas en un extenso tiempo.

Para el Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2021), lo define como desplazamiento del litoral terrestre, acaecida por la súbita eliminación de fuerza contenida. (p. 4)

Placas Tectónicas

Es un fundamento que justifica muchos factores y eventos geológicos diferentes. Basado en un modelo simple de la Tierra que muestra que la litosfera sólida está fragmentada, la estructura es un mosaico de piezas en movimiento de diferentes tamaños conocidas como discos. (Servicio Geológico de México, 2019)

Como detalla la Escuela Mesoamericana de Geología, los elementos de la litósfera incluida la parte más exterior y la superficie terrestre, que, actuando como una pieza dura, las llaman tectónica de placas.

Para Rodríguez (2017), lo define como la capa más extensa de la tierra fragmentado en un grupo de placas que presentan un movimiento relativo en relación a la que se encuentra con ella.

Para García & López (2018), es una pieza fragmentada de corteza con manto plástico en cuyos bordes se concentra gran cantidad de actividad sísmica.

El Pacífico: Cinturón de Fuego

Valenzuela Raúl (2017) detalla: El "Cinturón de Fuego del Pacífico" es un componente perteneciente al océano pacífico propensa de actividad sísmica volcánica, por lo tanto, está involucrada en la formación de grandes montañas. Los movimientos se producen en un borde o límite tectónico y se agrupan de la siguiente manera:

Límites de afinidad: con gran esfuerzo, una placa (más compacta) superará a la otra, como Centroamérica.

Límites de separación: tensión de tracción (dirección desde los paneles opuestos), separando los paneles para dejar espacio para que se eleve el material de revestimiento.

Límite de transición o falla: aquí es donde las placas se mueven lateralmente entre sí y no forman ni destruyen la litosfera.

Hay partes de un terremoto que se describirán en cuatro partes: el epicentro, el epicentro, la onda sísmica y la falla. Hipocentro: La parte interna de la Tierra a partir de la cual se forma la falla y desde la cual se expanden las ondas expansivas.

En la parte superficial de la tierra sobre el hipocentro se encuentra el epicentro, donde la escala de intensidad es mayor.

Las ondas elásticas, también conocidas como propagación de perturbaciones de voltaje, entran en esta categoría. (p. 262)

Fallas: se definen como defectos en el material de la roca a partir de la cual se produjo el movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento. (Instituto de Geología y Desarrollo Minero del Estado de México, 2022)

En la determinación del déficit sísmico se encuentran distintos métodos desarrollados que a continuación se describe:

Método SAP 2000

Es un programa que orienta la creación de objetos en 3D, en donde tiene como función el diseño y desarrollo para el modelamiento, análisis y escalado de diversas consultas relacionadas a la ingeniería de estructuras.

El programa realiza diversos análisis entre estáticos y dinámicos, de forma no lineal y lineal usando parámetros de espectro y periodos. (Hernández, E, 2011)

Modelamiento Estructural

Tiene como objeto principal el plasmar la reacción y desarrollo ante situaciones particulares sobre de una estructura.

Analizar una estructura real es difícil, por ello para su análisis digital, su comportamiento es distinto. (Manuel & Gerardo, 2019)

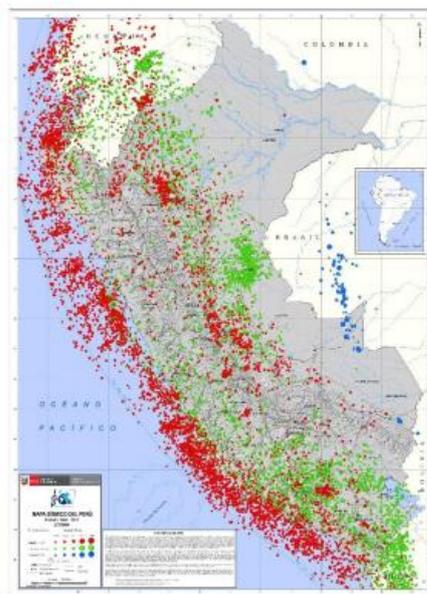
Peligro de los Sismos

Para el Instituto Geofísico del Perú (2017), menciona que, durante el comportamiento que tiene la placa sudamericana por encima de la de Nazca dando como inicio a diferentes sismos. (p. 5)

Tavera (2014), comenta que la distribución geoespacial de la sismicidad permite que se desarrollen tres principales fases sísmicas. (p. 12)

- a) La fase primaria, refiere el roce de superficie – placa mencionada líneas arriba en límite de occidente de nuestro país,
- b) La fase secundaria, son deformaciones en la relación occidente – deformación geológica que general eventos telúricos hasta 6.5 Mw de magnitud, que genera déficit en pequeñas áreas, pero con más extensos
- c) La fase terciaria, está referida a desplazamientos telúricos formados por el deslizamiento de borde de la plaza de Nazca y la cordillera andina.

Figura 01. Mapa de Registro Sísmico (2017)



Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Sismicidad en el Perú

Como comenta Cárdenas (2014), nuestro país es altamente sísmico por lo que está expuesto a altos niveles de pérdidas de entorno humano y material. En ese sentido la Norma E030 sobre diseño sismorresistente, nuestro país está seccionada por cuatro zonas sísmicas. (p. 12)

Tal como se mostrará a continuación:

Figura 02. Mapa de Zonificación Sísmica



Fuente: Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente

Sismicidad de Ancash

Para el IGP (2022) en su registro de sismos, durante más de 60 años, permitió la identificación de importantes fuentes sismogénicas; es por ello que, han dividido los movimientos sísmicos en función a cuan profundos son y estos pueden ser: a) foco superficial, si la profundidad es menor a 60 kilómetros; b) foco intermedio, si la profundidad es entre 61 a 300 kilómetros y c) foco profundo si su profundidad es mayor de 351 kilómetros. (p. 42)

Características del terremoto

Como dijo Zelaya (2007), existen extensiones en forma de ondas provocadas por un sismo, que viajan a través del mismo objeto. Para determinar la magnitud se usará el sismómetro, que según INDECI (2017), define a una energía sísmica

entendida expulsada en el núcleo 0. El foco sísmico provocado por el movimiento de las corrientes. Luego, en la Tabla 1, se presentan las magnitudes de escala Richter con respecto a los efectos físicos que tienen sobre las unidades de albañilería.

Tabla 01.

Sismos de gran magnitud en el Siglo XX en el Perú

Fecha	Descripción
Menos de 3.5	Se rastrea, pero no se aprecia.
3.5 – 5.4	Solo efectúa daños y no se aprecia.
6.1 – 6.9	Puede sostener daños severos en áreas de excesiva población.
7.0 – 7.9	Terremoto mayor que se encarga de generar considerables daños.
8 a mayor	Gran terremoto. Destrucción total de comunidades de gran embergadura.

Fuente. Adaptado de Instituto Nacional de Defensa Civil, 2019

Escala Mercalli Modificada: Esta escala es una evaluación cualitativa del daño por terremoto. Por su ubicación, nuestro país tiene cuatro divisiones sísmicas. (Servicio Geológico de México, 2020)

Viviendas Informales

Es un tipo de vivienda cuya construcción fue realizada por el dueño, que no consideró asesoría por aspectos de dinero.

Los caracteres de la misma, se detallan:

- Licencia constructiva.
- Diseño proyectado para la edificación.

- Profesional encargado de la ejecución del proyecto.
- Supervisión a cargo de la dependencia municipal.

Parámetros que diferencian construcción informal en relación a la formal.

Para notar la diferencia se evalúa el título de propiedad y licencia que autoriza la construcción. La primera es otorgada por la municipalidad de la dependencia y es otorgado a cada propietario como salvaguardia que respeta los protocolos del proyecto. En el siguiente, la asesoría de profesionales en su fase de ejecución (Instituto Geofísico del Perú, 2022, p. 12)

Para finalizar, la municipalidad es la delegada de la supervisión del cumplimiento de los protocolos establecidos.

Tabla 02.

Criterios para contar con una vivienda formal

Factor legal	Profesionales	Supervisión municipal
Presentar licencia de construcción, así mismo como título de propiedad.	Arquitecto, Ingeniero o Maestro en Obras.	Comprueba la formalidad de la Edificación.

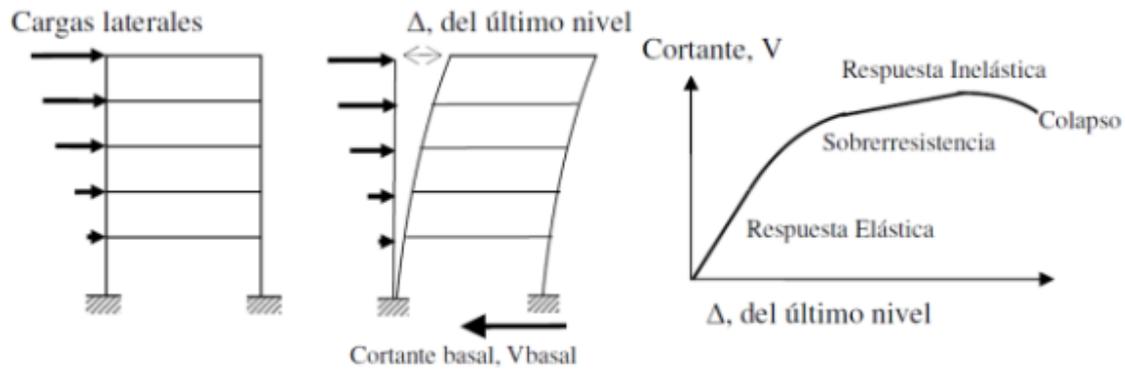
Fuente. Home Center Maestro, 2021

Factores que influyen en el análisis estructural de una edificación

Cortante Basal

Es llamada así a la acumulación escalonada de las fuerzas por corte en cada planta de la vivienda, reflejándose en la base principal. Esta fuerza es la aplicación de una carga sísmica en un nivel establecido.

Figura 03. Secuencia de proceso de análisis pushover



Fuente: Ing. Carlos A. Saavedra, Ingeniería Estructural

La estimación de este número en cada evaluación de la edificación es de suma importancia ya que este dato será utilizado para compararse con los análisis respectivos dinámicos haciendo uso de espectros de diseño.

Mediante el método estático equivalente se obtuvieron valores de análisis dinámico, siendo una aproximación, en el caso de cortante basal revisando datos bibliográficos anuncia que el valor mínimo se obtiene en análisis equivalentes estáticos.

En primer lugar, se debe realizar la estimación de datos en espectro normativo que parte del análisis de la vivienda, donde se tomarán los valores pertenecientes a la base de datos, siendo resaltadas en celdas de color amarillo.

Análisis Sísmico Estático

El RNE nos proporciona normas y estatutos que apoyan el análisis sísmico resistente de la estructura en diversos materiales. La guía por excelencia a considerar en la E030 – Diseño Sismoresistente cuyo propósito es poder realizar un análisis estático sísmico para viviendas de albañilería. (p .42)

Para este análisis se debe considerar los criterios según la norma:

Zonificación

Es la distribución de la interfaz terrestre de nuestro territorio, en la cual presenta cuatro tipos de zonas sísmicas conteniendo un valor “z”, definiéndose como la

aceleración máxima horizontal en proporción a la modificación en el intervalo de 50 años.

Figura 04. Zonificación



Fuente: Norma E030 – Diseño Sismorresistente, 2018

Condiciones Geotécnicas

Nombrado a tipología de suelos cuyas condiciones son independientes una de otra existiendo cinco perfiles, roca dura (So), suelo rocoso o muy duro (S1), suelo medio (S2) y suelo blando (S3) y suelos con condiciones especiales (S4).

Parámetros de Sitio

Aquellos encargados de influir en el análisis sísmico estático en términos de zonificación y estado geotécnico. Soil Factor (S), el factor de relación entre la zonificación y las condiciones del suelo. Posterior a ello, luego de establecer los parámetros, usaremos la Tabla 3:

Tabla 03.*Factor de Suelo "S"*

Factor de suelo "S"				
Suelo	S₀	S₁	S₂	S₃
Zona				
Z₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente. Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2018

El periodo (T), es el periodo fundamental de ondulación de la edificación y son: T_p, periodo que define al factor de ampliación sísmica "C", y T_L, periodo que define el origen para la zona del factor de ampliación sísmica "C" con descentramiento continuo. En la tabla 4, se detalla T_p y T_c en relación a perfil geológico.

Tabla 04.*Periodos T_p y T_I*

Periodos T_p y T_I				
	Perfil de suelo			
	S₀	S₁	S₂	S₃
T _p (s)	0,30	0,40	0,60	1,00
T _I (s)	3,00	2,50	2,00	1,60

Fuente. Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2018

Factor de ampliación sísmica (C), es la relación entre la aceleración de estructura – suelo pudiéndose hallar mediante las siguientes operaciones:

$$\text{Si } T < T_p, \text{ entonces } C = 2.5$$

$$\text{Si } T_p < T < T_L, \text{ entonces } C = 2.5 \cdot \frac{T_p}{T_L}$$

$$\text{Si } T > T_L, \text{ entonces } C = 2.5 \cdot \frac{T_p \cdot T_L}{T^2}$$

Donde, T es el periodo fundamental de vibración, y se halla:

$$T = \frac{h_n}{c_T}$$

Siendo, h_n , altura total de la edificación, y c_T , resistencia de elementos con respecto a su dirección.

Uso de la edificación. – Toda vivienda tiene un uso, las cuales se han categorizado en letras y se clasifican en: esenciales “letra A” (hospitales, instituciones educativas, etc.), importantes “letra B” (cine, bibliotecas, etc.), comunes “letra C” (viviendas, restaurantes, etc.) o temporales “letra D” (construcciones provisionales), cada una de ellas ubicadas en un rango de 1 a 1,5.

Sistema estructural. – Este sistema conforman elementos estructurales poseyendo un coeficiente de reducción (R_o). En la siguiente tabla se detalla.

Tabla 05.

Sistema Estructural y Coeficiente de reducción

Sistemas estructurales	
Sistema estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_y(*)
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
	8

Pórticos especiales	
concéntricamente arriostrado (SCBF)	6
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrado (OCBF)	8
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
de muros estructurales	6
muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (por esfuerzo admisible)	7

Fuente. Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2018

Peso de la edificación (P). – Es la carga total vertical de la estructura, obtenida mediante metrados de todos sus elementos, respetando cargas vivas y muertas,

El peso variará dependiendo la categorización de la vivienda:

Categoría “A” o “B”, donde: $W = CM + CV$. (50%)

Categoría “C”: $W = CM + CV$. (25%)

La cortante basal (V). – Es el almacenamiento de cada fuerza de corte en sus respectivos niveles relacionando a los parámetros ya mencionados con anterioridad. Se halla mediante la siguiente fórmula:

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

Límites para la distorsión del entrepiso. – Se denomina derivas, siendo los mayores desplazamientos laterales entre cada piso de una vivienda y que esta puede recibir. Se muestra en la tabla contigua los límites tolerables de distorsión.

Tabla 06.

Límites para la distorsión del entrepiso.

LÍMITES PARA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material predominante	
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente. Norma E030 Diseño Sismoresistente, 2018

Análisis Sísmico Dinámico

Aspectos Generales de la Edificación

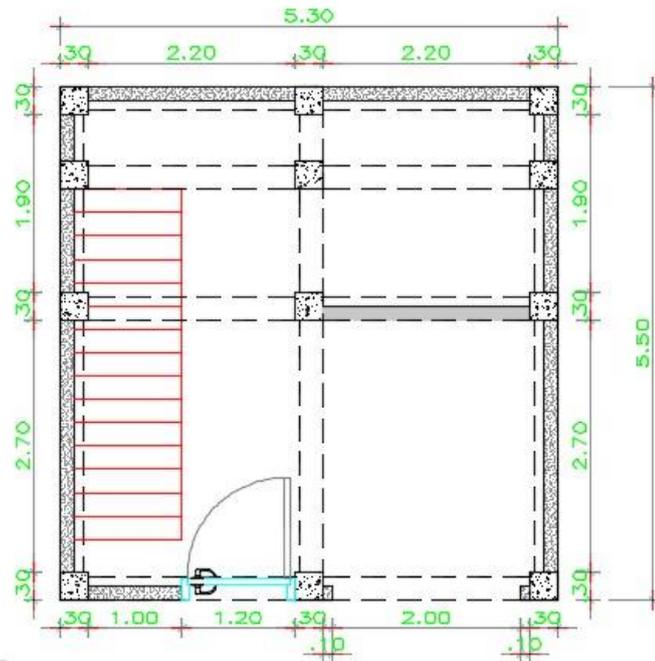
- *La edificación se encuentra en la manzana 20 lote 10 de Camino Real, cuenta con un área de 29.15 m².*
- *Cuenta con 02 pisos simétricos en ambos niveles*

- **Figura 05.** Ubicación de Vivienda Evaluada



Fuente: Google Maps 2022

Figura 06. Vista en Planta Edificación



Fuente: Elaboración Propia

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de Investigación

El tipo de investigación aplicada pretende resolver problemas certeros aplicando los conocimientos aprendidos en asignaturas en formación profesional anteriores (Valderrama, 2017, p. 3)

Diseño de Investigación

El diseño de estudio fue no experimental, dado que no se operó ningún tipo de variable de estructura y solo se modelaron a partir de datos pertenecientes al lote 10 en el presente. Posterior a ello se dividió en dos partes:

- Investigación transeccional.
- Investigación longitudinal

La investigación transeccional se encarga de la recolección de datos e información en el preciso momento, todo lo contrario, a la investigación longitudinal puesto que ella analiza variables en la variación de tiempo.

Por esto se concluye que la investigación fue de corte transversal, encargándose de contabilizar valores respecto a las variables.

Así mismo, como un dato extra se le adjudicara un estudio retrospectivo, pues la información obtenida es del tiempo pasado y simula el presente mediante el software de SAP2000.

Enfoque de la Investigación

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, considerando que es un proceso en secuencia. Tratando de cuantificar valores de cantidad, de medición, utilizando información acerca de déficit sísmica, con la finalidad de aplicarlo en el lote 10 de la manzana 20 de Camino Real

A continuación, presentamos el esquema de diseño:



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

M: Muestra: lote 10 de la manzana 20 de Camino Real

X: Variable Independiente: Modelamiento Estructural

O: Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable cuantitativa 1: Modelamiento Estructural

a) Definición Conceptual: El modelamiento estructural persigue como objetivo plasmar la reacción y desarrollo de una estructura en la cual se hizo el diseño en base de situaciones particulares como también su funcionamiento.

Analizar una estructura real es difícil, por ello para su análisis digital, su comportamiento es distinto. (Manuel & Gerardo, 2019)

b) Definición Operacional: La variable independiente es modelamiento estructural con SAP2000 porque no podrá ser retocada puesto que es una configuración existente, siguiendo sus lineamientos y parámetros establecidos.

c) Dimensiones: Es adimensional.

d) Indicadores:

Comportamiento en el Análisis Sísmico Estático: Periodo X y Periodo Y.

Comportamiento en el Análisis Sísmico Dinámico: Deriva y Deformación.

e) Instrumento: Programa SAP 2000

f) Escala de Medición: Parámetros de distorsiones máximo según RNE

Variable Cuantitativa 2: Vulnerabilidad Sísmica

a) Definición Conceptual: La vulnerabilidad estructural está vinculada a la susceptibilidad de elementos estructurales de sufrir daño sísmico.

b) Definición Operacional: La variable dependiente es la vulnerabilidad sísmica del lote 10 manzana 20 Camino Real, ya que será medida, para ver cómo está afectando la dependiente en relación a la variable independiente.

c) Dimensiones: Es adimensional.

d) Indicadores:

Resistencia Sísmica, Fuerza Cortante, Momento Cortante

g) Instrumento: Programa SAP 2000

h) Escala de Medición: Parámetros de distorsiones máximo según RNE

Tabla 09.

Límites para la distorsión del entrepiso.

LÍMITES PARA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material predominante	
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente. Norma E030 Diseño Sismoresistente, 2018

Para concreto armado se permitirá una **distorsión máxima de 0.007.**

Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Tamayo(2002),define este instante como la muestra en la cual será evaluada en el ámbito del desarrollo del proyecto. (p.114)

La población en la investigación estuvo conformada por las viviendas autoconstruidas de Camino Real, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, 2022.

Unidad de análisis: Vivienda autoconstruida de Camino Real, manzana 20 de Chimbote

La población estará conformada por: La vivienda autoconstruida de Camino Real, manzana 20 de Chimbote.

La Variable de estudio fue el Grado de Vulnerabilidad Sísmica.

Criterios de inclusión

Como detalla Vara (2012), es llamada así a la delimitación de población considerando similares propiedades dentro de una población estudiada.

En la presente, se consideró los años de construcción que presentaba la vivienda y la cantidad de pisos que presentaba de acuerdo al plan de desarrollo urbano.

Criterios de exclusión

Vara (2012) nos menciona que es la limitación de la población, descartando todo tipo de aspectos, propiedades y características de la población en estudio no investigados.

No considerandos edificaciones que contengan cantidad de piso mayores a lo permitido según el plan de desarrollo urbano.

Muestra:

En nuestra investigación, la muestra está constituida por viviendas autoconstruidas de la manzana 20 de Camino Real, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, 2022.

Muestreo:

Será dirigida y estará delimitada por el lote 10 de la manzana 20 de Camino Real zona A Distrito de Chimbote.

Unidad de análisis:

Modelamiento Estructural

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En nuestra investigación usamos técnicas e instrumentos, que a continuación detallaremos:

Tabla 07.*Técnicas e Instrumentos de Investigación*

Método o Técnica	Instrumento	Ámbito de la Aplicación
Observación de Campo no experimental	Guía de Observación de Campo.	Muestra pequeña de viviendas (n<30)
Entrevista	Guía de entrevista	Muestra pequeña

Fuente: Elaboración propia

3.4 Instrumentos de recolección de datos

Definiéndose como una secuencia de medios que apoyan al tesista de forma virtual o física, apoyándonos en la toma de datos. (Ñaupas et al., 2018, p. 60)

Utilizaremos la observación de campo no experimental para nuestra recogida de datos de enfermedades estructurales para una muestra diminuta en edificaciones menor o igual a treinta. Usaremos la siguiente guía para nuestra facilidad en la aplicación de introducir datos para la entrevista dueño de la

propiedad de nuestra vivienda en evaluación para poder hacer frente a la información con el resultado que concluye el modelamiento estructural.

3.4. Procedimientos:

En **primer lugar**, se definió el esquema general de la realización de la presente tesis.

Posterior a ello se revisaron los antecedentes y fundamentación científica. Asimismo, se indagó una problemática que exista a fin de proceder a realizar estudios descriptivos.

Asimismo, se eligió el domicilio a evaluar, haciendo caso a una evaluación respectiva de la edificación.

Se realizaron ensayos de laboratorio normados a fin de contribuir al desarrollo de la presente investigación.

Estos ensayos son:

Ensayo de Auscultación con DPL (Norma PNTP 339.159, DIN 4020)

Ensayos estándares en laboratorio de mecánica de suelos:

- Análisis Granulométrico SUCS (ASTM D-422)
- Límite líquido (ASTM-4318)
- Límite plástico (ASTM-4318)
- Contenido de Humedad (ASTM D-216)}

Finalmente se determinó el nivel de fragilidad sísmica de la vivienda usando el modelamiento estructural.

3.5. Método de análisis de datos:

En el campo se pudo recolectar datos que serán elaborados a través de Microsoft Excel 2021, por consiguiente, se suplirá haciendo uso de la estadística descriptiva.

Se plasmaron resultados mediante gráficos estadísticos como grafico de columnas y circulares para la interpretación y comparación.

Adicional a ello se determinarán las áreas que presenten fallas estructurales para poder ser identificadas como zonas críticas de estudio.

Posterior a ello, se recogerán datos necesarios para el modelamiento estructural, tal como estipula la Norma E030 Diseño Sismorresistente determinando la ubicación de zona sísmica para la vivienda a evaluar, así como el uso y tipos de suelo de los mismos para poder ser ingresados en el programa de modelamiento estructural.

3.6. Aspectos éticos:

En la investigación, las actividades investigativas son consistentes con documentos normativos como el Reglamento Nacional de Edificaciones del estado peruano, que brinda orientación sobre cómo realizar y ejecutar construcciones estructuralmente seguras

El dueño del predio fue informado sobre el objeto de investigación, de cuanto era su margen de tiempo y que puntos eran necesarios conocer.

El ingreso a la vivienda fue con plena autorización del dueño, para que a partir de ellos se permita la toma de medidas de distribución de ambientes.

Así mismo, se procedió a tomar fotografías para visualizar el presente estado estructural teniendo en cuenta todos los protocolos de bioseguridad.

IV.- RESULTADOS

Si bien en cierto los ensayos realizados para el desarrollo de la presente investigación no son considerados objetivos, es información sumamente valiosa en el desarrollo de la misma, es por ello que se logró determinar:

La presente edificación evaluada contempló **03 plantas**, el uso es **viviendas**, la cual se encuentra edificada en la ciudad de **Chimbote**, con un **sistema estructural de albañilería confinada** y con una **altura de entre piso de 3.20 mts.** en sus dos primeros niveles **y 2.80 mts** en su último nivel.

Procedimiento para el cálculo de cortante basal por pisos

Cálculo del periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde tenemos que:

H_n = 9.60 m, siendo la altura total de la edificación

C_t = 60, para **edificios de albañilería** y todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales y muros que presenten ductilidad limitada.

$$T = \frac{9.60}{60}$$

$$T = 0.16 \text{ s}$$

Factor de Amplificación Sísmica

Se tiene que:

$$T < T_p, C = 2.50$$

$$T_p < T < T_l, C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T < T_l, C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_l}{T \times T}\right)$$

A partir de ellos se identifica según el estudio de suelo planteado y desarrollado, se extra la información del tipo de suelo, categorizándolo como suelo blando S₃

Tabla 08.

Tipología de Suelo de Investigación para vivienda evaluada

PERIODOS “T _p ” y “T _L ”				
Perfil de Suelo				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Extraído de la norma E030 para diseño sismorresistente.

A partir de ello logramos determinar, a partir de la clasificación de suelo tipo S₃,

$$T_p = 1.00$$

$$T_l = 1.60$$

$$C = 2.50$$

Categoría de la edificación y factor de uso

A la edificación le corresponde de acuerdo a su categorización “C” Edificaciones comunes, un factor “U” = 1.00, como se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 09.

Categoría de edificación y factor de uso para vivienda evaluada

C – Edificaciones comunes	Edificaciones comunes, tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
---------------------------	---	-----

Fuente: Extraído de la norma E030 para diseño sismorresistente.

Tabla 10.

Factor de Suelo “s” uso para vivienda evaluada

Factor del suelo “S”				
	Perfil de Suelo			
	S₀	S₁	S₂	S₃
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Extraído de la norma E030 para diseño sismorresistente.

Le corresponde un factor “S”, 1.10.

Cálculo de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)

Tabla 11.

Cálculo de coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R)

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o
Acero:	
Pórticos Especiales Residentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Residentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Residentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados	8

(SCBF)

Pórticos Ordinarios Concéntricamente

Arriostrados

(OCBF)

Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)

Concreto Armado

Pórticos 8

Dual 7

De muros estructurales 6

Muros de ductilidad limitada 4

Albañilería Armada o Confinada 3

Madera (Por esfuerzos admisible) 7

Fuente: Extraído de la norma E030 para diseño sismorresistente.

- Estructurales regulares, son las que presentan en la configuración o distribución a cargas laterales, no presentan irregularidades; para estos casos el factor I_a o I_P será igual a 1.0

Peso de la edificación

Figura 07. Metrado de cargas de primer piso

PISO 1										
TIPO	ELEMENTO	CANTIDAD	PESO ESPECIFICO (Tn/m ³)	DIMENSIONES			MITAD DE COLUMNA	PESO (Tn)	MASAS	
				ANCHO(m)	LARGO (m)	ALTO (m)				
CARGA MUERTA	COLUMNA									
	C1	10	2.4	0.30	0.30	3.2	1	6.912	M1	
	VIGAS									
	VP-01	1	2.4	0.30	30.60	0.5		11.016	M2	
	LOSA ALIGERADA	PAÑO		PESO ESPECIFICO (Tn/m ³) + acabados	AREA		ALTURA		PESO (Tn)	
					m2		m			
		1		0.35	5.40		0.2		0.378	M3
		2		0.35	5.94		0.2		0.416	M4
		3		0.35	2.75		0.2		0.193	M5
		4		0.35	2.75		0.2		0.193	M6
5		0.35	1.650		0.2		0.116	M7		
6		0.35	1.650		0.2		0.116	M8		
ACABADOS	-		0.1	101.25				10.125		
				SUB TOTAL				29.463		
CARGA VIVA	TIPO		USO	SC (Tn/m ²)	AREA		PESO (Tn)			
					m2					
	LOSA ALIGERADA		VIVIENDA	0.3	101.25			30.375		
TOTAL		CARGA VIVA + CARGA MUERTA			59.838					

Fuente: Elaboración Propia

Figura 08. Metrado de cargas de segundo y tercer piso

PISO 2 y 3											
TIPO	ELEMENTO	CANTIDAD	PESO ESPECIFICO (Tn/m ³)	DIMENSIONES			MITAD DE COLUMNA	PESO (Tn)	MASAS		
				ANCHO(m)	LARGO (m)	ALTO (m)					
CARGA MUERTA	COLUMNA										
	C1	10	2.4	0.30	0.30	3.2	1	6.912	M1		
	VIGAS										
	VP-01	1	2.4	0.30	30.60	0.5		11.016	M2		
	LOSA ALIGERADA	PAÑO		PESO ESPECIFICO (Tn/m ³) + acabados	AREA		ALTURA	PESO (Tn)			
					m2	m					
				1	0.35	5.40	0.2			0.378	M3
				2	0.35	5.94	0.2			0.416	M4
				3	0.35	2.75	0.2			0.193	M5
4				0.35	2.75	0.2	0.193			M6	
5	0.35	1.650	0.2	0.116	M7						
6	0.35	1.650	0.2	0.116	M8						
ACABADOS	-	0.1	101.25			10.125					
SUB TOTAL								29.463			

Fuente: Elaboración Propia

P = 225.075 T (Ver en anexo metrado de carga)

Factor de zona "Z"

Tabla 12.

Factor de zona "Z" para zona 4 de proyecto ejecutado

Z= 0.45

Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Extraído de la norma E030 para diseño sismorresistente.

Comprobación de C/R

El valor que se resulte de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Reemplazando nuestros datos:

$$C = 2.50$$

$$R = 3.00$$

$$C/R = 0.833 \geq 0.125 \text{ OK!}$$

Cortante basal (Cortante de Piso)

Para hallar la cortante basal o cortante por piso se recurrirá a la siguiente fórmula:

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

De los valores siguientes:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.00$$

$$C = 2.50$$

$$S = 1.10$$

$$R = 3.00$$

$$P = 225.075 \text{ Tn}$$

Reemplazando:

$$V = \frac{0.45 \cdot 1.00 \cdot 2.50 \cdot 1.10}{3.00} \times 225.075$$

$$V = 92.843 \text{ Tn}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

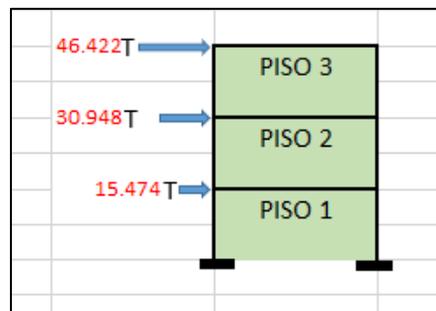
$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i(h_i)^k}$$

- a) Para T menor o igual que 0.5 segundos; k=1.0
- b) Para T mayor que 0.5 segundos; k= (0.75 + 0.5T) ≤ 2.0

V = 92.843 T T = 0.160 s ≤ 0.5s OK! k = 1.000

Piso	P _i	h _i	(h _i) ^k	P _i *(h _i) ^k	α _i	V	F _i
3	75.025	10.50	10.5	787.763	0.500	92.843	46.422
2	75.025	7.00	7.0	525.175	0.333	92.843	30.948
1	75.025	3.50	3.5	262.588	0.167	92.843	15.474
Σ	1575.525	1.000	92.843

Figura 09. Distribución de cargas por pisos



Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento para el cálculo de análisis sísmico estático

En primer lugar, se definieron parámetros de diseño constructivo

Considerar $F'c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$
 Peso específico del concreto $y = 2.40 \text{ Ton/m}^3$
 Módulo de elast. del concreto: $E_c = 233928.19$

Vigas					
L	h (cm.)	b (cm.)	B	Sección	Descripción
30.6	2.55	1.28	30	0.30 x 0.50	VP-01

Columnas			
TIPO	Método		
	1	2	Verificación
C1	30x30	35 x 35	30x30

Losas Aligeradas	E=	0.20	M
------------------	----	------	---

W aligerado 350.00 Kg/m²
W acabados 100.00 Kg/m²

Uso de la edificación: Vivienda
Wviva = 400.00 Kg/m²
Lugar Edificación: Chimbote
Suelo : Blando

Cálculo de masa por piso

Figura 10. Cálculo de masa por piso

PORTICO A				PORTICO B				PORTICO C			
69404.75	-41832.93	11174.13	0.00	83587.46	-53637.09	16911.80	-2628.49	83587.46	-53637.09	16911.80	-2628.49
-41832.93	45524.60	-15991.39	0.00	-52057.60	93663.17	-53502.95	12660.97	-52057.60	93663.17	-53502.95	12660.97
11174.13	-15991.39	6867.21	0.00	2832.45	-49734.05	78212.22	-30760.50	2832.45	-49734.05	78212.22	-30760.50
0.00	0.00	0.00	0.00	-2628.49	12092.33	-28690.37	18731.18	-2628.49	12092.33	-28690.37	18731.18
PORTICO D				PORTICO E				PORTICO N° 1			
84508.65	-53786.06	16188.75	-2450.54	76406.98	-48418.08	14201.40	-2116.97	84089.49	-53209.55	15433.04	-1957.91
-52467.29	94657.76	-53020.62	12385.32	-47358.50	85655.32	-48669.21	10998.84	-53209.55	75087.55	-46167.54	9558.26
3062.75	-50495.29	80538.74	-32483.11	2143.01	-45747.42	74161.86	-30144.30	15433.04	-46167.54	57775.56	-24249.59
-2450.54	11879.44	-30599.19	20729.62	-2116.97	10574.29	-28427.90	19600.75	-1957.91	9558.26	-24249.59	16300.72
PORTICO N° 2				PORTICO N° 3				PORTICO N° 4			
115897.73	-73894.14	22513.64	-2891.28	116014.10	-73944.97	22466.06	-2877.71	84386.93	-53323.30	15290.01	-1924.72
-73894.14	100648.82	-61795.46	13183.97	-73944.97	100944.75	-61937.73	13150.07	-53323.30	75835.49	-46522.38	9472.06
22513.64	-61795.46	73731.96	-30110.71	22466.06	-61937.73	73887.12	-30099.19	15290.01	-46522.38	58204.93	-24243.21
-2891.28	13183.97	-30110.71	19269.51	-2877.71	13150.07	-30099.19	19281.90	-1924.72	9472.06	-24243.21	16355.64

1° PISO		2° PISO		3° PISO		4° PISO	
$X_{CM} =$	475932.41 397495.30	$X_{CM} =$	4561035.64 413074.03	$X_{CM} =$	3072162.49 317992.23	$X_{CM} =$	806806.97 77792.73
$Y_{CM} =$	4523905.91 400313.34	$Y_{CM} =$	3987742.68 352287.20	$Y_{CM} =$	2978670.98 263423.05	$Y_{CM} =$	803208.75 71157.97

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de los centros de masa

Figura 11. Cálculo de centros de masa de edificación de primer piso

1° PISO																										
MASAS					M * X	M * Y																				
CO LU MN AS	C-1	M1	1.152		79.49	85.25																				
VIGAS	VP - 103	M2	2.754		121.18	102																				
LOSA ALIGERADA	1	M3	0.918		3.78	2.73																				
	2	M4	1.010		11.11	3.03																				
	3	M5	0.468		8.65	1.40																				
	4	M6	0.468		2.04	4.31																				
	5	M7	0.281		3.09	2.59																				
	6	M8	0.281		0.00	0.00																				
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">1° PISO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$X_{CM} =$</td> <td>229.32</td> <td>10.88</td> <td>11.02</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$Y_{CM} =$</td> <td>201.21</td> <td>9.55</td> <td>12.21</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21.07</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							1° PISO				$X_{CM} =$	229.32	10.88	11.02		21.07			$Y_{CM} =$	201.21	9.55	12.21		21.07		
1° PISO																										
$X_{CM} =$	229.32	10.88	11.02																							
	21.07																									
$Y_{CM} =$	201.21	9.55	12.21																							
	21.07																									

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Cálculo de masa por piso de segundo y tercer piso

2° y 3° PISO					
MASAS				M * X	M * Y
CO LU MIN AS	C-1	M1	1.152	79.49	85.25
VIGAS	VP - 103	M5	2.754	121.18	102
LOSA ALIGERADA	1	M25	0.918	3.78	2.73
	2	M26	1.010	11.11	3.03
	3	M27	0.468	8.65	1.40
	4	M28	0.468	2.04	4.31
	5	M29	0.281	3.09	2.59
	6	M30	0.281	0.00	0.00

2° Y 3° PISO			
$X_{CM} =$	229.32	21.07	10.88
$Y_{CM} =$	201.21	21.07	9.55

Fuente: Elaboración Propia

Matrices de compatibilidad de los pórticos

Figura 12. Matrices de compatibilidad de los pórticos

Matrices de Compatibilidad de los porticos				
Centro de Masas		Xo	Yo	
1° piso		0.00	0.00	
2° piso		0.00	0.00	
3° piso		0.00	0.00	
Portico A	$\alpha =$	4.300	0.08	
			X	Y
	1° Piso		0.00	12.61
	2° Piso		0.00	12.68
	3° Piso		0.00	12.68

Fuente: Elaboración Propia

<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_g =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00																																																																																																												
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_c =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>2.95</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>2.95</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>2.95</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00																																																																																																												
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_D =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.55</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00																																																																																																												
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_E =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>9.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>9.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>9.55</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00																																																																																																												
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.55	0.00																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85.52</td> <td>1.98</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>-10.95</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>-10.95</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>-10.95</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	85.52	1.98	0.00	0.00	-10.95	0.00	0.00	0.00	-10.95	0.00	0.00	0.00	-10.95	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
85.52	1.98	0.00	0.00																																																																																																																																																								
-10.95	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
-10.95	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
-10.95	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_I =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-10.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-10.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-10.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-10.00</td> </tr> </tbody> </table>												1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00																																																																																																
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.00																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_J =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-2.85</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-2.85</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-2.85</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>-2.85</td> </tr> </tbody> </table>												1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85																																																																																																
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.85																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_K =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>4.32</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>4.32</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>4.32</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>4.32</td> </tr> </tbody> </table>												1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32																																																																																																
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>d</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>												g	d	x	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																												
g	d	x	y																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																								
$[A]_L =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>11.33</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>11.33</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>11.33</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>11.33</td> </tr> </tbody> </table>												1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33																																																																																																
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00																																																																																																																																																
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33																																																																																																																																																
$K_{\text{max}} =$ <table border="1"> <tbody> <tr> <td>40065.38</td> <td>-24420.44</td> <td>75671.40</td> <td>-8091.67</td> <td>11737.49</td> <td>-7271.31</td> <td>2037.27</td> <td>-152.47</td> <td>179345.34</td> <td>-110879.26</td> <td>32189.45</td> <td>19654.20</td> </tr> <tr> <td>-24420.44</td> <td>33234.41</td> <td>-140215.35</td> <td>45306.04</td> <td>-7271.31</td> <td>9251.02</td> <td>-4790.82</td> <td>744.33</td> <td>-112684.75</td> <td>172233.68</td> <td>-152946.32</td> <td>95049.49</td> </tr> <tr> <td>75671.40</td> <td>-140215.35</td> <td>263265.47</td> <td>-90261.76</td> <td>2037.27</td> <td>-4790.82</td> <td>5012.27</td> <td>-1088.17</td> <td>32708.50</td> <td>-112684.75</td> <td>152736.38</td> <td>245426.53</td> </tr> <tr> <td>-8091.67</td> <td>45306.04</td> <td>-190048.76</td> <td>71068.32</td> <td>-152.47</td> <td>744.33</td> <td>-1888.37</td> <td>1269.38</td> <td>-5331.11</td> <td>25588.48</td> <td>-43417.86</td> <td>-16332.77</td> </tr> <tr> <td>11737.49</td> <td>-7271.31</td> <td>2037.27</td> <td>-152.47</td> <td>6027.63</td> <td>-4426.91</td> <td>22265.47</td> <td>-13100</td> <td>-98448.59</td> <td>569268.06</td> <td>-152157.69</td> <td>1538.00</td> </tr> <tr> <td>-7271.31</td> <td>9251.02</td> <td>-4790.82</td> <td>744.33</td> <td>-1022.61</td> <td>45726.81</td> <td>-6481.17</td> <td>58.32</td> <td>566231.91</td> <td>-40305.54</td> <td>237906.19</td> <td>-7517.08</td> </tr> <tr> <td>2037.27</td> <td>-4790.82</td> <td>5012.27</td> <td>-1088.17</td> <td>11205.47</td> <td>-10189.37</td> <td>7181.11</td> <td>-107.98</td> <td>-152203.84</td> <td>237906.19</td> <td>-11082.81</td> <td>19072.59</td> </tr> <tr> <td>-152.47</td> <td>744.33</td> <td>-1888.37</td> <td>1269.38</td> <td>-11.46</td> <td>58.32</td> <td>-67.96</td> <td>99.46</td> <td>533.82</td> <td>-7502.24</td> <td>19053.70</td> <td>-12502.71</td> </tr> <tr> <td>179345.34</td> <td>-112684.75</td> <td>32708.50</td> <td>-5331.11</td> <td>936149.19</td> <td>566231.91</td> <td>152203.84</td> <td>1538.82</td> <td>32790831.56</td> <td>36078970.87</td> <td>5791132.82</td> <td>399730.20</td> </tr> <tr> <td>-110879.26</td> <td>152736.38</td> <td>-126946.32</td> <td>25588.48</td> <td>569268.06</td> <td>613005.54</td> <td>237906.19</td> <td>17502.24</td> <td>26979701.87</td> <td>26979701.87</td> <td>45643000.01</td> <td>968129.84</td> </tr> <tr> <td>32189.45</td> <td>-152946.32</td> <td>152736.38</td> <td>-43417.86</td> <td>-153017.69</td> <td>237906.19</td> <td>-11082.81</td> <td>19053.70</td> <td>579112.82</td> <td>-1064156.01</td> <td>16003166.32</td> <td>1605171.05</td> </tr> <tr> <td>19654.20</td> <td>95049.49</td> <td>-24420.44</td> <td>245426.53</td> <td>-16332.77</td> <td>-1539.92</td> <td>-7517.08</td> <td>19072.59</td> <td>-17850.71</td> <td>360737.04</td> <td>688120.66</td> <td>360737.04</td> </tr> </tbody> </table>												40065.38	-24420.44	75671.40	-8091.67	11737.49	-7271.31	2037.27	-152.47	179345.34	-110879.26	32189.45	19654.20	-24420.44	33234.41	-140215.35	45306.04	-7271.31	9251.02	-4790.82	744.33	-112684.75	172233.68	-152946.32	95049.49	75671.40	-140215.35	263265.47	-90261.76	2037.27	-4790.82	5012.27	-1088.17	32708.50	-112684.75	152736.38	245426.53	-8091.67	45306.04	-190048.76	71068.32	-152.47	744.33	-1888.37	1269.38	-5331.11	25588.48	-43417.86	-16332.77	11737.49	-7271.31	2037.27	-152.47	6027.63	-4426.91	22265.47	-13100	-98448.59	569268.06	-152157.69	1538.00	-7271.31	9251.02	-4790.82	744.33	-1022.61	45726.81	-6481.17	58.32	566231.91	-40305.54	237906.19	-7517.08	2037.27	-4790.82	5012.27	-1088.17	11205.47	-10189.37	7181.11	-107.98	-152203.84	237906.19	-11082.81	19072.59	-152.47	744.33	-1888.37	1269.38	-11.46	58.32	-67.96	99.46	533.82	-7502.24	19053.70	-12502.71	179345.34	-112684.75	32708.50	-5331.11	936149.19	566231.91	152203.84	1538.82	32790831.56	36078970.87	5791132.82	399730.20	-110879.26	152736.38	-126946.32	25588.48	569268.06	613005.54	237906.19	17502.24	26979701.87	26979701.87	45643000.01	968129.84	32189.45	-152946.32	152736.38	-43417.86	-153017.69	237906.19	-11082.81	19053.70	579112.82	-1064156.01	16003166.32	1605171.05	19654.20	95049.49	-24420.44	245426.53	-16332.77	-1539.92	-7517.08	19072.59	-17850.71	360737.04	688120.66	360737.04
40065.38	-24420.44	75671.40	-8091.67	11737.49	-7271.31	2037.27	-152.47	179345.34	-110879.26	32189.45	19654.20																																																																																																																																																
-24420.44	33234.41	-140215.35	45306.04	-7271.31	9251.02	-4790.82	744.33	-112684.75	172233.68	-152946.32	95049.49																																																																																																																																																
75671.40	-140215.35	263265.47	-90261.76	2037.27	-4790.82	5012.27	-1088.17	32708.50	-112684.75	152736.38	245426.53																																																																																																																																																
-8091.67	45306.04	-190048.76	71068.32	-152.47	744.33	-1888.37	1269.38	-5331.11	25588.48	-43417.86	-16332.77																																																																																																																																																
11737.49	-7271.31	2037.27	-152.47	6027.63	-4426.91	22265.47	-13100	-98448.59	569268.06	-152157.69	1538.00																																																																																																																																																
-7271.31	9251.02	-4790.82	744.33	-1022.61	45726.81	-6481.17	58.32	566231.91	-40305.54	237906.19	-7517.08																																																																																																																																																
2037.27	-4790.82	5012.27	-1088.17	11205.47	-10189.37	7181.11	-107.98	-152203.84	237906.19	-11082.81	19072.59																																																																																																																																																
-152.47	744.33	-1888.37	1269.38	-11.46	58.32	-67.96	99.46	533.82	-7502.24	19053.70	-12502.71																																																																																																																																																
179345.34	-112684.75	32708.50	-5331.11	936149.19	566231.91	152203.84	1538.82	32790831.56	36078970.87	5791132.82	399730.20																																																																																																																																																
-110879.26	152736.38	-126946.32	25588.48	569268.06	613005.54	237906.19	17502.24	26979701.87	26979701.87	45643000.01	968129.84																																																																																																																																																
32189.45	-152946.32	152736.38	-43417.86	-153017.69	237906.19	-11082.81	19053.70	579112.82	-1064156.01	16003166.32	1605171.05																																																																																																																																																
19654.20	95049.49	-24420.44	245426.53	-16332.77	-1539.92	-7517.08	19072.59	-17850.71	360737.04	688120.66	360737.04																																																																																																																																																

PISO	CM	CV	50 % (CV)	C. TOTAL	CENTRO DE MASAS	
1	29.463	30.375	15.188	75.025	X	Y
2	29.463	30.375	15.188	75.025	10.88	9.55
3	29.463	30.375	15.188	75.025	10.88	9.55
PESO DE EDIFICACION (ton)				225.08		
					10.88	9.55
					10.88	9.55
					10.88	9.55

NIVEL	Pi	hi	pixhi	V	αi
1	75.03	3	225.08	118.16	0.17
2	75.03	5.8	435.15	118.16	0.33
3	75.03	8.6	645.22	118.16	0.49
4	0.00	11.4	0.00	118.16	0.00
TOTAL	225.08		1305.44		1.00

Fi (ton)	MOMENTO DE VOLTEO	M CONTRAVOLTEO X	M CONTRA VOLTEO Y	FSX	FSY
20.37	61.12	426.36	485.94		
39.39	228.45	426.36	485.94		
58.40	502.27	426.36	485.94		
0.00	0.00	0.00	0.00	OK	OK
118.16	791.84	1279.08	1457.82	6.615	6.841

MAYOR A 1.5

Cálculo de los momentos torsionales

Figura 13. Momentos torsionales de edificación

1° PISO	e = 5%L	Lx = 22.00 Ly = 25.50	CR	Excentricidad Total	Fuerzas Inerciales	Momento Torsional
ex 1 =	1.10		0.85	1.95	20.37	83.02
ey 1 =	1.28		0.85	2.13	20.37	
2° PISO		Lx = 22.00 Ly = 25.50				160.51
ex 2 =	1.10		0.85	1.95	39.39	
ey 2 =	1.28		0.85	2.13	39.39	
3° PISO		Lx = 22.00 Ly = 25.50				237.99
ex 3 =	1.10		0.85	1.95	58.40	
ey 3 =	1.28		0.85	2.13	58.40	
4° PISO		Lx = 22.00 Ly = 18.50				0.00
ex 4 =	1.10		0.00	1.10	0.00	
ey 4 =	0.93		0.00	0.93	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

Vectores de cargas globales

Figura 14. Vectores de carga global de edificación

VECTOR DE CARGAS GLOBALES														
Q1X=	20.37	Ton	8.40E-06	1.29E-05	1.41E-05	1.42E-05	-2.86E-06	-4.32E-06	-4.48E-06	9.94E-04	-1.06E-07	-1.28E-07	-9.10E-08	5.93E-06
Q2X=	39.39	Ton	1.29E-05	2.97E-05	3.67E-05	3.82E-05	-4.20E-06	-1.09E-05	-1.53E-05	2.56E-03	-1.22E-07	-2.59E-07	-2.23E-07	1.54E-05
Q3X=	58.40	Ton	1.41E-05	3.67E-05	5.70E-05	6.46E-05	-4.40E-06	-1.51E-05	-2.93E-05	3.85E-03	-7.04E-08	-1.94E-07	-2.69E-07	2.41E-05
Q4X=	0.00	Ton	1.42E-05	3.82E-05	6.46E-05	9.90E-05	-1.31E-07	-4.47E-06	-1.41E-05	7.83E-03	2.54E-07	6.36E-07	1.02E-06	6.11E-05
Q1Y=	20.37	Ton	-2.86E-06	-4.32E-06	-4.40E-06	-1.31E-07	6.98E-05	1.15E-04	1.46E-04	-1.97E-03	1.66E-06	1.95E-06	1.41E-06	-1.99E-05
Q2Y=	39.39	Ton	-4.22E-06	-1.09E-05	-1.51E-05	-4.47E-06	1.15E-04	3.44E-04	5.76E-04	-6.17E-03	1.85E-06	3.97E-06	3.61E-06	-3.27E-05
Q3Y=	58.40	Ton	-4.48E-06	-1.53E-05	-2.93E-05	-1.41E-05	1.48E-04	5.76E-04	1.23E-03	-1.10E-02	1.06E-06	3.15E-06	5.04E-06	-5.71E-05
Q4Y=	0.00	Ton	2.32E-04	6.44E-04	1.08E-03	4.81E-03	1.33E-06	2.79E-04	7.77E-04	-6.28E+13	-1.16E-05	-2.85E-05	-5.56E-05	-4.88E+11
Q1φ=	83.02	Ton - M	-1.06E-07	-1.22E-07	-7.04E-08	2.54E-07	1.66E-06	1.85E-06	1.06E-06	-4.54E-05	1.24E-07	1.45E-07	1.00E-07	-2.49E-07
Q2φ=	160.51	Ton - M	-1.28E-07	-2.59E-07	-1.94E-07	6.36E-07	1.95E-06	3.97E-06	3.15E-06	-1.04E-04	1.45E-07	2.95E-07	2.45E-07	-5.38E-07
Q3φ=	237.99	Ton - M	-9.10E-08	-2.23E-07	-2.69E-07	1.02E-06	1.41E-06	3.61E-06	5.04E-06	-1.17E-04	1.00E-07	2.45E-07	3.22E-07	-4.74E-07
Q4φ=	0.00	Ton - M	1.74E-06	4.88E-06	8.29E-06	4.10E-05	3.42E-07	1.44E-06	2.12E-06	-4.88E+11	1.39E-08	4.62E-08	1.68E-09	-3.78E+09

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamientos globales

Tabla 13.

Desplazamientos globales de edificación

Q1X=		0.000967
Q2X=		0.002065
Q3X=		0.002564
Q4X=		0.004928
Q1Y=		0.014894
Q2Y=		0.049781
Q3Y=		0.097186
Q1φ=		0.000215
Q2φ=		0.000473
Q3φ=		0.000563

Fuente: Datos extraídos del propio investigador

Procedimiento para el cálculo de análisis sísmico dinámico

Cálculo de masa por pisos

1° nivel	75.03	Ton		7.65
2° nivel	75.03	Ton		7.65
3° nivel	75.03	Ton		7.65

Calculamos el momento polar por inercia

Nivel 1

$$J = \left(\frac{h^2 + b^2}{12} \right) m + d^2 * m$$

$$J = \left(\frac{30^2 + 30^2}{12} \right) * 31.62 + ((11.97 - 10.95)^2 + (11.31 - 12.21)^2)$$

J1 =	1149.04
J1 =	117.13

Nivel 2

$$J = \left(\frac{30^2 + 30^2}{12} \right) * 31.62 + ((11.97 - 10.95)^2 + (11.31 - 12.21)^2)$$

J2 =	1148.50
J2 =	117.07

Nivel 3

$$J = \left(\frac{30^2 + 30^2}{12} \right) * 31.62 + ((11.97 - 10.95)^2 + (11.31 - 12.21)^2)$$

J3 =	725.28
J3 =	73.93

Tabla 14.

Matriz general de pórticos

	M1X	M2X	M3X	M4X	M1Y	M2Y	M3Y	M4Y	J1	J2	J3	J4
M1X	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M2X	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M3X	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M1Y	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M2Y	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M3Y	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
J1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.1	0.0	0.0	0.0
J2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.1	0.0	0.0
J3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.9	0.0

Fuente: Datos extraídos del propio investigador

	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
	400265.380270	-254282.488292	75671.395308	-9639.668716	11737.486024	-7271.308986	2037.272151	-152.466942	175345.341506	-110879.264855	32189.447593	19654.199222
	-254282.488292	352314.414205	-216231.331522	45306.038776	-7271.308986	9251.019851	-4790.818114	744.325149	-112684.754486	172253.683753	-115846.118008	-95949.421013
	75671.395308	-216231.331522	263285.667840	-108554.755448	2037.272151	-4790.818114	5012.569120	-1888.374969	32708.096316	-115846.118008	152736.275550	243426.525534
	-9639.668716	45306.038776	-108554.755448	71108.320292	-152.466942	744.325149	-1888.374969	1269.376966	-5331.109544	25568.484958	-63417.863694	-163632.768577
	11737.486024	-7271.308986	2037.272151	-152.466942	69527.630526	-41922.407272	11205.474728	-11.945859	-936149.186336	569268.064037	-153017.688391	1539.916110
	-7271.308986	9251.019851	-4790.818114	744.325149	-41922.407272	45726.808279	-16183.168697	58.318239	566231.914276	-633005.542019	237906.186039	-7517.684009
<i>K_{EDIP}</i>	2037.272151	-4790.818114	5012.569120	-1888.374969	11205.474728	-16183.168697	7181.108882	-147.955101	-152203.842268	237906.186039	-131982.813958	19072.587192
	-152.466942	744.325149	-1888.374969	1269.376966	-11.945859	58.318239	-147.955101	99.456305	1533.817433	-7510.240757	19053.703442	-12820.707354
	175345.341506	-112684.754486	32708.096316	-5331.109544	-936149.186336	566231.914276	-152203.842268	1533.817433	32790831.551138	-20476715.466743	5791112.820626	-197721.244169
	-110879.264855	172253.683753	-115846.118008	25568.484958	569268.064037	-633005.542019	237906.186039	-7510.240757	-20476715.466743	26795757.870411	-14541026.924280	968129.658026
	32189.447593	-115846.118008	152736.275550	-63417.863694	-153017.688391	237906.186039	-131982.813958	19053.703442	5791112.820626	-14541026.924280	16002356.218418	-2456173.642633
	19654.199222	-95949.421013	243426.525534	-163632.768577	1539.916110	-7517.684009	19072.587192	-12820.707354	-197721.244169	968129.658026	-2456173.642633	1652690.962629

Factor de Zona	Z=	0.45	Zona 4
Factor de Uso	U=	1.00	Categoría "C" COMUN
Factor de Suelo	S3 =	1.10	BLANDO
PERIODO DEL SUELO	Tp =	1.00	
	TI=	1.60	
	C=	2.50	
Coefficiente de reducción sísmica	Ro =	3.00	
	la=	1.00	
	lp=	1.00	
	R=	3.00	
Cortante Basal	ZUS/R=	0.16500	

ω_i^2	(rad/seg) ²	ω_i	(rad/seg)	f_i	(Hertz)	T_i	(S)	C_i	S_{ai} (m/s ²)	S_d (m)
242.80		15.582		2.48		0.40		6.20	10.04	0.0413
660.70		25.704		4.09		0.24		16.36	26.49	0.0401
865.20		29.414		4.68		0.21		29.26	47.36	0.0547
2652.00		51.498		8.20		0.12		0.00	0.00	0.0000
3500.80		59.168		9.42		0.11		0.00	0.00	0.0000
4510.00		67.157		10.69		0.09		80.16	129.75	0.0288
9509.30		97.516		15.52		0.06		38.80	62.80	0.0066
11046.40		105.102		16.73		0.06		41.82	67.69	0.0061
14656.30		121.063		19.27		0.05		0.00	0.00	0.0000
23081.70		151.927		24.18		0.04		181.35	293.54	0.0127
23824.80		154.353		24.57		0.04		0.00	0.00	0.0000
31312.60		176.954		28.16		0.04		11.62	18.80	0.0006

	M1X	M2X	M3X	M4X	M1Y	M2Y	M3Y	M4Y	J1	J2	J3	J4
M1X	7.64784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2X	0	7.64784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3X	0	0	7.64784	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Y	0	0	0	0	7.64784	0	0	0	0	0	0	0
M2Y	0	0	0	0	0	7.64784	0	0	0	0	0	0
M3Y	0	0	0	0	0	0	7.64784	0	0	0	0	0
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	117.12908	0	0	0
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117.07452	0	0
J3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73.93241	0

**MODOS
NORMALIZADOS**

	MODO 1	MODO 2	MODO 3	MODO 4	MODO 5	MODO 6	MODO 7	MODO 8	MODO 9	MODO 10	MODO 11	MODO 12
u1x	0.030860	0.001507	0.000517	0.081650	-0.000122	0.008493	-0.112957	0.008203	-0.012181	0.079967	-0.066109	0.014551
u2x	0.076589	0.003402	0.002621	0.109885	0.001192	0.010945	-0.007056	-0.002280	-0.000756	-0.089031	0.073459	-0.016955
u3x	0.115185	0.003963	0.003156	0.009899	0.001593	-0.001137	0.109612	-0.005297	0.012505	0.059957	-0.049123	0.011998
u1y	-0.000399	-0.019686	0.036144	-0.003540	0.083882	0.024298	0.000635	-0.098253	-0.063614	-0.058266	-0.071409	0.010832
u2y	-0.000317	-0.039001	0.053405	-0.003791	0.104358	0.027986	-0.003205	-0.004331	0.018256	0.079969	0.090259	-0.027940
u3y	-0.000105	-0.064332	0.086214	-0.000931	0.017210	0.015415	0.000765	0.104937	0.048031	-0.051814	-0.053909	0.027015
u1z	-0.000097	0.003331	0.001791	-0.000811	-0.001904	0.008609	0.001423	0.004401	-0.010081	0.001407	0.004032	0.010020
u2z	-0.000221	0.006907	0.003523	-0.001116	-0.002469	0.010752	0.000227	0.001414	0.000232	-0.000236	-0.003066	-0.011879
u3z	-0.000398	0.010689	0.005708	-0.000322	0.000912	0.000447	-0.001585	-0.004931	0.010113	-0.000774	0.000724	0.007569

		MATRIZ DE ACELEROGRAMAS		
		X	Y	Z
1 PISO		1	0	0
2 PISO		1	0	0
3 PISO		1	0	0
4 PISO		1	0	0
1 PISO		0	1	0
2 PISO		0	1	0
3 PISO		0	1	0
4 PISO		0	1	0
1 PISO		0	0	1
2 PISO		0	0	1
3 PISO		0	0	1
4 PISO		0	0	1

Calculo de coeficientes de participación

$$-\underbrace{[\Phi]^T [M] [\gamma]}_{[\alpha]} \{\ddot{x}_o\}$$

	α_x	α_y	α_z
MODO 1	1.70	-0.01	-0.06665
MODO 2	0.07	-0.94	1.98906
MODO 3	0.05	1.34	1.04423
MODO 4	1.54	-0.06	-0.24953
MODO 5	0.02	1.57	-0.44459
MODO 6	0.14	0.52	2.30023
MODO 7	-0.08	-0.01	0.07605
MODO 8	0.00	0.02	0.31653
MODO 9	-0.00	0.02	-0.40599
MODO 10	0.39	-0.23	0.08003
MODO 11	-0.32	-0.27	0.16687
MODO 12	0.07	0.08	0.34257

Cálculo de masas participantes y porcentajes de participación por cada modo de vibración

MODO	94.84%			92.75%			93.77%			62.46%			78.66%
	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN Z (ROTACIONAL)			SISMO TOTAL (REFERENCIAL)			
	MASA ACTIVA	% MASA TOTAL	% ACUM.	MASA ACTIVA	% MASA TOTAL	% ACUM.	MASA ACTIVA	% MASA TOTAL	% ACUM.	MASA ACTIVA	% MASA TOTAL	% ACUM.	
1	2.90	52.15%	52.15%	0.00	0.00%	0.00%	0.00	0.04%	0.04%	2.90	13.11%	13.11%	17.40%
2	0.00	0.08%	52.23%	0.89	15.91%	15.91%	3.96	35.89%	35.93%	4.85	21.88%	34.99%	17.29%
3	0.00	0.04%	52.27%	1.81	32.47%	48.38%	1.09	9.89%	45.82%	2.90	13.09%	48.08%	14.13%
4	2.37	42.69%	94.96%	0.00	0.07%	48.45%	0.06	0.56%	46.38%	2.44	11.01%	59.10%	14.44%
5	0.00	0.01%	94.97%	2.47	44.37%	92.82%	0.20	1.79%	48.18%	2.67	12.04%	71.14%	15.39%
6	0.02	0.35%	95.32%	0.27	4.82%	97.64%	5.29	47.99%	96.17%	5.58	25.19%	96.33%	17.72%
7	0.01	0.11%	95.44%	0.00	0.00%	97.64%	0.01	0.05%	96.22%	0.01	0.06%	96.38%	0.06%
8	0.00	0.00%	95.44%	0.00	0.01%	97.64%	0.10	0.91%	97.13%	0.10	0.45%	96.83%	0.31%
9	0.00	0.00%	95.44%	0.00	0.01%	97.65%	0.16	1.50%	98.62%	0.17	0.75%	97.58%	0.50%
10	0.15	2.73%	98.16%	0.05	0.95%	98.60%	0.01	0.06%	98.68%	0.21	0.95%	98.53%	1.25%
11	0.10	1.84%	100.00%	0.07	1.29%	99.90%	0.03	0.25%	98.94%	0.20	0.91%	99.44%	1.13%
12	0.00	0.00%	100.00%	0.01	0.10%	100.00%	0.12	1.06%	100.00%	0.12	0.56%	100.00%	0.39%
TOTAL	5.56			5.56			11.02			22.15			
	22.94			22.94			308.14						
	-17.384	ok		-17.379	ok		-297.111	FALSO					

Analizando Sismo en X

Calculo de desplazamientos en cada MODO

$$\{U_{mod}^{(i)}\} = \{\phi^{(i)}\}(\eta_i)_{max}$$

MODO	α_i	Sd	(η_i) _{máx}
1	1.7027	0.0413	0.0704
2	0.0679	0.0401	0.0027
3	0.0481	0.0547	0.0026
4	1.5405	0.0000	0.0000
5	0.0204	0.0000	0.0000
6	0.1400	0.0288	0.0040
7	-0.0795	0.0066	-0.0005
8	0.0048	0.0061	0.0000
9	-0.0033	0.0000	0.0000
10	0.3892	0.0127	0.0049
11	-0.3195	0.0000	0.0000
12	0.0734	0.0006	0.0000

$$[U_{mod}] = [\Phi][\Gamma_{mod}] = \left[\{U_{mod}^{(1)}\} \mid \{U_{mod}^{(2)}\} \mid \dots \mid \{U_{mod}^{(n)}\} \right]$$

En el presente caso, la matriz $[\Gamma_{mod}]$ tiene la forma siguiente:

$$[\Gamma_{mod}] = \begin{bmatrix} (\eta_1)_{max} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & (\eta_2)_{max} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (\eta_3)_{max} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (\eta_4)_{max} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (\eta_5)_{max} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (\eta_6)_{max} \end{bmatrix}$$

	1 PISO x	0.0021718	0.0000041	0.0000014	0.0000000	0.0000000	0.0000342	0.0000593	0.0000002	0.0000000	0.0003958	0.0000000	0.0000006
	2 PISO x	0.0053899	0.0000093	0.0000069	0.0000000	0.0000000	0.0000441	0.0000037	-0.0000001	0.0000000	-0.0004407	0.0000000	-0.0000007
	3 PISO x	0.0081061	0.0000108	0.0000083	0.0000000	0.0000000	-0.0000946	-0.0000576	-0.0000002	0.0000000	0.0002968	0.0000000	0.0000005
	4 PISO x	-0.0000281	-0.0000535	0.0000952	0.0000000	0.0000000	0.0000978	-0.0000003	-0.0000009	0.0000000	-0.0000884	0.0000000	0.0000005
	1 PISO y	-0.0000223	-0.0001061	0.0001407	0.0000000	0.0000000	0.0001127	0.0000017	-0.0000001	0.0000000	0.0003958	0.0000000	-0.0000012
	2 PISO y	-0.0000074	-0.0001750	0.0002271	0.0000000	0.0000000	0.0000621	-0.0000004	0.0000031	0.0000000	-0.0002565	0.0000000	0.0000012
	3 PISO y	-0.0000068	0.0000091	0.0000047	0.0000000	0.0000000	0.0000347	-0.0000007	0.0000001	0.0000000	0.0000070	0.0000000	0.0000004
	4 PISO y	-0.0000156	0.0000188	0.0000093	0.0000000	0.0000000	0.0000433	-0.0000001	0.0000000	0.0000000	-0.0000012	0.0000000	-0.0000005
	1 PISO z	-0.0000280	0.0000291	0.0000150	0.0000000	0.0000000	0.0000018	0.0000008	-0.0000001	0.0000000	-0.0000038	0.0000000	0.0000003

Verificación de derivas en X y Y

	1 PISO x	0.072391814	0.000136642	4.53729E-05	0	0	0.001139909	0.001978198	8.01433E-06	0	0.013194272	0	2.13734E-05
	2 PISO x	0.107272861	0.000171871	0.000184815	0	0	0.00032913	-0.00185462	-1.02421E-05	0	-0.027884086	0	-4.62775E-05
	3 PISO x	0.090538491	5.08024E-05	4.69264E-05	0	0	-0.001621635	-0.002043194	0.024582494	0	0.24582494	0	4.25282E-05
	1 PISO y	-0.000744027	-0.0003536304	0.004689891	0	0	0.003756313	5.61267E-05	-4.23135E-06	0	0.013194668	0	-4.104E-05
	2 PISO y	0.000498207	-0.002296866	0.002881265	0	0	-0.001687199	-6.95223E-05	0.000106758	0	-0.021743816	0	8.0722E-05
	3 PISO y	1.89074E-05	0.006135174	-0.007413931	0	0	-0.000913571	-1.15276E-05	-9.82262E-05	0	0.008781347	0	-2.49637E-05

Figura 15. Verificación de derivas en X e Y

Verificación de derivas en X y Y		
1 PISO x	0.072391814	0.000136642
2 PISO x	0.107272861	0.000171871
3 PISO x	0.090538491	5.08024E-05
1 PISO y	-0.000744027	-0.003536304
2 PISO y	0.000498207	-0.002296866
3 PISO y	1.89074E-05	0.006135174

Fuente: Datos extraídos de procedimientos realizados a edificación.

Si bien en cierto los ensayos realizados para el desarrollo de la presente investigación no son considerados objetivos, es información sumamente valiosa en el desarrollo de la misma, es por ello que se logró determinar:

En relación a la Geomorfología del Suelo

Se realizaron 01 calicatas, en donde se tomaron 03 muestras a distintos niveles de profundidad, donde se logró determinar que según su clasificación en el sistema internacional SUCS, la muestra pertenece a una SM, para arenas limosas.

Calicata C-01

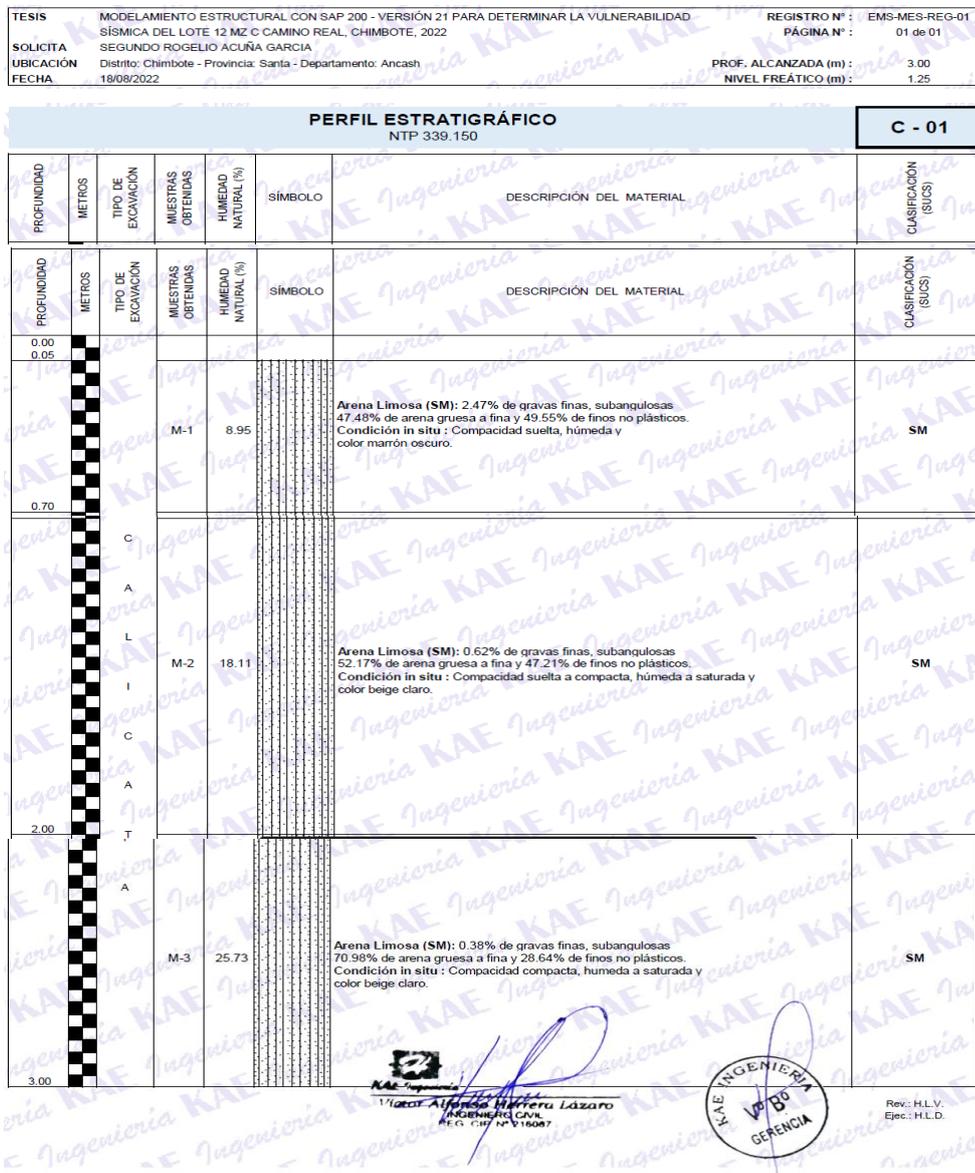
De 0.00 m a 0.05 de profundidad, se presenta suelo natural, contaminado con material de relleno que no fue controlado.

De 0.05m a 0.70 m de profundidad, el tipo de suelo está constituido de arenas con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SM (arena limosa), húmeda, de color marrón oscuro, de finos no plásticos, de compacidad suelta a mediana.

De 0.70m a 2.00m de profundidad, el tipo de suelo está constituido de arena con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SN (arena limosa), húmeda a saturada, con un color beige claro, de finos no plásticos, de compacidad suelta a mediana.

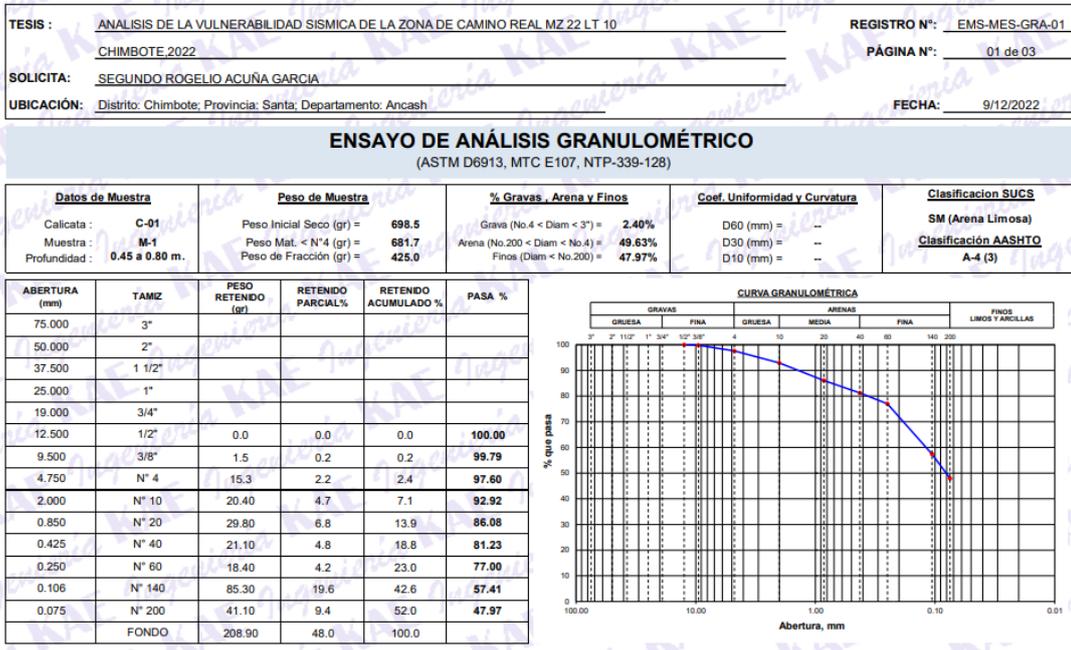
De 2.00m a 3.00 m de profundidad, el tipo de suelo está constituido de arenas con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SM (arena limosa), saturada, color beige, de finos no plásticos, de compacidad mediana a densa.

Figura 16. Perfil Estratigráfico del Suelo



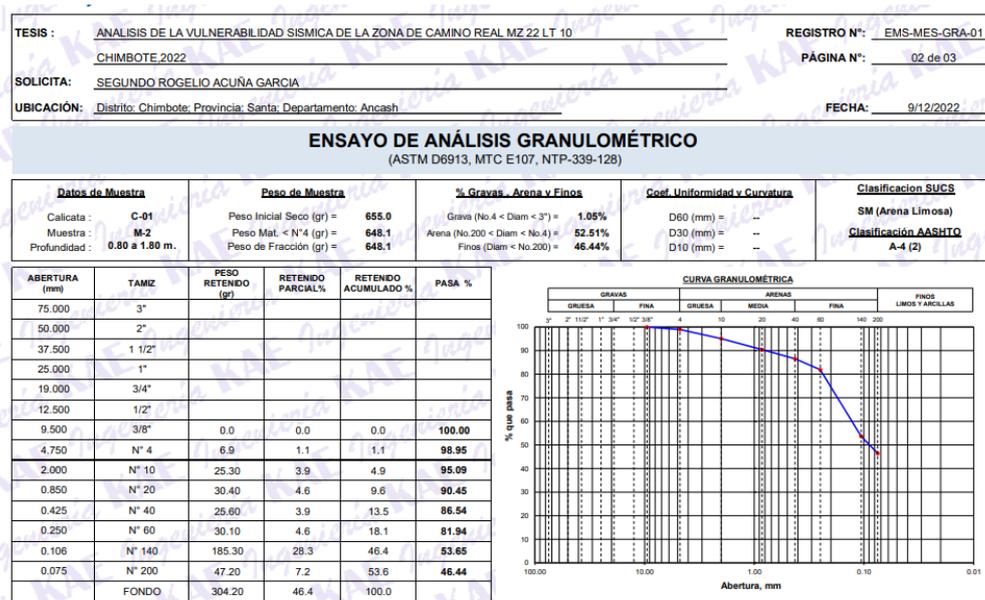
Fuente: Informe de Laboratorio – Perfil Estratigráfico de Suelo

Figura 17. Ensayo de Análisis Granulométrico M-1



Fuente: Informe de Laboratorio – Ensayo de Análisis Granulométrico. M-1

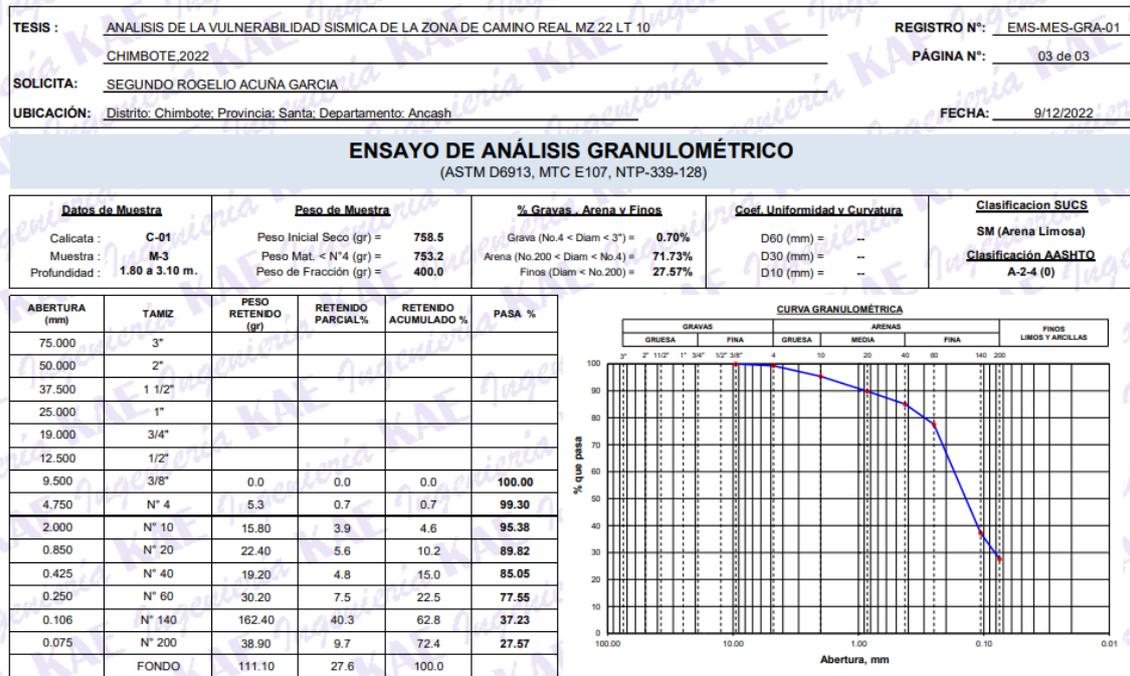
Figura 18. Ensayo de Análisis Granulométrico M-2



Fuente: Informe de Laboratorio – Ensayo de Análisis Granulométrico. M-

2

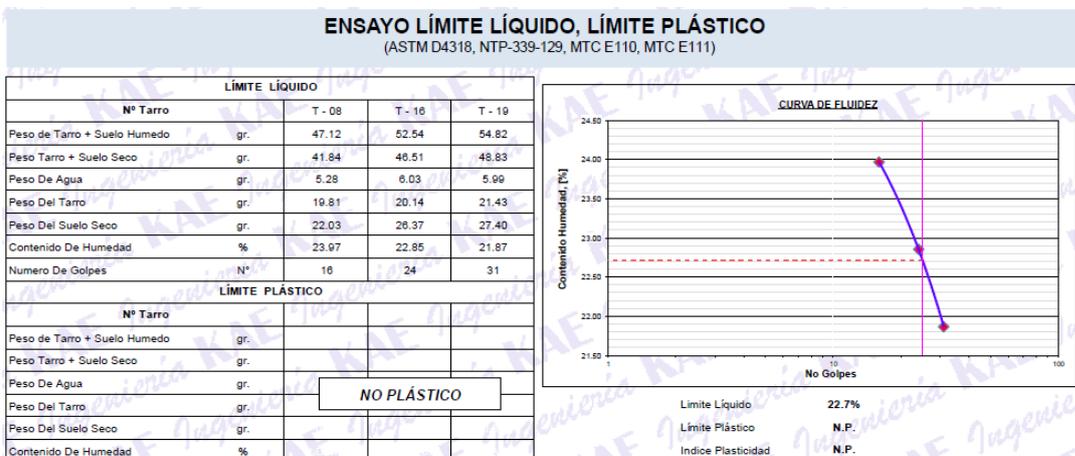
Figura 19. Ensayo de Análisis Granulométrico M-3



Fuente: Informe de Laboratorio – Ensayo de Análisis Granulométrico. M-

3

Figura 20. Ensayo de Límite Líquido, Límite Plástico



Fuente: Informe de Laboratorio – Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico

En relación al Nivel Freático

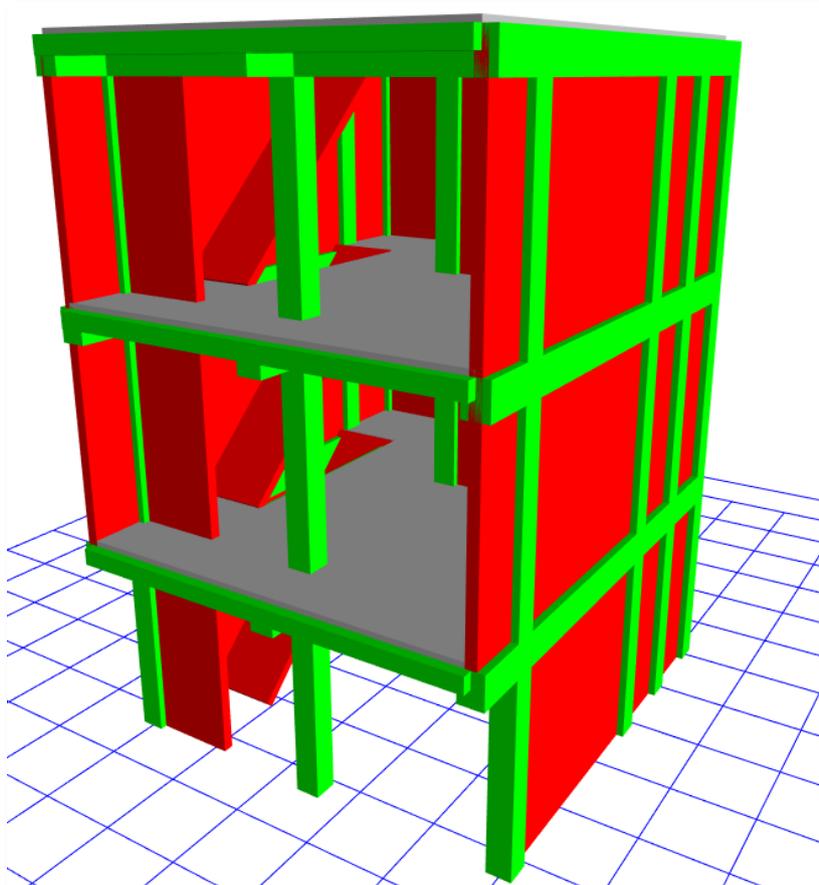
En el sondeo realizado se evidenció que existe napa freática hasta la profundidad de 1.25 m.

En relación a la Capacidad Admisible de Carga

Se determinó que la capacidad admisible de Carga es 1.49 kg/cm²

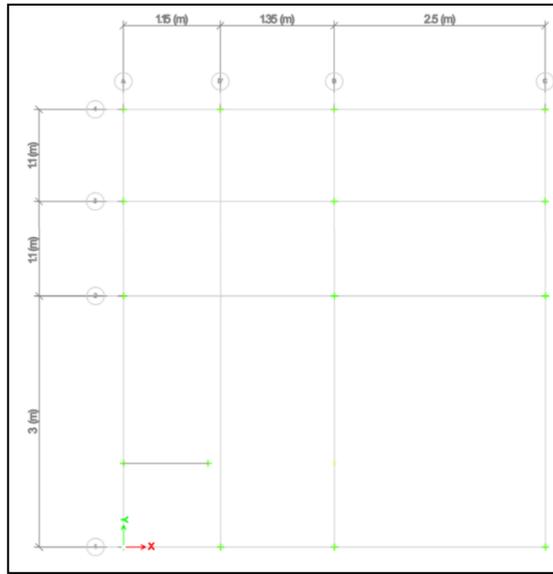
Siguiendo con la información recabada, se detallará a continuación el procedimiento realizado para la determinación de los objetivos planteados.

Figura 21. Elevación Principal de Vivienda analizada en sap 2000



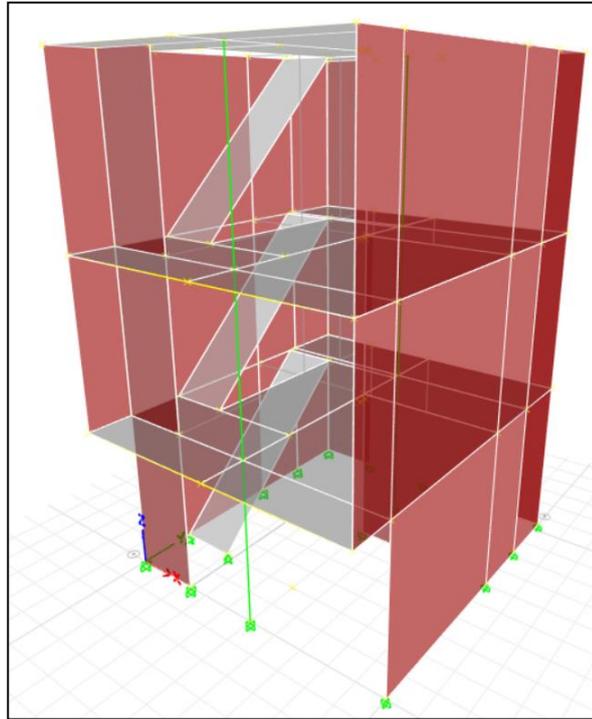
Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Figura 22. Planta Principal de Vivienda analizada en sap 2000



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Figura 23. Vista 3d de Vivienda analizada en Sap 2000



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Se realizó el redimensionamiento del aligerado en una sola dirección, por cuestiones constructivas y según lo detallado por el propietario.

Tabla 19.

Predimensionamiento de losa aligerada

S/C:Kg/m²	50	100	150	200	250	300	350
<i>Peralte(h)</i>	<i>L/32</i>	<i>L/31</i>	<i>L/30</i>	<i>L/28</i>	<i>L/26</i>	<i>L/24</i>	<i>L/22</i>

Fuente: Datos extraídos del propio investigador

Para sobrecarga de Viviendas E020 RNE

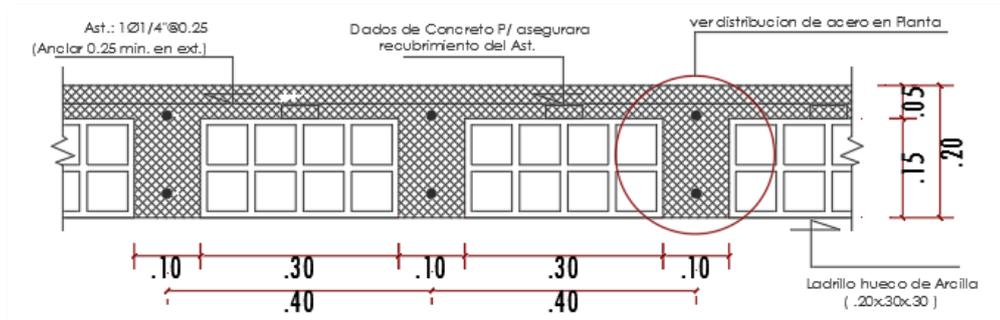
L= Longitud de las viguetas, transversales a la viga principal de 4.25mts

Peralte Efectivo de 0.1517mts, Considerando 0.20mts

Una vez que tenemos creados los patrones de carga que necesitamos para este proyecto, procedemos a asignar las cargas de acuerdo con el tipo de

carga que se tiene. Los valores para cada tipo de carga se detallan en las imágenes.

Figura 24. Detalle de losa aligerada de vivienda



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete

Figura 25. Metrado de Carga de edificación

CARGA EN ENTREPISOS						
	CM			CV		
Cielor.+Acabado	100.00 kg/m ²	0.40 m	40.00 kg/m	200.00 kg/m ²	0.40 m	80.00 kg/m
Ladrillo	64.97 kg/m ²	0.40 m	25.99 kg/m			0.080 Tnf/m
	164.97 kg/m²		65.99 kg/m			0.066 Tnf/m
CARGA DE TECHO						
	CM			CV		
Cielor.+Acabado	100.00 kg/m ²	0.40 m	40.00 kg/m	100.00 kg/m ²	0.40 m	40.00 kg/m
Ladrillo	64.97 kg/m ²	0.40 m	25.99 kg/m			0.040 Tnf/m
	164.97 kg/m²		65.99 kg/m			0.066 Tnf/m

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete

Figura 26. Características de unidad de ladrillo para techo



LADRILLO HUECO 15

Medidas promedio (cm): 30 x 30 x 15

Unidades promedio / m²: 9

Peso kg. Promedio: 7.8

Eflorescencia: No

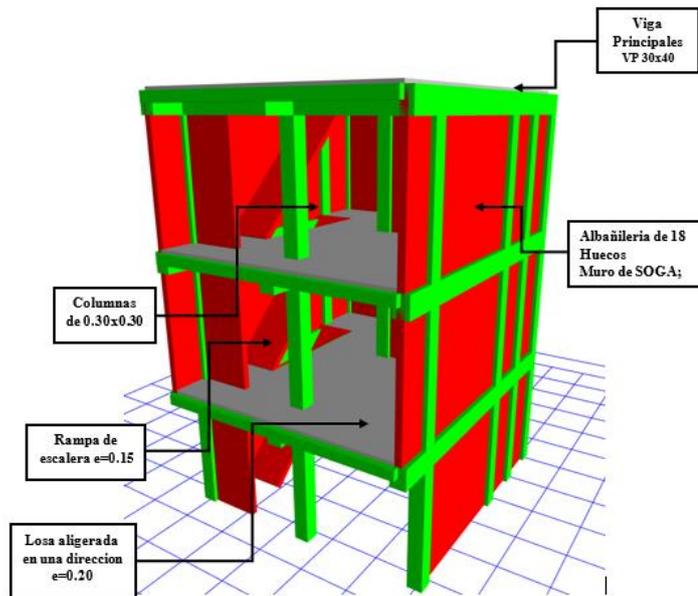
Absorción: < 18%

Utilización: Losas de techo aligeradas de luces menores a 5 m.

Fuente: Especificaciones Técnicas de Ladrillo – Pirámide S.A.

Se realizó el modelamiento representativo computacional global, ejemplificando los detalles constructivos que se tuvieron durante el proceso de ejecución de construcción de la vivienda analizada.

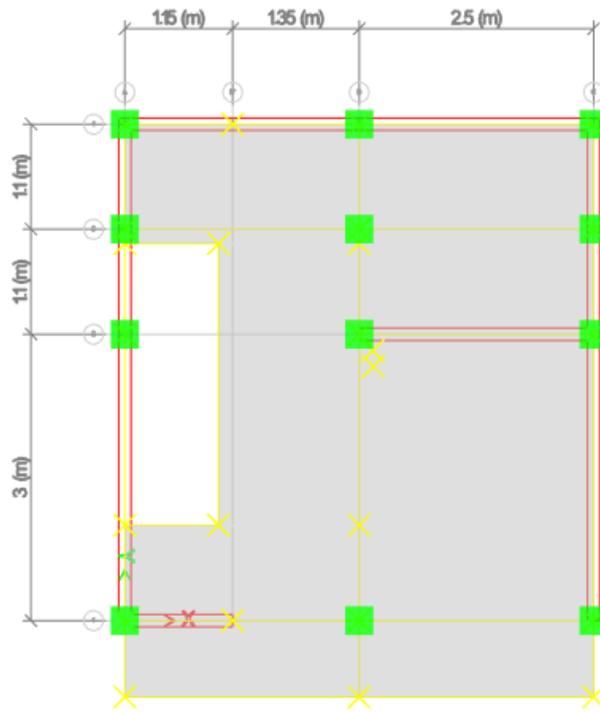
Figura 27. Modelo Representativo Computacional Global de Edificación



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP

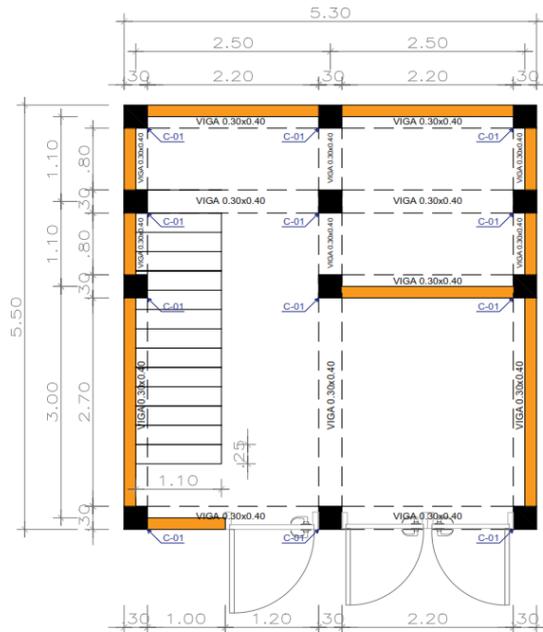
2000

Figura 28. M... bal de Edificación



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Figura 29. Distribución Interna de Edificación – Vista en Planta



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Autocad 2021

El sistema estructural usado fue:

- En la Dirección x, y: pórticos y muros de albañilería (Sistema Dual).

Sobre cargas o cargas vivas(S/C).

Las consideraciones de cargas vivas fueron tomadas de la Norma NTP E.020-CARGAS, según **Inciso 6.3 Tabiquería Móvil**

El peso de los tabiques móviles incluirá como carga viva, equivalente uniformemente repartida por metro cuadrado, con un mínimo de 0.50 kPa (50 kgf/m²), para divisiones livianas móviles de media altura y de 1.0 kPa(100 kgf/m²), para divisiones livianas móviles de altura completa.

Cuando el diseño se contemple tabiquerías móviles, deberá colocarse una nota al respecto, tanto en los planos de arquitectura como en el de estructuras.

Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil.

Peso sísmico efectivo

El peso sísmico efectivo del edificio se determina en concordancia con la NTP E. 030 que se presenta.

De acuerdo con la Tabla N°5 de la NTE E. 030 de Diseño Sismorresistente, la categoría de edificación que le corresponde es C.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

A manera de fórmula, el Peso Sísmico Efectivo del Edificio, P, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + \text{Dead}) + 0.50\text{Live}$$

Los *parámetros sísmicos* usados fueron:

Para determinar el Cortante estático en la Base, V, del Módulo, debemos recurrir a la expresión que mostramos a continuación:

$$V = \frac{zucs}{R} P$$

La NTE E.030 nos indica que la siguiente expresión:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

La manera correcta de determinar el Cortante en la Base del Edificio es el siguiente:

Periodo fundamental

El periodo fundamental de acuerdo con la norma E-03 Diseño sismo resistente nos ha salido T= 0.14, tal como se indica líneas abajo:

alto Entrepiso :	$h=$	8.4			
	$T=h/Ct$	0.14	si $T < T_p$	$T < T_p$	$C = 2,5$
	Ct	35	Portico	$T_p < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
		45	Concerto y acero		
		60	duales	$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

La fuerza basal por nivel del lote 10.

Para la determinación de la fuerza cortante en la base se tomó a consideración los datos, según la hoja de cálculo siguiente: el valor $ZUCS/R=0.169$ ingresado al software para el análisis estático, lo que determino la fuerza cortante en la base de $V=19,34$ tnf. Tal como se indica en el cuadro.

Figura 30. Fuerza basal por nivel de lote 10 de la edificación

Tabla N 1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)						RESUMEN					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z				DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y	
	ZONA 4	0.45				Z	0.45	RO	7	7	
Tabla N 3 y N 4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)						U	1.00	la	1.00	1.00	
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL	S	1.05	lp	1.00	1.00	
	S2	Suelos Intermedios	1.05	0.60	2.00	TP	0.60	R	7	7	
Tabla N 5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)						TL	2.00	g	1m/s2		
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES			$T < T_p \quad C = 2,5$ $V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad R = R_3 \cdot I_p \cdot I_b \quad T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$					
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014								
Tabla N 7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)											
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL			RO						
	DIR X-X	Sistema Dual			7						
	DIR Y-Y	Sistema Dual			7						
Tabla N 8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)											
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA					la Dir X-X	la Dir Y-Y					
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Irregularidad Extrema de Rigidez					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Irregularidad Extrema de Resistencia					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Irregularidad de Masa o Peso					<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00			
Irregularidad Geométrica Vertical					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes					<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00			
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes					<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00			
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10					Se toma el valor mas crítico		1.00	1.00			
Tabla N 9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)											
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA					lp Dir X-X	lp Dir Y-Y					
Irregularidad Torsional					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Irregularidad Torsional Extrema					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Esquinas Entrantes					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Discontinuidad del Diafragma					<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00			
Sistemas no Paralelos					<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00			
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10					Se toma el valor mas crítico		1.00	1.00			

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Hoja de cálculo programa Microsoft Excel 2022

Figura 31. Vector X e Y de lote 10 de la edificación

VX	0.165	(ZUCS/R) EN LA DIRECCIÓN X
VY	0.165	(ZUCS/R) EN LA DIRECCIÓN Y

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Hoja de cálculo programa Microsoft Excel 2022

Figura 32. Cortante basal por chequeo de edificación

TABLE: Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient							
Name	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used	Base Shear
						kgf	kgf
Sismo x - exc	0.05	Story3	Base	0.165	1	114432.8	19315.10
Sismo x + exc	0.05	Story3	Base	0.165	1	114432.8	19315.10
Sismo y - exc	0.05	Story3	Base	0.165	1	114432.8	19315.10
Sismo y + exc	0.05	Story3	Base	0.165	1	114432.8	19315.10
				C			CORTANTE BASAL

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Posterior a ellos se prosiguió a realizar el siguiente paso.

Análisis sísmico estático de la edificación

Análisis estático lineal – Fuerza lateral equivalente

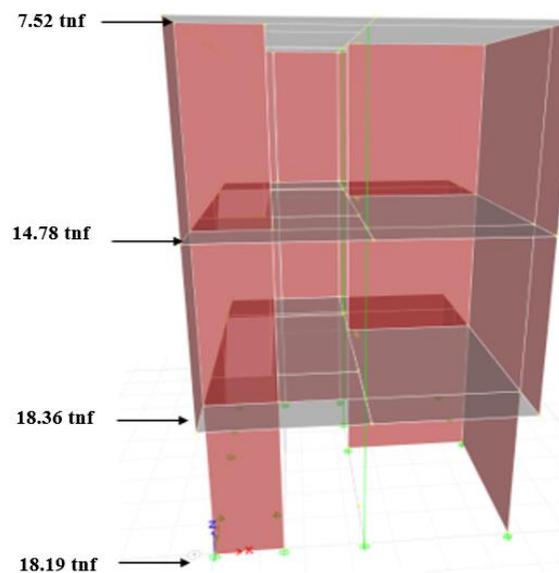
La tabla muestra las fuerzas laterales de pisos:

Figura 33. Fuerzas ejecutadas en la edificación

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	cm		kgf	kgf
Story3	840	Top	-8666.28	0
		Bottom	-8666.28	0
Story2	560	Top	-15932.67	0
		Bottom	-15932.67	0
Story1	280	Top	-19489.49	0
		Bottom	-19489.49	0
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Figura 34. Cortante Basal por pisos – Programa SAP 2000



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Valores del centro de masa y centro de rigidez del sistema estructural

En el siguiente cuadro se muestran las excentricidades dados por la distancia entre el centro de masa y el centro de rigidez del sistema:

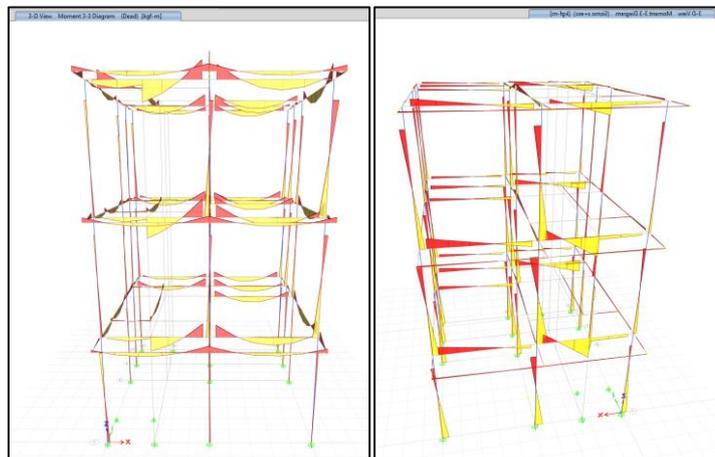
Figura 35. Diagramación para distintas combinaciones de carga

Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s ² /m	Cum Mass Y kgf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
Story3	D1	3175.48	3175.48	2.4114	2.2857	3175.48	3175.48	2.4114	2.2857
Story2	D1	3944.07	3944.07	2.4006	2.3855	7119.55	7119.55	2.4054	2.34
Story1	D1	3898.58	3898.58	2.4023	2.4209	11018.13	11018.13	2.4043	2.369

Diagramación, para las diferentes combinaciones de carga

- Momentos calculados para la Carga muerta y Sismo en x

Figura 36. Diagramación para distintas combinaciones de carga



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP

2000

V. DISCUSIÓN

La presente investigación presentó como aquella finalidad primordial, aprender el modelamiento de una edificación utilizando como método complementario la norma E030 sobre diseño sismorresistente. Entonces se obtuvo que el edificio presenta deformación en su estructura, todo ello rosando los límites máximos permisibles.

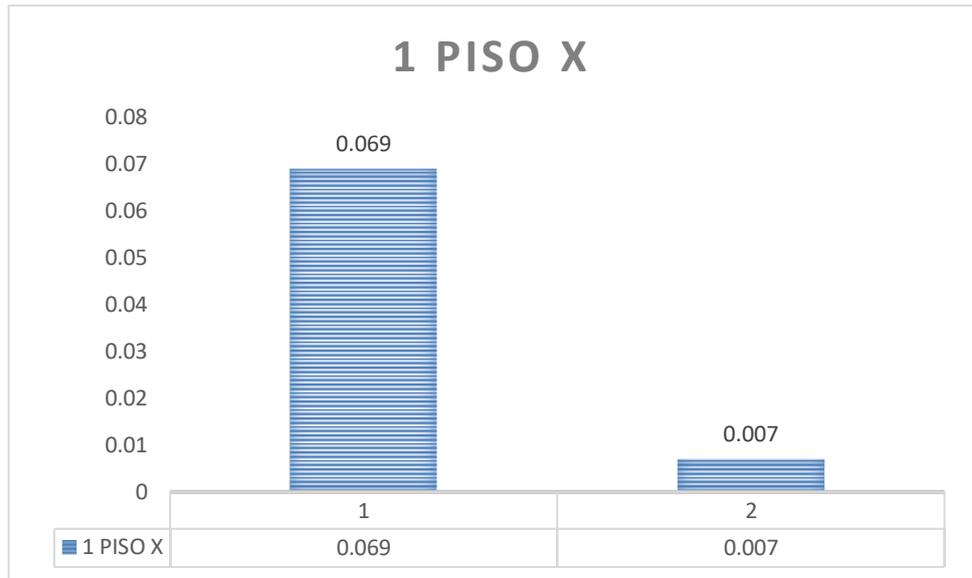
- **Figura 38.** Distorsiones generales de distribución total de niveles

DISTORSIONES		
	EN PROYECTO	NORMA E030
1 PISO X	0.069	0.007
2 PISO X	0.905	
3 PISO X	0.086	
1 PISO Y	0.000	
2 PISO Y	0.000	
3 PISO Y	0.000	

Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en X del primer piso excede la distorsión máxima permisible.

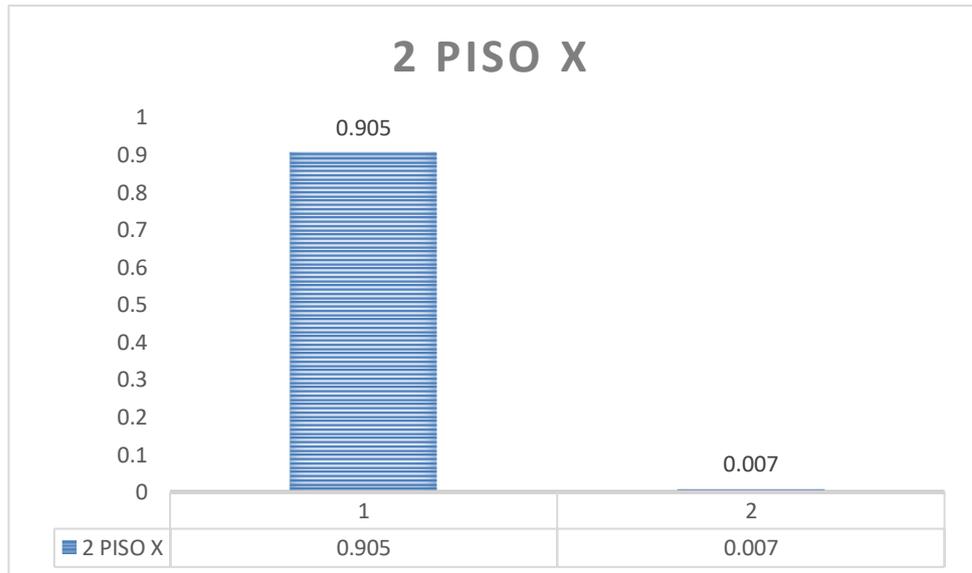
Figura 37. Distorsión de eje X en primer piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en X del segundo piso excede la distorsión máxima permisible.

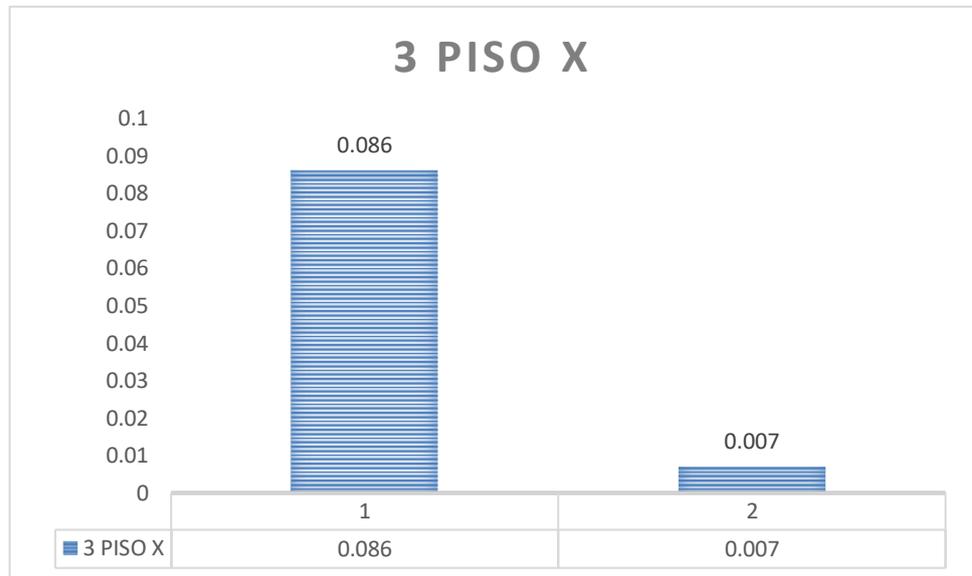
Figura 38. Distorsión de eje X en segundo piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en X del tercer piso excede la distorsión máxima permisible.

Figura 39. Distorsión de eje X en tercer piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en Y del primero piso no genera distorsión alguna.

Figura 39. Distorsión de eje Y en primero piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en Y del segundo piso no genera distorsión alguna.

Figura 40. Distorsión de eje Y en segundo piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

- Se observa como tal, que la distorsión en Y del tercer piso no genera distorsión alguna.
-

Figura 41. Distorsión de eje Y en tercer piso.



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

Se observa que la fuerza basal $F(T_n)$ en la primera planta hasta la tercera planta cuenta con valores distintos, esto sugiere que la edificación modelada presenta distribución regular de fuerzas en toda su extensión de niveles. Además, los valores usados conciernen en el modelamiento sísmico de manera estático y modelamiento sísmico de manera dinámica. Por ello las fuerzas basales si contribuyen en la determinación de déficit sísmico en la estructura.

Tabla 14.

Fuerza basal por pisos de edificación.

Nivel	$F(T_n)$	$V(T_n)$
3	114432.80	19315.10
2	114432.80	19315.10
1	114432.80	19315.10

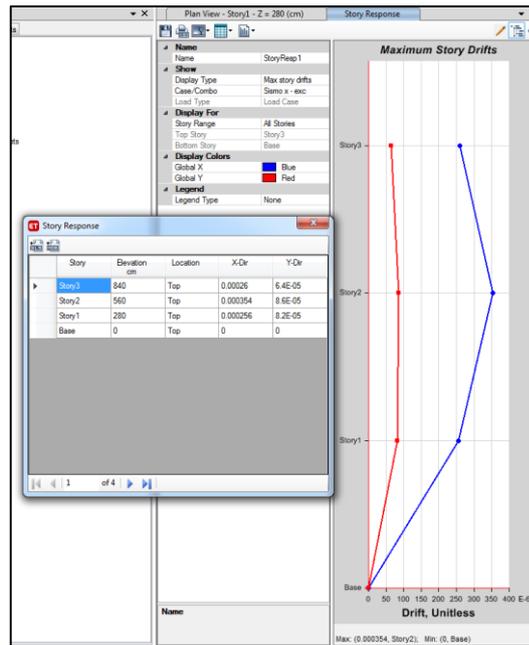
Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa Microsoft Excel 2022

Del desplazamiento sísmico estático

Las derivas de entrepiso serán controladas según lo indicado en la tabla n°01 de la Norma E-030 Diseño Sismo resistente, según el cuadro puede notarse la máxima deriva en el piso 3 correspondiente a: $0.00026 < 0.005$, o 0.007 (Norma E-030), se logra determinar que cumplen los desplazamientos admisibles máximos.

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	cm			
Story3	840	Top	0.00026	0.000064
Story2	560	Top	0.000354	0.000086
Story1	280	Top	0.000256	0.000082
Base	0	Top	0	0

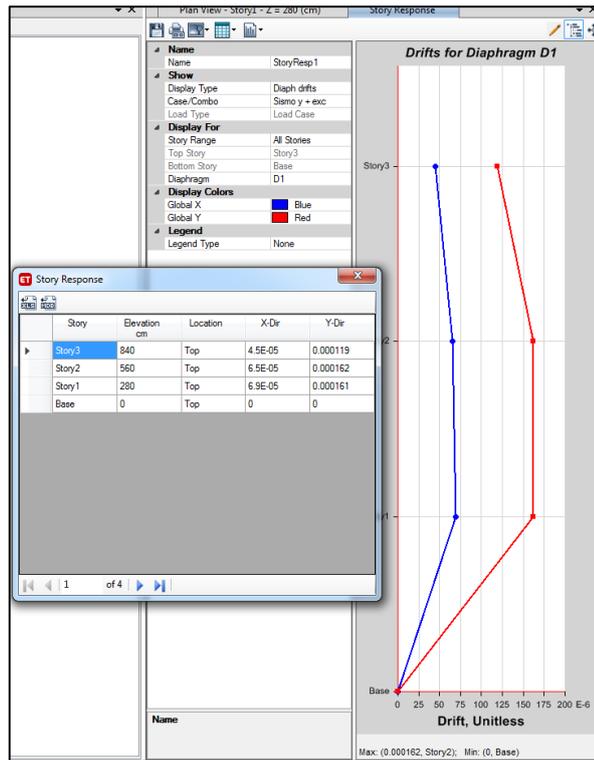
Figura 42. Derivas de Losa rígida – Dirección X



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Derivas de losa o diafragmas rígidos, puede notarse la máxima deriva en la dirección “y”, de la losa en el piso 3 correspondiente a: $0.000119 < 0.005$, o 0.007 (Norma E-030, se logra determinar que cumplen los desplazamientos admisibles máximos).

Figura 43. Derivas de Losa rígida – Dirección Y



Fuente: Elaboración propia de trabajo de gabinete – Programa SAP 2000

Porcentaje mínimos de masas participativas

Periodo de 0.178 seg es el 66% de la masa participativa, y la acumula (SumUx) de manera que en el noveno modo de vibración se logra hacer participar el 100% de masa, por lo que se puede verificar que la fuerza Sísmica es la demanda que se espera.

Si se hubiera acumulado poca masa participativa para muchos modos entonces, el modelo sería demasiado irregular y habría mucha torsión.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.178	0.658	0.0455	0	0.658	0.0455	0	0.0118	0.2546	0.1578	0.0118	0.2546	0.1578
Modal	2	0.125	0.1213	0.6327	0	0.7793	0.6782	0	0.2158	0.0458	0.1152	0.2276	0.3005	0.273
Modal	3	0.1	0.0762	0.1822	0	0.8556	0.8604	0	0.0729	0.0095	0.6197	0.3006	0.3099	0.8927
Modal	4	0.059	0.0935	0.0054	0	0.9491	0.8658	0	0.0623	0.454	0.0219	0.3629	0.7639	0.9146
Modal	5	0.043	0.0201	0.0822	0	0.9692	0.948	0	0.4197	0.1206	0.0076	0.7826	0.8845	0.9222
Modal	6	0.037	0.0245	0.0008	0	0.9937	0.9488	0	0.0056	0.0756	0.0007	0.7882	0.9601	0.923
Modal	7	0.036	0.0014	0.0321	0	0.9951	0.9809	0	0.1624	0.0299	0.0667	0.9506	0.9901	0.9896
Modal	8	0.029	0.0048	0.0118	0	0.9999	0.9927	0	0.0307	0.0096	0.0006	0.9813	0.9997	0.9902
Modal	9	0.025	0.0001	0.0072	0	1	1	0	0.0185	0.0002	0.0097	0.9998	0.9999	0.9999
Modal	10	0.015	0.00000204	0.000004249	0	1	1	0	0.0002	0.00001245	0.00004165	1	0.9999	0.9999
Modal	11	0.015	0	0	0	1	1	0	0	0.00001069	0.0001	1	1	1
Modal	12	0.013	0	0	0	1	1	0	0	0.00004408	0	1	1	1

VI.- CONCLUSIONES

1. La distorsión del eje x en el primer piso representa un 101.69 % en relación a la distorsión máxima permisible (0.007).
2. La distorsión del eje x en el segundo piso representa un 129.29 % en relación a la distorsión máxima permisible (0.007).
3. La distorsión del eje x en el tercer piso representa un 112.28 % en relación a la distorsión máxima permisible (0.007).
4. La distorsión del eje Y en todos los pisos no representan factores significativos de distorsión en la edificación.
5. Se determinó que la edificación presenta vulnerabilidad sísmica media alta ante un evento sísmico debido a que las distorsiones máximas permisibles para concreto armado tanto estático como dinámicamente. Dado que se realizó un análisis completo por cada planta y nivel de la edificación.
6. Por otro lado, según el análisis dinámico, se concluye en que la estructura es vulnerable sísmicamente en los parámetros establecidos de distorsión en el eje X por ello, este desplazamiento alterará el desarrollo en una proyección de planta futura.
7. El modelo ha sido analizado para las cargas establecidos para una edificación de categoría "C"

VII.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para los pisos superiores arriostrar el voladizo, con una viga de 0.25x0.25m para confinamiento, del mismo modo en el perímetro del ducto de escalera.
2. Se recomienda promover el uso de otras técnicas y métodos para el reforzamiento para evitar problemas en elementos estructurales que presenten lesiones frente a un movimiento sísmico en viviendas.
3. Se recomienda realizar una correcta distribución de muros en todo el desarrollo de ejes para evitar que los desplazamientos sean
4. Se recomienda seguir realizando la elección correcta de materiales y realizar un correcto proceso constructivo.
5. Promover cursos del programa SAP2000 – Versión 21, para que los estudiantes tengan conocimientos para sacar ventaja en algunas materias como Análisis Sismorresistencia como en otros cursos, por lo que podemos modelar distintas estructuras.
6. La rigidez debe estar distribuidas en ambos ejes X-X y Y-Y para tener un diseño estructural recomendado.
7. Adicionar disipadores sísmicos en cada nivel más crítico con la finalidad de incrementar la resistencia sísmica y así poder evitar presencia de fisuras o grietas.

REFERENCIAS

Abanto, Sarita, & Cárdenas, Deysi. (2016). Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini en las instituciones educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.

Alva, Gianpablo & Bendezú, Roberto. (2016). Diagnóstico de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada de la zona PPJJ la Libertad - Chimbote. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.

Arias, Rolando & Vargas, Julio. (2018). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Arteaga, Pio. (2017). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Ecuador: Universidad Nacional.

Banco Internacional de Desarrollo en Latinoamérica. (2018). Definición de Vulnerabilidad

Barahona, C. (2018). Vulnerabilidad Sísmica en edificios de la ciudad de Riobamba. Tesis titulación: Universidad Nacional de Chiclayo.

Disponible en:
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4496#:~:text=Los%20resultados%20de%20este%20estudio,un%20%C3%ADndice%20de%20vulnerabilidad%20bajo>

Blanca, S. (2016) Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. Tesis titulación: Universidad Nacional del Ecuador.

Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16537>

Cámara Peruana de la Construcción. (2018). Pag: 41-43.

Comisión Nacional de Emergencias. (2022). Definición de Sismo.

EADIC. (2021). Definición de Metodología SAP 2000.

Escuela Mesoamericana de Geología. Definición de Tectónicas de Placas.

García, E., & López, A. (2019). La Corteza Terrestre

Gilio, & Quispe. (2021). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas del AA.HH. Villa Magisterial I Etapa, Nuevo Chimbote – 2021. Tesis titulación: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82443>

Gualoto, R. (2018). Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica del barrio Solanda Sector 1 en el distrito metropolitano de Quito mediante ensayo con acelerómetro y formato de Evaluación Estructural. Tesis titulación: Universidad Nacional del Ecuador.

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15853>

Indeci. (2018). Definición de Sismo.

Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/09/movimientos-sismicos.pdf>

Instituto de Geología y Desarrollo Minero del Estado de México. (2022). Definición de Sismo.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2016).

Instituto Geofísico del Perú. (2017).

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2019). Últimos Sismos registrados en el Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2018). Alcances.

Laucata, P. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo.

Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>

Llauce, R. (2015). Vulnerabilidad estructural de las viviendas de Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel. Tesis titulación: Universidad San Pedro.

Disponible en:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12402>

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2021). Definición de Sismo.

Moncada, A. (2022). Vulnerabilidad Estructural del módulo de aulas EU-622 de la unidad de construcción de edificios del estado, departamento de Guatemala y propuesta técnica comparativa de reforzamiento convencional vs aislamiento sísmico. Tesis maestría: Universidad San Sebastián.

Disponible: <http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/index.php/Tesis/120093>

Programa de Capacitación en Evaluación de Riesgos – PCER. (2022). Método ATC-21.

Quiroga, A. (2014). Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de edificios del centro de Bogotá utilizando el método del índice de Vulnerabilidad. Tesis maestría: Universidad Javeriana de Ecuador.

Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11154>

Quiroga, A. (2019). Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones de la Provincia de Piura.

Ramos. (2018). p.2. Definición de Riesgo Sísmico.

Ramos, A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. Tesis titulación: Universidad San Martín de Porres.

Disponible en:
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4014?locale-attribute=de>

Rodríguez, R. (2017). Definición de Las Placas Tectónicas.

Salas, F. (2020). Aplicación del método de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica en dieciséis viviendas informales en el Pueblo Joven Pro Vivienda – Primera zona – del Distrito de El Agustino – Lima. Tesis titulación: Universidad San Martín de Porres.

Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7010>

Servicio Geológico de México. (2018). Definición de Placas Tectónicas.

Valderrama, C. (2017). Definición de tipo de investigación aplicada.

Valenzuela, R. (2017). Cinturón de Fuego del Pacífico.

Vásquez, E. (2017). Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida Baja y Florida Alta. Tesis titulación: Universidad Nacional del Santa.

Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2716>

Yepes. (1996). Rango de Valores para determinar la vulnerabilidad sísmica.

Zelaya, A. (2017). Características de un terremoto.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE CUALITATIVA 1

TÍTULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES
<p>Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la manzana a 20 lote 10 Camino Real, Chimboté, 2022</p> <p>Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la manzana a 20 lote 10 Camino Real,</p>	<p>¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana a 20 lote 10 Camino Real, Chimboté?</p> <p>¿Camino Real, Chimboté?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana a 20 lote 10 Camino Real, Ancash</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la cortante basal por niveles de la edificación de la manzana a 20 lote 10. Determinar el análisis sísmico estático de la edificación para la</p>	<p>Variable cuantitativa 1: Modelamiento Estructural</p>	<p>El modelamiento estructural persigue como objetivo plasmar la reacción y desarrollo de una estructura en la cual se hizo el diseño en base de situaciones particulares como también su funcionamiento.</p> <p>Analizar una estructura real es difícil, por ello para su análisis digital, su comportamiento es distinto. (Manuel & Gerardo, 2019)</p>	<p>La variable independiente es modelamiento estructural con SAP2000 porque no podrá ser retocada puesto que es una configuración existente, siguiendo sus lineamientos y parámetros establecidos.</p>	<p>Adimensional</p>	<p>Parámetros de distorsiones máximas según RNE</p>	<p>Comportamiento en el Análisis Sísmico Estático: Periodo X y Periodo Y.</p> <p>Comportamiento en el Análisis Sísmico Dinámico: Deriva y Deformación.</p>

Chimbot e, 2022		manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash Determinar el análisis sísmico dinámico para la manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash.						
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE CUALITATIVA 2

TÍTULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES
<p>Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la manzana 20 lote 10 Camino Real, Chimbote, 2022</p> <p>Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la manzana 20 lote 10 Camino</p>	<p>¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana 20 lote 10 Camino Real, Chimbote?</p> <p>¿Caminó Real, Chimbote?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar la cortante basal por niveles de la edificación de la manzana 20 lote 10.</p> <p>Determinar el análisis sísmico</p>	<p>Variable Cuantitativa 2: Vulnerabilidad Sísmica</p>	<p>La vulnerabilidad estructural está vinculada a la susceptibilidad de elementos estructurales de sufrir daño sísmico.</p>	<p>La variable dependiente es la vulnerabilidad sísmica del lote 10 manzana 20 Camino Real, ya que será medida, para ver cómo está afectando la dependiente en relación a la variable independiente.</p>	<p>Adimensional</p>	<p>Resistencia Sísmica, Fuerza Cortante, Momento Cortante</p>	<p>Resistencia Sísmica, Fuerza Cortante, Momento Cortante</p>

<p>Real, Chimbot e, 2022</p>		<p>estático de la edificación para la manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash Determinar el análisis sísmico dinámico para la manzana 20 lote 10 Camino real, Ancash.</p>						
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

INFORME TÉCNICO
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE CIMENTACIÓN



SOLICITA
SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCIA

PROYECTO
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ZONA DE
CAMINO REAL MZ 22 LT 10 CHIMBOTE, 2022

DISTRITO : CHIMBOTE
PROVINCIA : SANTA
DEPARTAMENTO : ANCASH

DICIEMBRE 2022



Ing. Alfonso Herrera Luján
INGENIERO CIVIL
N.º 12010710007

1.1. NOMBRE DE LA TESIS

"MODELAMIENTO ESTRUCTURAL CON SAP 200 - VERSIÓN 21 PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL LOTE 12 MZ C CAMINO REAL, CHIMBOTE, 2022"

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El Objetivo del presente informe es determinar las características físicas mecánicas químicas de la zona de estudio y zonificarla según el tipo de suelo presente, para lo cual se está efectuando trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio.

Con los resultados del laboratorio y los registros de exploración nos permitirá definir el perfil estratigráfico del área en estudio y conocer las propiedades de esfuerzo y deformación del suelo, proporcionándose las condiciones mínimas de capacidad portante, análisis de asentamiento y recomendaciones necesarias para el diseño de las cimentaciones.

1.3. MARCO LEGAL

Los estudios se desarrollarán con base en las normas como:

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):

- Norma Técnica E.030 "Diseño sísmo resistente"
- Norma Técnica E.050 "Suelos y cimentaciones"
- Norma Técnica E.060 "Concreto armado"

1.4. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área donde se desarrollará el proyecto está ubicada de acuerdo con la siguiente distribución:

Departamento	:	Ancash
Provincia	:	Santa
Distrito	:	Chimbote
Lugar	:	Pueblo Joven La Victoria

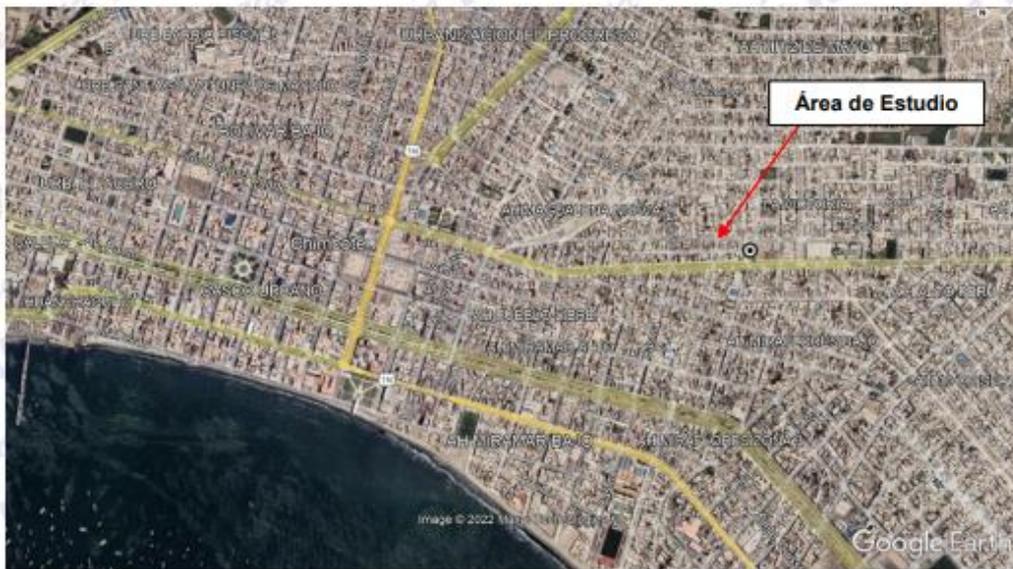
La zona de estudio se ubica en el distrito de Chimbote, cuyo acceso es por Av. Camino Real (Prolongación Av. Alfonso Ugarte), con la intercepción del Jr. Sucre.

1.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

La precipitación pluvial en la ciudad de Chimbote es casi nula, coincidente con las características climáticas de la región geográfica Chala a la cual corresponde. Según datos estadísticos desde el año 1972 a 1991 la pluviosidad promedio fue de 12 mm/año registrándose la mayor pluviosidad relativa de Enero a Marzo, sin embargo durante los eventos del Fenómeno de El Niño en los años 1975 (60 mm/año), 1973 (39.20 mm/año), 1983 (38.40 mm/año), 1998 (no se tiene información) la pluviosidad se triplicó causando daños debido al drenaje local.


KAE Ingeniería
Vicedirector: 
Vicedirector: **Alfonso Herrera Lázaro**

Figura N°1: FOTOGRAFIA SATELITAL: Zona de Estudio - Chimbote - FUENTE GOOGLE EARTH



Entre los años 1972 y 1991 las temperaturas mínimas mensuales correspondieron al periodo entre Junio – Noviembre y fluctuaron entre los 14.04°C a 15.34°C . las temperaturas máximas se registraron entre los meses de Diciembre a Mayo desde los 23.96°C a 27.64°C . Los que corresponden en relación directa a los periodos de menor y mayor pluviosidad relativa. Así mismo durante los eventos del Fenómeno de El Niño se registraron las mayores temperaturas.

La humedad relativa promedio anual es del 76% y el promedio mensual varía entre 73% y 78% en el periodo de Abril a Octubre.

Los vientos predominantes corresponden a los provenientes del Sur durante todo el año y en menor incidencia los del Sur Oeste, con velocidades medias entre 15 y 20 Km./h. La persistencia de los vientos del Sur produce el arenamiento eólico. La zona está ubicada en una zona de pendiente relativamente plana a 41 m.s.n.m


KAE Ingeniería
Yatay Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 15087

2.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DEL AREA DE ESTUDIO

2.1.1. GEOLOGÍA

En base al reconocimiento y exploración de campo de la ciudad de Chimbote y sus alrededores, se ha elaborado el siguiente mapeo geológico que indica:

a) Cretáceo

Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente.

b) Intrusivos

Rocas Intrusivas (Ki-t-h2)

Son granodioritas, microdioritas diabasa de la super unidad Patap y tonalitas Huaricanga 2 de la Super Unidad Santa Rosa, que afloran a lo largo de la vertiente de la costa.

Se encuentra constituido por diorita, granito y granodiorita, ubicados en las colinas bajas y medias, cubiertas por depósitos eólicos.

Estas rocas pertenecen al Batolito de la Costa y corresponden a cuerpos ígneos que gradan de granodioritas a tonalitas. Su color es gris oscuro, de textura granular de grano medio a grueso, en las diaclasas tienen tonalidad rojiza y están meteorizadas. No obstante, existe la tendencia a disminuir el grado de meteorización y mejorar sus propiedades físico-mecánicas en profundidad.

c) Cuaternario

Son los más predominantes en el área de estudio y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

- **Depósitos de arenas eólicas (Dunas)**

Son los depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas cercanas a Santa. La formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Occidental Andina, desplazando en las laderas.

- **Depósitos marinos (Q-m)**

Se encuentran distribuidas por la zona de puerto de la ciudad de Santa. Los depósitos marinos están constituidos por fragmentos de conchas con una matriz de arena mal graduada de grano medio a fino.

- **Depósitos aluviales (Q-al)**

Estos depósitos tienen amplia distribución en todo el sector de la región estudiada, donde se encuentran constituyendo las pampas de la planicie costanera.

El material aluvial consiste de gravas, arenas y arcillas generalmente mal clasificadas; las gravas se componen de elementos subangulosos y subredondeados de diversos tipos de roca, gravas de elementos redondeados se encuentran en gran proporción en los lechos de los ríos actuales.

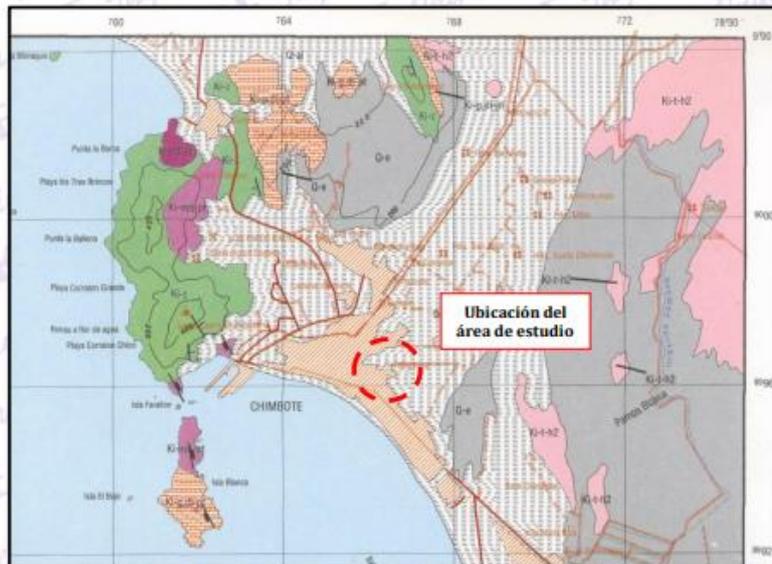

KAE Ingeniería

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIPAF Nº 15007

Figura N° 02: Leyenda del Mapa Geológico

EDAD		UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Reciente	Depositos aluviales Depositos aluviales	Q-a Q-al	
	Pleistoceno	Terrazas Marinas DISCORDANCIA	Q-m	Ti-r Ti-an
TERCIARIO	Pleistoceno			KTI-r KTI-gd KTI-di
	Superior			
CRETACEO	Inferior	Fm. Casma DISCORDANCIA	Ki-c	
	Superior	Fm. Chicama	Js-chic	

Figura N° 03: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chimbote: Ingemet Carta Geológica 19f



2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

KAE Ingeniería
 María Alejandra Herrera Lázaro
 INGENIERA CIVIL

a) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote. Está constituido de arenas media a fina y conchas marinas, con intercalaciones de limos en los laterales.

b) Unidad de humedales

Cubiertas por las expansiones urbanas tales como A.H. La Balanza, A.H. Manuel Arevalo y A.H. Bolívar Alto, algunos humedales afloran en los terrenos de SiderPerú y Vivero Forestal de Chimbote, presentándose con un nivel freático casi superficial. La presencia de materia orgánica y turba provocan inestabilidades en las construcciones ubicadas en dichas áreas.

c) Unidad de colinas

Constituidas por elevaciones de rocas volcánicas e intrusivas, cubiertas parcialmente por arenas eólicas, formando colinas cuyas pendientes varían de 10° a 45°.

d) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la Urb. Los Pinos, Urb. Laderas del Norte, A.H. San Pedro, A.H. El progreso y A.H. Bolivar Alto, con un espesor de 5m a 40m de profundidad aproximadamente.

2.1.3. GEODINÁMICA EXTERNA

a) Impacto de la Acción Pluvial

Inundación por desborde del Sistema de Drenaje

Se refiere al rebalse de las aguas en los 7 canales de drenaje de las aguas de riego, que cruzan la ciudad de Chimbote. Los canales de drenaje en el área urbana se encuentran canalizados, y en algunos casos cruza manzanas por debajo de las viviendas. La falta de limpieza en los canales y el inadecuado manejo de las aguas de riego, causan el constante desborde por colmatación, más aún durante los eventos del Fenómeno El Niño.

2.1.4. GEODINAMICA INTERNA

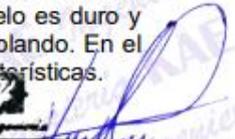
a) Microzonificación Sísmica

La geodinámica interna realiza la evaluación de los efectos de las fuerzas naturales generados por la evolución de la corteza terrestre. Estas fuerzas son las acciones sísmicas, tsunamigénica y volcánica, no dándose este último en el caso de la ciudad de Chimbote.

En relación con el impacto de la Acción Sísmica, el movimiento tectónico de la placa Oceánica bajo la placa Continental genera la actividad sísmica en el sector occidental de la Cordillera de los Andes. Para la ciudad de Chimbote, el epicentro de los eventos sísmicos se ha ubicado en el mar; entre los paralelos 8° y 11° de la latitud sur y entre los meridianos 76° y 79° de longitud Oeste.

El crecimiento urbano de la ciudad de modo desordenado ha traído como consecuencia la ocupación de los suelos no aptos de acuerdo a las características físicas de su composición, generando grandes sectores urbanos altamente vulnerables ante un sismo, ya que la reacción de las estructuras, están condicionadas por la cohesión del suelo y sus propiedades ante la presencia de la napa freática.

Según estudios del suelo de Chimbote se ha llegado a determinar que en el sector norte de la ciudad (Cerro San Pedro y Planta de SIDERPERÚ) el suelo es duro y denso. La franja longitudinal en el sector central del valle el suelo es blando. En el sector Sur (distrito de Nuevo Chimbote) el suelo posee diferentes características.


KAE Ingeniería
Lázaro Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.C. 123456789

Un suceso muy importante a resaltar es el ocurrido el 31 de mayo de 1970 cuando un gran sismo, de 7,5 grados en la escala de Richter, afectó severamente la ciudad de Chimbote y el departamento de Ancash. Es por ello que las edificaciones a construirse deberán tener en cuenta este factor a fin de impulsar construcciones con cimentaciones preparadas para soportar eventos similares.

Cubierta por arena suelta a semi densa con varios metros de potencia; la capa de grava se encuentra a más de 10 m. de profundidad. La napa freática se encuentra a pocos metros de profundidad. Las arenas sueltas situadas a poca profundidad pueden llegar al punto de licuación durante el sismo, existiendo posibilidad de daños en la estructura. Debido a su profundidad no se presentarán hundimientos significativos de las edificaciones. Sin embargo, deben ser tomadas en cuenta algunas consideraciones en el diseño de la cimentación.

En conclusión, el suelo tiene la mayor probabilidad de licuación, sin embargo, puede ser ocupada por viviendas.

3.2. ASPECTOS SÍSMICOS

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo con las Norma Sismo-Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, el distrito de Chimbote se encuentra comprendido en la Zona 4, correspondiéndole una sismicidad alta y una intensidad de IX a X en la escala Mercalli Modificada.

En la Figura N°4, se presenta el Mapa de Zonificación Sísmica considerando por la norma Técnica E-030 "Diseño Sismo resistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones.



Figura N° 04:
Zonificación Sísmica del Perú Según el Reglamento Nacional de Edificaciones.


KAE Ingeniería
Wladimir Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.E.S. CIP Nº 16087

4. ENSAYOS DE LABORATORIO



Ing. **Alfonso Herrera Latorre**
Ingeniero Civil
N.º 17.720

Las muestras extraídas se ensayaron conforme a las normas establecidas. Entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos:

- 03 Análisis Granulométrico SUCS (ASTM-D-422),
- 03 Límite Líquido (ASTM D-4318)
- 03 Límite plástico (ASTM D-4318)
- 03 Contenido de humedad (ASTM-D-216)

Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:

- 01 Contenido de Sulfatos Solubles
- 01 Contenido de Cloruros Solubles
- 01 Contenido de Sales Solubles Totales

4.1. ENSAYO ESTANDAR

Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D6913)

Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

Determinación del Límite Líquido de los Suelos (Norma ASTM D4318)

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad (Norma ASTM D4318)

Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de un Suelo (Norma ASTM D2266)

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS – ASTM D-2487), para ello se hizo uso del programa Clasif.

Descripción visual de los suelos, ASTM D 2487

Incluye su probable identificación, sin ayuda de ensayos de laboratorio, que permitirá realizar una evaluación de la que sería su clasificación de suelo en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, sistema éste que sí requiere de ensayos de laboratorio.

Se adjunta en el anexo los diferentes perfiles estratigráficos y descripciones del suelo de las Auscultaciones DPL y Calicatas.


Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL

4.2. ENSAYO ESPECIAL

Ensayo para Determinar las Características Químicas de un Suelo

Se refieren a la determinación de las características químicas (agresivas o no agresivas al concreto y/o acero de refuerzo). Con los resultados se determina:

- Si se presenta o no una Agresividad de los sulfatos al concreto
- Si se presenta o no una Agresividad de los cloruros al fierro
- Si se presenta o no una Agresividad de las Sales Solubles



KAE Ingeniería
Luzmila Herrera Lázaro
INGENIERA CIVIL
R.E.C. 1197 N° 16087



5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MUESTRAS DE SUELO

Los suelos ensayados se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS), según se muestran en el cuadro N° 03.

Cuadro N° 03: Resultados de Ensayos de Laboratorio

Sondaje	Muestra	Profund. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		Humedad (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	I.P.		
C-01	M-01	0.45 – 0.80	2.40	49.63	47.97	21.2	N.P.	7.32	SM
C-01	M-02	0.80 – 1.80	1.05	52.51	46.44	17.0	N.P.	16.96	SM
C-01	M-03	1.80 – 3.10	0.70	71.73	27.57	18.9	N.P.	18.48	SM

Con los registros de las perforaciones y los ensayos de laboratorio se han elaborado los perfiles estratigráficos del terreno, que se mostrarán en el Anexo II perfiles estratigráficos.

Calicata C-01

De 0.00m a 0.45 de Profundidad, se presenta suelo natural, contaminado con materia de relleno no controlado.

De 0.45m a 0.80 de Profundidad, el tipo de suelo está constituido de arenas con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SM (Arena Limosa), húmeda, de color marrón oscuro, de finos no plásticos, de compactidad suelta.

De 0.80m a 1.50 de Profundidad, el tipo de suelo está constituido de arenas con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SM (Arena Limosa), húmeda a saturada, de color beige claro, de finos no plásticos, de compactidad suelta a compacta.

De 1.50m a 3.10 de Profundidad, el tipo de suelo está constituido de arenas con limos, con gravas finas, según clasificación SUCS: SM (Arena Limosa), saturada, de color beige claro, de finos no plásticos, de compactidad media a densa.

5.2. NIVEL FREÁTICO

En la calicata realizada se evidenció la presencia de napa freática hasta la profundidad alcanzada de 1.35m.


Marcos Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. N° 12116087



6.1. ZONIFICACION GEOTECNICA DE SUELOS

El subsuelo presente en esta área de estudio, ha sido dividido en función de las características del material y compactidad encontradas en los sondeos realizados los cuales serán clasificadas por zonas, y en base a su finalidad, por lo que tenemos:

SECTOR ARENA

DPL-01:

Tipo de suelo y Compactidad por profundidad:

- De 0.00m a 1.30m de profundidad, el subsuelo está constituido por arenas con limos (SM), de tipo de perfil de suelo es Blando.
- A 1.30m a 2.50m de profundidad, el subsuelo está constituido por arenas limosas (SM), de tipo de perfil de suelo Intermedio.
- A 2.50m a 4.900m de profundidad, el subsuelo está constituido por arenas limosas (SM), de tipo de perfil de suelo rígido.



Figura N° 06: Zonificación Geotécnica del Suelo de la Zona de Estudio.

6.2. ANÁLISIS DE LICUACIÓN

Según el artículo 32 de la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, en suelos granulares finos ubicados bajo la Napa Freática y algunos suelos cohesivos, las sollicitaciones sísmicas pueden originar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos originada por la vibración que produce el sismo.

Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de grandes asentamientos en las obras sobreyacentes.

46,7%



Licenciado en Ingeniería Civil
Licenciado en Ingeniería de Edificación
Licenciado en Ingeniería de Estructuras



ANEXO II ENSAYOS DE LABORATORIO



TESIS	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10, CHIMBOTE, 2022	REGISTRO N°:	EMS-MES-REG-01
SOLICITA	SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCÍA	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	PROF. ALCANZADA (m):	3.10
FECHA	9/12/2022	NIVEL FREÁTICO (m):	1.35

PERFIL ESTRATIGRÁFICO
NTP 339.150

C - 01

PROFUNDIDAD	METROS	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	HUMEDAD NATURAL (%)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
0.00	0.45	C	M-1	8.95		<p>Arena Limosa (SM): 2.47% de gravas finas, subangulosas 47.48% de arena gruesa a fina y 49.55% de finos no plásticos. Condición in situ: Compacidad suelta, húmeda y color marrón oscuro.</p>	SM
0.80							
1.50							
3.10	0.45	A	M-2	18.11		<p>Arena Limosa (SM): 0.62% de gravas finas, subangulosas 52.17% de arena gruesa a fina y 47.21% de finos no plásticos. Condición in situ: Compacidad suelta a compacta, húmeda a saturada y color beige claro.</p>	SM
1.50							
3.10	0.45	A	M-3	25.73		<p>Arena Limosa (SM): 0.38% de gravas finas, subangulosas 70.98% de arena gruesa a fina y 28.64% de finos no plásticos. Condición in situ: Compacidad compacta, húmeda a saturada y color beige claro.</p>	SM
3.10							

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. COE N° 15087



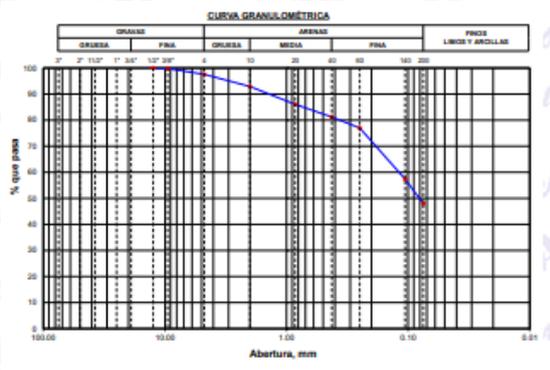
Rev.: H.L.V.
Ejec.: H.L.D.

TESIS : ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10 **REGISTRO N°:** EMS-MES-GR-01
CHIMBOTE 2022 **PÁGINA N°:** 01 de 03
SOLICITA: SEGUNDO RÓGELIO ACUÑA GARCÍA
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash **FECHA:** 9/12/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 (ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-1 Profundidad : 0.45 a 0.80 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 698.5 Peso Mat. < N°4 (gr) = 681.7 Peso de Fracción (gr) = 425.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 2.40% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 49.63% Finos (Diam < No.200) = 47.97%	D60 (mm) = - D30 (mm) = - D10 (mm) = -	SM (Arena Limosa) Clasificación AASHTO A-4 (3)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"	0.0	0.0	0.0	100.00
9.500	3/8"	1.5	0.2	0.2	99.79
4.750	N° 4	15.3	2.2	2.4	97.60
2.000	N° 10	20.40	4.7	7.1	92.92
0.850	N° 20	29.80	6.8	13.9	86.08
0.425	N° 40	21.10	4.8	18.8	81.23
0.250	N° 60	18.40	4.2	23.0	77.00
0.106	N° 140	85.30	19.6	42.6	57.41
0.075	N° 200	41.10	9.4	52.0	47.97
	FONDO	208.90	48.0	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
 (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 09	T - 26	T - 03
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	49.25	50.13	49.83
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	43.94	44.71	44.78
Peso De Agua	gr.	5.31	5.42	4.85
Peso Del Tarro	gr.	19.81	19.24	21.43
Peso Del Suelo Seco	gr.	24.13	25.47	23.35
Contenido De Humedad	%	22.01	21.28	20.76
Numero De Golpes	N°	17	24	29

LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
 (ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	T - 15	T - 26
Peso Tara	gr. 58.90	62.00
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr. 385.50	416.20
Peso Tara + Suelo Seco	gr. 362.60	392.70
Peso Agua	gr. 22.90	23.50
Peso Suelo Seco	gr. 303.70	330.70
Contenido de Humedad	% 7.54	7.11
Contenido de Humedad Promedio	% 7.32	

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 N° 116067

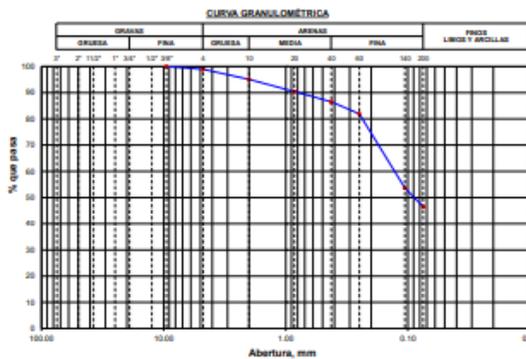
TESIS :	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10	REGISTRO N°:	EMS-MES-GR-01
	CHIMBOTE_2022	PÁGINA N°:	02 de 03
SOLICITA:	SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCÍA		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/12/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación BUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-2 Profundidad : 0.80 a 1.80 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 655.0 Peso Mat. < N°4 (gr) = 648.1 Peso de Fracción (gr) = 648.1	Grava (No.4 < Diam < 3") = 1.05% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 52.51% Finos (Diam < No.200) = 46.44%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	SM (Arena Limosa) Clasificación AASHTO A-4 (Z)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	6.9	1.1	1.1	98.95
2.000	N° 10	25.30	3.9	4.9	95.09
0.850	N° 20	30.40	4.6	9.6	90.45
0.425	N° 40	25.60	3.9	13.5	86.54
0.250	N° 60	30.10	4.6	18.1	81.94
0.106	N° 140	185.30	28.3	46.4	53.65
0.075	N° 200	47.20	7.2	53.6	46.44
	FONDO	304.20	46.4	100.0	



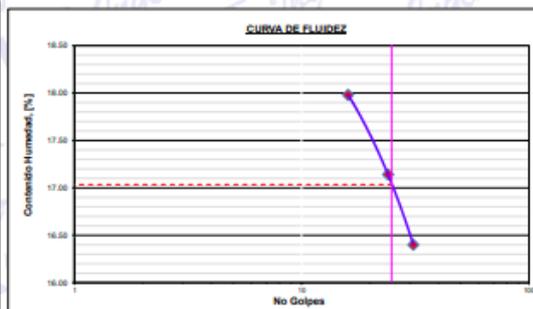
ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 17	T - 42	T - 03
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	52.14	50.69	49.85
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	48.10	47.00	46.22
Peso De Agua	gr.	4.04	3.69	3.63
Peso Del Tarro	gr.	25.63	25.50	24.10
Peso Del Suelo Seco	gr.	22.47	21.50	22.12
Contenido De Humedad	%	17.98	17.14	16.40
Numero De Golpes	N°	16	24	31

LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			

NO PLÁSTICO



Límite Líquido 17.0%
 Límite Plástico N.P.
 Índice Plasticidad N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°		
	T - 01	T - 09	
Peso Tara	gr.	56.90	65.80
Peso Tara + Suelo Humedo	gr.	435.60	398.50
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	380.20	350.70
Peso Agua	gr.	55.40	47.80
Peso Suelo Seco	gr.	323.30	284.90
Contenido de Humedad	%	17.14	16.78
Contenido de Humedad Promedio	%	16.96	

Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 16067

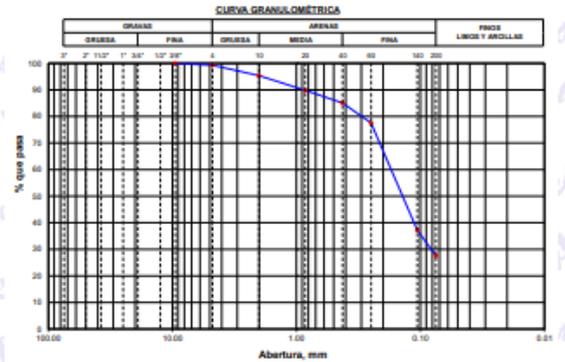


TESIS :	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10	REGISTRO N°:	EMS-MES-GRÁ-01
	CHIMBOTE 2022	PÁGINA N°:	03 de 03
SOLICITA:	SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCÍA		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/12/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-3 Profundidad : 1.80 a 3.10 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 758.5 Peso Mat. < N°4 (gr) = 753.2 Peso de Fracción (gr) = 400.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.70% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 71.73% Finos (Diam < No.200) = 27.57%	D60 (mm) = - D30 (mm) = - D10 (mm) = -	SM (Arena Limosa) Clasificación AASHTO A-2-4 (0)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	5.3	0.7	0.7	99.30
2.000	N° 10	15.80	3.9	4.6	95.38
0.850	N° 20	22.40	5.6	10.2	89.82
0.425	N° 40	19.20	4.8	15.0	85.05
0.250	N° 60	30.20	7.5	22.5	77.55
0.106	N° 140	162.40	40.3	62.8	37.23
0.075	N° 200	38.90	9.7	72.4	27.57
	FONDQ	111.10	27.6	100.0	

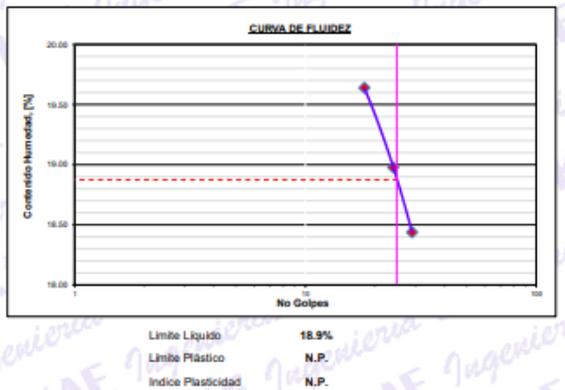


ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro	T - 05	T - 20	T - 17	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	52.10	53.16	48.26
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	47.75	48.08	44.53
Peso De Agua	gr.	4.35	5.08	3.73
Peso Del Tarro	gr.	25.60	21.30	24.30
Peso Del Suelo Seco	gr.	22.15	26.78	20.23
Contenido De Humedad	%	19.64	18.98	18.44
Número De Golpes	N°	18	24	29

LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			

NO PLÁSTICO



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL (ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°		
	T - 01	T - 09	
Peso Tara	gr.	54.20	52.19
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	326.80	425.80
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	285.20	366.30
Peso Agua	gr.	41.60	59.50
Peso Suelo Seco	gr.	231.00	314.11
Contenido de Humedad	%	18.01	18.94
Contenido de Humedad Promedio	%		18.48

KAE Ingeniería
Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL





ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

TESIS: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10 CHIMBOTE,2022

SOLICITA: SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCIA

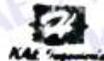
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote – Provincia: Santa – Región.: Ancash

FECHA: 09/12/2022

CALICATA: C-01

MUESTRA: M-01 de 1.50 m.

ENSAYOS	RESULTADO	NORMA
Contenido de Sulfatos Solubles	218 ppm	AASHTO T290
Contenido de Cloruros Solubles	401 ppm	AASHTO T291
Sales Solubles Totales	2369 ppm	USBR E-8



Vicent Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. 1187 N° 15087



TESIS : ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10

CHIMBOTE, 2022

SOLICITA : SEGUNDO ROGELIO ACUNA GARCIA

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

REGISTRO N°: EMS-MES-LIC-01

PÁGINA N°: 01 de 02

INFORMACIÓN: DPL - 01

FECHA: 9/12/2022

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS
(SISMO = 7.5 Mw)

Nivel Freático (m) 1.35
Aceleración (miseg²) 0.15
Magnitud Sismo (Mw) 7.5

Método
(Seed e Idriass
Simplificado)

Prof. m	Tipo de Suelo SUCS	Cont. Finos (%)	N campo	g kg/m ³	sv Kg/cm ²	sv Kpa	u Kpa	C _n	C _r	C _e	C _s	C _s (N160)	a	b	(N160) CF	Rd	CSR	CRR	MSF	CRR Corr	FS	Resultado FS>1.00	Potencial Licuación	
0.50	SM	47.97	12	1510	0.0755	7.40	0	1.70	0.75	0.93	1.00	1.00	5.00	1.20	22	1.00	0.10	0.24	1.00	0.24	2.51	NO LICUABLE	C.00	
1.00	SM	46.44	7	1490	0.15	14.71	0	1.63	0.75	0.93	1.00	1.00	5.00	1.20	15	0.99	0.10	0.16	1.00	0.16	1.61	NO LICUABLE	C.00	
1.50	SM	16.44	10	1500	0.225	22.06	-1.5	1.56	0.75	0.93	1.00	1.00	2.88	1.06	14	0.99	0.10	0.15	1.00	0.15	1.46	NO LICUABLE	C.00	
2.00	SM	27.57	15	1520	0.301	29.52	6.4	1.53	0.75	0.93	1.00	1.00	4.53	1.13	23	0.98	0.12	0.25	1.00	0.25	2.07	NO LICUABLE	C.00	
2.50	SM	27.57	21	1550	0.3785	37.12	11.3	1.50	0.85	0.93	1.00	1.00	4.53	1.13	35	0.98	0.14					NO LICUABLE	C.00	
3.00	SM	27.57	19	1540	0.4555	44.67	16.2	1.49	0.85	0.93	1.00	1.00	4.53	1.13	30	0.98	0.15	0.45	1.00	0.45	3.03	NO LICUABLE	C.00	
3.50	SM	27.57	24	1560	0.5335	52.32	21.1	1.45	0.95	0.93	1.00	1.00	4.53	1.13	40	0.97	0.16					NO LICUABLE	C.00	
4.00	SM	27.57	27	1570	0.612	60.02	26.0	1.42	0.95	0.93	1.00	1.00	4.53	1.13	43	0.97	0.17					NO LICUABLE	C.00	
4.50	SM	27.57	25	1560	0.702	68.84	30.9	1.36	0.95	0.93	1.00	1.00	4.527	1.135	36	0.97	0.17					NO LICUABLE	C.00	
																SEVERIDAD		SUELOS NO LICUABLES						0.00

KAE Ingeniería

 Miguel Alfonso Herrera Lazaro
 INGENIERO CIVIL
 R.C. 137 N° 15067



REGISTRO N°: EMS-MES-LIC-01
 PÁGINA N°: 02 de 02
 INFORMACIÓN: DPL - 01
 FECHA: 9/12/2022

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL AZ 22 LT 10
 CHIMBOTE, 2022
 SOLICITA : SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCIA
 UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS
 (SISMO = 7,5 Mw)

Nivel Freático (m) 1.35
 Aceleración (miseg²) 0.30
 Magnitud Sismo (Mw) 7.5

Método
 (Seed e Idriss
 Simplificado)

Prof. m	Tipo de Suelo SUCS	Contl. Finos (%)	N campo	g kg/m ³	sv kg/cm ²	sv Kpa	u Kpa	Cn	Cu	Cs	Cs	(N1)60	a	b	(N1)60 Cf	Rd	CSR	CRR	MSF	CRR Cor	FS	Resultado FS > 1.00	P. Potencial Licuación	
0.50	SM	47.97	12	1510	0.0755	7.40	0	1.70	0.75	0.93	1.00	1.00	1.4	5.00	1.20	22	1.00	0.10	1.00	0.24	2.51	NO LICUABLE	0.00	
1.00	SM	46.44	7	1490	0.15	14.71	0	1.63	0.75	0.93	1.00	1.00	7.89	5.00	1.20	14.58	0.99	0.19	1.00	0.16	1.00	0.81	1.85	
1.50	SM	16.44	10	1500	0.225	22.06	1.5	1.96	0.75	0.93	1.00	1.00	10.92	2.88	1.06	14.42	0.99	0.21	1.00	0.15	1.00	0.75	LICUABLE	3.51
2.00	SM	27.57	15	1520	0.301	29.52	6.4	1.53	0.75	0.93	1.00	1.00	16.09	4.53	1.13	22.78	0.98	0.24	1.00	0.25	1.00	1.04	NO LICUABLE	0.00
2.50	SM	27.57	21	1550	0.3786	37.12	11.3	1.50	0.85	0.93	1.00	1.00	25.04	4.53	1.13	32.94	0.98	0.27	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
3.00	SM	27.57	19	1540	0.4556	44.67	16.2	1.48	0.85	0.93	1.00	1.00	22.25	4.53	1.13	29.77	0.98	0.30	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
3.50	SM	27.57	24	1560	0.5336	52.32	21.1	1.45	0.95	0.93	1.00	1.00	30.83	4.53	1.13	39.52	0.97	0.32	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
4.00	SM	27.57	27	1570	0.612	60.02	26.0	1.42	0.95	0.93	1.00	1.00	34.04	4.53	1.13	43.16	0.97	0.33	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
4.50	SM	27.57	25	1560	0.689	67.67	30.9	1.40	0.95	0.93	1.00	1.00	30.97	4.53	1.13	39.67	0.97	0.35	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
5.00	SM	27.57	50	1570	0.7686	75.36	35.8	1.37	0.95	0.93	1.00	1.00	60.83	4.53	1.13	73.55	0.96	0.36	1.00	0.45	1.51	NO LICUABLE	0.00	
																			SEVERIDAD	PUEDEN EXISTIR EFECTOS SEVEROS	5.36			

KAE Ingeniería
 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 15067



ANEXO IV CALCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE POR FACTORES DE CARGA Y ASENTAMIENTO



KAE Ingeniería
Ingeniería de Suelos y Cimentaciones
Calle 10 de Agosto 1000
Lima - Perú

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE CON FACTORES DE CARGA

Información General

- Estructura** : Muro
Cimentación : Corrida
Tipo de Falla por Corte : Local

Datos de Campo

- ϕ Angulo de Fricción = 30.8
 ϕ' Angulo de Fricción Corregido = 21.7
 C_c Cohesión Corregida = 0.00
 γ_1 P.E. del Suelo por encima del N.C. = 1.52
 γ_2 P.E. del Suelo por debajo del N.C. = 1.54
 B/L Relación Ancho Largo (0.5/3) = 0.17
 F_s Factor de Seguridad = 3
 C_t Carga Total = 2.5
 B Ancho de Cimiento en m.
 q_u Capacidad ultima de carga
 Capacidad admisible de carga
 Profundidad de Cimentación en m



CIMENTACIÓN

Forma	Factores de Capacidad de Carga			Factores de Forma		
	N'c	N'g	N'q	Sc	Sy	Sq
Rectangular	16.52	6.81	7.57	1.08	0.93	1.10

$$q_c = Sc \cdot C' \cdot N'c + Sq \cdot g \cdot D_f \cdot N'q + 0.5 \cdot Sg \cdot g \cdot B \cdot N'g$$

Determinación de la Capacidad Portante

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (m)	Qadm (kg/cm2)
Cimiento	2.00	0.40	0.91
	2.00	0.45	0.92
	2.00	0.50	0.93
	2.00	0.55	0.94
	2.00	0.60	0.94

Coefficientes de Empuje

Rankine	
ka	0.461
kp	2.171
ko	0.631

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm > Qact
0.63	Cumple
0.56	Cumple
0.50	Cumple
0.45	Cumple
0.42	Cumple


 Víctor Alfredo Herrera Bascuñán
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 115087



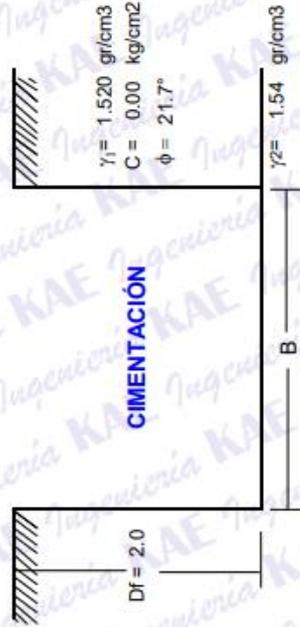
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE CON FACTORES DE CARGA

Información General

Estructura : Edificación Aportricada
 Cimentación : Zapata Cuadrada
 Tipo de Falla por Corte : Local

Datos de Campo

ϕ Angulo de Fricción = 30.8 °
 ϕ' Angulo de Fricción Corregido = 21.7 °
 Cc Cohesión Corregida = 0.00 kg/cm2
 γ_1 P.E. del Suelo por encima del N.C. = 1.52 gr/cm3
 γ_2 P.E. del Suelo por debajo del N.C. = 1.54 gr/cm3
 B/L Relación Ancho Largo = 1.00
 Fs Factor de Seguridad = 3
 Ct Carga Total = 20 Ton
 B Ancho de Cimiento en m. = 20



CIMENTACIÓN

Forma	Factores de Capacidad de Carga			Factores de Forma		
	N'c	N'g	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	16.52	6.81	7.57	1.46	0.60	1.60

$$q_c = S_c \cdot C' \cdot N'c + S_q \cdot g \cdot D_f \cdot N'q + 0.5 \cdot S_g \cdot g \cdot B \cdot N'g$$

Profundidad de Cimentación de la Capacidad Portante

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (m)	Quit (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
Cuadrada	2.00	1.20	4.05	1.35
	2.00	1.30	4.09	1.36
	2.00	1.40	4.12	1.37
	2.00	1.50	4.15	1.38
	2.00	1.60	4.18	1.39

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm > Qact
1.39	No Cumple
1.18	Cumple
1.02	Cumple
0.89	Cumple
0.78	Cumple

Coefficientes de Empuje

Empuje

Rankine	
ka	0.461
kp	2.171
ko	0.631

Alfonso Herrera Daza
 INGENIERO CIVIL
 No. 16087



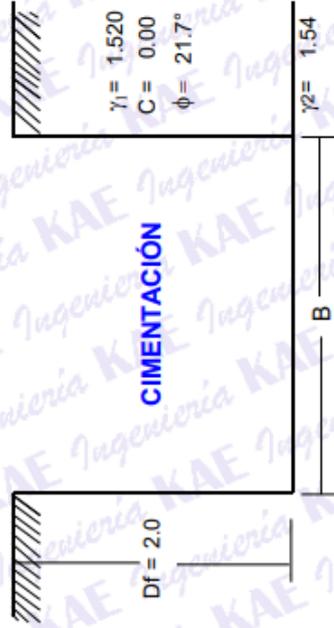
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE CON FACTORES DE CARGA

Información General

Estructura : Edificación Aporticada
 Cimentación : Zapata Cuadrada
 Tipo de Falla por Corte : Local

Datos de Campo

ϕ = 30.8
 ϕ' = 21.7
 C_c = 0.00
 γ_1 = 1.52
 γ_2 = 1.54
 B/L = 1.00
 F_s = 3
 C_t = 40



CIMENTACIÓN

$q_c = Sc \cdot C' \cdot N'c + Sq \cdot g \cdot Df \cdot N'q + 0.5 \cdot Sg \cdot g \cdot B \cdot N'g$

Ingeniero
 Víctor Alfonso Herrera
 INGENIERO CIVIL

Carga Última

Determinación de la Capacidad Portante

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (m)	Qadm (kg/cm2)
Cuadrada	2.00	1.70	1.40
	2.00	1.80	1.41
	2.00	1.90	1.42
	2.00	2.00	1.44
	2.00	2.10	1.45

Forma	Factores de Capacidad de Carga			Factores de Forma		
	N'c	N'g	N'q	Sc	Sy	Sq
Cuadrada	16.52	6.81	7.57	1.46	0.60	1.60

Coefficientes de Empuje

Rankine	
ka	0.461
kp	2.171
ko	0.631

Qact (kg/cm2)	Condición Qadm > Qact
1.38	Cumple
1.23	Cumple
1.11	Cumple
1.00	Cumple
0.91	Cumple



CÁLCULO DE ASENTAMIENTO - MÉTODO ELÁSTICO

$$S = \Delta q * B (1 - \nu^2) / E_s * I_w$$

Donde :

- S = Asentamiento (cm)
- q = Carga (Ton/m²)
- Δq = Presión de Contacto (Ton/m²)
- B = Ancho de cimentación (m)
- E_s = Modulo de elasticidad (ton/m²)
- μ = Relacion de Poisson
- I_w = Factor de Influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación

Forma	Ubicación	Valores de I_w (cm/m)			Rígida
		Flexible			
		Centro	Esquina	Medio	
Rectangular	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrada		112	56	95	82
Circular		100	64	85	88

Compacidad	Suelta	Media	Densa	
μ	0.30	0.25	0.20	
E_s	1000	2500	5000	tn/m ²

Suelo	Compacdad	Forma de Zapata	Df (m)	B(m)	q (ton/m ²)	Δq (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Arena Limosa (SM)	Media	Corrida	2.00	0.40	9.11	6.07	0.15	0.19	0.10	0.17
	Media	Corrida	2.00	0.45	9.19	6.15	0.18	0.22	0.11	0.19
	Media	Corrida	2.00	0.50	9.27	6.23	0.20	0.25	0.12	0.21
	Media	Corrida	2.00	0.55	9.35	6.31	0.22	0.27	0.14	0.24
	Media	Corrida	2.00	0.60	9.43	6.39	0.24	0.30	0.15	0.26
	Media	Cuadrada	2.00	1.20	13.51	10.47	0.39	0.53	0.26	0.45
	Media	Cuadrada	2.00	1.30	13.62	10.58	0.42	0.58	0.29	0.49
	Media	Cuadrada	2.00	1.40	13.72	10.68	0.46	0.63	0.31	0.53
	Media	Cuadrada	2.00	1.50	13.83	10.79	0.50	0.68	0.34	0.58
	Media	Cuadrada	2.00	1.60	13.93	10.89	0.54	0.73	0.37	0.62
	Media	Cuadrada	2.00	1.70	14.04	10.98	0.57	0.78	0.39	0.66
	Media	Cuadrada	2.00	1.80	14.14	11.08	0.61	0.84	0.42	0.71
	Media	Cuadrada	2.00	1.90	14.25	11.19	0.65	0.89	0.45	0.76
	Media	Cuadrada	2.00	2.00	14.35	11.29	0.69	0.95	0.47	0.80
	Media	Cuadrada	2.00	2.10	14.46	11.40	0.74	1.01	0.50	0.85

Si: 1.20 cm Por consiguiente el asentamiento total es menor al asentamiento de 1".

De acuerdo a la normatividad de asentamientos tolerables se tiene:

δ_m Distorsión angular x L

δ : Asentamiento diferencial

L: Longitud de ejes de zapatas:

Distorsión angular = $0.002 \times \frac{1}{500}$ (límite seguro para edificaciones que no permiten grietas)

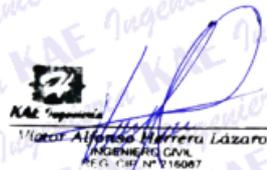
$\delta_m = 0.0018$

<

δ

Cumple

Podemos concluir que el asentamiento es tolerable.


Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 116067



PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°01: Vista de la calicata C-01, con presencia de arena limosa (SM) de compactad suelta a compacta, húmeda a saturada, de color marrón a beige claro de 0.45 a 3.10m. Presencia de napa freática a - 1.35m. de profundidad.



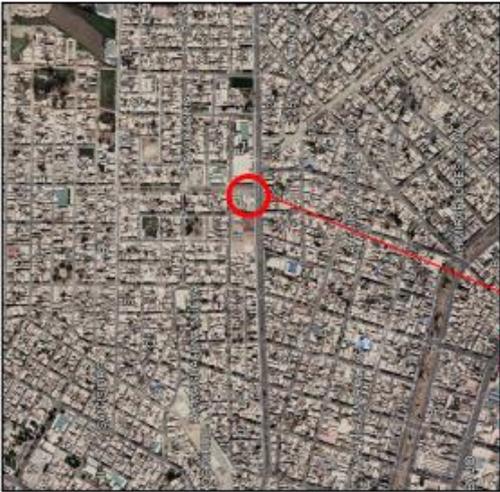
Foto N°02: Vista de la ubicación de la auscultación DPL-01, de compactad suelta a compacta.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. Nº 1216087



UBICACIÓN
ESCALA: S/C



LOCALIZACIÓN

[Handwritten signature]
Ing. Víctor A. Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 116007

LEYENDA

	CALCATA
	AUSCULTACIÓN



KAE Ingeniería

Título : ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ZONA DE CAMINO REAL MZ 22 LT 10 CHIMBO TE. 2022

Subtítulo : SR. SEGUNDO ROGELIO ACUÑA GARCIA

Planos : UBICACIÓN DE CALCATAS Y AUSCULTACIONES

Proyecto : ING. VICTOR A. HERRERA LAZARO

Nº Lámina : **G-01**

Estado : CHIMBOTE

Provincia : SANTA

Departamento : ROSARIO

Ciudad : HUALA

Fecha : DICIEMBRE 2022

AutoCAD SHX Text
UBICACION



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la manzana 20 lote 10 de Camino Real , Chimbote, 2022", cuyo autor es ACUÑA GARCIA SEGUNDO ROGELIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 17 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO : 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 17-12- 2022 13:03:46

Código documento Trilce: INV - 0965943