



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de derivas para determinar el análisis sísmico de un
edificio dual en el Jr. Progreso, Abancay-2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Aguirre Albites, Stephanie Victoria (ORCID: 0000-0002-8129-384X)

Ramírez Uribe, Jair Arturo (ORCID: 0000-0002-2137-2861)

ASESORA:

Mg. Ramos Gallegos, Susi Giovana (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL**

CALLAO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Aguirre Albites, Stephanie Victoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios a que me brinda la fortaleza para terminar este proyecto de investigación, a mi madre por estar ahí constante, por su ayuda y constante sacrificio.

Ramírez Uribe, Jair Arturo

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios porque ha estado de la mano conmigo en cada paso que realizo en vida, en especial a mis padres y hermanos por apoyarme en todo momento por ser mi motor para seguir adelante en mi camino profesional.

AGRADECIMIENTO

Aguirre Albites, Stephanie Victoria

Quiero agradecer primero a Dios por darme salud, a mis maestros por brindarnos sus conocimientos para poder desarrollar de manera correcta este proyecto de investigación y a mis familiares por su constante apoyo.

Ramírez Uribe, Jair Arturo

Quiero agradecer a Dios por brindarme salud a lo largo de este proyecto, a mis padres por su apoyo incondicional, y sobre todo agradecer la comprensión de mi familia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IIIIV
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.	8
III. METODOLOGÍA	40
3.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización de la Variable.	41
3.3. Población, muestra y muestreo.	42
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	43
3.5. Procedimientos.	44
3.6. Métodos de análisis de datos.	45
3.7. Aspectos éticos.	45
IV. RESULTADOS.	46
V. DISCUSIÓN.	83
VI. CONCLUSIONES.	86
VII. RECOMENDACIONES.	88
REFERENCIA	89
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1. Peso sísmico para cada tipo de forjado	23
Tabla Nro. 2. Factor de uso.	39
Tabla Nro. 3. Factores de zona sísmica	49
Tabla Nro. 4. Factor de la e lp	61
Tabla Nro. 5. Masa sísmica	66
Tabla Nro. 6. Parámetros sísmicos	67
Tabla Nro. 7. Pseudo-aceleraciones	68
Tabla Nro. 8. Cortante basal	70
Tabla Nro. 9. Factor de masa	71
Tabla Nro. 10. Factor de escala para cortante sísmica	72
Tabla Nro. 11. Distorsiones por ASD en dirección XX.	72
Tabla Nro. 12. Distorsiones por ASD en dirección YY	72
Tabla Nro. 13. Distorsiones por ASE en dirección XX	73
Tabla Nro. 14. Distorsiones por ASE en dirección YY	73
Tabla Nro. 15. Equivalencias de módulo de reacción del suelo	77
Tabla Nro. 16. Distorsiones por ISE en dirección XX.	77
Tabla Nro. 17. Distorsiones por ISE en dirección YY.	78
Tabla Nro. 18. Respuesta elástica en centro de masa para ambas direcciones	79
Tabla Nro. 19. Respuesta elástica relativa para ambas direcciones	80
Tabla Nro. 20. Respuesta inelástica en centro de masa para ambas direcciones	82
Tabla Nro. 21. Respuesta inelástica relativa para ambas direcciones	82
Tabla Nro. 22. Verificación de masa sísmica	83
Tabla Nro. 23. Peso sísmico	84
Tabla Nro. 24. distorsiones de entepiso	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1. Perspectiva de un sismo	8
Figura Nro. 2. Mapa de intensidades sísmicas a nivel nacional.	14
Figura Nro. 3. Terremoto del 19 de septiembre en México	20
Figura Nro. 4. Deriva de piso relativa.	27
Figura Nro. 5. Representación de una estructura.	28
Figura Nro. 6. Estructura sometida a carga lateral.	30
Figura Nro. 7. Relación fuerza – desplazamiento	30
Figura Nro. 8. Representación gráfica del comportamiento inelástico	32
Figura Nro. 9. Consideración de altura para un ASE.	38
Figura Nro. 10. Oscilación armónica o movimiento armónico.	43
Figura Nro. 11. Sistema de estructura con resortes	43
Figura Nro. 12. Modelo de Winkler	46
Figura Nro. 13. Zonas sísmicas	49
Figura Nro. 14. Sección de vigas de concreto armado	59
Figura Nro. 15. Sección de losa aligerada	60
Figura Nro. 16. Versión de evaluación SAP2000	62
Figura Nro. 17. Modelo estructural, perspectiva 1.	64
Figura Nro. 18. Modelo estructural, perspectiva 2.	65
Figura Nro. 19. Modos de vibración.	65
Figura Nro. 20. Espectro de sismo de diseño	69
Figura Nro. 21. Espectro de aceleraciones.	70
Figura Nro. 22. Vista 3D de la estructura con I.S.E.	75
Figura Nro. 23. Modos de vibración de la estructura con I.S.E.	76
Figura Nro. 24. Respuesta elástica de estructuras	78
Figura Nro. 25. Respuesta inelástica de estructuras	80
Figura Nro. 26. Medición de masa sísmica	83

Figura Nro. 27. Respuesta estática.	85
Figura Nro. 28. configuración del espectro	86
Figura Nro. 29. Asignación de parámetros sísmico	87
Figura Nro. 30. Modos y frecuencias	88
Figura Nro. 31. Desplazamientos en dirección XX.	88
Figura Nro. 32. Presión del suelo (kg/cm ²).	80
Figura Nro. 33. Asentamiento del suelo (cm).	91
Figura Nro. 34. distorsiones de entrepiso en dirección XX	93
Figura Nro. 35. distorsiones de entrepiso en dirección YY	93
Figura Nro. 36. Gráfica de momentos en sistema con empotramiento en base	94
Figura Nro. 37. Gráfica de momentos en sistema con I.S.E.	94
Figura Nro. 38. Carga axial en columna con empotramiento en base	95
Figura Nro. 39. Carga axial en columna con I.S.E.	96
Figura Nro. 40. Modo 1 en sistema con empotramiento en base.	97
Figura Nro. 41. Modo 1 en sistema con I.S.E.	97

RESUMEN

La presente Tesis, titulada “Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr. Progreso, Abancay-2020”, se basa en estudiar los resultados que puede ocasionar diversas ecuaciones y/o procesos de cálculo sismorresistente para una misma edificación y así comparar resultados, se procederá a evaluarlo en un elemento estructural mediante un software asistido por computadora.

La investigación fue de tipo aplicada, contando con un diseño experimental, en la cual se tomó una población de los lotes del Jr. Progreso Abancay en la cual se construirá un edificio dual, el cual se realizó un análisis sismo resistente estático, dinámico y interacción suelo estructura, con la finalidad de saber cuál tiene un mejor comportamiento ante un movimiento sísmico.

Para la validación de información sobre el terreno de estudio, se realizó un E.M.S validado por un especialista en la rama con el fin de utilizar la información para el procesamiento de los datos y el modelamiento con el objeto de realizar el análisis sísmico I.S.E de la edificación. Con dicha investigación lo que se desea es dar una solución fundamental al momento de construir una edificación debido a que su principal objetivo es lograr que no se cuente con pérdidas de humanas y a su vez disminuir los perjuicios estructurales, siguiendo este criterio en base a la Norma E.030 Diseño Sismo resistente

Finalmente se demostró la importancia de realizar un análisis sísmico contemplar los efectos de cimentación, y así poder realizar una simulación sísmica más real por medio de dicho software y verificar su correcto comportamiento como los desplazamientos laterales que se lleguen a obtener: llegando a conclusiones y recomendaciones.

Palabras clave: Análisis sísmico, Interacción suelo estructura, Edificio multifamiliar.

ABSTRACT

This thesis, entitled "Evaluation of drifts to determine the Seismic Analysis of a dual building in Jr. Progreso, Abancay-2020", is based on studying the results that can cause various equations and / or seismic-resistant calculation processes for the same building and thus compare results, it will proceed to evaluate it in a structural element using computer-assisted software.

The research was of an applied type, with an experimental design, in which a population was taken from the Jr. Progreso Abancay lots in which a dual building will be built, which was carried out a static, dynamic and iteration resistant earthquake analysis soil structure, in order to know which has a better behavior in the event of a seismic movement.

For the validation of information on the study field, an EMS validated by a specialist in the field was carried out in order to use the information for data processing and modeling in order to perform the ISE seismic analysis of the building. . With this investigation, what is desired is to provide a fundamental solution when building a building because its main objective is to ensure that there are no human losses and in turn reduce structural damage, following this criterion based on the Standard E.030 Earthquake resistant design

Finally, it was demonstrated the importance of carrying out a seismic analysis considering the foundation effects, and thus being able to carry out a more real seismic simulation using said software and verify its correct behavior such as the lateral displacements that are obtained: reaching conclusions and recommendations.

Keywords: Seismic analysis, Soil structure interaction, Multifamily building.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación hace referencia que, conforme va incrementando el nivel de crecimiento mundial, a su vez se ve reflejado en el aumento de normas y procedimientos que describan un cierto proceso de cálculo que hace unas décadas no se tenían, la experiencia de eventos sísmicos recientes en nuestro litoral peruano ha mostrado las limitaciones de nuestro código de diseño sismorresistente para definir de manera clara y objetiva el posible comportamiento y desempeño de las estructuras bajo diferentes sollicitaciones sísmicas. La metodología de diseño sismorresistente que aplica nuestra norma peruana solo considera un nivel de movimiento del terreno, denominado como sismo severo, para el cual la estructura no debería llegar al colapso, obviando la posibilidad de que puedan ocurrir daños y pérdidas importantes asociadas a eventos sísmicos de naturaleza más frecuente. (2019, p. 30.).

Para ello los fuertes eventos sísmicos acontecidos en las diversas zonas sísmicas del mundo, han dejado en evidencia la directa relación entre las distorsiones laterales y el nivel de daño estructural y no estructural presentado en diversas edificaciones. Esto ha motivado que tanto los procedimientos de cálculo como los valores máximos de la deriva de entrepiso se hayan tenido que revisar minuciosamente y adaptarse al cambio, lo cual se ve recientemente en los códigos normativos de distintos países. (2015, p. 8.).

En Hispanoamérica, un 19 de septiembre en la capital de México en la década de los 80, 1985 siendo exactos, ocurrió un gran sismo en donde muchos de los edificios fueron afectados, mucha destrucción y muerte, ese día quedó marcado en la memoria de toda esa nación, una de las causas principales fue el diseño de la subestructura, puesto que las cimentaciones no cumplían con ciertos requisitos técnicos mínimos y en el peor de los casos, no se realizó un adecuado modelamiento del suelo, esto es un factor muy importante, aunque no solo es considerar una buena estructuración, si no se diseña una buena base, la estructura

caerá. por lo que en este trabajo de investigación se decide estudiar la evaluación de derivas en una cierta edificación mediante varios tipos de análisis como el ASE, ASD y la ISE, que ayudarán a formar un criterio propio y hacer la mejor elección para obtener un mejor comportamiento.

Si nos centramos en el continente europeo, se utiliza la normativa EUROCÓDIGO Madrid- España, lo cual tiene una manera similar al ACI de hacer análisis sísmico. Aunque en la década de los 90, este conocimiento sísmico era aún muy primitivo, puesto que no había mucha información como lo hay ahora que existen diversos estudios de análisis sísmico para determinar valores importantes como la evaluación de derivas. Tal y como lo menciona un estudio en México, se realizó la investigación Geológica y Geotécnica de los suelos en una zona anteriormente afectada por un sismo, donde se usó el Ensayo STE para establecer la medida portante en suelos arenosos a diferentes profundidades. Pero las características geotécnicas no abarcan todo el análisis sísmico, esta dependerá del uso que se le dará a la estructura, el sistema estructural entre otros factores que afectaran las derivas de entre piso.

La capacidad de destrucción que provoque un evento sísmico dependerá de la combinación tanto de magnitud, distancia al hipocentro, características geotécnicas, resistencia de los elementos físicos como grado de preparación de los habitantes.

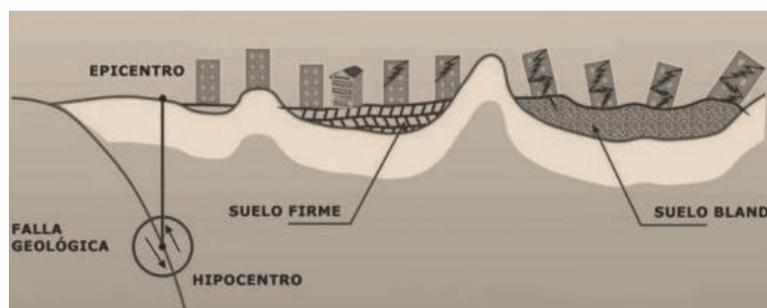


Figura Nro. 1. Perspectiva de un sismo.

Se viene registrando a través de los últimos años, una de las incógnitas a desplegar para el diseño de una edificación consiste tanto en establecer la presión de contacto que ejerce la estructura entre el terreno y la cimentación como la estimación de desplazamiento permisible por la actual normativa peruana, y los efectos que

ocurren en este, tanto los esfuerzos de tracción transversal como los esfuerzos de punzonamiento, e inclusive las fuerzas cortantes y los momentos de flexión que ejercen en ella.

La Norma E-060 indica que la evaluación del esfuerzo válido del terreno podrá incrementarse hasta un treinta por ciento, a excepción de ciertos casos el cual se señalaría en el artículo de suelos, para los estados de carga en que intervengan las fuerzas sísmicas del mismo modo se nombra que en cuestión de la cimentación en terrenos cuya capacidad portante es mínima y cuando se utilizan pilotes, se tendrá que considerarse el empleo de zapatas con vigas de cimentación las cuales son diseñadas a través de un análisis integral del armazón. En el tema de cimentar muros de albañilería, la unión podrá lograrse mediante cimientos o sobrecimientos armados (según requiera). Todos estos parámetros afectan de una u otra manera a la evaluación de derivas. Es por ello que, para llegar a una correcta evaluación e interpretación de resultados, se deben obtener todos los parámetros correspondientes.

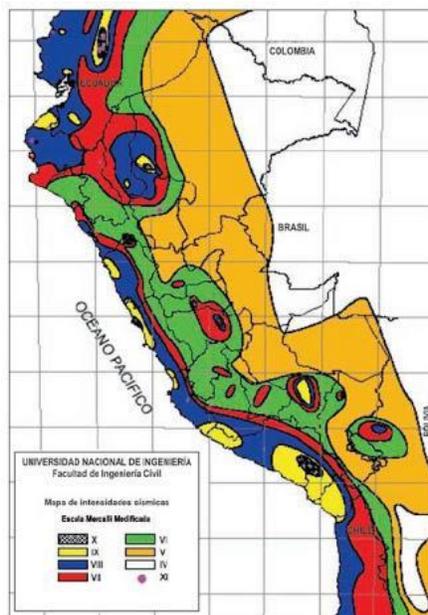


Figura Nro. 2. Mapa de intensidades sísmicas a nivel nacional.

La mayoría de los códigos de diseño sísmoresistente requieren que se mantengan los desplazamientos laterales de las edificaciones dentro de límites permisibles.

Lamentablemente la mayoría de dichos reglamentos, no fundamentan ni dan referencias que justifiquen los valores de la distorsión máxima anteriormente mencionados. (2004, p. 18.).

A nivel local, en la sierra de nuestro país podemos encontrar autoconstrucciones de 5 pisos conformadas por columnas de hasta 30x30 y vigas chatas, lo cual es un grave peligro para las viviendas cercanas, ya que, al venir un sismo severo, estas viviendas colapsarán y producirán un efecto “domino” haciendo caer las viviendas una a una. En estos últimos días hemos sido testigos de pequeños movimientos llamados “temblores” lo cual nos da a entender que la tierra está expulsando energía en pequeñas cantidades, sin mencionar que nuestro país tiene un silencio sísmico considerado peligroso y la aparición de un sismo severo es latente.

Incluso en la Zona de selva peruana, el factor sísmico permite usar el ladrillo tubular (más conocido como ladrillo pandereta) como elemento estructural (obviamente, hasta un límite de dos plantas), aun así, uno no puede simplemente decir que la presencia de un sismo sea poco probable, es mejor prevenir mediante una correcta evaluación estructural (control de derivas) para tener un modelado más real. Para construir las estructuras sobre tierra de Ayacucho es importante que los ingenieros posean un amplio conocimiento referente al comportamiento mecánico de los suelos del sector especializado.

Teniendo en cuenta ciertas condiciones especificadas, se realizó la **Formulación del Problema** ¿Determinar La evaluación de derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?

Como problemas específicos se tienen: **Como primera** ¿La respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?, como **segunda** ¿La respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020? Y como **tercera** ¿La interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?

Justificación a nivel metodológico: En la actualidad los códigos que rigen el diseño de estructuras están en constante cambio, debido a resultados no favorables ante eventos sísmicos, es por ello que varios gobiernos, universidades han venido generando un amplio estudio de investigación y análisis de cómo optimizar y mejorar el proceso de cálculo para edificios sismorresistentes. Es por esta razón que a nivel mundial existen diferentes investigadores que registran los sismos y la influencia que este genera en las estructuras.

A inicios de la década de los 90, se iniciaron los esfuerzos por desarrollar una nueva generación de códigos basados en el diseño por desempeño, lo cual consiste en cuantificar por la respuesta de la estructura debido a un movimiento sísmico, dicha respuesta se relaciona con el daño que sufre la estructura y el impacto que tienen estos daños en las actividades posteriores al evento, este concepto no se limita a la implementación en edificios, sino que puede ser extendido a todo tipo de estructuras e incluso a sus componentes no estructurales. (2017, p. 30.).

Justificación a nivel técnico: Es por esa razón que se realiza tres tipos de análisis sísmico con el fin de obtener un resultado más próximo al comportamiento real, esta investigación es significativa, puesto que la información presentada muestra la excelencia de la evaluación de derivas en el análisis sísmico para una edificación con tipología estructural dual, por lo que es fundamental que prevalezcan los edificios categorizados esenciales.

Si bien es cierto el tema ya ha sido estudiado por otros investigadores en cuanto a la factibilidad de la evaluación del análisis sísmico, sin embargo, carece de ser indispensable, razón por la cual, aunque se cuente con investigaciones al respecto, es de suma importancia ejecutar esta investigación puesto que permite conocer nuevos valores en los parámetros que se necesitan para realizar los análisis sísmicos, considerando nuevas restricciones en irregularidad estructural, categorías y otros.

Se busca a su vez a **nivel social**, facilitar un aporte para la aplicación de procesos de cálculo y que esto se vea reflejado en la construcción, por medio de un modelo estructural que se comporte de manera adecuada, garantizando su propósito de

concepción y disminuir costos en reparación. Se puede evitar fenómenos de fisuración, asentamiento e incluso de agrietamiento, al comprender la respuesta estructural ante un evento sísmico, evitando así alteraciones negativas de sus demás propiedades mecánicas.

Justificación a nivel económico: Este proyecto de investigación atribuye una gran economía, puesto que en la actualidad existen varias formas de cálculo y en su mayoría, la norma solo nos limita a una de ellas, es por ello que, al anticiparse con un proceso de cálculo más riguroso, puede dar como resultado una mejor respuesta ante un sismo.

Los investigadores y los ingenieros estructurales con experiencia en diseño sísmico toman vital importancia a las normas sísmicas pues estas incorporan toda esta información para diseñar edificaciones apropiadas estructuralmente, lo que conlleva al amparo de la vida de los ocupantes. Asimismo, se puede reforzar las edificaciones frágiles con el debido anticipo, los gastos generados después de un evento sísmico, podrían reducirse escalarmente. Es allí el motivo con el cual se ha realizado la detallada investigación, asistiendo para investigaciones posteriores.

En la tesis de investigación fue necesario llevar a cabo una cierta formulación de hipótesis dando pie a la **hipótesis general se tiene que:** La evaluación de derivas varía significativamente en el análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay – 2020.

En las hipótesis específicas se tiene los siguientes:

Primera: La respuesta estática varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.

Segunda: La respuesta dinámica varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.

Tercera: La interacción suelo-estructura varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.

Dando pie a determinar los **objetivos**, teniendo como **objetivo principal**: Evaluar las derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay – 2020.

Y como objetivos específicos se tiene: **El primer objetivo**: Verificar si la respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020, **el segundo objetivo**: Verificar si respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020, y **el tercer objetivo** es Verificar si la interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.

II. MARCO TEÓRICO.

Por lo situado se continuará con los **antecedentes internacionales**, tal como lo sustenta en el año 2016, Sodoro Carlos sustento la tesis “Interacción Dinámica Suelo-Estructura” para recibir el grado de maestría en Ingeniería, publicado en la Universidad Nacional Autónoma de México, su **objetivo principal** se centró en mostrar la teoría sobre de la Viscoelasticidad de los tipos de suelos, donde describe la conducta dinámica de medios elásticos constantes, la cual posee el resultado y determinación de la transmisión de ondas dinámicas de los tipos de suelos para poder explicar sus propiedades que intervienen el conducta dinámica, y a su vez pueda cambiar cuando son sometidos a cargas cíclicas. Además, de mostrar la importancia que tiene realizar un análisis de diseño por sismo en las zonas de alta sismicidad.

El investigador resalto que las propiedades dinámicas explican la conducta del suelo frente a la existencia de un sismo, además que el modelo que mejor representa la conducta “viscoelástico del suelo”, es el modelo de - Kelvin Voigt -, el cual está compuesto por una unidad de Hooke y una de Newton, lo que, en términos más sencillos, representa un resorte y un amortiguador.

La conclusión del autor fue que el modelo de Kelvin Voigt se asemeja más a la realidad para este tipo de modelo matemático. La importancia de esta investigación es demostrar la aplicación o representación de un elemento de cimentación donde se le aplica el fenómeno de rotación y traslación y de esta manera se puede analizar mediante un sistema elemental de 1 GDL.

Martínez Jony (2019). En la tesis titulada “Estudio estadístico de patologías en edificaciones y su influencia en la vulnerabilidad sísmica durante el sismo 19S-2017”. Realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México para optar el título de Ingeniero Civil, teniendo **como objetivo** reconocer las patologías que dieron mayor influencia en el daño observado en la estructura de losas planas de concreto de entre seis y ocho niveles en el sismo del año 2017 ubicados en las colonias Hipódromo y Roma Norte. Siendo un tipo de investigación cuantitativa.

La **conclusión del autor** fue que las patologías que mayor repercusión tienen en el diseño sísmico son causadas por defectos de mala configuración, como erros en la construcción o deficiencia de materiales.

El investigador resalto que nos da una explicación clara sobre la vulnerabilidad de una estructura ante un sismo teniendo una mala estructura equivalente se reparte en la estructura existente y se dimensiona la estructura y es por ello que se tiene que tener en cuenta desde los materiales de construcción hasta el cálculo de un diseño sismo resistente.

Además, Martínez Zenón (2019) sustento la tesis “Estudio estadístico de patologías en edificaciones y su influencia en la vulnerabilidad sísmica durante el sismo 19s-2017” para optar el título profesional de Ingeniero Civil, publicado en la Universidad Autónoma de México, teniendo como **objetivo** principal el identificar las patologías que más influyeron en el daño observado en estructuras catalogadas como losas planas de hormigón armado de entre seis y ocho niveles durante el sismo ocurrido el 19 de septiembre de 2017, ubicados en las colonias Hipódromo y Roma Norte, de la Ciudad de México y a su vez, determinar una función que describa de manera cuantitativa cómo se modifica la vulnerabilidad sísmica debido a la presencia de patologías a partir de las estadísticas obtenidas de los edificios que se tomaron para este estudio.



Figura Nro. 3. Terremoto del 19 de septiembre en México.

El autor de esta investigación llegó a la **conclusión** de que las estructuras de losas planas son más susceptibles a la presencia de patologías, con la presencia de patologías se esperan por lo menos daños moderados en estas estructuras.

El investigador resalta que el siguiente paso para una investigación futura sería aislar el efecto de una patología o estudiar una combinación de estas y determinar la influencia correspondiente de cada patología participante.

A su vez en los **antecedentes nacionales** se tiene que el investigador Terrones Muñoz Y Vilca Tielia (2018) sustentaron la tesis “Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en solicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SEDS-2015”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, publicado en la Universidad Privada Cesar Vallejo, teniendo como **objetivo** principal definir la fuerza equivalente o cortante basal, máximos desplazamientos y derivas de entre piso, a través de un análisis sísmico aplicado a un edificio de hormigón armado, utilizando las restricciones de la norma técnica peruana NTP E.030-2018. El aporte que se obtiene en esta investigación son los datos obtenidos mediante diversas hipótesis de análisis, puesto que por más idénticas que sean o parezcan las estructuras, no podemos simplemente asumir secciones similares para diferentes tipologías de terreno, además que el factor de suelo donde se ubique la estructura es de mucha importancia y que esta presentara distintas solicitaciones sísmicas

La **conclusión del autor** fue que, para futuras correcciones en la normativa peruana, se encarga de realizar investigaciones con mayor profundidad con respecto a la implicancia del factor de agrietamiento como es considerado por la normativa ecuatoriana, cuyo fin es determinar cómo se comporta una estructura al ser tomada por dicho parámetro y a la vez denotar si este parámetro permite un comportamiento adecuado y asegura un diseño. Cuyo resultado y comportamiento se de los más real posible a la estructura al ser considerado dentro de la normativa peruana.

El investigador resalto la aplicación de las normas sismorresistentes de cada país, puesto que todas las estructuras previas a su ejecución deban tener un cálculo que respalde cierto proceso.

Hilder Villanueva (2018) sustento la tesis “Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018” logrando alcanzar el grado de Ingeniero Civil, publicada en la Universidad Privada Cesar Vallejo. Su principal **objetivo** radica enfoque la deriva y examinar la influencia de la ISE arenoso en la conducta estructural de una edificación de albañilería confina de 5 niveles en el distrito más extenso y segundo en población del callao, 2018.

Llegando a la **conclusión** de que la ISE arenosa influye significativamente afectando a la estructura a través de su comportamiento, de los asentamientos totales debidos a la flexibilidad del suelo de soporte, de los periodos de variación debido a la baja rigidez de coeficientes del suelo y por último el aumento de los desplazamientos laterales.

El investigador resalto que el aporte de esta investigación son los resultados detallados en el análisis y la aplicación del EMS para la interacción de la estructura. La importancia de esta investigación es la aplicación del módulo de balasto y cómo influye este en el comportamiento de la estructura.

En el año 2017, Mercedes Ruth quien sustento la tesis “Interacción Sísmica Suelo - Estructura en edificaciones de sistema dual en la ciudad de Moquegua.” Para lograr el título de Magister en Ingeniería civil especializado en estructuras, publicado en la Universidad Privada de Tacna, cuyo **objetivo** se basó en analizar y emplear la Interacción Suelo-Estructura (ISE) a un método estructural dual con zapata aislada. También dar a conocer que con la Interacción Suelo-Estructura se adquiriendo fuerzas menores en los elementos estructurales.

La **conclusión del autor** fue que la determinación que en la (ISE), se fija que en los desplazamientos tanto de los sistemas de entrepiso donde las fuerzas internas

de los elementos estructurales, tiene relación con el funcionamiento de los coeficientes de rigidez, donde estos dan a cargo las características del suelo de fundación y la sección de las zapatas.

El investigador resalto en la actualización de la indagación sísmica en estos temas de ISE ya que existe cierto escás de información acerca de la consideración del sismo (ISE). La importancia de esta investigación nace en ampliar la base de datos obtenidos sobre la ISE considerando tanto los coeficientes de rigidez, amortiguando todos los tipos de cimentaciones y todo tipo de sistema estructural.

García Kathia (2018) sustenta la tesis “Diseño estructural y análisis de costos de 4 tipos de losas del colegio Joseph and Mery High School, Jesús María – 2018” realizada en la Universidad Cesar Vallejo, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Teniendo como principal **objetivo** es el determinar la relación que existe entre el diseño estructural en el análisis de costo de 4 tipos de losas del colegio Joseph and Mery High School, Jesús María – 2018, en donde se pudo identificar que los resultados con el software CYPECAD. La contribución de la presente investigación se basa en diferenciar diversos sistemas de entresijos y utilizar el más óptimo tanto económico como estructural, aplicando varios tipos de análisis. La importancia de la investigación surge en los resultados obtenidos de los cuatro análisis, en la importancia de hacer mayor cantidad de modelos antes de la ejecución de mismo. Obtener diferentes resultados y saber interpretarlos.

Planta	L. Aligerada Pi (tn)	L. Maciza Pi (tn)	L. Colaborante Pi (tn)	L. Casetonada Pi (tn)
Forjado 4	178.3114	189.1814	179.296	205.0284
Forjado 3	224.7762	237.0234	228.9367	251.1777
Forjado 2	224.7762	237.0234	228.9367	251.1777
Forjado 1	266.1394	277.5766	269.2617	291.9577
Total	894.0032	940.8048	906.4311	999.3415

Tabla Nro. 1. Peso sísmico para cada tipo de forjado.

La autora de esta investigación llego a la **conclusión** es que el análisis comparativo con el software CYPECAD, de los cuatros tipos de losas todas cumplen con lo permisible en norma, en el análisis estructural satisface de la misma manera, aunque esta presenta resultados ópticos. y en análisis de costos la más aceptable es la losa colaborante desde el punto de vista económico tanto en la mano de obra como en los materiales presenta un menor costo.

La autora de esta investigación **resalto que**, Se recomienda uso de software con plataforma B.I.M como lo es software CYPECAD, puesto que, a diferencia de los programas clásicos del mercado como el ETABS O SAP2000, Cype nos proporciona una interfaz más amigable, más interactiva y en español. Así mismo emplea códigos no solo internacionales (ACI, Euro-código) si no también norma Latinoamérica, entre ellas la norma de Peru.

Quispe José (2018) sustento la tesis titulada “Evaluación del comportamiento sismorresistente tomando como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima Este, 2018”, logrando alcanzar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo, teniendo como **objetivo** observar la conducta sismorresistente de la edificación estructural del pabellón D de dicha Universidad ubicada en Lima Este. Teniendo como referencia las Normas Técnicas E.030 del año 2013 y 2016, donde la técnica realizada fue la recolección de datos. La cual esta investigación fue cuantitativa y de nivel fue descriptivo.

La conclusión del autor de esta investigación son las referencias que nos brindan las normas técnicas E.030 del año 2013 y 2016 para ayudarnos dar a notar las diferencias que determinan un análisis sismorresistente de una infraestructura.

Para El-Betar, S.A. (2018). menciona sobre **la evaluación de derivas**, se aprecia que, “Existing buildings need seismic evaluation because our understanding the effect of earthquakes has improved after buildings were constructed. Egypt is considered a region of moderate seismicity but a large number of existing buildings

in Egypt, which have inadequate seismic resistance, may create a serious risk.” (p. 2).

La **evaluación sísmica** comienza con un procedimiento de evaluación rápida, que se basa en el procedimiento P-154 de FEMA para adaptarse a las condiciones que presenta Egipto, puede utilizarse como método para la identificación estadística de edificios, en los que es necesario evaluar un gran número de edificios de mediana altura.

Los componentes principales del análisis incluyen la evaluación de peligros sísmicos, la definición y caracterización de la cartera de edificios y la definición de la vulnerabilidad sísmica de tipologías de edificios particulares en términos de pérdidas económicas. Todas estas metodologías han sido diseñadas para evaluar el riesgo de edificios, donde cientos o miles de edificios deben analizarse simultáneamente, con el propósito de estimar las cifras de riesgo financiero, como una curva de pérdida, la pérdida anual promedio o las pérdidas máximas probables.

Según la revista de Ciencia y Tecnología Agrollaní, (2019), nos indica lo siguiente: “Este método permite determinar no solo el grado de vulnerabilidad de una edificación en estudio, sino también el riesgo sísmico asociado a esta, para ello se utilizó un baremo definido por los autores del método que permite calcular un índice de riesgo que se obtendrá mediante el producto de ellos índices de la amenaza sísmica, vulnerabilidad y población de la escolar de la edificación”. **Nos indica** que la vulnerabilidad sísmica ayuda a resolver el riesgo utilizando una tabla de cálculos en donde se determinara el rendimiento de los autores del método de la Amenaza Sísmica, Vulnerabilidad y La Población de una edificación.

Mediavilla. E (2016) indica que “el tema de deriva es una deformación relativa de piso que significa que no es la total, es decir, la total no nos interesa a no ser que tengamos un edificio colindante y que pueda chocar por el desplazamiento del sismo”. (vid. 1).

Para edificios colindantes se respeta una separación entre ellos llamada “junta sísmica”, con el objetivo que la estructura tenga un espacio libre en el cual esta

pueda desplazarse sin que se obstruya con dicho edificio colindante, ya que al chocar entre edificios esto puede redistribuir la carga y sobrecargar la estructura, provocando fallas en la misma.

Ministerio de Transporte e Infraestructura (2005) indica que Se define la distorsión de entrepisos al cociente entre la diferencia de desplazamientos laterales de dos niveles siguientes de la edificación entre la altura del entrepiso señalado (pág. 4).

Muchos confunden la distorsión con el desplazamiento, lo cual es un concepto errado. La distorsión en sí, no posee unidades (es adimensional) porque es producto del desplazamiento “en m” dividido por su altura “en m”.

Vielma .C (s.f.) indica la importancia de la evaluación de derivas, “Se emplean las derivas de entrepiso con el propósito de analizar el daño. Para lograr Calcularlas, es preciso conocer los desplazamientos de los nodos de los extremos de columnas que se sitúan en los niveles secuenciales.” (p. 128).

La deriva relativa está enfocada al tema de la mampostería e incluso de un elemento no estructural, tomemos un clásico ejemplo en el que tenemos mampostería de piso a piso y se produce una relación relativa de piso demasiado grande, dicha mampostería puede caer y matar a alguien desgraciadamente. Por lo tanto, existen unos límites de normativa de deriva con la finalidad de evitar demasiado desplazamiento a los elementos estructurales y que estos no transmitan demasiado desplazamiento a los elementos no estructurales.

La deriva se compone por el d_2 menos el d_1 dividido por h .

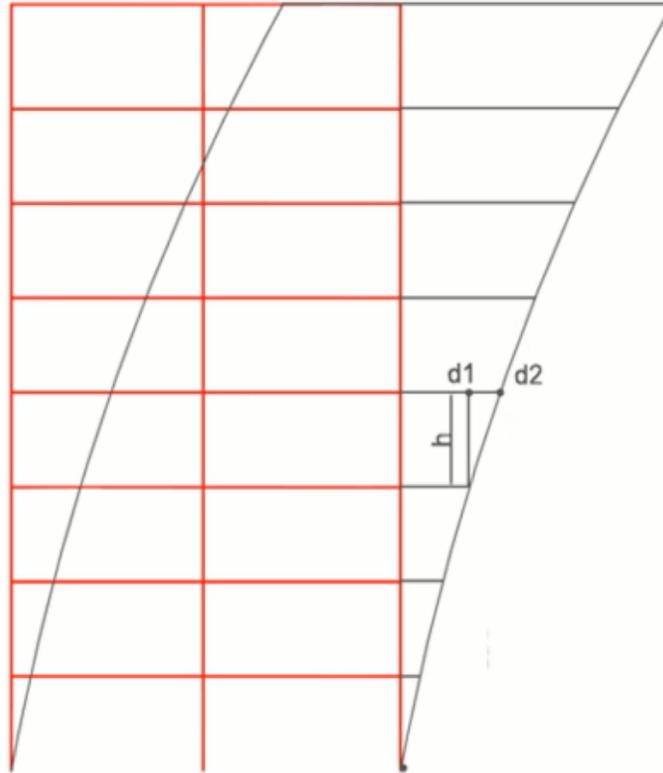


Figura Nro. 4. Deriva de piso relativa.

Díaz. B (s.f) señala sobre la **respuesta elástica de estructuras**, lo cual indica que “Los elementos de una estructura que se encuentran expuestos a una acción sísmica son elementos estructurales, elementos no estructurales y contenidos. Cada uno de ellos es sensible a diferentes parámetros que caracterizan la respuesta estructural”. (p. 45).

Es conveniente considerar elementos no estructurales al momento de realizar un análisis por computadora, puesto que, si bien estos elementos no trabajan como elementos estructurales como tal, pueden brindar información de rigidez y masa, obteniendo una respuesta más real.

Uno de los objetivos del diseño sismorresistente es el plan de obras de ingeniería que puedan dar un comportamiento prácticamente en el rango elástico., durante sismos frecuentes y ocasionales (sismos con periodo de retorno de 43 y 72 años respectivamente). Por tanto, para poder lograr este objetivo. Primero es necesario conocer la respuesta sísmica de estas estructuras elásticas, por ejemplo, es

necesario determinar que fuerzas laterales reciben y cuanto se desplazan durante estos sismos.

Mediavilla. E (2016) indica que “es un tema de vital importancia para evitar desprendimiento de material, generalmente de material de mampostería y cae en personas lo cual es indeseable en un diseño estructural.”. (vid. 1).

Si tenemos y/o entendemos cómo se comporta la estructura mediante su distorsión elástica, podremos identificar el margen de deriva para el comportamiento inelástico, con ello podremos tener un control del desplazamiento y así llevarlo al mínimo para evitar daños considerables a la estructura.

La respuesta en vibración libre según Bazán. E y Meli. R (2015) indica que, ante un criterio dinámico, es de importancia las direcciones de libre desplazamiento en los que dan como resultado fuerzas generalizadas de inercia significativas, donde se entiende que a fuerza igual a masa por aceleración o momento de inercia por aceleración angular (p. 99).

Cuando una estructura está en movimiento por unas cargas sísmicas y esta fuerza se detiene, la estructura aún sigue en movimiento por un intervalo de tiempo determinado, esto construye las condiciones iniciales del movimiento en la fase de vibración libre.

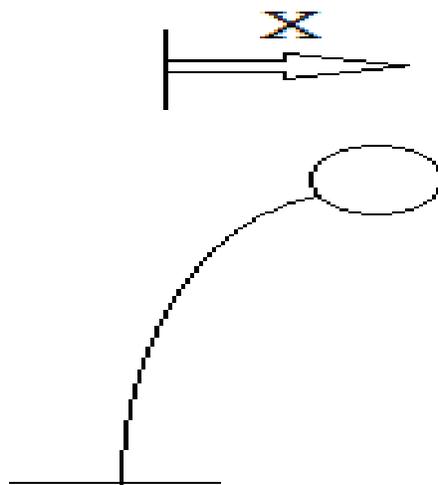


Figura Nro. 5. Representación de una estructura.

La ecuación de equilibrio, para el sistema de vibración libre sería:

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = 0$$

Esta ecuación el tiempo se mide respecto al inicio de la vibración libre, cuyas condiciones iniciales son desplazamientos "X" y la velocidad para t=0, dichos valores son representados por:

$$X_0; \dot{X}_0$$

En el caso de vibración libre, la ecuación de equilibrio se reduce a:

$$M\ddot{x} + Kx = 0$$

Cuya solución sería:

$$X(t) = X_0 \cos(\omega t) + \frac{\dot{X}_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

Dónde;

$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$ se denomina frecuencia circular de vibración.

Mediavilla. E (2016) también debate sobre la **distorsión elástica** en el centro de masa indica que "el control de deriva es un [control] que tenemos que tener para que nos puedan aprobar el proyecto en la entidad, si no tenemos este control bien desarrollado y explicado en la memoria no nos aprobarán el proyecto". (vid. 1).

Para la respuesta estática y dinámica, la imagen mostrada refleja una estructura sometida a carga lateral (horizontal) F. además actúa cargas axiales provenientes de la columna. La fuerza interna nace de la fuerza externa.



Figura Nro. 6. Estructura sometida a carga lateral.

La relación fuerza – desplazamiento es determinada a través de una fuerza “F” aplicada a un elemento y/o estructura para medir el desplazamiento “X” y el tiempo de aplicación de carga (TC). Cuando dicha carga “F” se aplica con un determinado tiempo no se producen aceleraciones importantes, se podría decir que las fuerzas de inercia son despreciables Cabe mencionar que la fuerza “F” es la única fuerza aplicada sobre la estructura, esta puede ser equilibrada por la fuerza restituida en cualquier instante.

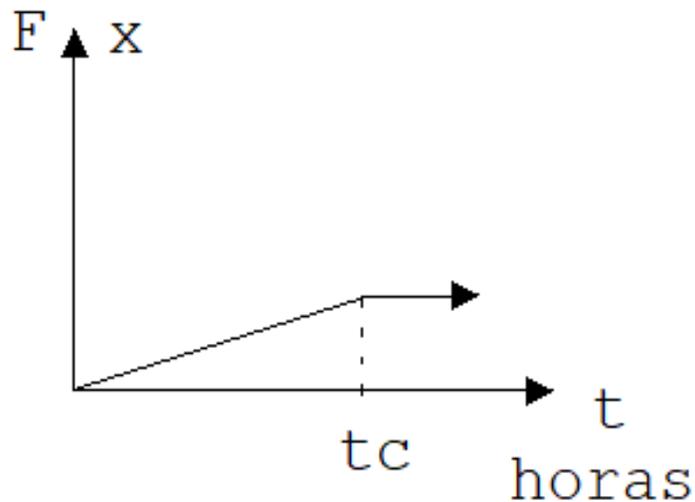


Figura Nro. 7. Relación fuerza – desplazamiento.

Dónde

F: Fuerza

X: Desplazamiento

Tc: Tiempo considerable - constante

t: Tiempo

La respuesta estructural ante cargas lentas genera una relación lineal entre dicha fuerza aplicada y el desplazamiento que produce. No obstante, si dicha carga “F” llega a su máximo absoluto en un intervalo corto de tiempo. La respuesta estructural ante cargas dinámicas es ejercida ante sollicitaciones dinámicas, lo cual este tipo de cargas inducen fuerza de inercia a la estructura, y esta están en función del tiempo, durante el tiempo que dura el sismo.

Mientras mayor sea el desplazamiento de colapso en relación al límite de desplazamiento elástico, la estructura tendrá mayor capacidad de deformación inelástica y por ende, mayor capacidad de sobrellevar las fuerzas producidas por un sismo severo. De esto trata la ductilidad.

Mediavilla. E (2016) indica acerca de la **respuesta inelástica de estructuras**, que “la deriva de piso debe tener en cuenta el agrietamiento de la sección, una disminución de los tamaños de las columnas y vigas y a partir de la deriva de piso se presenta como deriva inelástica, lo cual sea multiplicado por el valor (R).”. (vid. 1).

Todas las estructuras se comportan en la realidad física dinámicamente cuando sufren la acción de cargas externas o desplazamientos impuestos. Debido a la baja probabilidad de que la duración de tiempo o promedio de vida a utilizar una estructura este acontecimiento ocurra (entre 478 o 950 años de periodo de retorno).

Muñoz. A (2002) sostiene que “Al ocurrir un sismo severo, las estructuras producen deformaciones tan importantes que para asegurar su comportamiento elástico sería necesario dotar a dichas estructuras de resistencia lateral elevada” (p. 148).

La resistencia lateral es otro parámetro que influye de manera significativa en la conducta de las estructuras durante un sismo de mayor magnitud. Si consideramos estructuras de 1 GDL, su resistencia lateral es definida por la carga horizontal máxima que pueda soportar dicha estructura en el rango elástico. La sobre resistencia estructural se refiere al concepto que muchas edificaciones aumentan

su capacidad de carga en sentido lateral, aun cuando estas ya excedieran su límite elástico. Modelo de comportamiento estructural elástico-plástico perfecto

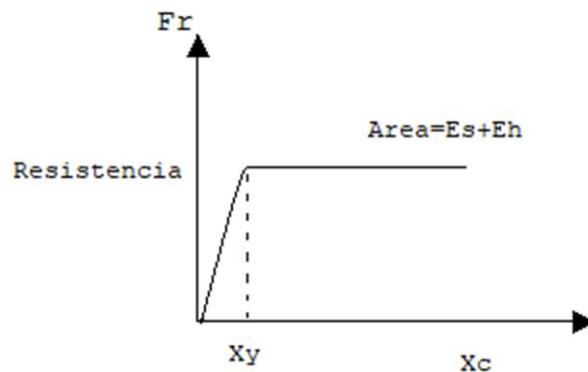


Figura Nro. 8. Representación gráfica del comportamiento inelástico.

Para **respuesta inelástica**, las estructuras poseen una resistencia lateral considerablemente mayor a la resistencia lateral obtenida en el proceso de diseño. El factor de comportamiento sísmico permite a las estructuras que bajo la acción de una fuerza laterales (acción sísmica) pueda incursionar en el rango inelástico, de manera que la estructura desarrolle ductilidad y disipe energía. Mientras que el factor de sobre resistencia, puede conceptualizarse como la “reserva” de resistencia que genera una estructura para soportar las demandas asignadas por las sollicitaciones sísmicas e incluso por otro tipo de fuerza externa capaz de hacer llegar a la estructura al límite.

Tratar de anticipar el comportamiento de las estructuras cuando estas son afectadas por un sismo severo se ha convertido realmente en un problema de gran complejidad con un elevado nivel de incertidumbre, no solo en lo que se refiere al movimiento estimado en su cimentación, si no también, en las propiedades características de la estructura. Es por ello que, en estructuras comunes se emplea un modelo matemático sencillo cuyo fin es estudiar su comportamiento obteniendo valores representativos del comportamiento general.

Segun Tremblay, R. (2015). Menciona que, “Seismic assessment in ASCE 41 can also be performed using nonlinear analysis. As a minimum, the hysteretic response of deformation-controlled actions such as brace axial response is explicitly

considered in the analysis and the adequacy of these components is verified by comparing the predicted inelastic deformation demands to deformation capacities determined from idealized backbone force-deformation curves defined from cyclic test results.” (p. 5).

Las acciones controladas por la fuerza laterales se verifican usando la fuerza por demandas obtenidas del análisis. Para la evaluación del rendimiento del colapso, se aplican modelos más refinados que incluiría la degradación de la resistencia y las respuestas a fallas de los componentes estructurales críticos se pueden usar para que la falla estructural y el colapso se verifican directamente en el análisis. En cualquier caso, precisa La representación de la respuesta cíclica inelástica de los componentes controlados deformados es necesaria para predecir la deformación sísmica y las demandas de fuerza en la estructura.

Según Sigmund, V. y Brana, P. (2010) mencionan que, “Ambient vibrations or micro-tremor measurements are performed for obtaining the fundamental dynamic characteristics of the structure: fundamental frequencies, mode shapes and damping values. These characteristics can be obtained by recording just the response of the structure to the ambient vibrations” (p. 1).

Los autores mencionan que cada modo se presenta con un pico en la respuesta de amplitud, con lo cual obtenemos formas naturales midiendo la respuesta en varios lugares y normalizándolas para tener en cuenta los diferentes niveles de excitación.

Según Cortes y Perilla (2017), nos explica sobre la **condición estructural**, que “Ante estructuras con antigüedad las condiciones estructurales tendrían que estar en óptimas condiciones estructurales y ser seguras para garantizar un comportamiento adecuado ante la ocurrencia de cualquier eventualidad. Adicionalmente, estas edificaciones albergan a diario cientos de personas construcción” (p. 7).

Esto nos indica que ante los comportamientos de las edificaciones ante los diferentes eventos sísmicos que se han presentado motiva a caracterizar las condiciones estructurales, y estas deberán seguir una condición para que sea un

sistema estructural como tal, un ejemplo de ello es que se consideran elementos estructurales de pórticos a aquellos elementos en el que las columnas soportes más del 80% de la cortante sísmica.

Según López (2014), nos indica acerca de la **masa sísmica**, que “La carga permanente a ser considerado como en el análisis, debe incluir todos aquellos elementos que aporten a la misma, tales como la losa y el sobre piso, las vigas, las columnas, las paredes y tabiques de relleno, las escaleras, los componentes ornamentales, etc. [...]. Esta porción varia, por ejemplo, entre un 25% para edificaciones de vivienda, un 50% en edificaciones educacionales o con una alta ocupación y hasta un 100% en el caso de los almacenes y recepciones liquidas”. (p. 64)

Lo cual se considera que la estructura es la carga muerta y un porcentaje de la carga viva que puede varias en un porcentaje de 25% a un 50% el cual en nuestro estudio es el 25% por la que nos encontramos en una edificación común. Este porcentaje dependerá del uso que se le dará a la edificación, puesto que la carga muerta siempre estará al 100% en cualquier tiempo del año, cosa que no sucede con la carga viva, puesto que, si tomamos el ejemplo de una universidad, el porcentaje de sobre carga de uso en el mes de febrero no será el mismo que en el mes de diciembre.

El **peso sísmico** se puede obtener mediante un metrado de cargas en el cual toma en consideración todo el efecto de cargas de gravedad que se encuentra en la estructura, existen programas que utilizan el Método de los Elementos Finitos (Etabs y el SAP2000), y realizan un metrado automático de las cargas aplicadas o inerciales como cargas permanentes y variables con el fin de utilizar esa información para aplicarlo en distintos análisis y presentar los resultados.

Según Espinoza Toledo (2014), nos indica que “El modelo que se usa en el análisis sísmico corresponde al Modelo de Acoplamiento Cercano de Masas Concentradas [...], en el que se conectan las masas de cada nivel por medio de resortes que representarán la matriz de rigidez lateral”, (p. 8).

Se consideran las cargas (acabados, falsos pisos, sobrecarga de uso, etc.) y elementos que aportan rigidez (vigas, columnas, placas), y se asignarán en el modelo sobre las losas del entrepiso para su correcta distribución.

Para debatir sobre el **análisis sísmico**, se aprecia la idea del autor Villareal. G (2014) sostiene que el “Análisis Sísmico de Edificios es la unión de una sucesión de definiciones, que son considerados de forma integrada, accediendo al diseño de una edificación siendo capaz de resistir los efectos de movimientos telúricos de gran magnitud que se puedan presentar en una localidad a un futuro” (p. 1).

El análisis sísmico nace de la necesidad de saber el comportamiento de diversas estructuras, esta rama no solo es para edificaciones sino también para cualquier tipo de estructura, lo cual puede convertir un modelo real de gran complejidad a un modelo matemático más entendible, pudiendo partir de métodos de un grado de libertad da a inicio con el análisis del oscilador viscoelástico para establecer la ecuación del movimiento.

Eadic (2016) menciona que “Para un análisis sísmico estructural es importante estudiar las fuerzas de inercia originada al producirse una aceleración en la cimentación de una edificación” (p. 1).

La ingeniería sísmica o diseño sismorresistente se ha desarrollado de manera adecuada en los últimos años para garantizar que las construcciones y/o edificios bien detallados y recientemente diseñados muestren generalmente suficiente resistencia, rigidez y ductilidad para resistir el movimiento del suelo durante un sismo severo. Esto no signifique que la investigación sismorresistente acaba qui, los lineamientos que tenemos hoy en día servirán para obtener datos con mayor exactitud a un futuro.

Morales .M y Pascual. P (1976) afirman que “Los métodos de diseño sísmico resistente pueden dividirse en tres tipos: el método normalizado, el método del coeficiente sísmico y el método de diseño dinámico.” (p. 1).

La mayoría de los edificios existentes se construyeron hace muchos años, cuando la ciencia de la ingeniería estructural no estaba al nivel actual de comprensión, y los

códigos de construcción eran menos rigurosos. Por consiguiente, para los edificios construidos de acuerdo con códigos de diseño, el punto de foco se había puesto sólo en la carga por gravedad, y las cargas verticales fueron considerados, en ese tiempo, con poca o ninguna preocupación por la resistencia lateral del sistema. Fue hasta después, al ver que el anterior proceso no se asemejaba a lo esperado, las normativas de diseño fueron cambiando a lo largo de los eventos sísmicos, con el fin de obtener una norma que sea capaz de establecer un comportamiento sísmico que se asemeje más a lo real.

Segun Rouhi, R. y Latifi, R. (2020) argumenta que, "Earthquake engineering has been developed adequately in recent years, to ensure that well-detailed, recently designed buildings usually show enough strength, stiffness, and ductility to resist severe earthquake ground motion". (p. 1).

Estudiando las vibraciones libres de métodos no amortiguados y amortiguados, de la misma forma las vibraciones forzadas, que son producidas por las cargas armónicas y por excitación y/o comportamiento sísmico

Según Dubey, S & Sangamnerkar, P. (2017) mencionan acerca de la **respuesta estática**, que "The value of the fundamental natural period needs to be as accurate as possible in earthquake resistant designs, as lower the value of time period, higher will be the base shear and vice versa, with a special emphasis on designs which are based on either linear static (or lateral force) methods or performance level" (p. 21).

Los edificios generalmente se diseñan para la resistencia sísmica mediante análisis elástico, no obstante, somos conscientes que la mayoría experimentará deformaciones inelásticas significativas bajo eventos sísmicos muy considerables.

Según la revista de ingeniería (2018), nos indica lo siguiente: "Para realizar un análisis sísmico estático es suficiente tener una edificación de mediana altura donde califican como regulares y rígidos, en donde la determinación constante basal está basada en las direcciones principales en la edificación dada por la Norma E.030". Esto nos indica que para efectuar un análisis estático solo tenemos que contar con

una edificación. Por ello es que tiene calificar ante los parámetros de la Norma E.030.

Según Seki, M., Maeda, M., & Alwashali, H. (2018). Afirman que, “The development of a probabilistic earthquake hazard analysis (PSHA) model requires complex mathematical formulations to account for uncertainties in earthquake size, location and time of occurrence, and the outputs relate various levels of ground shaking that may be observed at a site with a corresponding exceedance probability in a given time period”. (p. 2).

El análisis probabilístico de peligro de terremotos sigue típicamente dos enfoques: independientes del tiempo, incorporando geológicos y geodésicos evidencia con catálogos de terremotos tanto instrumentales como históricos para derivar un modelo sismogénico que cubra ciclos de terremotos de hasta miles años; y dependiente del tiempo, teniendo en cuenta las tendencias periódicas en terremotos recurrencia para predecir la probabilidad de que ocurran terremotos en una fuente dada el tiempo transcurrido desde el evento anterior.

San Bartolomé. A (1998) indica que Son aquellas que se aplican de manera lenta sobre la edificación, lo cual dan pase al inicio los esfuerzos y deformaciones que consiguen sus valores máximos junto con la carga máxima. Prácticamente, estas solicitudes no producen vibraciones en la estructura” (p. 3).

Se aprecia la idea de los autores Salcedo, J y Fortea, M. al referirse, “La ingeniería sísmica trata las estrategias estructurales a aplicar en los edificios de nueva construcción y con sistemas estructurales modernos”, (p. 2).

Donde las estructuras de concreto armado, mayormente son las que predominan en el Perú, esto se debe por su versatilidad y economía. Su rigidez puede ser manejada para minorizar las deformaciones sísmicas y, por consiguiente, minimizar el perjuicio en los elementos estructurales y no estructurales; aunque, para que estas puedan tener un comportamiento adecuado ante acciones sísmicas, es forzoso que tengan cierto grado de ductilidad. El análisis estático simboliza las solicitaciones sísmicas mediante un grupo de fuerzas horizontales o equivalentes

operando en cada nivel. El sismo no es más que la fuerza de inercia y esta se ubica donde se representa la masa. Cabe mencionar que el análisis sísmico estático tiene restricciones y este aplica solo a edificaciones **regulares** no mayor a 45m de altura.

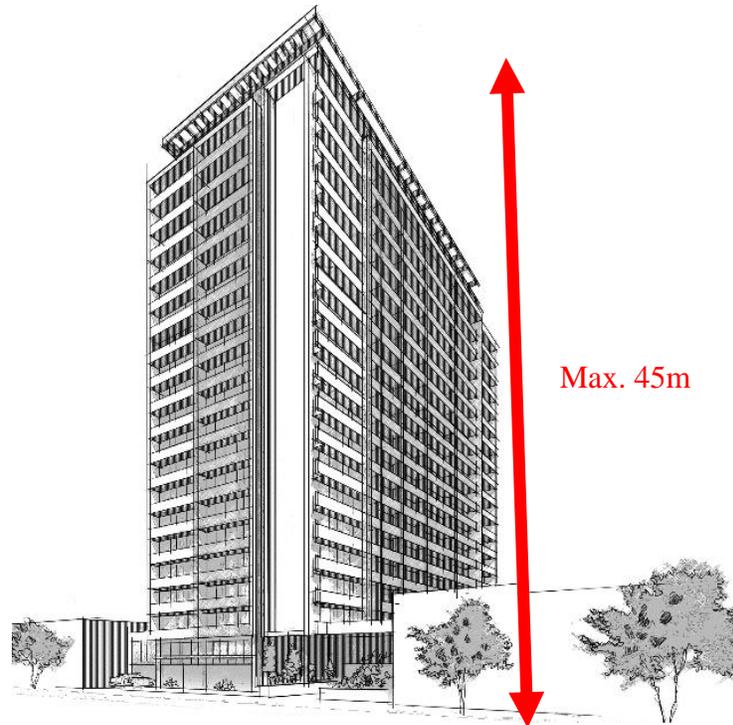


Figura Nro. 9. Consideración de altura para un ASE.

Según Lagomarsino, S. y Resemini, S. (2009) consideran que, “The structural safety evaluation [...] buildings in seismic prone areas requires the availability of appropriate verification tools, in order to ensure both a realistic estimation and the feasibility of the method”, (p. 10).

Por lo cual se ha de tener una un buen estudio sismo resiste y un buen cálculo de diseño estructural al realizar una edificación, donde las edificaciones habituales son aquellas que no presentan discontinuidades importantes verticales o horizontales en su configuración resistente a cargas laterales, por otro lado, las Estructuras Irregulares se determinan como las estructuras que presentan una o más de una característica indicadas en la Tabla No. 8 en la Norma E.030 pág. 16.

Cálculo del periodo fundamental (T): El coeficiente. Se demuestra como el factor de amplificación de la repuesta estructural en relación de la aceleración en el suelo (Periodo del edificio).

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

ónde:

Ct: factor que depende del sistema estructural

Hn: Altura del edificio desde el nivel 0+00

Cálculo del factor de amplificación sísmica (C): Con relación a la característica de ubicación, el factor de amplificación sísmica se define de la expresión mostrada

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

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

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

Factor de Uso o Importancia (U): El factor o coeficiente de uso o importancia dependerá del uso que se dé a la edificación. En terrazas y techos se considerará el veinticinco por ciento de la variable (carga viva).

<i>Factores uso (U)</i>		<i>TIPO</i>	<i>% DE CARGA VIVA</i>
U=1.00	Uso común	C	25%
U=1.30	Importantes	B	50%
U=1.50	Esenciales	A	50%

Tabla Nro. 2. Factor de uso.

Factor de Reducción Sísmica (R): Pórticos de concreto armado resistentes a momentos – Es necesario que el ochenta por ciento de la cortante actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplen las exigencias de la NTE E.060 Concreto

Armado. En cuestión consten con muros estructurales, tendrán que ser diseñados para resistir una fracción de la acción sísmica general de acuerdo con su rigidez.

Sistema dual - Las acciones sísmicas se resisten por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tener un mínimo de 25% de la cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas conseguidas del análisis según Artículo 16 (16.2)

Muros estructurales - Sistema en la cual la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúan por lo menos el ochenta por ciento del cortante en la base.

Muros de ductilidad limitada - Edificación de altura corta con alta densidad de muros de ductilidad limitada. Albañilería armada o confinada – Los datos del comportamiento de material se encuentran en la NTE E.070. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 3

Dichos coeficientes se aplican específicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales muestran la disipación de la energía conservando la estabilidad de la estructura. No se utilizan en estructuras de tipo péndulo invertido.

Para estructuras irregulares, los valores de R son tomados como $\frac{3}{4}$ de los inscritos en la Tabla. Para edificaciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe. Este tipo de edificaciones no es recomendable en suelos S3, ni se admite en suelos S4.

Cálculo de la Cortante Basal O también conocida como fuerzas horizontales equivalentes o fuerza cortante en la base, es calculada en ambas direcciones de análisis (XX e YY).

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Dónde:

Z: Factor de zona sísmica

U: Factor de uso

S: Factor de suelo

R: Factor de reducción sísmica

C: Factor de amplificación sísmica

P: Peso sísmico del edificio

Además, se tiene que comprender que: $\frac{C}{R} > 0.11$

Para la **respuesta dinámica**, según Purba, I. y Hikino, T. (2018) señalan que, “For performance-based analysis of specific high-rise structures, a design requires more complex dynamic nonlinear analysis using horizontal components of time-history.” (p. 3).

Para el análisis sísmico de estructuras complejas o de gran altura, el modelo matemático y diseño requiere de dinámicas mucho más complejas. Como lo es el análisis no lineal utilizando componentes horizontales de historia del tiempo, e incluso un diseño por desempeño.

Según Muños (2015) nos indica que “La programación SAP2000 es garantizado para el buen funcionamiento de la estructura y a la vez nos permite una buena actuación ante un evento sísmico” (pág. 17). Lo cual se entiende que el software SAP2000 es un programa con mayores aciertos ante un evento sísmico por ello que es el que se utiliza con mayor frecuencia en estos estudios.

Según Quispe (2015) Indica que el “Comprende el análisis de las fuerzas, desplazamiento, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo cada resultado de los desplazamientos y deformaciones que aparecen en la estructura” (p. 67).

Se entiende que un análisis dinámico es la suma del análisis espectral y el análisis modal, las cuales encontramos directamente ante un sismo.

Para Xiang, Y., Naeim, F., & Zareian, F. (2020). Se basa en criterio sobre, “A comprehensive technique for identification of modal properties (i.e. natural periods and equivalent modal damping ratios) of building structures is presented.” (p. 2).

Se aprecia la idea del autor, la técnica de identificación propuesta emplea una combinación de múltiples métodos de identificación del sistema. Este a su vez, utiliza los beneficios y suprime las deficiencias de cada método para proporcionar un conjunto sucinto de propiedades modales para las estructuras de construcción.

A través de la identificación modal propuesta, reconociendo propiedades modales de 80 edificios con un total de 896 eventos sísmicos distintos y registros de dirección de edificios.

San Bartolomé. A (1998) indica que Son aquellas cuya magnitud, dirección y sentido se alteran velozmente con el tiempo, por lo que los esfuerzos y desplazamientos que ocasionan sobre la edificación, también se alteran con el tiempo; cabe señalar que el intervalo en que ocurre la máxima respuesta estructural (p. 3).

Zigurat Global Institute of Technology (2015) señala que “El M.A.S, puede estudiarse como la proyección del movimiento circular de una partícula sobre uno de los ejes de coordenadas. Generalmente se escoge el eje X, horizontal, por mayor simplicidad y comodidad.” (p. 7).

El estudio del oscilador armónico o del movimiento armónico simple constituye en física un capítulo de suma importancia, puesto que son muchos los sistemas físicos oscilantes que se dan en la naturaleza y que han sido producidos por el mismísimo individuo.

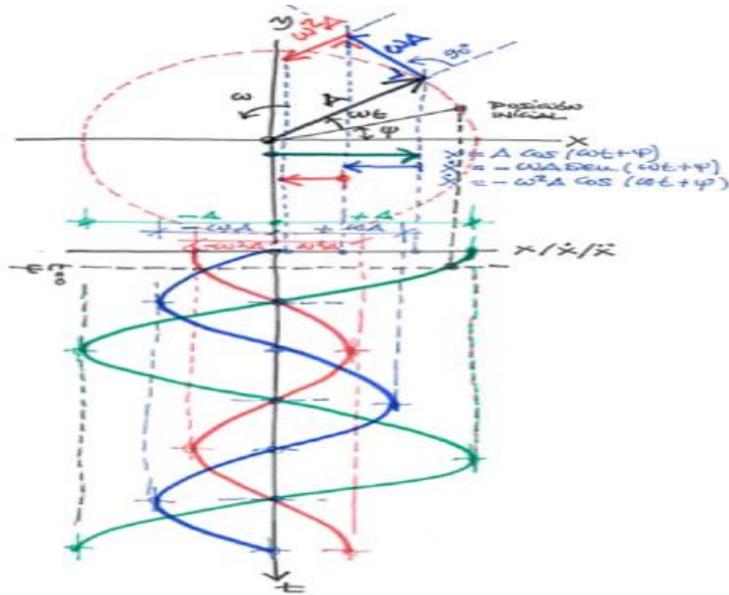


Figura Nro. 10. Oscilación armónica o movimiento armónico.

Previsualicemos una partícula de masa “m” que gira alrededor de un punto fijo generando un movimiento circular, justamente ese movimiento circular genera un radio de manera uniforme y este a su vez describe su trayectoria, será pues un valor fijo que en principio es conocido y llamaremos A. La partícula anteriormente prevista, gira con una velocidad de giro constante de valor conocido ω .

La velocidad angular, característica de la velocidad de giro ω , podemos medir la posición de la partícula, a partir del ángulo girado, siendo que conocemos el radio A y por tanto podremos posicionar, en cada momento, la partícula solamente con conocer el ángulo recorrido.

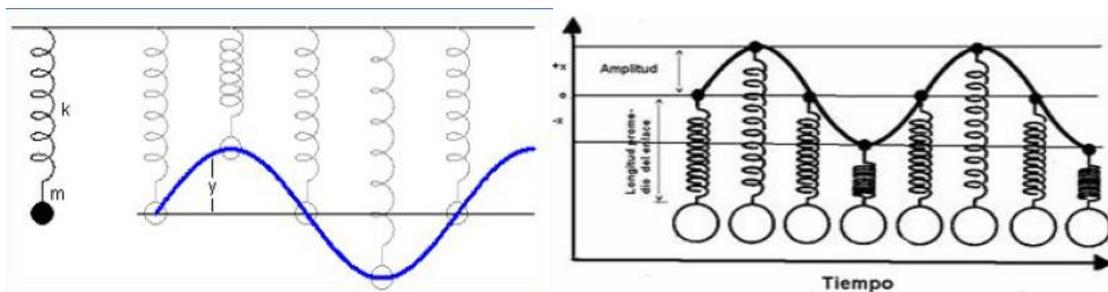


Figura Nro. 11. Sistema de estructura con resortes.

Según la revista Científica Multidisciplinaria del Decanato de Ingeniería Civil (2014) nos indicó que: “El **espectro de respuesta** constituye una herramienta importante por la relación entre el sismo y la respuesta estructural” (p. 15).

En esta cita nos indica que la curva del espectro de respuesta puede definirse como un gráfico de la respuesta máxima o envolvente, indicada en procesos equivalente de desplazamiento, velocidad y aceleración, o cualquier otro parámetro de importancia que genera una acción dinámica fija sobre una estructura formada por un oscilador de 1 GDL.

La aceleración vista desde un enfoque sísmico es uno de los parámetros de más importancia para el diseño sismorresistente, y que puede estimarse a partir de los espectros de aceleración. Por medio de ellos se precisa la amenaza sísmica para una cierta zona, y nos permite realizar el diseño sismorresistente. El espectro de respuesta elástica simboliza el máximo parámetro de respuesta en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento, para osciladores simples de 1 GDL con un periodo de vibración “T” y un amortiguamiento relativo “ζ” (son los valores que determinan un terremoto concluyente).

Aceleración Espectral: Según la Norma vigente E.030, en cada dirección de análisis se utiliza un espectro inelástico de Pseudo-aceleraciones detallado por la siguiente fórmula matemática:

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

Dónde:

- Z: Factor de zona sísmica
- U: Factor de uso
- S: Factor de suelo
- R: Factor de reducción sísmica
- C: Factor de amplificación sísmica
- S_a: Espectro Pseudo-aceleraciones
- g: Gravedad

Para debatir sobre **interacción suelo estructura**, Rangel. J (2012) sostiene que “La selección de una cimentación depende de las propiedades de los suelos, estructuración y condiciones de carga, entre otros” (p. 7).

Las investigaciones y desarrollo de la Mecánica de Suelos significaron una etapa importante en la solución de los problemas genéricos de ISE “Interacción suelo estructura”.

La ISE “interacción suelo estructura” se resuelve, fundamentalmente introduciendo datos mecánicos del comportamiento del terreno, tales como los coeficientes de rigidez del suelo en las direcciones horizontal, vertical y giros respecto a coordenadas de direcciones globales.

Los métodos de cálculo de cimentaciones, está basado en la teoría de elasticidad y teoría de medios continuos. Influyeron en gran medida en el desarrollo de estas áreas, los científicos soviéticos N.M. Gersevanov, N.A. Tsitovich, N.N. Maslov, V.A. Florin, N.I. Gorbunov-Posadov, y otros.

Uno de los principales problemas de la Mecánica de Suelos, estudiada por los científicos, fueron: el uso de la teoría de la elasticidad en el cálculo de cimentaciones y la Investigación del trabajo conjunto de la edificación y el suelo compactado.

Según Deoda, V.R., Adhikary, S., Kumar, R., & Kumbhar, O.G. (2019) mencionan que: “Precast reinforced concrete (RC) structures are becoming popular in various parts of the globe due to its good quality control and less erection time as compared to monolithic RC structures.” (p. 1).

El uso de tales sistemas de construcción no está ganando impulso debido a las dudas de los diseñadores estructurales con respecto a su seguridad sísmica. En el caso de una estructura prefabricada, las juntas no son monolíticas y, por consiguiente, la distribución general de la fuerza en el sistema de armazón viga-columna será diferente a la de la estructura de armazón RC monolítica.

No obstante, la respuesta también dependerá de la condición de fijación al nivel del suelo, su interacción suelo - estructura. Lo cual propone un nuevo proceso iterativo

de análisis lineal para determinar las fuerzas elementales internas, a saber. (momento flector, esfuerzo cortante y carga axial), para estructura prefabricada.

Según la revista Científica de la UCSA (2020), nos indica lo siguiente: “La Interacción Suelo Estructura es el análisis más completo para determinar el comportamiento real de la estructura ante la aplicación de las cargas dinámicas”. Indicándonos que ante una ISE nos presenta un análisis con eficiencia absoluta en el comportamiento de una edificación.

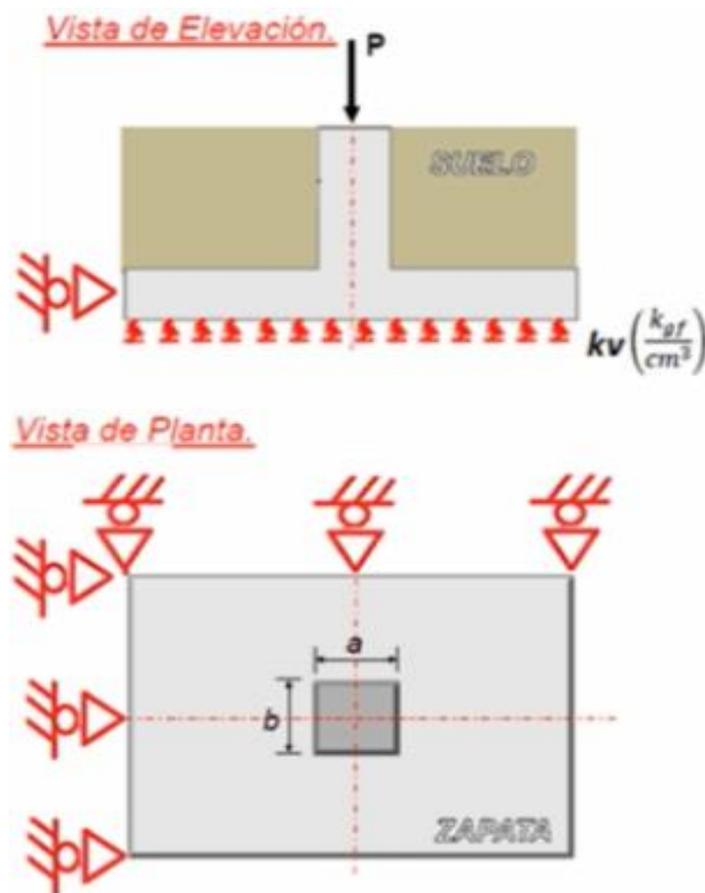


Figura Nro. 12. Modelo de Winkler.

Los fuertes eventos sísmicos ocurridos en todo el continente, han dejado en certidumbre la directa relación entre las distorsiones y el nivel de daño estructural y no estructural en las edificaciones. Esto sucedido ha originado que tanto las operaciones de cálculo como los valores máximos de la distorsión de entrepiso se hayan tenido que revisar y conceptualizar para el ser humano. Es por ello que García y Moscoso indican que: Se le denomina como deriva al cociente entre la

diferencia de desplazamiento laterales de dos niveles consecuentes de la estructura entre la altura de dicho entrepiso (2016, p. 24).

Así mismo, es transcendental destacar que diseñar de bajo una norma no siempre nos protege contra el perjuicio producido por sismos de gran magnitud. Ya que los códigos no pueden por si solo certificar la seguridad contra el daño descomunal, puesto que son reglamentos que perciben actualizaciones perennes, de acuerdo con los progresos tecnológicos y las sabidurías que dejan las investigaciones y los estudios de los efectos generados por sismos, que deben utilizarse como software para el modelamiento. Así lo indican los autores en su investigación: En lo estructural el módulo de elasticidad es uno de los parámetros más vitales en el proceso de análisis y diseño estático o dinámico de edificios, puesto que este valor tiene relación directa con la rigidez y ésta a su vez con las deformaciones y las derivas (Saavedra y Ramírez, 2017, p. 16).

Rodelo, R. y compañía mencionan que, “un valor incorrecto de E_c “módulo de elasticidad” llevaría también a obtener valores erróneos de periodos de vibrar de la estructura, y por tanto valores incorrectos de las fuerzas sísmicas de diseño en el análisis modal espectral que usualmente se lleva a cabo en los despachos de diseño estructural”, (p. 19).

En casos de terremotos inexorables, es admisible que gran parte de esta disipación de energía se ejecute con deformaciones inelásticas capaz de producir daño, siempre que este no ronde a valores cercanos al colapso. Esto se traduce en brindarle a las estructuras una rigidez tal que restrinja sus desplazamientos laterales, pero a su vez, tengan una alta capacidad de disipación de energía mediante deformaciones inelásticas, logrando proporcionarle una cierta ductilidad.

Los terremotos ocurridos a lo largo del mundo han hecho incuestionable la estrecha relación entre los desplazamientos laterales (derivas inelásticas) y el perjuicio estructural y no estructural. Por ende, cada proceso de cálculo es mejorado a lo largo del tiempo, con el fin de poder llegar a un punto “óptimo” en el diseño, contemplando los daños que puede producir un evento sísmico.

Norma de Diseño Sismorresistente E.030

Se tomaron en cuenta los aspectos de mayor importancia para el estudio y la filosofía del Diseño Sismorresistente de la Norma Técnica consistente en:

- Prevenir la pérdida de vidas humanas.
- Mantener seguro la continuidad de los servicios básicos
- Minorizar los daños a la propiedad.

Según Gálvez Cortes, G. y compañía sostienen que, “los reglamentos de diseño por sismo incluyen el efecto de la torsión sísmica a través de un momento de torsión”, (p. 53).

Donde nos indican la presente Norma registra que da protección total frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras; por ende, estudia los siguientes parámetros:

La **zonificación** se toma la idea del autor Chura Mendoza, (2020) que sostiene que, “La corteza terrestre está constituida por las llamadas placas tectónicas, las cuales, en su interacción, producen los sismos y volcanes”, (p. 162).

Lagomarsino, S. y Resemini, S. (2009) afirman que, “vulnerability analysis has the aim of acquiring knowledge of the buildings in a región”, (p. 12).

Nuestro territorio peruano se divide hasta la fecha en cuatro zonas. La zonificación manifestada se fundamenta en la distribución espacial de la sismicidad que se muestra a continuación.

La norma técnica peruana E.030 indica en la Tabla N° 1 los Factores de zona denominada “Z”, debido a la asignación por zona; y esta norma precisa lo siguiente:

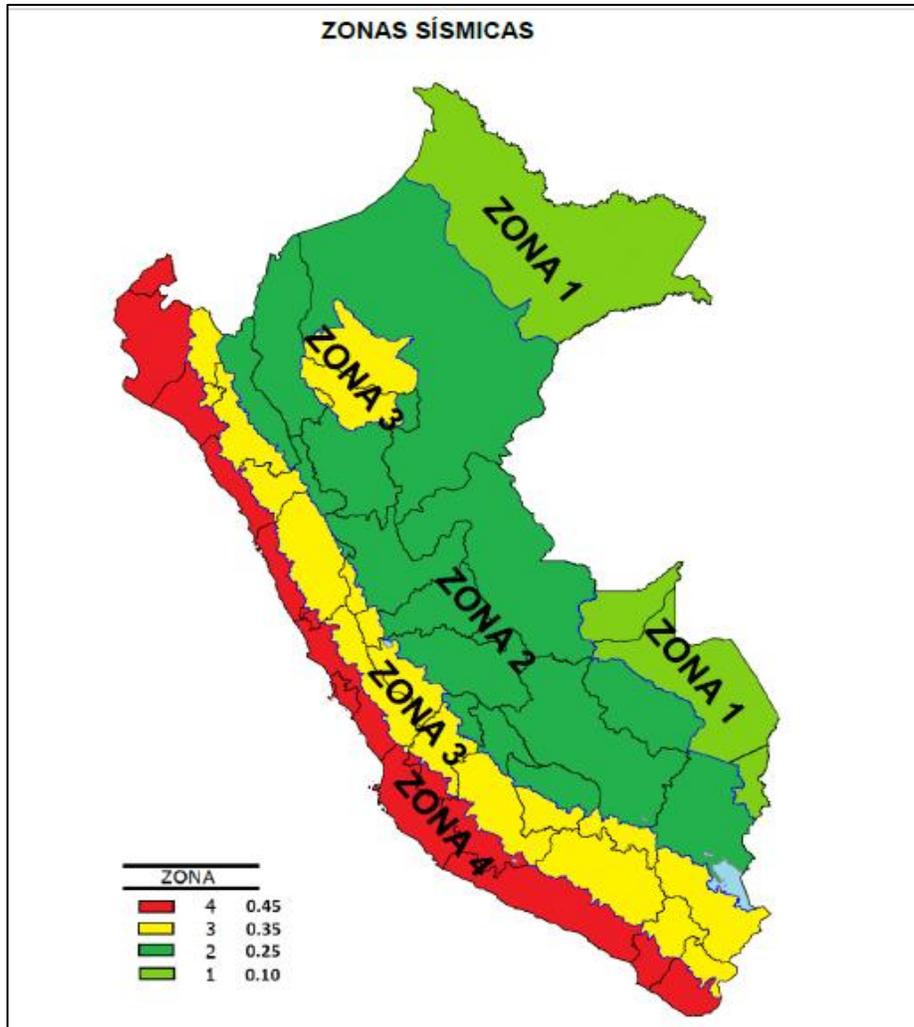


Figura Nro. 13. Zonas sísmicas.

Cada zona es asignada por un factor de zonificación (Z), como se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 5 décadas (Norma E.030, 2017, p. 10).

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla Nro. 3. Factores de zona sísmica.

Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio: “Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés” (Norma E.030, 2017, p. 11). **Condiciones Geotécnicas:** Como objetivo primordial es comprobar los parámetros de diseño, teniendo en cuenta que se realizan en grandes plantas industriales, como empresas de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes. Por ello la Norma precisa que: Son estudios equivalentes a los de microzonificación, aunque no precisamente en toda su extensión. Estos estudios son limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales (Norma E.030, 2017, p. 11).

Parámetros de Sitio (*S*, *TP* y *TL*) Se determina que el tipo de perfil que describa preferiblemente las condiciones locales, mediante los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo *S* y de los períodos *TP* periodo corto y *TL* periodo largo dados en las Tablas correspondientes al Reglamento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación

3.1.1. Método.

Para Carrasco, S. (2017) para el presente trabajo de investigación el diseño usado es cuantitativo, por lo cual se analiza y recopila datos sobre variables cuantitativas y se hará un estudio de análisis a través de cuadros, recolección de datos y fichas de observación y determinación de fórmulas numéricas con la finalidad de responder preguntas de sobre la investigación y evaluar la posibilidad de la aceptación de las hipótesis. (p. 46).

El autor nos menciona que el tipo de diseño cuantitativo pueden ser de dos formas, las cuales son el diseño experimental y no experimental.

3.1.2. Diseño de la investigación

La presente investigación tiene un diseño experimental.

Para Borja (2012) la investigación experimental “es el experimento en donde se manipulan las variables a través de la existencia de dos grupos de estudio teniendo características equivalentes” (p. 28).

Con esto el autor nos indica que se utilizara varios de los estudios ya existentes con la intención de mejorar de cierta forma la contrariedad presentada en la evaluación de derivas en el análisis sísmico de un edificio dual de acuerdo a la Norma E-030 aplicando el software SAP 2000

3.1.3. Tipo de investigación.

Investigación aplicada.

Para Rodríguez (2012) indica que: la investigación aplicada, tiene una relación con la básica, dado que es dependiente de los hallazgos y progresos de la investigación

básica y se consolida con ellos, pero se describe por su utilidad en la aplicación, utilización y resultados prácticos de los conocimientos (p. 35).

La investigación se realizará del tipo aplicada, dado que basamos en conocimientos aplicativos a través de normas e instrumentos técnicos para la recopilación de datos, dando resultado al sustento cuantitativo que nos dará las conclusiones del estudio.

3.1.4. Nivel de investigación.

Arias F. (2013) indica que los estudios explicativos son aquellos que tienen como objetivo darle solución al problema encontrando sus causas realizando estudios descriptivos gracias a la relación causal. (p. 22).

3.2. Variables y operacionalización de la Variable.

3.2.1. Variables.

3.2.2. Variable Independiente.

Análisis sísmico.

3.2.3. Variable Dependiente.

Evaluación de derivas.

3.2.4. Dimensiones.

- **Variable independiente**
 - Respuesta estática.
 - Respuesta dinámica.
 - Interacción suelo-estructura.
- **Variable dependiente**
 - Respuesta elástica de estructuras.
 - Respuesta inelástica de estructuras.
 - Condición estructural.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población.

Para la población de la presente tesis se tomará los lotes del Jr. Progreso Abancay en la cual se construirá un edificio dual.

Hernández (2013) indica que “Dentro de la tesis de investigación es de suma importancia instaurar cuál y determinar la población y tomar una muestra de dicha población [...]” (pág. 2).

Muestra.

Según Franco (2011, par.6) afirma que: “la muestra es el reflejo de las características de la población extraída, en donde nos indica si es representativa.”

La dimensión de la muestra para la investigación se tomó como muestra la propiedad ubicada en (Jr. Progreso Lt 14 Barrio Policial) en la cual se construirá un edificio dual

Muestreo

El muestreo es una recopilación a nivel poblacional, con él se obtiene elementos de la población a estudiar para la elaboración de la investigación del cual realizar la evaluación si dicha población cuenta con alguna posibilidad de ser examinada a estudiar.

3.3.1 Criterios de inclusión.

Se define como las características particulares con las que debe contar dicho sujeto u objeto a ser estudiado para sea parte del proyecto a investigar. Dichas características pueden ser de temas técnicos, socioeconómicos, etc., a la vez es conveniente señalar explícitamente la aprobación de la población.

3.3.2 Criterios de exclusión.

El criterio de exclusión busca señalar las condiciones que representan los participantes, pobladores u objeto de estudio, que presente resultados diferentes al resto, y esto es legibles para la realización de cualquier tipo de estudio.

3.3.3 Unidades de análisis.

La unidad de medida y/o análisis corresponde a la entidad representativa de lo que será el objetivo específico para dicho análisis en mención que específicamente hace referencia a lo que es el objeto de interés para fines de esta investigación. Determinadamente el tipo de análisis al que se someterá el proyecto de investigación será determinante para su unidad.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

3.4.1. Técnica de recolección de datos.

Arias, F. (2013) sostiene que la técnica de recolección de datos, son a las que se les da la obtención de seguimiento a un proceso, para lograr objetivos indicados y asertivos que demuestren una información con alta veracidad y objetividad, que será fundamental para el propósito de esta investigación. (p. 67).

En la presente investigación se planteó utilizar norma E030 del estatuto nacional de edificación del Perú aplicado al análisis sísmico con la interacción suelo-estructura bajo solicitaciones sísmicas, como también para la obtención de información del método de análisis estático y dinámico, de las cuales dichas fichas se encuentran en la parte de anexos del proyecto a investigar.

3.4.2. Instrumentos de medición.

Bernal (2010) nos señala que “Es preciso efectuar nuestra recopilación de datos puesto que así se podrá comprobar a lo que se quiere llegar con la tesis de investigación” (pág. 194).

En la actual tesis de investigación se utilizará para la recolección de valores para la evaluación de derivas será el software SAP 2000 el cual está diseñado para el análisis, modelamiento de edificios

Para la investigación se utilizarán los instrumentos siguientes:

- Análisis y recopilación de datos.
- Estudio de mecánica de suelos.

- Llenado de formatos requeridos por el asesor.
- Subsanación de fichas de observación.
- Se utilizará herramientas computacionales que facilitará el tiempo de ejecución para cada caso de análisis.

3.4.3. Validez y confiabilidad.

Según Hernández (2010) nos manifiesta que “La validez es un instrumento que mide la variable presentada, en general es el grado a medir” (p. 163).

Para poder situar y precisar los resultados por elaborar a través del proceso de cálculo es necesario obtener la aprobación de las fichas aprobadas por expertos y se cita a Medif E. (2018). Corresponden a las características de los instrumentos del proyecto de investigación, del cual se refiere a los parámetros objetivos de la distorsión de entre piso, masa sísmica, entre otros, obtenidos a consecuencia de las variables de estudio para realizar su medición debidamente verídica.

Dichas fichas mencionadas en el párrafo anterior se emplearán y observarán los respectivos resultados tomando en cuenta el criterio asociado por nuestra norma peruana de diseño sismorresistente y verificada por los ingenieros expertos correspondientes a la rama.

3.5. Procedimientos.

La recopilación de la investigación se llevó a cabo a través de una simulación a la estructura y se verificaron las dimensiones, elementos y características físicas. Por otro lado, para encontrar el tipo de suelo se procedió a realizar un estudio de suelos en un laboratorio para su posterior evaluación. Por último, se realizó trabajos de gabinete apoyándonos del software SAP2000 V22 VERSIÓN DE EVALUACIÓN obteniendo la información que nos logró brindar una conclusión para el presente informe de investigación.

Se tomarán las medidas necesarias para la veracidad, de la recopilación de datos del proyecto de investigación para ello, se buscará la utilización de fichas, ensayos y aplicación de cálculo, para ser validados.

3.5.1. Confiabilidad.

Según Bernal (2010) nos señala que “la confiabilidad es el cuestionario obtenido por las personas con sus puntuaciones en distintas ocasiones. [...]” (p. 247).

3.6. Métodos de análisis de datos.

Hernández (2014) señala que: “Análisis estadístico actualmente los investigadores no hacen de forma definida, sino que la sistematización la efectúan concisamente, transfiriendo valores de datos registrados en los instrumentos aplicados., cuestionarios, escalas de actitudes, pruebas de laboratorio o equivalentes a una matriz de un programa computarizado de análisis estadístico, IBM, SPSS, MINITAB”. (p. 258).

Por lo cual la recopilación de la investigación se llevó a cabo a través de una simulación a la estructura y se verificaron las dimensiones, elementos y características físicas. Por otro lado, para encontrar el tipo de suelo se procedió a realizar un estudio de suelos en un laboratorio para su posterior evaluación. Por último, se realizó trabajos de gabinete apoyándonos del software SAP2000 obteniendo la información que nos logró brindar una conclusión para la presente investigación.

3.7. Aspectos éticos.

El proceso de este proyecto de investigación se tomará en cuenta la información levantada, por parte del investigador considerando su honestidad ya que los datos obtenidos han sido citados a los autores responsables siguiendo la norma ISO 690-692.

IV. RESULTADOS.

Agular, Z. comenta acerca de, “the seismic design codes provide guidelines for the construction of seismic design spectra, which are indicators of seismic demand levels of a particular region”, (pag. 91).

El diseño estructural de este proyecto (edificio de 5 pisos) se inclina a una regla, proporcionar una adecuada rigidez, ductilidad, estabilidad, continuidad con el fin de hacer frente a cargas laterales (cargas sísmicas) como también a las cargas propias de gravedad (carga permanente y carga variable)

El capítulo 53 del CIP (2017), afirma que “El objetivo del diseño sismorresistente es que las estructuras resistan, sin daños” (pág. 15).

4.1. Descripción del proyecto

Debemos de tener una cosa en claro, el termino vivienda antisísmica no es del todo correcto, porque al momento no existe un edificio que pueda soportar las cargas laterales producidas por un evento sísmico sin que este provoque daño. La idea del diseño sismorresistente es construir edificios que puedan resistir un sismo el tiempo suficiente para que los habitantes del mismo tengan el tiempo de evacuar. Permitiendo fallo estructural, pero sin que este llegue al estado del colapso.

El diseño sísmico aplicado a esta investigación obedece a los Principios de la Norma E.030 D.S. 2018, conforme a los cuales:

- La estructura a analizar no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en la zona de estudio.
- La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio a lo largo de su periodo de vida útil o de servicio, experimentando daños dentro de límites aceptables (daño sin llegar al colapso).

Estos principios guardan estrecha relación con la filosofía de Diseño Sismorresistente de la Norma:

- Evitar pérdida de vidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Todo el resultado de cálculo se verá expresado en la elaboración de planos estructurales que cumplan con lo establecido en la normativa vigente.

Guillermo y German (2011), sostienen que “Generalmente son arquitectos, ingenieros y otros especialistas, quienes transforman las concepciones de los dueños en proyectos detallados y específicos mediante planos y especificaciones que los constructores pueden materializar” (pág. 25)

4.1.1. Diafragma rígido.

La cimentación el elemento de zapatas y vigas de cimentación, por lo cual se considera en el primer diafragma rígido en la base de la construcción, con la rigidez necesaria para controlar los efectos tales como asentamientos diferenciales.

Los techos están formados por losas aligeradas unidireccionales que además de soportar cargas verticales y transmitir las a vigas, muros y columnas, cumplen la función de formar un Diafragma Rígido continuo integrado a los elementos verticales y compatibilizando sus desplazamientos laterales.

El capítulo 50 del CIP (2017), menciona que, “En el mundo existen muchas edificaciones con sistemas de aislación sísmica que han estado expuestas a sismos de gran magnitud y han mostrado un comportamiento muy favorable” (pág. 9).

4.2. Configuración del edificio.

El sistema Estructural predominante en los ejes X e Y es el Sistema Dual de Concreto Armado de esta manera la norma principal que rige su diseño es la E.060 de diseño en concreto armado del RNE.

4.2.1. Sistema Dual.

Núñez Herrera (2019), menciona que, “a mayor altura más grandes son las placas para rigidizar la estructura, conllevando a la disminución de las áreas aprovechables

y la disminución de la transparencia de su perímetro y el incremento del costo de las estructuras”, (pág. 972).

La aplicación de este sistema estructural se basa con el fin de poder contar con la rigidez que proporciona el muro estructural y/o muro de corte, cuyo fin es el limitar los desplazamientos producidos por un sismo severo.

Se han incluido laterales de $e=25\text{cm}$. en los extremos para mejorar la rigidez en ese sentido, y de acuerdo al predimensionamiento de las placas en forma de “L” y columnas rectangulares de acuerdo a la configuración arquitectónica y de esta forma asegurar un buen comportamiento estructural.

M. Bozzo y H. Gonzales (2019), indican que, “Avoiding structural damage during the occurrence of a severe seismic movement is a constant task that involves engineers in the search for new solutions”, (pag. 81).

Además, se cuenta con vigas peraltadas de VP30x40 para ambos ejes, VP25x40 para las uniones con elemento tipo placa y VCH30x20 en cantiléver, además se han considerado muros de corte de espesor de 25cm (Placas de concreto armado) en los extremos del edificio.

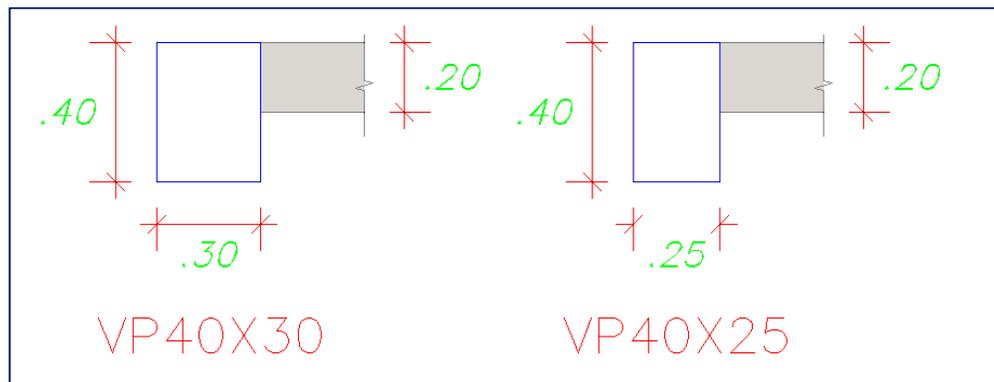


Figura Nro. 14. Sección de vigas de concreto armado.

Las losas aligeradas unidireccionales se han dimensionado con un espesor de 0.20m.

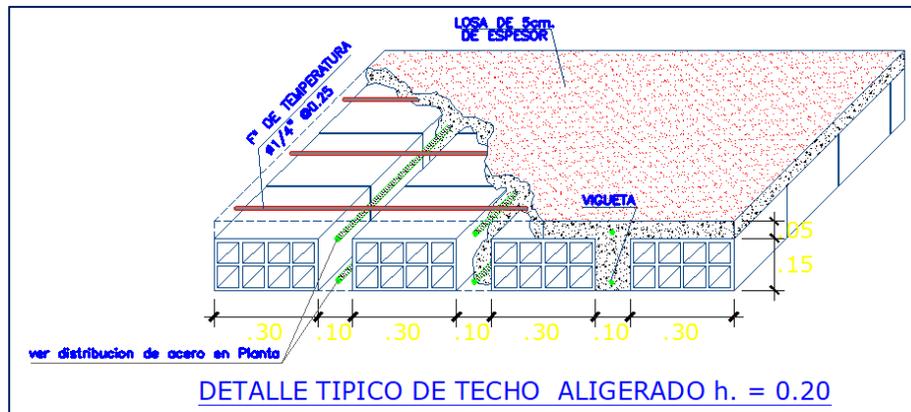


Figura Nro. 15. Sección de losa aligerada.

Todo el concreto de la estructura tiene una resistencia a la compresión de 210kgf/cm².

La configuración estructural busca satisfacer los siguientes requisitos:

- Contar con una planta Simple
- Tener simetría en distribución tanto de masas como en disposición de muros, compensada con la adición de pórticos.
- Regularidad en planta y elevación sin cambios bruscos de rigidez, masa o discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los elementos verticales hacia la cimentación.
- Rigidez similar en las dos direcciones principales de la edificación.
- Cercos y tabiques aislados de la estructura principal donde se indica.

4.2.2. Irregularidades estructurales.

Evaluación de la configuración:

Irregularidad de rigidez-Piso Blando. No aplica.

Irregularidad de Masa. No aplica.

Irregularidad Geométrica Vertical. No aplica.

Discontinuidad en el sistema resistente. No aplica.

Irregularidad Torsional. No aplica.

Esquinas entrantes. No aplica.

Discontinuidad en el diafragma. No aplica.

La estructura se clasifica como: **RREGULAR EN EL EJE YY**

La estructura se clasifica como: **RREGULAR EN EL EJE XX**

<i>Dirección XX</i>		<i>Dirección YY</i>	
<i>la</i>	<i>lp</i>	<i>la</i>	<i>lp</i>
1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla Nro. 4. Factor de la e lp .

4.3. Analisis estructural.

Se empleó el programa de análisis estructural SAP2000 V22 “Versión de Evaluación” que usa el método matemático matricial de rigidez y de elementos finitos. Se modeló la geometría de la estructura (columnas, vigas, placas, losas, etc.) y las cargas actuantes (carga variable, carga permanente, cargas laterales).

Cabe resaltar que para esta investigación se usa software original lo cual fue obtenido mediante su página oficial <https://www.csiespana.com/evaluation-versions> brindando una versión de evaluación de más de 70 días, tiempo suficiente para la elaboración de esta investigación. Los resultados obtenidos en esta presente investigación son para uso único y exclusivamente académico.

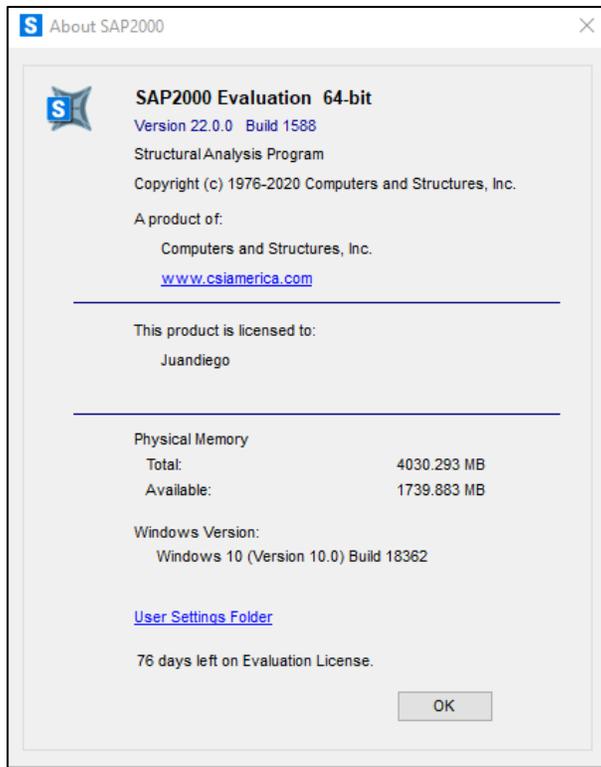


Figura Nro. 16. Versión de evaluación SAP2000.

Independientemente de la finalidad para la que fueran destinados, la reproducción total o parcial, uso, explotación, distribución y comercialización de esta investigación requiere en todo caso la autorización escrita previa por parte de los autores. Cualquier uso no autorizado previamente se considera un incumplimiento grave de los derechos de propiedad intelectual o industrial de los autores.

Se comparte el aporte de Pozo Frank (2019). menciona que: “es necesario tener una estructura dúctil con una mayor capacidad de disipación de energía que resguardé la vida de los ocupantes” (pág. 5).

Una edificación es considerado dúctil siempre y cuando esta permita la formación de rótulas plásticas en los extremos de las vigas, con el fin de disipar la energía y a su vez evita la falla en nudos y posterga la formación de rótulas plásticas en los extremos de las columnas.

4.3.1. Cargas aplicadas al modelo.

Se precisan las cargas considerada en el análisis por gravedad.

- Concreto armado, 2400 Kg/m³
- Carga muerta, Piso acabado 100 kg/m²
- Sobre carga en techos 200 kg/m² (Viviendas)
- Sobre carga en escaleras 200 kg/m²
- Sobre carga en Corredores 200 kg/m²
- Sobre carga en azotea 150 kg/m²

Las características de los materiales consideradas en el análisis y diseño estructural fueron:

- Resistencia a la compresión del Concreto, $f'c=210\text{kgf/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto, $E_c = 15000 * \sqrt{f'c} = 217370.6512$
- Esfuerzo de fluencia del Acero, $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ con elongación mínima del 9%.

Siguiendo el criterio constructivo, no se permite traslapar refuerzo vertical en zonas confinadas en extremos de soleras y columnas.

4.4. Modelo estructural.

Se emplea un modelo matemático que representara el modelo real, considerando elementos tipo línea como las vigas y columnas, además elementos tipo área como muros de corte, entre otros. Todos los elementos estructurales trabajan bajo coordenada ortogonales “eje recto”.

Para modelar los muros de corte se emplearon elementos tipo Shell (Áreas) que incluyen el efecto de membrana y de flexión.

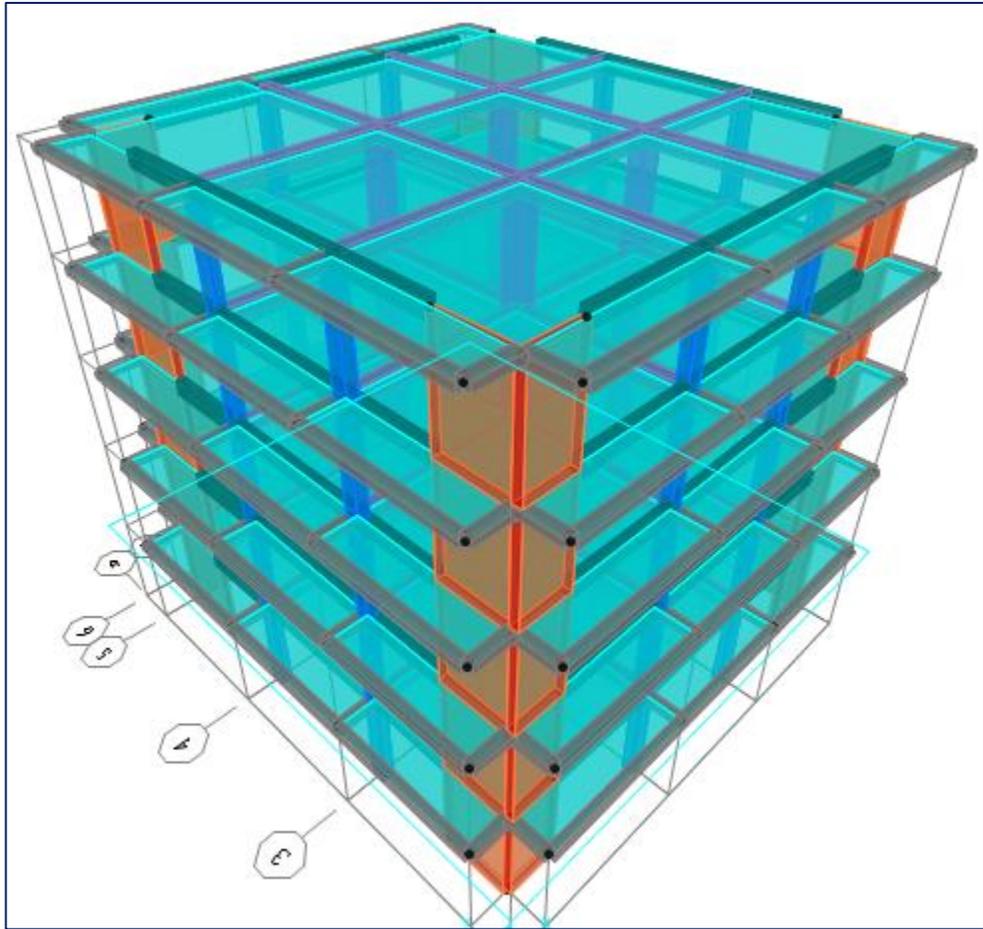


Figura Nro. 17. Modelo estructural, perspectiva 1.

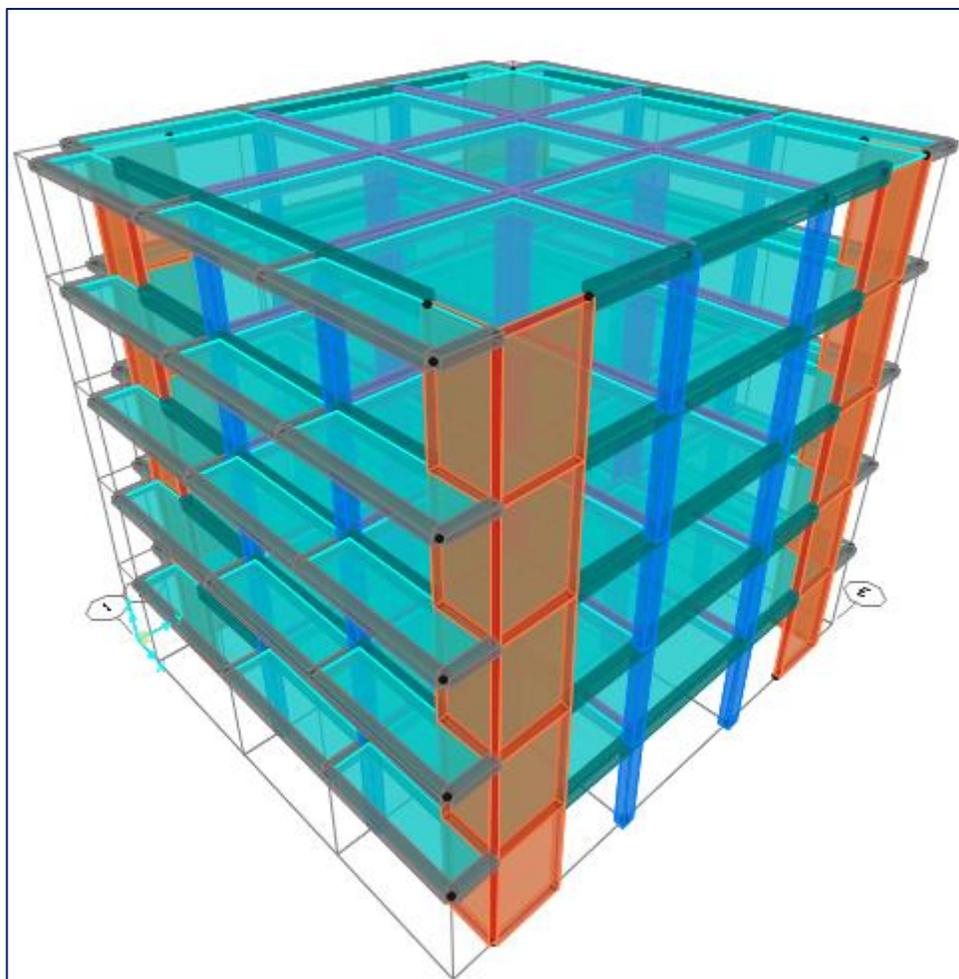


Figura Nro. 18. Modelo estructural, perspectiva 2.

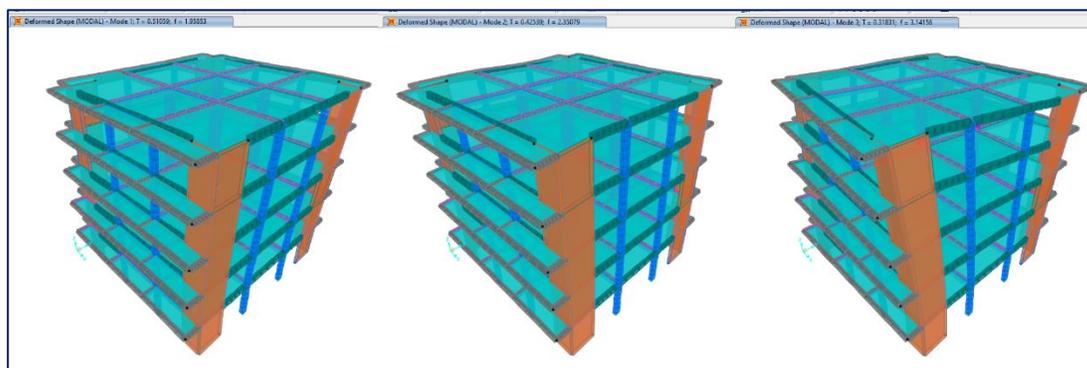


Figura Nro. 19. Modos de vibración.

4.4.1. Masas para el comportamiento dinámico modal.

Las masas provenientes de las losas, piso terminado, y de la sobrecarga se concentran a nivel del centro de masas de cada losa; y las masas provenientes del

peso propio de las vigas y columnas se consideran distribuidas en toda su longitud. Luego el programa lleva la masa de los elementos estructurales hacia los nudos extremos.

En el cálculo la masa de la estructura se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.

MASA SÍSMICA
$100\%CM+25\%CV$

Tabla Nro. 5. Masa sísmica.

4.5. Analisis sismico.

En nuestro país, el código de diseño sísmico es la actual norma E.030, que establece un espectro de diseño que depende de los factores sísmicos como son el tipo de suelo, factor de importancia y otros parámetros que determinan su geometría. Por el cual M. Azhdarifar and A. Meshkat-Dini, (2015) comenta sobre, “one of the most common issues in engineering seismology is the assessment of the physical characteristics of strong ground motions in near-fault zones and their effects on the performance of specific structures especially medium to high-rise buildings”, (pag. 70).

Es por ello que El Código de Diseño Sísmico (E.030) clasifica el comportamiento sísmico del suelo mediante el uso de un valor promedio de la velocidad de las ondas de corte de los primeros 30 metros.

Se aplicó el método ASD por superposición modal con espectro de respuesta.

Factor de Zona	Z=0.25 (Zona 2)
Factor de Uso	U=1.00 (Categoría C)
Factor de Suelo	S=1.20 (Según zonificación S2)
Periodo que define la plataforma del espectro	Tp=0.60
	Tl=2.00
Factor básico de reducción de fuerza sísmica.	Rxx=7 (Sistema Dual)
	Ryy=7 (Sistema Dual)

Tabla Nro. 6. Parámetros sísmicos.

Una vez obtenido los parámetros sísmicos se procede a realizar tanto el espectro de diseño como el espectro de aceleraciones, para lo cual se empleará la combinación cuadrática completa "CQC" dicha fórmula contempla de tres a cinco por ciento de amortiguamiento critico (usaremos cinco por ciento).

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

Figura Nro. x. Formula que define las Pseudo-aceleraciones.

C	T(seg)	Sa/g-XX	Sa/g-YY
2.500	0.00	0.1071	0.1071
2.500	0.05	0.1071	0.1071
2.500	0.10	0.1071	0.1071
2.500	0.15	0.1071	0.1071
2.500	0.20	0.1071	0.1071
1.875	0.80	0.0804	0.0804
1.765	0.85	0.0756	0.0756
1.667	0.90	0.0714	0.0714
1.579	0.95	0.0677	0.0677
1.500	1.00	0.0643	0.0643
1.429	1.05	0.0612	0.0612
1.364	1.10	0.0584	0.0584
0.412	2.70	0.0176	0.0176
0.397	2.75	0.0170	0.0170
0.383	2.80	0.0164	0.0164
0.369	2.85	0.0158	0.0158
0.357	2.90	0.0153	0.0153
0.345	2.95	0.0148	0.0148
0.333	3.00	0.0143	0.0143
0.323	3.05	0.0138	0.0138
0.139	4.65	0.0059	0.0059
0.136	4.70	0.0058	0.0058
0.122	4.95	0.0052	0.0052
0.120	5.00	0.0051	0.0051

Tabla Nro. 7. Pseudo-aceleraciones.

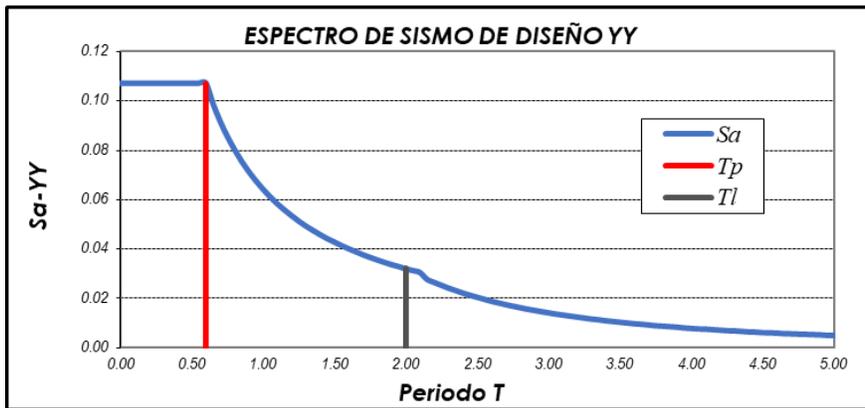
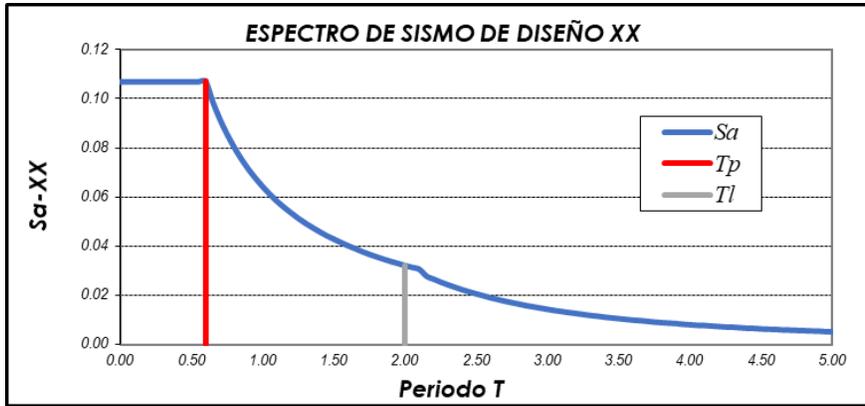


Figura Nro. 20. Espectro de sismo de diseño.

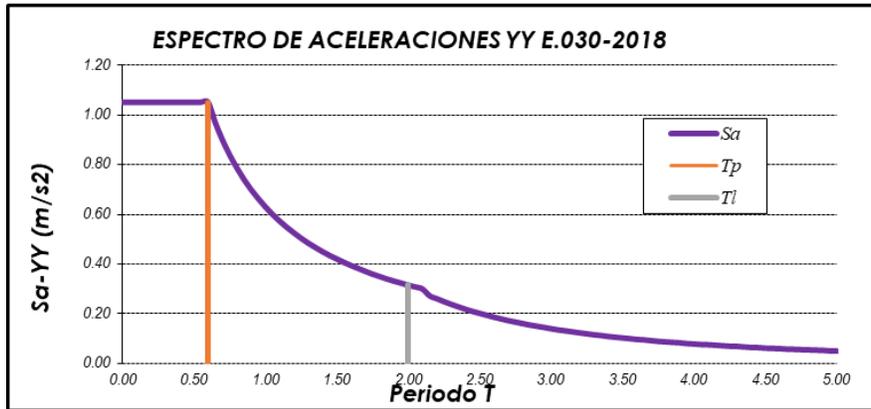
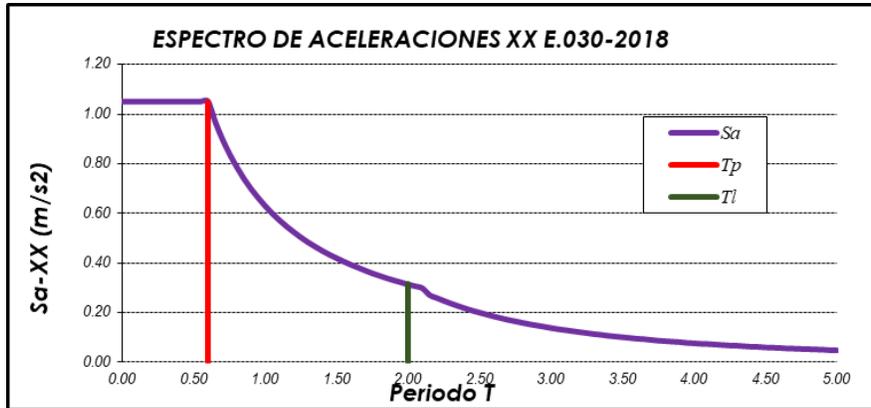


Figura Nro. 21. Espectro de aceleraciones.

4.5.1. Cortante basal.

Los resultados obtenidos por el comportamiento estático y dinámico fueron:

Story	Load Case/Comb	Location	VX tonf	VY tonf
Story1	SDX Max	Bottom	94.59	27.81
Story1	SDY Max	Bottom	28.38	92.70
Story1	SEX	Bottom	-123.93	0.00
Story1	SEY	Bottom	0.00	-123.93

Tabla Nro. 8. Cortante basal.

4.5.2. Masa participativa.

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
		sec						
Modal	1	0.4930	0.7411	0.0000	0.0000	0.7411	0.0000	0.0000
Modal	2	0.4090	0.0000	0.7213	0.0053	0.7411	0.7213	0.0053
Modal	3	0.2950	0.0000	0.0054	0.7055	0.7411	0.7267	0.7108
Modal	4	0.1270	0.1675	0.0000	0.0000	0.9087	0.7267	0.7108
Modal	5	0.0990	0.0000	0.1826	0.0010	0.9087	0.9094	0.7118
<i>Modal</i>	<i>6</i>	<i>0.0680</i>	<i>0.0000</i>	<i>0.0008</i>	<i>0.1930</i>	<i>0.9087</i>	<i>0.9101</i>	<i>0.9048</i>
Modal	7	0.0590	0.0572	0.0000	0.0000	0.9658	0.9101	0.9048
Modal	8	0.0450	0.0000	0.0577	0.0002	0.9658	0.9679	0.9050
Modal	9	0.0370	0.0209	0.0000	0.0000	0.9867	0.9679	0.9050
Modal	10	0.0310	0.0000	0.0001	0.0583	0.9867	0.9680	0.9633
Modal	11	0.0300	0.0000	0.0194	0.0000	0.9867	0.9874	0.9633
Modal	12	0.0290	0.0051	0.0000	0.0000	0.9918	0.9874	0.9633
Modal	13	0.0240	0.0000	0.0043	0.0000	0.9918	0.9917	0.9633
Modal	14	0.0210	0.0000	0.0001	0.0185	0.9918	0.9918	0.9818
Modal	15	0.0170	0.0000	0.0000	0.0042	0.9918	0.9918	0.9861
Modal	16	0.0150	0.0001	0.0000	0.0000	0.9919	0.9918	0.9861
Modal	17	0.0150	0.0000	0.0000	0.0002	0.9919	0.9918	0.9863
Modal	18	0.0150	0.0001	0.0000	0.0000	0.9920	0.9918	0.9863
Modal	19	0.0150	0.0000	0.0000	0.0003	0.9920	0.9918	0.9866
Modal	20	0.0140	0.0001	0.0000	0.0000	0.9921	0.9918	0.9866

Tabla Nro. 9. Factor de masa.

4.5.3. Fuerza cortante mínima.

Según lo mencionado por la norma técnica sismo resistente vigente, para cada caso de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Tomando en cuenta lo descrito en la actual norma vigente “E.030 D.S 2018” para considerar los efectos producidos por una cortante sísmica dinámica, esta deberá cumplir cierto límite para aplicarlo al diseño de los elementos estructurales.

La fuerza cortante dinámica deberá ser como mínimo el ochenta por ciento de la fuerza cortante estática, siempre y cuando nuestra estructura sea regular; por otro lado, la cortante dinámica deberá ser como mínimo el noventa por ciento de la cortante estática si nuestra estructura se considera irregular.

Si en el caso la cortante dinámica no llegara al mínimo establecido líneas arriba, se deberá escalar dichas fuerzas mediante un factor de escala “f.e” garantizando el límite que establece la normativa.

	Cortante Estatica	Cortante Dinaica	f.e
DIR-XX	123.93	94.59	1.048
DIR-YY	123.93	92.70	1.069

Tabla Nro. 10. Factor de escala para cortante sísmica.

4.6. Verificación de desplazamientos según la norma E.030 – 2018.

4.6.1. Distorsiones obtenidas según ASD.

Para las solicitaciones producidas por el comportamiento/análisis sísmico dinámico con espectro de respuesta.

Story	Load Case / Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDXX	X	0.00362	0.007	Ok
Story4	DDXX	X	0.00404	0.007	Ok
Story3	DDXX	X	0.00413	0.007	Ok
Story2	DDXX	X	0.00356	0.007	Ok
Story1	DDXX	X	0.00183	1.007	Ok

Tabla Nro. 11. Distorsiones por ASD en dirección XX.

Story	Load Case / Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDYY	Y	0.00293	0.007	Ok
Story4	DDYY	Y	0.00312	0.007	Ok
Story3	DDYY	Y	0.00303	0.007	Ok
Story2	DDYY	Y	0.00249	0.007	Ok
Story1	DDYY	Y	0.00124	0.007	Ok

Tabla Nro. 12. Distorsiones por ASD en dirección YY.

4.6.2. Distorsiones obtenidas según ASE.

Para las solicitaciones producidas por el comportamiento/análisis sísmico estático o de fuerzas equivalentes.

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Drift Lim ite	Obs.
Story5	DEX	X	0.004481	40	0.007	Ok
Story4	DEX	X	0.005038	40	0.007	Ok
Story3	DEX	X	0.005218	40	0.007	Ok
Story2	DEX	X	0.00456	40	0.007	Ok
Story1	DEX	X	0.002363	46	0.007	Ok

Tabla Nro. 13. Distorsiones por ASE en dirección XX.

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Drift Lim ite	Obs.
Story5	DEY	Y	0.003414	37	0.007	Ok
Story4	DEY	Y	0.003669	37	0.007	Ok
Story3	DEY	Y	0.003616	37	0.007	Ok
Story2	DEY	Y	0.003021	37	0.007	Ok
Story1	DEY	Y	0.001528	19	0.007	Ok

Tabla Nro. 14. Distorsiones por ASE en dirección YY.

4.7. Analisis sísmico interacción suelo-estructura (I.S.E)

Gutiérrez Rubén, (2019). Sostiene que “al momento de la transmisión vertical de cargas va disminuyendo con respecto [...] del diseño con empotramiento perfecto” (pág. 15).

Existen tres métodos, el modelo de WINKLER E: solo considera un coeficiente único de balasto “C1”, llamado también como coeficiente de subrasante o de compresión elástica uniforme, para nuestro modelo a calcular, emplearemos el método de WINKLER. Por otro lado, el modelo de PASTERNAK P.L. considera dos coeficientes de balasto “C1 y C2”, estos describen la deformación vertical, incluyendo el trabajo del suelo alrededor de la cimentación que para este caso es característico del coeficiente “C2”. también tenemos el modelo del Semiespacio elástico linealmente deformable, este método considera que el suelo se deforma linealmente debido a la

profundidad de sus estratos, pudiéndose tomar valores medios de sus características físico-mecánicas para los substratos requeridos.

Para realizar este proceso de cálculo debemos tener en cuenta ciertos valores que anteriormente desconocíamos, uno de ellos son los efectos y/o propiedades mecánicas del terreno “mod. de Poisson, mod. o coef. de balasto”.

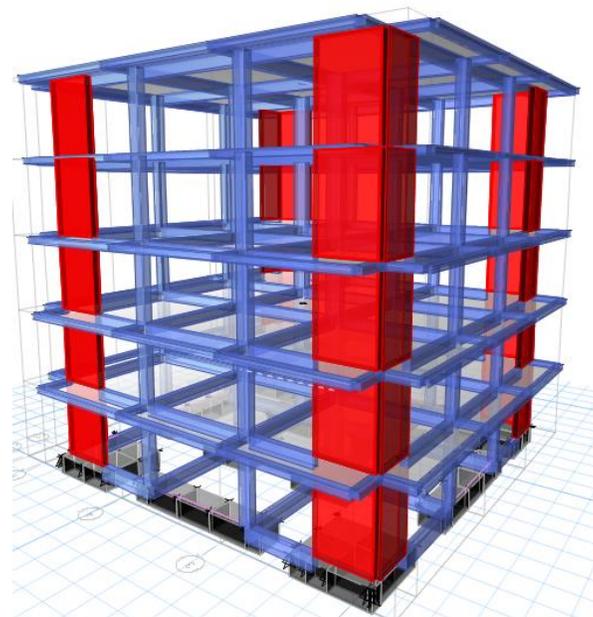
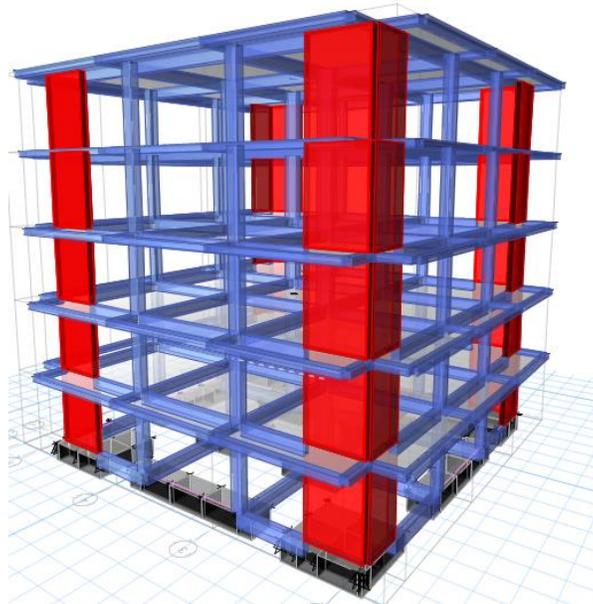


Figura Nro. 22. Vista 3D de la estructura con I.S.E.

Al momento de considerar la aplicación para el modelado de un sistema tridimensional “modelamiento 3D” a la estructura, se emplea una metodología de cálculo que consiste en limitar la base estructural, en pocas palabras se considera desplazamiento nulo “sistema con empotramiento en base”, de esa manera se realiza el cálculo de la súper-estructura sin considerar los efectos que pueda producir la sub- estructura “elementos de cimentación”.

Aunque, para un caso aplicado a la realidad, la estructura no siempre se comporta de la manera cual fue modelado y esto es por lo mismo que se considera empotramiento en base, los efectos producidos por la subestructura se pueden ver reflejados en el comportamiento de dicha estructura. Como son diferencia modal “aumento en los periodos de la estructura, fuerzas internas, etc.”

R, Reategui (2019) sostiene que, “understanding and correctly representing the real behaviour of an isolated structure has become a topic of greater interest”, (pag. 31).

Otro punto a considerar para la aplicación del sistema de análisis ISE “interacción suelo estructura” son los resultados que se usa para el diseño de cimentaciones, ya que es posible tomar en cuenta que los efectos de la súper-estructura como por ejemplo parte de la fuerza de las columnas es redirigida a la cimentación misma

4.7.1. Modos de vibración con I.S.E.

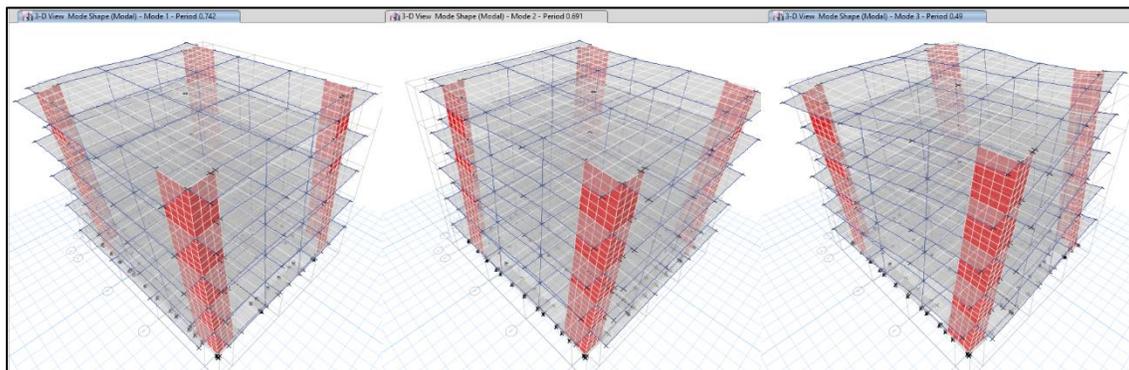


Figura Nro. 23. Modos de vibración de la estructura con I.S.E.

Según el E.M.S, tenemos una capacidad portante de 1.76 kg/cm², para hallar el módulo de balasto nos guiaremos de la siguiente tabla:

Modulo de Reaccion del Suelo					
Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Tabla Nro. 15. Equivalencias de módulo de reacción del suelo.

4.7.2. Distorsiones obtenidas según I.S.E.

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Drift Limite	Obs
Story5	DDX Max	X	0.004611	36	0.007	Ok
Story4	DDX Max	X	0.005183	36	0.007	Ok
Story3	DDX Max	X	0.005549	36	0.007	Ok
Story2	DDX Max	X	0.005399	36	0.007	Ok
Story1	DDX Max	X	0.004145	10	0.007	Ok

Tabla Nro. 16. Distorsiones por ISE en dirección XX.

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Drift Limite	Obs
Story5	DDY Max	Y	0.003914	37	0.007	Ok
Story4	DDY Max	Y	0.004172	37	0.007	Ok
Story3	DDY Max	Y	0.004195	37	0.007	Ok
Story2	DDY Max	Y	0.003821	37	0.007	Ok
Story1	DDY Max	Y	0.002699	12	0.007	Ok

Tabla Nro. 17. Distorsiones por ISE en dirección YY.

4.8. Medición de dimensiones.

4.8.1. Dimensiones para la evaluación de derivas

4.8.1.1. Respuesta elástica de estructuras.

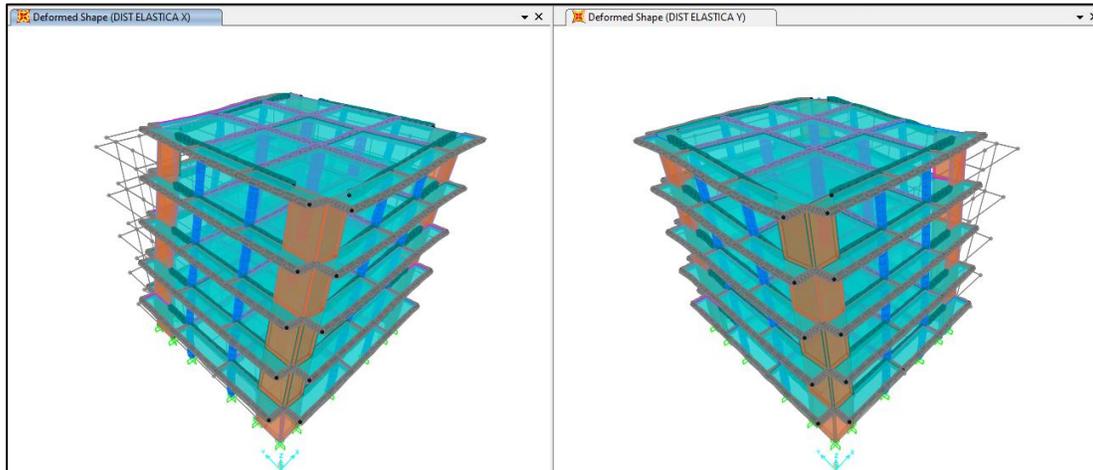


Figura Nro. 24. Respuesta elástica de estructuras.

- Distorsión elástica en centro de masa.

Story	Diaphragm	Load Case Combo	UX	UY	h	Dist.	D CM
			m	m			
Story5	Diafrag.	SX	0.01056	0.00222	2.80	0.0022	0.0008
Story4	Diafrag.	SX	0.00836	0.00171	2.80	0.0025	0.0009
Story3	Diafrag.	SX	0.00591	0.00118	2.80	0.0025	0.0009
Story2	Diafrag.	SX	0.00338	0.00066	2.80	0.0022	0.0008
Story1	Diafrag.	SX	0.00120	0.00023	3.00	0.0012	0.0004
Base	--	--	0.00000	0.00000	0.00	0.0000	0.0000
Story5	Diafrag.	SY	0.00317	0.00734	2.80	0.0017	0.0006
Story4	Diafrag.	SY	0.00251	0.00568	2.80	0.0018	0.0006
Story3	Diafrag.	SY	0.00177	0.00391	2.80	0.0017	0.0006
Story2	Diafrag.	SY	0.00102	0.00219	2.80	0.0014	0.0005
Story1	Diafrag.	SY	0.00036	0.00076	3.00	0.0008	0.0003
Base	--	--	0.00000	0.00000	0.00	0.0000	0.0000

Tabla Nro. 18. Respuesta elástica en centro de masa para ambas direcciones.

- **Distorsion elastica relativa**

Story	Load Case combo	DIR	D.E	Label	X m	Y m	Z m
Story5	DIST ELAST X	X	0.00081	40.00	14.45	24.05	14.20
Story4	DIST ELAST X	X	0.00090	40.00	14.45	24.05	11.40
Story3	DIST ELAST X	X	0.00092	40.00	14.45	24.05	8.60
Story2	DIST ELAST X	X	0.00079	40.00	14.45	24.05	5.80
Story5	DIST ELAST Y	Y	0.00065	37.00	1.20	24.05	14.20
Story4	DIST ELAST Y	Y	0.00069	37.00	1.20	24.05	11.40
Story3	DIST ELAST Y	Y	0.00067	37.00	1.20	24.05	8.60
Story2	DIST ELAST Y	Y	0.00055	37.00	1.20	24.05	5.80
Story1	DIST ELAST Y	Y	0.00028	19.00	1.20	18.30	3.00

Tabla Nro. 19. Respuesta elástica relativa para ambas direcciones

4.8.1.2. Respuesta inelástica de estructuras.

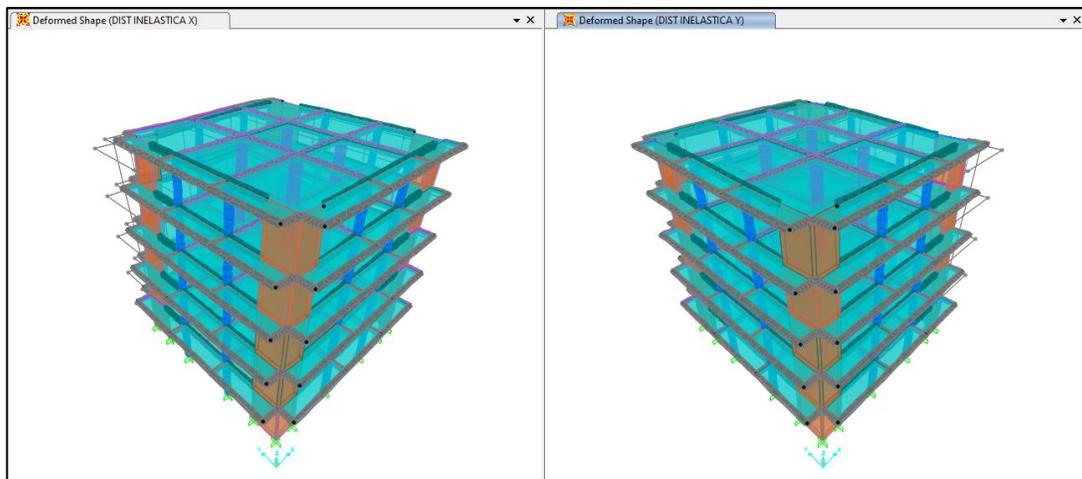


Figura Nro. 25. Respuesta inelástica de estructuras.

- **Distorsión inelástica en centro de masa.**

Story	Diaphragm	Load Case Combo	UX	UY	h M	Dist.	D CM
			m	m			
Story5	Diafrag.	SX	0.01056	0.00222	2.80	0.0022	0.0035
Story4	Diafrag.	SX	0.00836	0.00171	2.80	0.0025	0.0039
Story3	Diafrag.	SX	0.00591	0.00118	2.80	0.0025	0.0041
Story2	Diafrag.	SX	0.00338	0.00066	2.80	0.0022	0.0035
Story1	Diafrag.	SX	0.00120	0.00023	3.00	0.0012	0.0018
Base	--	--	0.00000	0.00000	0.00	0.0000	0.0000
Story5	Diafrag.	SY	0.00317	0.00734	2.80	0.0017	0.0027
Story4	Diafrag.	SY	0.00251	0.00568	2.80	0.0018	0.0028
Story3	Diafrag.	SY	0.00177	0.00391	2.80	0.0017	0.0028
Story2	Diafrag.	SY	0.00102	0.00219	2.80	0.0014	0.0023
Story1	Diafrag.	SY	0.00036	0.00076	3.00	0.0008	0.0011
Base	--	--	0.00000	0.00000	0.00	0.0000	0.0000

Tabla Nro. 20. Respuesta inelástica en centro de masa para ambas direcciones.

- **Distorsión inelástica relativa.**

Story	Load Case combo	DIR	D.E	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Story5	D INELAST X	X	0.0042	40.00	14.45	24.05	14.20
Story4	D INELAST X	X	0.0047	40.00	14.45	24.05	11.40
Story3	D INELAST X	X	0.0048	40.00	14.45	24.05	8.60
Story2	D INELAST X	X	0.0042	40.00	14.45	24.05	5.80
Story1	D INELAST X	X	0.0021	46.00	12.95	22.85	3.00
Story5	D INELAST Y	Y	0.0034	37.00	1.20	24.05	14.20
Story4	D INELAST Y	Y	0.0036	37.00	1.20	24.05	11.40
Story3	D INELAST Y	Y	0.0035	37.00	1.20	24.05	8.60
Story2	D INELAST Y	Y	0.0029	37.00	1.20	24.05	5.80
Story1	D INELAST Y	Y	0.0014	19.00	1.20	18.30	3.00

Tabla Nro. 21. Respuesta inelástica relativa para ambas direcciones

4.8.1.3. Condición estructural.

- **Masa sísmica**

Podemos obtener la masa sísmica directamente del programa creando una combinación en ella, tomando lo establecido en la norma E.030 que indica que para edificios comunes se tomara el 100% de carga viva y el 25% de carga muerta.

General Data

Load Combination Name: MASA SISMICA

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
Dead	1
Live	0.25

Add

Delete

OK Cancel

Figura Nro. 26. Medición de masa sísmica.

Story	Load Case/Combo	Location	Mass tonf- s ² /m
Story5	MASA S	Bottom	17.99
Story4	MASA S	Bottom	20.91
Story3	MASA S	Bottom	20.91
Story2	MASA S	Bottom	20.91
Story1	MASA S	Bottom	21.17
			101.90

Tabla Nro. 22. Verificación de masa sísmica.

Estos valores son importantes al momento de verificar el comportamiento de la estructura y para verificar irregularidades.

- **Peso sísmico.**

El peso sísmico se obtiene mediante un metrado de cargas, considerando peso estructural, carga muerta (acabados y tabiquería) y sobrecargas de uso (según E.020), pero es un proceso muy complejo, pero es medible mediante el software SAP2000, para lo cual solo creamos una combinación propia de la masa sísmica, pero con el factor de escala de la gravedad.

Story	Load Case/Combo	Location	Mass	P
			tonf-s ² /m	tonf
Story5	MASA S	Bottom	17.99	176.52
Story4	MASA S	Bottom	20.91	205.15
Story3	MASA S	Bottom	20.91	205.15
Story2	MASA S	Bottom	20.91	205.15
Story1	MASA S	Bottom	21.17	207.63
			101.90	999.59

Tabla Nro. 23. Peso sísmico.

4.8.2. Dimensiones para el análisis sísmico.

4.8.2.1. Respuesta estática.

Podemos medir la respuesta estática mediante las cargas horizontales producidas por solicitaciones sísmicas, dicha respuesta es medible mediante el software SAP2000 mediante la siguiente grafica.

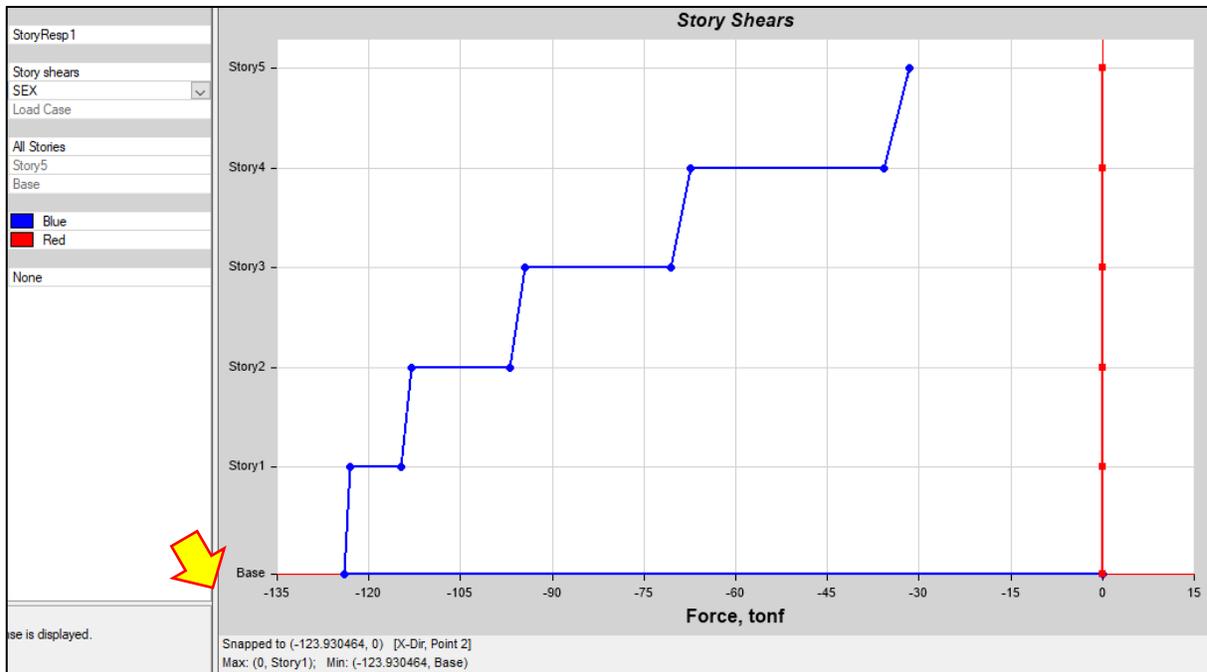


Figura Nro. 27. Respuesta estática.

Podemos apreciar que el valor de cortante estática en la base es de 123.93 toneladas, podemos hacer una verificación manual para corroborar que el proceso empleado en el software SAP2000 es correcto.

$$Pxcoef.C = V_{basal}$$

Donde, P es el peso sísmico de la estructura y Coef.C es el coeficiente sísmico, ambos valores fueron obtenidos anteriormente.

$$999.59ton \times 0.125 = 124.92ton$$

$$\frac{V_{basal_{SAP2000}}}{V_{basal_{manual}}} = 99.2\%$$

La semejanza de ambos resultados está al 99.2%, por lo tanto, se ha podido confirmar la veracidad de la aplicación de software.

- **Configuración estructural y parámetros sísmicos**

Para la realización del espectro de diseño se puede emplear hojas Excel, no obstante, el software puede tomar ambas dimensiones y medirla directamente.

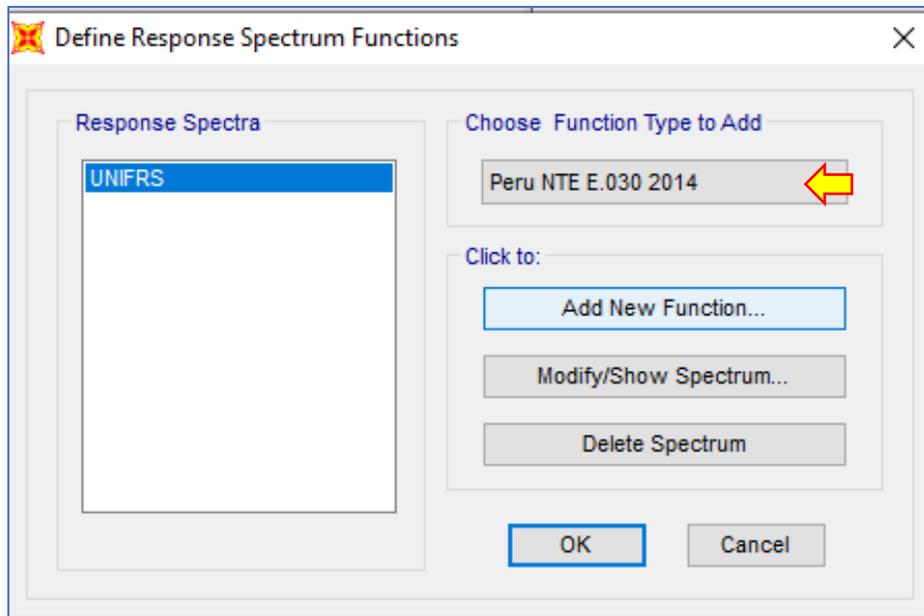


Figura Nro. 28. configuración del espectro.

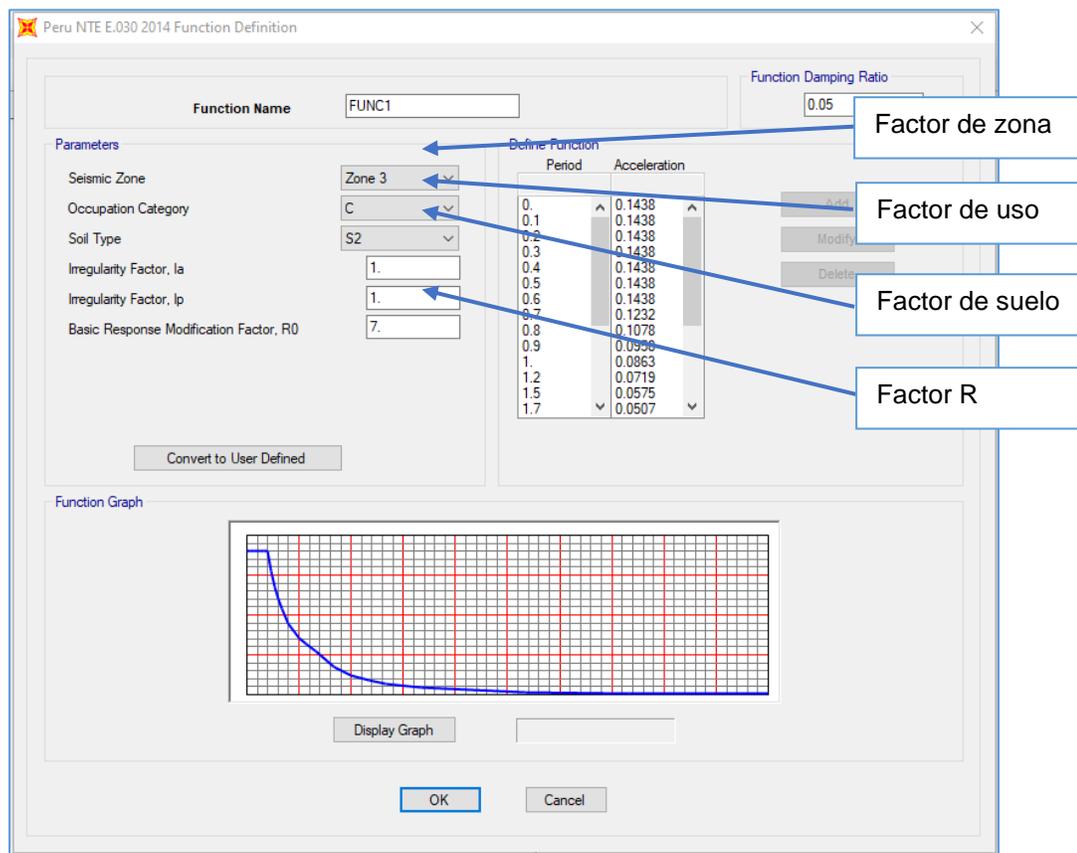


Figura Nro. 29. Asignación de parámetros sísmico.

4.8.2.2. Respuesta dinámica.

La norma indica que mínimo la masa de la estructura deberá moverse hasta llegar al 90% del total, estas dimensiones son medibles a través de tablas o gráficamente como se muestra en la figura.



Figura Nro. 30. Modos y frecuencias.

Tenga en cuenta que un modelo que incluya una masa sustancial "muy restringida" o casi rígida hará que sea difícil alcanzar la meta del 90% de participación masiva. Un pequeño ejemplo, el modelo está montado en un piso (Para el caso extremo de ISE), la rigidez del piso puede afectar las frecuencias naturales, por lo que incluye una parte del piso en el análisis. Si el piso tiene masa, pero es mucho más rígido que el modelo, la vibración insignificante del piso disminuirá la participación total de la masa. Para fines de medición, estamos tomando el modelo con empotramiento en base.

- **Desplazamientos.**

Podemos medir los desplazamientos para diferentes casos de análisis, como en el caso sísmico dinámico en dirección X. Lo cual indica que para una cortante basal dinámica, tenemos un desplazamiento total de $0.01\text{m} = 10\text{mm}$.



Figura Nro. 31. Desplazamientos en dirección XX.

De igual manera se puede medir los desplazamientos en dirección Y, para un cortante basal dinámico, tenemos un desplazamiento máximo de $0.008\text{m} = 8\text{mm}$.

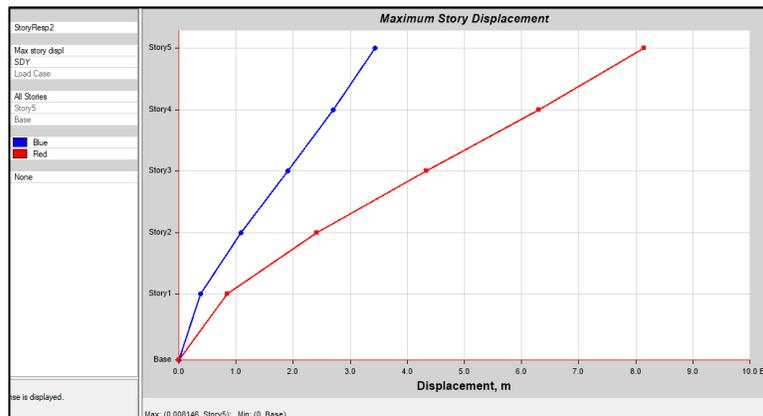


Figura Nro. x. Desplazamientos en dirección YY.

4.8.2.3. Interacción suelo estructura (I.S.E)

- **Esfuerzo actuante.**

Podemos visualizar la presión de suelo para la combinación de servicio, con un valor máximo medible por el software SAP2000 de 2.20 kg/cm^2 . Y la presión admisible del suelo equivale a 1.75 kg/cm^2 , no obstante, para esta verificación es posible tomar hasta un 30% adicional.

Lo cual tendríamos 2.29 kg/cm^2 , por lo tanto, estaría cumpliendo esa demanda.

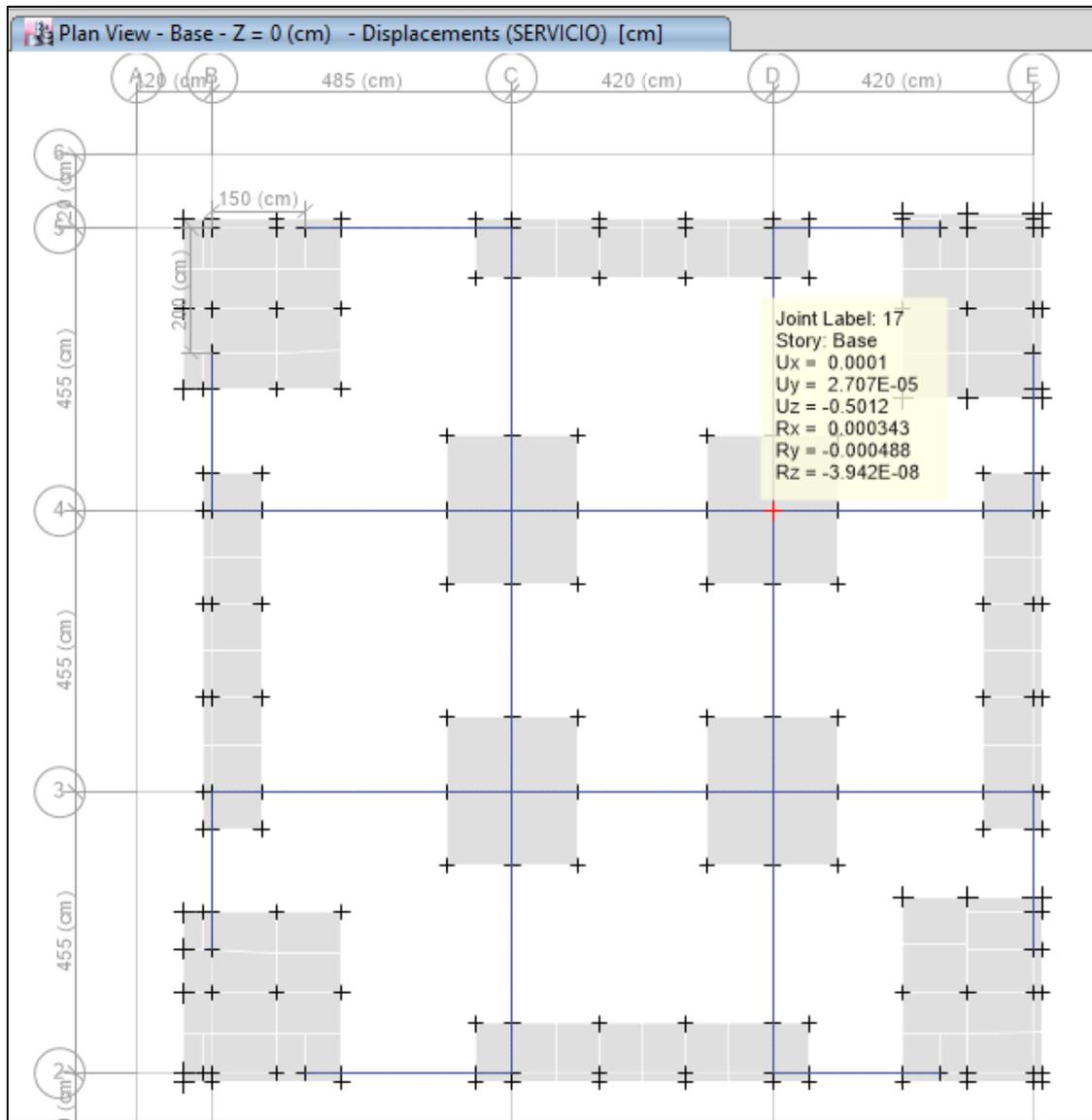


Figura Nro. 33. Asentamiento del suelo (cm).

Se tiene un asentamiento de 0.50cm, lo cual estamos dentro de los límites establecidos.

- **Punzonamiento.**

Lo efectos de punzonamiento son medibles para los elementos tipo columna, para nuestro caso la verificación de punzonamiento no procede puesto que tenemos elementos de vigas de cimentación que absorbe dicho efecto.

Baltazar, V. y Sánchez, S. (2018). Mencionan que, “dentro de la sociedad una de las necesidades básicas de todo individuo es el contar con una vivienda, la cual debe constar de múltiples factores para satisfacer la misma”, (pag. 20).

4.9. Comparativa de resultados.

Cárdenas Alfonso, (2019). Sostiene que “las derivas máximas calculadas con desplazamientos inelásticos no deben ser mayores a 0.007 para estructuras de concreto armado”. (pág. 48).

4.9.1. Distorsión relativa de entrepiso

<i>Story</i>	<i>h</i>	<i>ASE</i>		<i>ASD</i>		<i>ISE</i>	
		<i>DIR-XX</i>	<i>DIR-YY</i>	<i>DIR-XX</i>	<i>DIR-YY</i>	<i>DIR-XX</i>	<i>DIR-YY</i>
Story5	14.20	0.0045	0.0034	0.0036	0.0029	0.0046	0.0039
Story4	11.40	0.0050	0.0037	0.0040	0.0031	0.0052	0.0042
Story3	8.60	0.0052	0.0036	0.0041	0.0030	0.0055	0.0042
Story2	5.80	0.0046	0.0030	0.0036	0.0025	0.0054	0.0038
Story1	3.00	0.0024	0.0015	0.0018	0.0012	0.0041	0.0027
Base	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla Nro. 24. distorsiones de entrepiso.

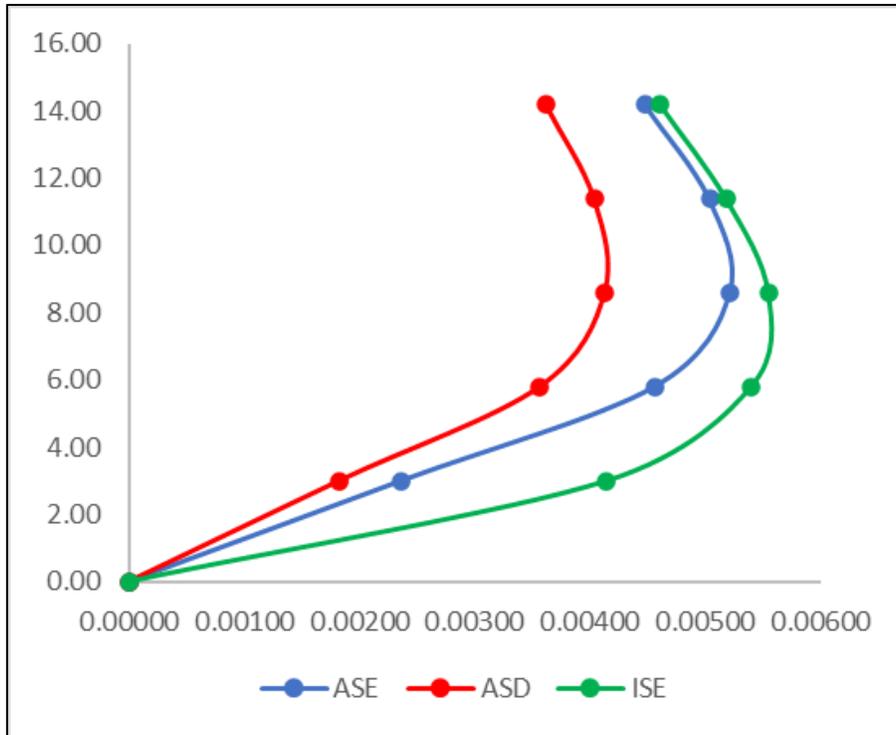


Figura Nro. 34. distorsiones de entrepiso en dirección XX.

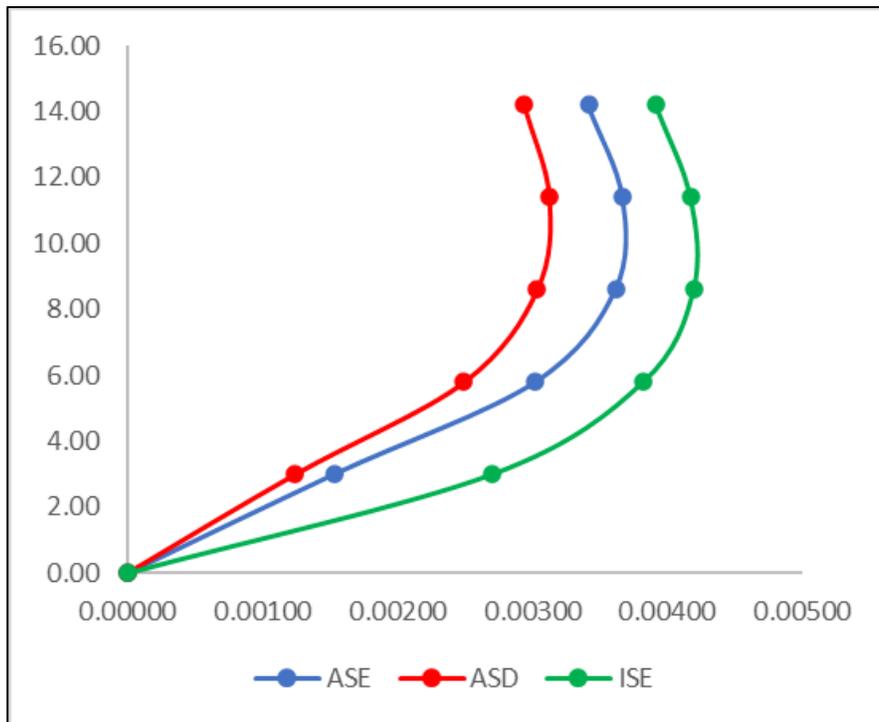


Figura Nro. 35. distorsiones de entrepiso en dirección YY.

4.9.2. Fuerzas internas en vigas.

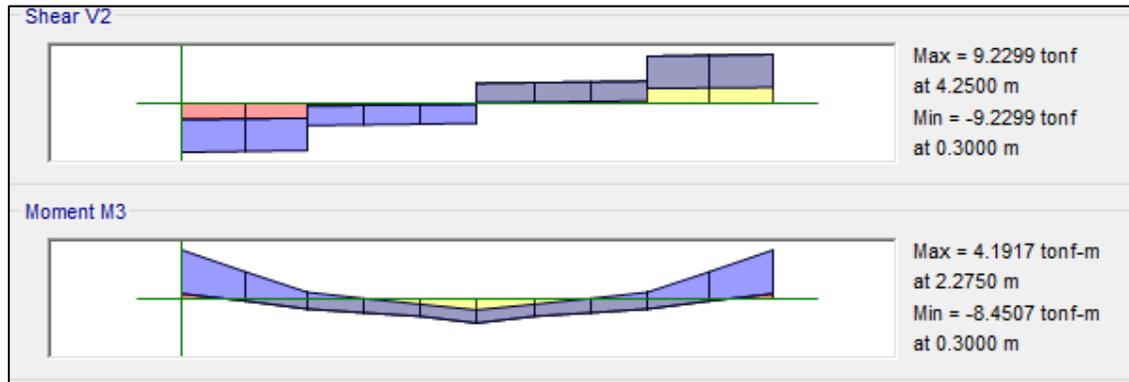


Figura Nro. 36. Grafica de momentos en sistema con empotramiento en base.

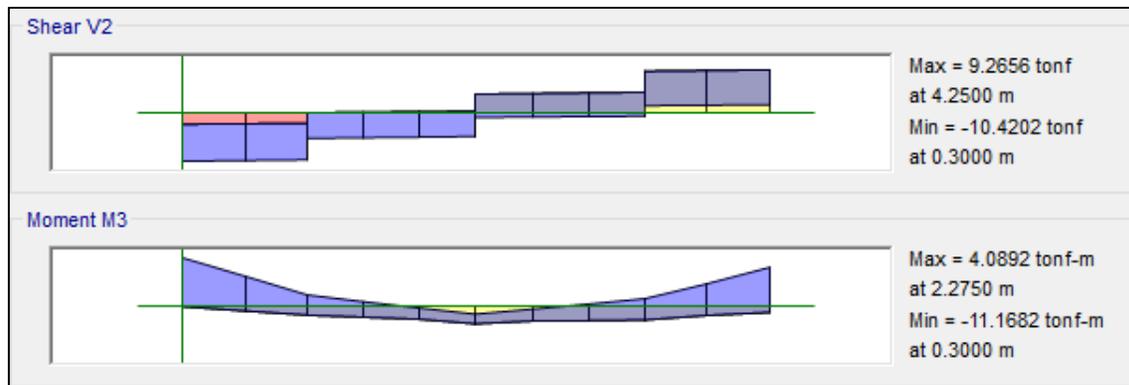


Figura Nro. 37. Grafica de momentos en sistema con I.S.E.

4.9.3. Fuerzas internas en columnas.

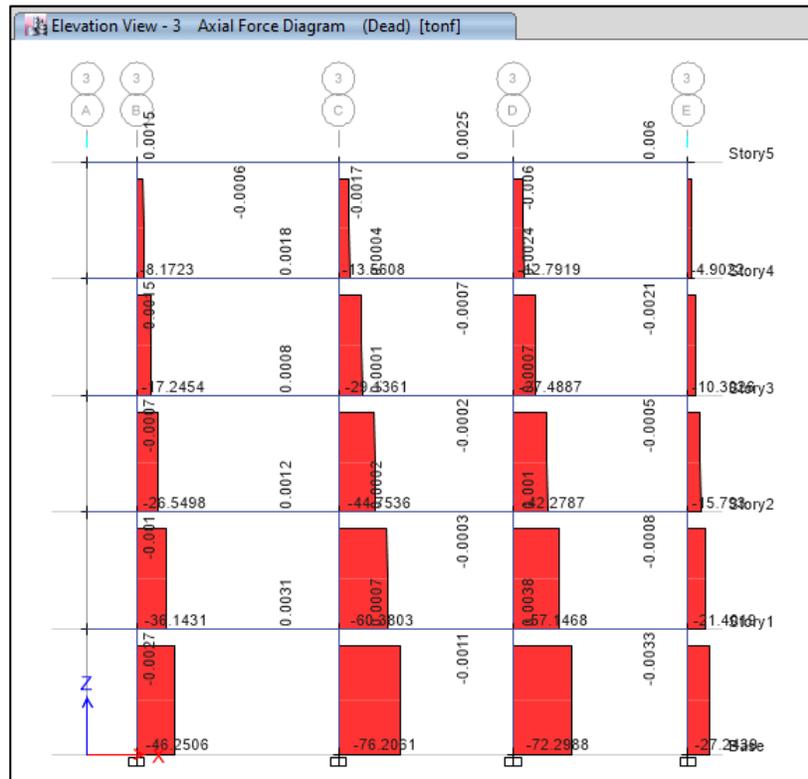


Figura Nro. 38. Carga axial en columna con empotramiento en base.



Figura Nro. 39. Carga axial en columna con I.S.E.

4.9.4. Modos de vibración.

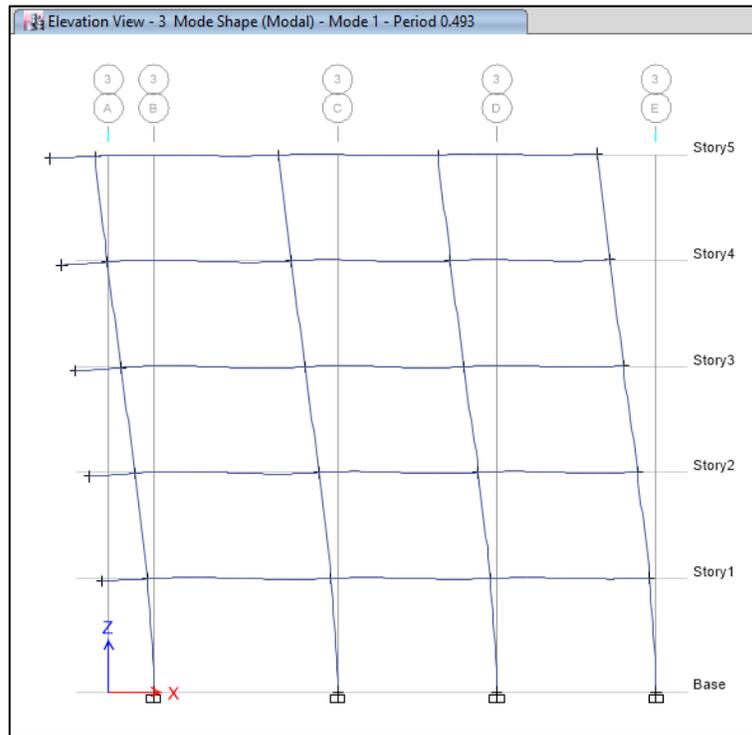


Figura Nro. 40. Modo 1 en sistema con empotramiento en base.

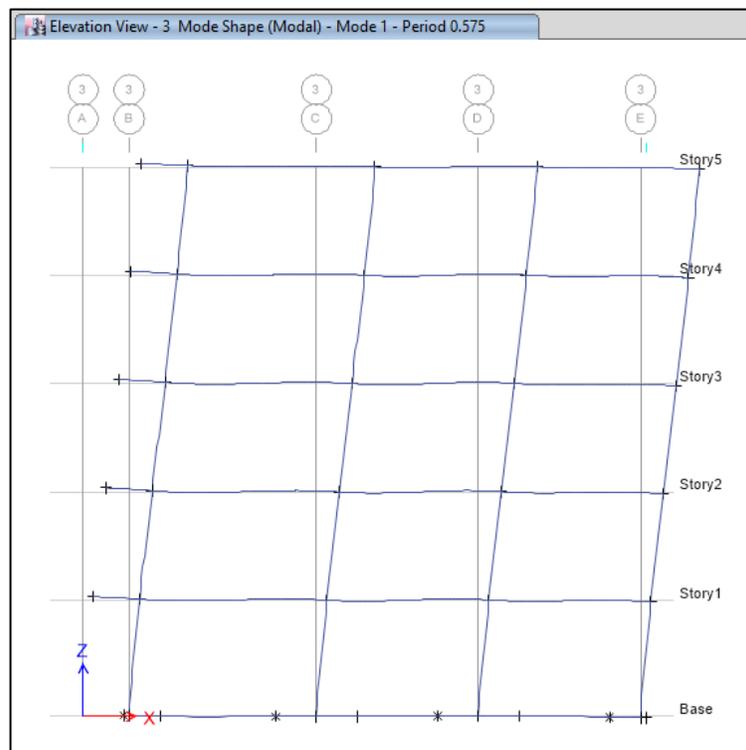


Figura Nro. 41. Modo 1 en sistema con I.S.E.

V. DISCUSIÓN.

En relación con el objetivo general de la presente tesis busca Evaluar las derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, que valida la hipótesis de que la evaluación de derivas varía significativamente en el análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, por lo tanto, en esta tesis los resultados demuestran que la aplicación del método I.S.E influye en la respuesta estructural, ya que el presenta mayor distorsión. Estos resultados obtenidos **son constatados** por Mercedes Ruth (2017) en su tesis, “Interacción Sísmica Suelo - Estructura en edificaciones de sistema dual en la ciudad de Moquegua.”, en la cual nos dice que en la (ISE), se fija que en los desplazamientos tanto de los sistemas de entrepiso donde las fuerzas internas de los elementos estructurales, tiene relación con el funcionamiento de los coeficientes de rigidez, donde estos dan a cargo las características del suelo de fundación y la sección de las zapatas y producto a ello presenta distorsiones mayores al sistema convencional, es decir, este método influye en gran medida en la evaluación de derivas.

Referente en relación con el primer objetivo, tiene a verificar si la respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, Para validar la segunda hipótesis que la respuesta estática varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, se tuvo el objetivo de verificar si la respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, obteniendo una cortante basal de 123.93 toneladas para ambas direcciones, se concluyó que la diferencia estructural fue mínima en comparación con ambas direcciones debido a la similitud estructural que tiene ambos ejes, lo que estuvo asociado a niveles de distorsiones similares (0.0052 y 0.0037 para dirección XX e YY respectivamente). Son resultados que están por debajo del límite por la normativa peruana ($\text{drift} < 0.007$). Estos resultados **son corroborados** por Terrones Muñoz Y Vilca Tielia (2018) en su tesis, “Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en solicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SEDS-2015”, en la cual encontró permite un comportamiento adecuado y asegura un diseño. Cuyo resultado y comportamiento se de los más real posible a la

estructura al ser considerado dentro de la normativa peruana. Por lo tanto, se ha podido afirmar la veracidad de la hipótesis propuesta.

Referente en relación con el tercer objetivo, tiene a verificar si respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, Para validar la segunda hipótesis que la respuesta dinámica varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, Se obtuvo resultados que para el caso de estudio se pudo apreciar que los niveles de demanda sísmica resultaron menores comparados con el análisis sísmico estático, obteniendo una cortante basal de 94.59 toneladas y 92.70 toneladas para las direcciones “XX” e “YY” respectivamente, esto se debe a que el análisis dinámico es un proceso más exacto porque considera la masa y rigidez mediante el modelo matemático. Estos resultados **son constatados** con Cárdenas Alfonso en su investigación “Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos”; cuyo objetivo fue realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de concreto armado de cinco pisos bajo los lineamientos de la actual normativa peruana considerando un sistema estructural con muros de corte, realizando los diseños su análisis correspondientes, además, las columnas no absorben grandes cargas de sismo dinámico debido a que la rigidez del edificio se basa en la distribución de las placas. Debido a eso, en varias columnas solo fue necesario colocar una cuantía de acero no mayor al 2.5%. De estos resultados se puede concluir que la hipótesis planteada resultó ser verdadera.

Y con respecto a la relación con el tercer objetivo el verificar si la interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, para validar la tercera hipótesis que la interacción suelo-estructura varía significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay, se pudo apreciar que los niveles de vulnerabilidad pueden aumentar considerando los efectos del suelo, como, por ejemplo, aumento en el periodo de vibración, momentos en vigas y reducción en cargas de columnas. Estos resultados **son corroborados** por Sodoro Carlos en su tesis, “Interacción Dinámica Suelo-Estructura”, en donde llego como conclusión que las propiedades dinámicas

explican la conducta del suelo frente a la existencia de un sismo severo, además, de mostrar la importancia que tiene realizar un análisis de diseño sismorresistente en las zonas de mayor sismicidad ($Z=4$). Debido a lo mencionado anteriormente y al análisis de los resultados se confirma que, las propiedades mecánicas del suelo influyen en el análisis sísmico I.S.E por lo cual presenta un aumento en la distorsión como también en los periodos. Así mismo, Gutiérrez Rubén, en su tesis denominada: “Diseño Estructural de modulo educativo nivel primario/secundario dentro de un sitio de vulnerable riesgo sísmico–Lambayeque”; donde se determina el comportamiento del diseño estructural con los efectos de cimentación. Los investigadores coinciden con lo manifestado en la investigación por el autor al coincidir con los resultados de la edificación que se ven afectados directamente por ISE, los cuales son los desplazamientos de entre piso, el periodo fundamental de vibración en la estructura, las fuerzas internas axiales, cortantes, y la capacidad de absorción de cargas transmitidas por el sismo a la cimentación.

Los resultados encontrados, la estructura cumple con las sollicitaciones de acuerdo para el análisis sísmico para varios casos de análisis, es decir, estamos cumpliendo con las distorsiones mínimas establecidos en la norma E.030 – 2018.

VI. CONCLUSIONES.

En este proyecto se determinó la evaluación de derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay. **Lo más importante** fue determinar la respuesta elástica e inelástica de estructuras, la identificación de la misma y las consideraciones estructurales, dando como resultado que la evaluación de derivas **si influye en gran medida** porque al determinarse a través de tres procesos de cálculo se supo que el grado de distorsión de la estructura, lo cual cambia según el tipo de cálculo, **lo que más ayudó** a determinar los parámetros sísmicos fue la simplicidad de su geometría y su continuidad estructural, ya que este, fue diseñada arquitectónicamente de manera que permitiera la recolección de información precisa y adecuada, así mismo fue validada por expertos en el tema, pero lo más **complicado fue** el trabajo de campo ya que si bien no es muy difícil recolectar la información lleva mucho tiempo recolectarla, tomar medidas, muestras, etc., mas aun que a un inicio no se tomo en cuenta que sucedería una pandemia en estos días.

Asimismo, se determinó de si la respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020. Siendo **lo más relevante** la obtención esfuerzos cortantes lo cual produce una distorsión por encima de la mitad del límite permitido, esto quiere decir que **influye en gran magnitud** en la respuesta estructural, ya que, el grado de daño se ve reflejado en el desplazamiento que pueda soportar dicha estructura.

Además, se determinó de qué manera la respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020. Siendo **lo más notable** los esfuerzos cortantes producido por este análisis lo cual es menor comparado con el caso de estudio anterior, de las cuales la muestra más crítica fue la diferencia de distorsiones y por ende, el diseño estructural, por lo cual el cálculo del por un análisis dinámico **influye** en la evaluación de derivas.

Finalmente se Determinó de qué manera la interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020. Siendo **lo más sustancial** determinar como el efecto de la subestructura afecta a

la superestructura, y como se ve reflejado en su comportamiento estructural. dando un aumento en la deriva a un 34% para dirección "XX" y 35% para la dirección "YY", no obstante, este análisis también cumple con el límite permisible por la normativa E.030 lo cual indica resultados menores a 0.007, esto quiere decir que la condición y efectos del suelo **influye** en análisis sísmico, ya que, si comprobamos con el cuadro de resultados se obtiene mayores resultados, como aumento en los periodos, fuerza interna, etc.

Además de las conclusiones principales de este estudio, mencionadas líneas arriba, es posible mencionar las siguientes conclusiones secundarias.

- Los resultados del análisis con interacción suelo estructura (ISE) brindan una mayor cantidad de información a la hora de estudiar la respuesta estructural de edificaciones, por lo que esta estudia en todo el rango de su comportamiento considerando los efectos de cimentación frente a los típicos métodos de análisis, a diferencia del análisis convencional, lo cual es un método limitado cotejado con el otro método.
- La proposición de aplicación de muros de corte en los extremos, logró incrementar su resistencia a la flexión a su vez, cuenta con un mejor control de distorsiones como se puede apreciar para los tres casos de análisis.
- Cabe mencionar que los datos obtenidos por esta investigación son de uso exclusivamente académico.

VII. RECOMENDACIONES.

Se sugiere que para realizar el diseño de cualquier construcción deben de tomarse en cuenta los estudios básicos como estructuración, mecánica de suelos entre otros estudios que nos proporcionarán datos y parámetros básicos a intervenir en el proyecto para el cual se está diseñando.

Al evaluar los requisitos estructurales, se debe tener en cuenta la forma de la estructura que se viene diseñando y las cargas que van a intervenir de tal forma de que estas sean consideradas en el modelo estructural, teniendo en cuenta que se realizará diseño por cargas de gravedad y diseño sismo resistente (cargas laterales), a su vez, la consideración de la respuesta estática, al ser un proceso de cálculo más rápido.

Se recomienda que aparte de realizar un análisis estático, también se considere un análisis dinámico modal con espectro de respuesta, al ser un proceso calculo más minucioso y por ende más exacto en comparación con el estático, sin mencionar aspecto económico (en análisis dinámico resulta más barato).

Se recomienda, además la aplicación de un modelo con interacción suelo – estructura (ISE), para que, al momento de actuar ante un evento sísmico, éste proceda de forma eficiente y en conjunto con la cimentación tal cual se aplicó en el modelo, asimismo se sugiere que al instante de la construcción sea supervisado por un profesional especializado en diseño estructural sismo resistente.

REFERENCIAS:

1. Z.; TARAZONA, J.; VERGARAY, L. y BARRANTES, J. Site response analysis and its comparison with the Peruvian seismic design spectrum, *tecnica*. 2019, Vol. 29, n. 2.

ISSN: 0375-7765 y e-ISSN: 2309-0413

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S230904132019000200010&script=sci_arttext

2. ARACA, F; GOMEZ, L.; CAHUI, A.; MARIN, G. Influencia de la Interacción Suelo Estructura en el comportamiento de viviendas aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca. *Revista Científica de la UCSA*. [Online]. 2020, Vol. 7, n. 2, pp. 70-81.

ISSN: 2409-8752

3. AZHDARIFAR, M. y MESHKAT-DINI, A. Study on the Seismic Response Parameters of Steel Medium-Height Buildings with Framed-Tube Skeleton under Near-Fault Records, *Electronic Journal of Structural Engineering*. 2015, Vol. 1, n.15.

ISSN: 1413-9255.

Disponible en: <http://www.ejse.org/Archives/Fulltext/2015-2/2015-2-7.pdf>

4. BALTAZAR, V. y SANCHEZ, S. Calculo analítico de la resistencia ultima de muros de mampostería confinada. *Revista de Ingeniería Civil*. 2018, Vol. 2, n. 6, pp. 19-24.

ISSN: 2523-2428.

Disponible en:

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N6_3.pdf

5. BANCO, M. Criterios fundamentales para el diseño sismo resistente. *Revista de la facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*. 2012, Vol. 27, n. 3, pp. 71-84

ISSN: 0798-4065

Disponible en:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008

6. BERNAL, Cesar. "Metodología de la investigación". 2.a ed. Pearson: Universidad de la sabana, 2010.

ISBN:978-958-699-125-5

7. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [Online]. [fecha de consulta:2019].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.

8. BOZZO, L.; GONZALES, H.; PANTOJA, M.; MUÑOZ, E. y RAMIREZ, J. Modeling, analysis and seismic design of structures using energy dissipators SL. B, *tecnica*. [Online]. 2019, vol. 29, n. ° 2.

ISSN: 0375-7765 y e-ISSN: 2309-0413.

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S230904132019000200009&script=sci_arttext

9. CARDENAS, Alfonso. "Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos". Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil) Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú. 2019, 26pp.

Disponible en:

[file:///C:/Users/aaron/Downloads/AFUSO_MINORU_DISE%C3%91O_ESTRUCTURAL_CONCRETO_BARRANCO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/aaron/Downloads/AFUSO_MINORU_DISE%C3%91O_ESTRUCTURAL_CONCRETO_BARRANCO%20(1).pdf)

10. Colegio de Ingenieros del Perú. "Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil". (2017), Revista Ingeniería Civil Nro. 50.

Disponible en: <http://www.ingenieriacivil.org.pe/wp-content/uploads/2017/09/REVISTA-INGENIERIA-CIVIL-50.pdf>

11. Colegio de Ingenieros del Perú. *Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil*. (2017), Revista Ingeniería Civil Nro. 53.

Disponible en: <http://www.ingenieriacivil.org.pe/wp-content/uploads/2018/05/REVISTA-INGENIERIA-CIVIL-N%C2%B053.pdf>

12. DEODA, V.R., ADHIKARY, S., KUMAR, R., y KUMBHAR, O.G. New Modelling Methodology for Seismic Design of Precast Structures and Performance Evaluation Considering Soil–Foundation System. [Online]. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2019, n.44.

ISSN: 8305-8324.

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04035-x>

13. DIAZ, Carlos. “Interacción Suelo Estructura, para edificaciones de Muros de Concreto, en Suelos Blandos”. Tesis (para obtener el grado de maestría de Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia). Bogotá, D.C. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2015. 234 pp.

Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/185>

14. DUBEY, S. K. y SANGAMNERKAR, P. Effect of Plan Area of the Building on Period of Vibration of RC Framed Structures. *EJSE International. Instituto Nacional de Tecnología Maulana Azad*. [en línea]. 2017, Vol. 1, n. 17, pp. 20-26.

ISSN 1443-9255.

Disponible en: <http://www.ejse.org/Archives/Fulltext/2017/2017-1-3.pdf>

15. EI-BETAR; SAME A. Seismic vulnerability evaluation of existing R.C. building. *HBCR Journal*. [Online]. 2018, Vol. 14, n. 2, pp. 187-197.

ISSN: 1687-4048

Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.hbrcj.2016.09.002>

16. ESPINOZA, T. (2014). "Cálculo del Peso o Masa Sísmica con un Metrado de Cargas Manual, su Comparación con el Calculado en el Etabs y SAP2000 y Cómo Realizar su Optimización". Comunidad para la Ingeniería Civil, Perú. Reporte Cingcivil 002-2014.
17. GALVEZ, G.; DELACOUN, J.; VALDES, J. Estimación de los efectos de torsión accidental sísmica a partir de la amplificación de la respuesta de un modelo torsional balanceado. *Revista de Ingeniería Sísmica*. [Online]. 2020, n. 103, pp. 56-76.
- ISSN-e 2395-8251
- Disponible en: <https://1library.co/document/z3nmxdq-estimacion-torsion-accidental-sismica-amplificacion-respuesta-torsionalmente-balanceado.html#pdf-content>
18. GARCIA, Kathia. "Diseño estructural y análisis de costos de 4 tipos de losas del colegio Joseph and Mery High School, Jesús María – 2018". Tesis (para obtener el título profesional de Ingeniería Civil). Callao: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 31pp.
- Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35239>
19. GUTIERREZ, R. "Interacción suelo-estructura en base a modelos dinámicos - Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 y A.E. Sargsian". Tesis (para optar el Título de Bachiller en Ingeniería Civil) Lima: Pontifica Universidad Peruana Unión. 2019, 7pp.
- Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/2341/Marcos_Trabajo_Bachillerato_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, pilar. "Metodología de la investigación" [en línea]. 5°ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2010. [fecha de consulta:2019]
- ISBN: 978-607-15-0291-9
21. JINES Ruth. "Interacción Sísmica Suelo - Estructura en edificaciones de sistema dual en la ciudad de Moquegua". Tesis (para optar el grado académico de Magister en Ingeniería Civil con mención en Estructuras). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2017. 12pp.

Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPTI_ae4932351db8d3fe39bd4dc88a2172

22. LAGOMARSINO, S. y PODESTA, S. Seismic vulnerability of ancient churches. Part 2: statistical analysis of surveyed data and methods for risk analysis. *Earthq Spectr* 2004, n.20, pp.395–412

ISSN: 8755–2930.

23. LAGOMARSINO, S. y RESEMINI, S. The assessment of damage limitation state in the seismic analysis of monumental buildings. *Earthq Spectr* .2009, Vol. 2, n. 25, pp. 323–346

ISSN: 8755-2930

24. LOPE, O.” Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de educación sísmica” [Online]. Caracas,2014[fecha de consulta: 10 de agosto del 2020].

ISBN: 978-980-7644-78-5

Disponible en:

<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/895/Guia%20para%20evaluacion%205%2031.3.16.pdf>

25. LORETO, I. y RIVAS, S. Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico. *Revista Científica y Tecnología Agrollania*. 2019, Vol. 17, pp. 84-91.

ISSN: 2665-0053

Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Agrollania/2019/vol17/9.pdf>

26. Medif Estructuras (2016) “Curso Nivel Especialista En Cypecad Vivienda Unifamiliar”.

Disponible en:

<http://medifestructuras.com/paginas/CursoEspecialistaEnCypecadViviendaUnifamiliar.php?NumeroCurso=5>

27. PATIÑO, J. "Identificación de patologías estructurales en edificaciones indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal (Sector Educativo)". Tesis (Titulo de ingeniería Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira, escuela profesional de ingeniería civil.2017. 7pp.

Disponible en:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16981/IDENTIFICACION%20DE%20PATOLOGIAS%20ESTRUCTURALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

28. POZO, Frank. "Diseño Sismo resistente de un Edificio De Departamentos con 6 Niveles en Santiago De Surco". Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil) Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú. 2017, 27pp.

Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14496/PZO_MERCADO_FRANK_CRISTHIAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

29. PURBA, I. y HIKINO, T. Structures with Added Buckling Restrained Brace Elements. EJSE International. *Instituto de ciencias avanzadas & Universidad nacional de Yokohama*. [en línea].2020, Vol. 1, n. 17, pp. 1-12.

ISSN 1443-9255.

Disponible en: <http://www.ejse.org/Archives/Fulltext/2018-1%20Sp/2018-1-1.pdf>

30. REATEGUI, R.; BOSSUS, E.; GONZALES, M.; VILLAGOMEZ, D. y AGUILAR, A. Experimental modal identification and fem updating of a seven-story isolated educational building, *tecnia*, vol. 29, n. 2, Aug. 2019.

ISSN: 0375-7765 y e-ISSN: 2309-0413

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230904132019000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=en

31. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) E.030 – Diseño sismo resistente.

Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiTI9m6tO3IAhWIm1kKHV62AYUQFjAAegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.sencico.gob.pe%2Fdescargar.php%3FidFile%3D4652&usg=AOvVaw0ozD1faRT1mQtKUrAYrJi>

32. RODELO, R.; RODRIGUEZ, M.; RESPETRO, J. Parámetros de la curva esfuerzo-deformación en compresión de concreto no confinados producidos en México. *Revista de Ingeniería Sísmica*. [Online]. 2020, n. 103, pp. 18-36.

ISSN-e 2395-8251.

Disponible en: <file:///C:/Users/aaron/Downloads/534-Art%C3%ADculo%20cient%C3%ADfico-2376-1-10-20200914.pdf>

33. RODRIGUEZ, H. Comportamiento sísmico de pórticos de concreto armado bajo la influencia de porción fuerte en un suelo blando. *Revista Científica Multidisciplinaria del Decanato de Ingeniería Civil*. [Online]. 2014, Vol. 11, n. 1, pp.13-24.

ISSN:1856-9560

Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/1329/625>

34. ROUHI, R. y LATIFI, R. Seismic Assessment and Retrofitting of Existing RC Structures: SeismoStruct and SeismoBuild Implementation. *Civil Engineering and Architecture*. [Online]. 2020, Vol.8, n. 2, pp.84-93.

DOI: 10.13189/cea.2020.080206.

Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/2706/9822706163f4b115d6dbd2171a75e3579911.pdf>

35. SALCEDO, J. y FOTEA, M. La influencia de las alteraciones estructurales en los daños de terremoto de Amatrice, Italia. *Informes de la construcción*. [Online]. 2020, Vol. 72, n. 559.

ISSN-L: 0020-0883.

Disponible en: <https://doi.org/10.3989/ic.71378>

36. SEKI, M., MAEDA, M., y ALWASHALI, H. (2018). Earthquake Hazard and Risk Assessment. [Online]. Springer International Publishing AG. pp. 493-503, [consulta: septiembre de 2020].

Disponible

[en:https://pdfs.semanticscholar.org/2706/9822706163f4b115d6dbd2171a75e3579911.pdf](https://pdfs.semanticscholar.org/2706/9822706163f4b115d6dbd2171a75e3579911.pdf)

37. SIGMUND, Z., BRANA, P., & SIGMUND, V. (2010). Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. [Online]. ECEE. pp. 1-12, [consulta: septiembre de 2020].

ID: 116426275.

Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/443b/c5aeeda3a7d15246bce403bee205f285a3c6.pdf>

38. SOLMINIHAC, Herman y THENOUX, Guillermo. "Proceso y técnicas de construcción". a ed. Chile: Universidad Católica de Chile, 2011. 550 pp.

ISBN: 9789561408272

39. TREMBLAY, R. Advances in Seismic Evaluation and Retrofit of Steel Building Structures under the Canadian Seismic Research Network. Canadian Association for Earthquake Engineering. [Online]. 2015 no. 17(1), pp. 1-18, [consulta: septiembre de 2020].
Corpus ID: 220334498.

Disponible en: https://www.caee.ca/pdf/Paper_99061.pdf

40. VALLEJO, Crithian. "Análisis Sísmico Dinámico Espectral de un edificio de cuatro plantas de hormigón armado en SAP2000 aplicando la Norma NEC". Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Machala, unidad académica de ingeniería civil. 2015. 17pp.

Disponible en:

http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5452/1/TTUAIC_2015_I_C_CD0103.pdf

41. XIANG, Y., NAEIM, F. y ZAREIAN, F. Evaluation of natural periods and modal damping ratios for seismic design of building structures. *Earthquake Spectra*. 2020, n.36, pp.629 - 646. [Online].

Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/8755293019900776>

42. YA-MIN, L., HURTADO, A., y RINCON, R. (2016). Controlling Parameters in the Assessment of the Seismic Vulnerability of Buildings. [Online]. 16th World Conference on Earthquake, 16WCEE 2017.

Disponible en:

<https://www.wcee.nicee.org/wcee/article/16WCEE/WCEE2017-2693.pdf>

43. Zigurat Global Institute of Technology (2017). "Introducción a la dinámica estructural y análisis sísmico de edificios"

Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/courses/course/introduccion-a-la-dinamica-estructural-y-analisis-sismico-de-edificios/curriculum/>

ANEXO

Anexo 1 - Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	METODOLOGÍA
¿Determinar La evaluación de derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?	Evaluar las derivas del análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay – 2020	la Evaluación de derivas varia significativamente en el análisis sísmico en un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020	EVALUACIÓN DE DERIVAS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
				EXPERIMENTAL
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICA	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN
¿La respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?	Verificar si la respuesta estática cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.	La respuesta estática varia significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.	ANÁLISIS SÍSMICO	APLICADA
¿La respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?	Verificar si respuesta dinámica cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.	La respuesta dinámica varia significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.		NIVEL DE INVESTIGACIÓN
¿La interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020?	Verificar si la interacción suelo-estructura cumple con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.	La interacción suelo-estructura varia significativamente con la evaluación de derivas de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay - 2020.		NIVEL DESCRIPTIVO
				ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN
				ENFOQUE CUANTITATIVA

TITULO: EVALUACIÓN DE DERIVAS PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO DUAL EN EL JR PROGRESO, ABANCAY-2020

Anexo 2 – Matriz de operacionalización de variables

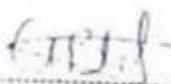
TEMA: Evaluación de derivas para verificar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr. Progreso Abancay-2020						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
EVALUACIÓN DE DERIVAS	Mediavilla. E (2016) indica que "el tema de deriva es una deformación relativa de piso que significa que no es la total, es decir, la total no nos interesa a no ser que tengamos un edificio colindante y que pueda chocar por el desplazamiento del sismo". (vid. 1).	La evaluación de derivas tiene como finalidad evitar demasiado desplazamiento a los elementos estructurales y no transmitan	D1: Respuestas elástica de estructuras	1.1. Distorsiones relativas.	Hojas de cálculo. Ficha de recolección de dato.	RAZÓN
				1.2. Distorsiones en centro de masa.		
			D2: Respuestas inelástica de estructuras.	2.1. Distorsiones relativas.	Hojas de cálculo. Ficha de recolección de dato.	
				2.2. Distorsiones en centro de masa.		
			D3: Condición estructural	3.1. Masa sísmica	Hojas de cálculo.	
				3.2. Peso sísmico		
ANÁLISIS SÍSMICO	Villareal. G (2014) sostiene que el Análisis Sísmico de Edificios es la unión de una sucesión de definiciones, que son considerados de forma integrada, accediendo al diseño de una edificación siendo capaz de resistir los efectos de movimientos telúricos de gran magnitud que se puedan presentar en una localidad a un futura (pág. 1).	El análisis sísmico nace de la necesidad de saber el comportamiento de diversas estructuras, esta rama no solo es para edificaciones sino también para cualquier tipo de estructura, lo cual puede convertir un modelo real de gran complejidad a un modelo matemático más entendible, pudiendo partir de métodos de un grado de libertad da a inicio con el análisis del oscilador viscoelástico para establecer la ecuación del movimiento	D1: Respuesta estática	1.1. Configuración estructural	Hojas de cálculo. SAP 2000.	
				1.2. Parámetros sísmicos		
			D2: Respuesta Dinámica	2.1. Modos y frecuencias	Ficha de recolección de datos.	
				2.2. Desplazamientos		
			D3: Interacción Suelo-Estructura	3.1 Esfuerzo actuante	E.M.S SAP 2000	
				3.2. Asentamiento tolerable		
3.3. Punzonamiento						

Anexo 3 – Instrumentos de recolección de datos.

Ficha de recolección de datos

Título: Evaluación de derivas para determinar el analisis Sismico de un edificio dual en ej Jr. Progreso Abancay - 2020.	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Ubicación: Jr. Progreso. Lt 14 Barrio Policial.	Dpto.: Apurímac	Area: 230m ²
	Provincia: Abancay	Nro. Pisos: 5.00

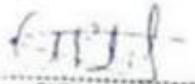
Proyecto de investigación.

Verificación de Irregularidades estructurales (Ia, Ip)			
Marque la casilla con un check (positivo) o una "X" (negativa), según corresponda.			
Descripción	DIRR XX	DIRR YY	
Irregularidad Estructural en Altura - Ia			
Irr. De rigidez - Piso blando.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. De resistencia - Piso débil.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. Extrema de rigidez.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. Extrema de resistencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. De masa o peso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Discontinuidad en los Sist. Resistentes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Discontinuidad extrema en los Sist. Resistentes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irregularidad Estructural en Planta - Ip			
Irr. Torsional.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. Torsional extrema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Irr. Esquinas entrantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Discontinuidad de diafragma.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sistemas no paralelos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Factor de Irr. En Altura, Ia:</i>	1.00		
<i>Factor de Irr. En Planta, Ip:</i>	1.00		
Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.			
Firma:	Firma:	Firma:	
 KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238590	 RUTH MELISSA JANAMPA CACAHUARAY INGENIERA CIVIL CIP: 242869	 Hugo Leonidas Posada Gonzalez CIP: 171404	Firma de expertos
Obs:	Obs:	Obs:	

Ficha de recolección de datos

Título: Evaluación de derivas para determinar el análisis Sismico de un edificio dual en ej Jr. Progreso Abancay - 2020.	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Ubicación: Jr. Progreso. Lt 14 Barrio Policial.	Dpto.: Apurímac	Area: 230m ²
	Provincia: Abancay	Nro. Pisos 5.00

Proyecto de investigación.

Verificación de Derivas por Comportamiento Dinamico					
Marque la casilla con un check o una "X" según corresponda.					
Niveles	Δ Permitido Según E.030	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite	$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite
N.5	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.4	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.3	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.2	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.1	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque la casilla con un check o una "X" según corresponda.					
Niveles	Δ Min recomendado	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min	$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min
N.5	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.4	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.3	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.2	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.1	0.0035	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observación: Δ Max en DIR-XX 0.00413 Δ Max en DIR-YY 0.00312					
Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.					
Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACNAHUARAY INGENIERA CIVIL CIP: 242889	Firma:  Hugo Leonidas CIP: 171431	Firma:  KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238590	Firma de expertos		
Obs:	Obs:	Obs:			

Ficha de recolección de datos

Título: Evaluación de derivas para determinar el análisis Sísmico de un edificio dual en ej Jr. Progreso Abancay - 2020.	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
Ubicación: Jr. Progreso. Lt 14 Barrio Policial.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border-right: 1px solid black;">Dpto.: Apurímac</td> <td style="width: 25%; border-right: 1px solid black;">Area: 230m²</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">Provincia: Abancay</td> <td>Nro. Pisos: 5.00</td> </tr> </table>	Dpto.: Apurímac	Area: 230m ²	Provincia: Abancay	Nro. Pisos: 5.00
Dpto.: Apurímac	Area: 230m ²				
Provincia: Abancay	Nro. Pisos: 5.00				

Proyecto de investigación.

Verificación de Derivas por Comportamiento Estático					
Marque la casilla con un check o una "X" según corresponda.					
Niveles	Δ Permitido Según E.030	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite	$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite
N.5	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.4	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.3	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.2	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.1	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marque la casilla con un check o una "X" según corresponda.					
Niveles	Δ Min recomendado	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min	$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min
N.5	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.4	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.3	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.2	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.1	0.0035	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observación: Δ Max en DIR-XX 0.00522 Δ Max en DIR-YY 0.00367					
Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.					
Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACNAHUARAY INGENIERA CIVIL CIP: 242869	Firma:  Hugo Leonidas CIP: 171404	Firma:  KATHIA GARCÍA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238890	Firma de expertos		
Obs:	Obs:	Obs:			

Ficha de recolección de datos

Título: Evaluación de derivas para determinar el análisis Sismico de un edificio dual en ej. Jr. Progreso Abancay - 2020.	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO								
Ubicación: Jr. Progreso. Lt 14 Barrio Policial.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dpto.:</td> <td style="width: 30%;">Apurímac</td> <td style="width: 30%;">Area:</td> <td style="width: 10%;">230m²</td> </tr> <tr> <td>Provincia:</td> <td>Abancay</td> <td>Nro. Pisos:</td> <td>5.00</td> </tr> </table>	Dpto.:	Apurímac	Area:	230m ²	Provincia:	Abancay	Nro. Pisos:	5.00
Dpto.:	Apurímac	Area:	230m ²						
Provincia:	Abancay	Nro. Pisos:	5.00						

Proyecto de investigación.

Verificación de Derivas por ISE					
Marque la casilla con un check o una "x" según corresponda.					
Niveles	Δ Permitido Según E.030	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite	$<\Delta$ Limite	$>\Delta$ Limite
N.5	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.4	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.3	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.2	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.1	0.007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

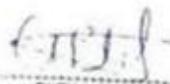
Marque la casilla con un check o una "x" según corresponda.					
Niveles	Δ Min recomendado	DIR-XX		DIR-YY	
		$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min	$<\Delta$ Min	$>\Delta$ Min
N.5	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.4	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.3	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.2	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N.1	0.0035	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observación:

Δ Max en DIR-XX 0.00555

Δ Max en DIR-YY 0.00419

Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.

Firma:  Hugo Leonidas Acosta Granados CIP: 171401	Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACÑAHUARAY INGENERA CIVIL CIP: 242869	Firma:  KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238590	Firma de expertos
Obs:	Obs:	Obs:	

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto

CONSTRUCCION DE VIVIENDA FAMILIAR

Lima, octubre de 2020

INDICE

- 1.0 GENERALIDADES**
- 2.0 CARACTERISTICAS DEL TERRENO**
 - 2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
 - 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
- 3.0 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO**
- 4.0 TRABAJOS EFECTUADOS**
 - 4.1. TRABAJOS DE CAMPO
 - 4.2. MUESTREO Y REGISTROS DE EXPLORACIÓN
 - 4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO
- 5.0 CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO**
 - 5.1. ESTRATIGRAFIA DEL SUELO
 - 5.2. NIVEL FREATICO
- 6.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION**
 - 6.1. TIPO DE CIMENTACIÓN
 - 6.2. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN
 - 6.3. PRESIÓN ADMISIBLE
- 7.0 EFECTOS DE SISMO**
- 8.0 CALZADURAS**
- 9.0 AGRESION DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN**

- ANEXOS**
 - LAMINAS**
 - REGISTROS ESTRATIGRAFICOS
 - REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

- CUADRO**
 - ANALISIS QUÍMICO AL SUELO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DE VIVIENDA UNIFAMILIAR

1.0 GENERALIDADES

El presente trabajo tiene por objetivo realizar la verificación de las condiciones geotécnicas del suelo, para las estructuras proyectadas que conforman el nuevo edificio de Vivienda Multifamiliar solicitado por DANIEL AGUIRRE HERVAY.

2.0 CARACTERISTICAS DEL TERRENO

2.1 Ubicación de la Zona de Estudio

JR PROGRESO LOTE NRO 14, BARRIO POLICIA, DISTR. Y PROVINCIA ABANCAY, REGION APURIMAC.

2.2 Descripción de la Zona de Estudio

El terreno cuenta con un área de 230.00 m², tendrá destinado uso de Vivienda Unifamiliar con un edificio de 5 pisos.

3.0 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El edificio proyectado es de 5 pisos de altura, destinado para una estructura dual de concreto armado, techos aligerados y tabiquería de ladrillos, cimentado por medio de zapatas y cimientos corridos, los cuales transmitirán al terreno cargas.

4.0 TRABAJOS EFECTUADOS

4.1 Trabajos de Campo

Con la finalidad de confirmar el perfil estratigráfico del área de estudio, se ejecutó una calicata a cielo abierto, asignándole como nombre C-1, en la cual se llegó a una

profundidad de 2.00 m respecto al nivel actual del terreno. Cabe mencionar que los cálculos efectuados para este proyecto son únicamente de carácter académico.

4.2 Muestreo y Registros de exploración

Se realizó una clasificación de campo de forma manual y visual de cada uno de los estratos registrados en la calicata, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, compacidad, consistencia etc., tal como se puede observar en los registros estratigráficos y fotos que se adjuntan en los anexos.

4.3 Ensayos de Laboratorio

En el laboratorio se verificó la clasificación visual de las muestras obtenidas y se escogieron muestras representativas para ejecutar con ellas los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- Límites de Atterberg
- Contenido de Humedad
- Contenido de Sulfatos Solubles

Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM respectivas y con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en el campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos, que son los que se presentan.

En las Láminas, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.0 **CONFORMACION DEL SUBSUELO**

5.1 Estratigrafía del Suelo

En base a los trabajos de campo realizados en la cual se realizó una calicata, el subsuelo en todo el área en estudio está conformado por una capa de relleno de

arcillas limosas, arenosas, gravosas, medianamente compactas, de 0.50 m de espesor, seguidos del depósito de grava arenosa, mal graduada, con 70% de tierra de chacra (tierra fértil), cuya densidad relativa tiende a aumentar con la profundidad, encontrándose en estado suelto a medianamente denso hasta profundidades de 2.00 m y en estado medianamente denso hasta el límite de la profundidad investigada.

5.2 Nivel Freático

En la calicata no se detectó el nivel de la napa freática.

6.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

6.1 Tipo de Cimentación

Teniendo en cuenta las características para lo cual será destinado el edificio, el proyectado y el perfil estratigráfico del subsuelo, recomendamos en el presente caso utilizar un tipo de cimentación convencional estructural conformado por zapatas, cimientos corridos y vigas de cimentación, que transmitan las cargas de las estructuras al depósito de grava arenosa.

6.2 Profundidad de Cimentación

Se recomienda que los cimientos se apoyen a una profundidad mínima de 1.00 m + 0.10 m de afirmado compactado por debajo del nivel del piso.

Durante las excavaciones para la cimentación deberá verificarse que se sobrepasen las capas superiores de relleno y que la base de la cimentación penetre por lo menos 0.30 m en el depósito de grava arenosa. Las sobre excavaciones necesarias para cumplir con este requisito deberán rellenarse con concreto pobre ciclópeo.

En el caso que al nivel de cimentación se encuentre un lente o bolsón de suelos finos (arena, arcilla y/o limo), deberá profundizarse la excavación hasta sobrepasarlo en por lo menos 0.20 m y vaciar en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

Deberá verificarse también, que la profundidad de cimentación en cualquier caso sea mayor que la profundidad de cimentación de las estructuras demolidas y/o enterradas que se registren (incluyendo por ejemplo cisternas).

Si se detecta que en el emplazamiento de un cimiento ha sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la de cimentación (calicata, piscina, sótano, cisterna u otra), deberá considerarse en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

6.3 Presión Admisible

El suelo que se encontrará dentro de la profundidad activa de cimentación es grava arenosa con tierra de chacra y canto rodado. En los ensayos de penetración en este tipo de materiales, ya sean ensayos estándar o auscultaciones, los cuales son los que se utilizan normalmente para calcular la presión admisible en suelos no cohesivos, se obtienen valores muy altos y se producen rechazos a poca profundidad por la presencia de piedras y bolones. Por lo tanto, estos valores no son representativos y los valores de N del ensayo SPT requeridos para determinar la presión admisible del terreno deben determinarse teniendo en cuenta la densidad relativa del material registrado en las calicatas y la experiencia obtenida en suelos de características similares.

Según Terzaghi, Peck, Mesri (1)*, en condiciones normales la presión admisible en suelos granulares se encuentra controlada por asentamientos y el análisis de estabilidad (falla por corte) para determinar si se cumplen los requerimientos de seguridad (factor de seguridad mayor de 3), es necesario sólo cuando se presentan simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- Que la cimentación se apoye sobre arena suelta al nivel de la napa freática o por debajo de ésta.
- Que el ancho de los cimientos sea mínimo de 0.80 m.
- La capacidad admisible se estima a 1.76 kg/cm².

La presión admisible por asentamientos es función del ancho de la cimentación (B), del asentamiento máximo permisible, de la posición de la napa freática y de la densidad relativa de los suelos dentro de la profundidad activa, la cual se puede cuantificar con los valores de N resultantes del ensayo de penetración estándar.

7.0 EFECTOS DE SISMO

La grava arenosa que se encontrará dentro de la profundidad activa de cimentación no es susceptible de sufrir cambios bruscos en sus propiedades físicas y mecánicas debido a vibraciones violentas, por lo que en el presente caso, se recomienda calcular las fuerzas sísmicas en la forma usual y recomendada en la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente (2).

El Factor de Suelo contemplado en dicha Norma depende de las características y espesores de los suelos que conforman el perfil estratigráfico del subsuelo. En el terreno investigado, el perfil del suelo dentro de la profundidad activa de cimentación se puede clasificar como Tipo S3 y le corresponde un Factor de Suelo igual a 1.4 y un Período Predominante de Vibración de 0.6 s.

8.0 CALZADURAS

Estas calzaduras deberán diseñarse teniendo en cuenta los parámetros de empujes de tierras indicados. En principio éstas podrán estar constituidas por paños alternados de no más de 1.50 m de lado de concreto pobre ciclópeo (mínimo $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$), cuyo ancho deberá ser igual o mayor que el ancho del cimientto que se estarán calzando y deberá irse incrementando con la profundidad.

Previo a los trabajos de calzaduras, se recomienda efectuar una inspección de las edificaciones vecinas. Luego, durante los trabajos de movimiento de tierras y construcción, se recomienda efectuar una inspección periódica del comportamiento del terreno, de las estructuras adyacentes y de las calzaduras. Deberá reportarse cualquier anomalía observada (desmoronamiento, rajadura, hundimiento, etc.), para poder tomar a tiempo las medidas de correctivas de refuerzo.

Debe tenerse presente, que la capa superior de grava arenosa se encuentra suelta a medianamente densa, por lo que deben dejarse expuestas las excavaciones el menor tiempo posible, de tal forma de evitar que se produzcan desmoronamientos.

9.0 AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente).

Se presenta la tabla de valoración de los Sulfatos y Cloruros

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION			
Presencia en el Suelo de:	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 – 1000	Leve	
	1000 - 2000	Moderado	Ocasiona un ataque químico al
	2000 - 20,000	Severo	concreto de la cimentación
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de
			corrosión
			de armaduras o elementos
			Metálicos
* Comité 318-83 ACI			

Del resultado del análisis químico realizado a partir de la muestra representativa del suelo obtenida de la calicata C-1 (0.00 – 2.00 m) se obtiene los siguientes resultados:

- Contenido de Sulfatos solubles : 1,280.0 ppm
- Contenido de Cloruros solubles : 2,500 ppm

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, en el presente caso se puede concluir que el ataque químico del suelo al concreto será moderado y se recomienda tratamiento al suelo con métodos anti salitres.

Proyecto "CONSTRUCCION DE VIVIENDA FAMILIAR"
Localización JR. PROGRESO LOTE NRO. 14, BARRIO POLICIAL, DISTR Y PROV ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC.
Muestreo C-01
Estructura EDIFICACIÓN FAMILIAR
Uso CON FINES DE CIMENTACIÓN
Perforación TAJO ABIERTO

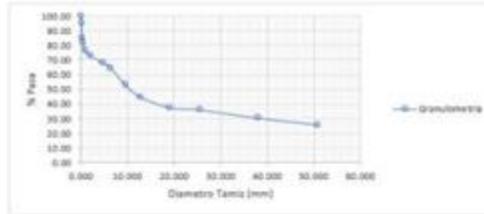
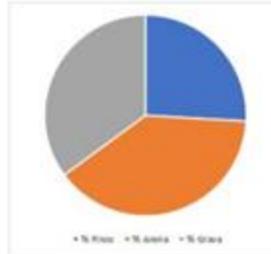
Fecha Octubre - 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO

Muestra Inicial	3362.0 gr	Muestra Lavada y secada	2612.0 gr	Peso Recipiente	413.0 gr
Tamiz (milj)	Tamiz (mm)	Peso ret. (gr.)	Peso com. (gr.)	% Ret	% Pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	137.00	137.00	4.64	95.36
1"	25.400	295.00	295.00	9.98	85.38
3/4"	19.050	96.00	96.00	3.25	82.13
1/2"	12.700	154.00	154.00	5.21	76.92
3/8"	9.825	111.00	111.00	3.76	73.16
1/4"	6.350	146.00	146.00	4.94	68.22
Nro 4	4.750	98.00	98.00	3.32	64.90
Nro 10	2.000	346.00	346.00	11.71	53.19
Nro 20	0.850	240.00	240.00	8.12	45.07
Nro 40	0.425	221.00	221.00	7.48	37.59
Nro 50	0.297	45.00	45.00	1.52	36.07
Nro 100	0.149	166.00	166.00	5.62	30.45
Nro 200	0.075	134.00	134.00	4.53	25.92
Canchala		12.00	766.00	23.92	
TOTAL		2201.00	2955.00	100.00	

Diferencia -0.14+3% %Finos = 25.92
 D60 = 3.598 Cu = NO TIENE
 D30 = 0.142 Ce = NO TIENE
 D10 = NO TIENE

Porcentaje de Finos, Arena y Grava	
% Finos	25.92%
% Arena	38.98%
% Grava	35.09%




JULIO CESAR CASTILLO FUENTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 122677

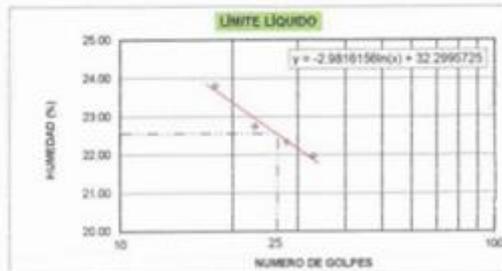
Proyecto "CONSTRUCCION DE VIVIENDA FAMILIAR"
Localización JR. PROGRESO LOTE NRO. 14, BARRIO POLICIAL, DISTR Y PROV ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC.
Muestreo C-01
Estructura EDIFICACIÓN FAMILIAR.
Uso CON FINES DE CIMENTACIÓN
Perforación TAJO ABIERTO

Fecha Octubre - 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cálculo	45	14	16	27
Capa + S. húmedo	78.00	83.40	70.80	69.50
Capa + S. seco	69.50	74.30	64.20	63.50
Agua	8.50	9.10	6.70	6.00
Peso Capula	33.80	34.30	34.20	36.20
Peso S. seco	25.70	40.00	30.00	27.30
% Humedad	22.81	22.75	22.33	21.88
N° de golpes	18	23	28	32

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cálculo	48	13	30	
Capa + S. húmedo	12.10	12.10	12.00	
Capa + S. seco	11.40	11.40	11.30	
Agua	0.70	0.70	0.70	
Peso Capula	7.50	7.60	7.50	
Peso S. seco	3.80	3.80	3.80	
% Humedad	17.95	18.42	18.42	

LÍMITE LÍQUIDO	=	22.7 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	18.3 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	4.4 %




JULIO CESAR CASTILLO FUENTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 122877

Proyecto "CONSTRUCCION DE VIVIENDA FAMILIAR"
Localización JR. PROGRESO LOTE NRO. 14, BARRIO POLICIAL, DISTR Y PROV ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC.
Muestreo C-01
Estructura EDIFICACIÓN FAMILIAR
Uso CON FINES DE CIMENTACIÓN
Perforación TAJO ABIERTO

Fecha Octubre - 2020

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	8	25	0	0
Peso suelo húmedo + cápsula	127.50	132.00	0.00	0.00
Peso suelo seco + cápsula	119.10	122.80	0.00	0.00
Peso del agua	8.40	9.10	0.00	0.00
Peso de la cápsula	33.90	33.50	0.00	0.00
Peso neto del suelo seco	85.20	89.40	0.00	0.00
% de Humedad	9.64	10.18	0.00	0.00

w (%) Promedio = 10.00

NOTA : El contenido de humedad se determinó de una muestra alterada.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD MINIMA

ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO DEL MOLDE + MUESTRA	9595.00	9531.00	9543.00	
PESO DEL MOLDE + BASE	6446.00	6446.00	6446.00	
PESO DE LA MUESTRA	3149.00	3085.00	3097.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	2077	2077	2077	
DENSIDAD MINIMA	1.516	1.485	1.491	
DENSIDAD MINIMA PROMEDIO	1.50 g/cm ³			
DENSIDAD MINIMA SECA	1.50 g/cm ³			

DETERMINACION DE LA DENSIDAD MAXIMA

ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO DEL MOLDE + MUESTRA	10907.00	11319.00	11354.00	11282.00
PESO DEL MOLDE + BASE	6446.50	6446.00	6446.00	6446.00
PESO DE LA MUESTRA	4461.00	4873.00	4908.00	4836.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2077.32	2077.32	2077.32	2077.32
DENSIDAD HUMEDA	2.15	2.35	2.36	2.33
PLURALIDAD	6.21	6.22	11.65	14.04
DENSIDAD SECA	2.02	2.17	2.11	2.04
PROCTOR MODIFICADO	2.17 g/cm ³			
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.17 g/cm ³			

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA (Suelos Friccionantes)

$$D_r = \frac{\gamma_{nat} - \gamma_{min}}{\gamma_{max} - \gamma_{min}} \times 100$$

Densidad Natural	γ_{nat}	1.65 g/cm ³
Densidad Mínima	γ_{min}	1.50 g/cm ³
Densidad Máxima	γ_{max}	2.17 g/cm ³
Densidad Relativa	D_r	30%

ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL SUELO

$\phi = 29 + 0.15 \times DR$

$\phi = 29.5^\circ$

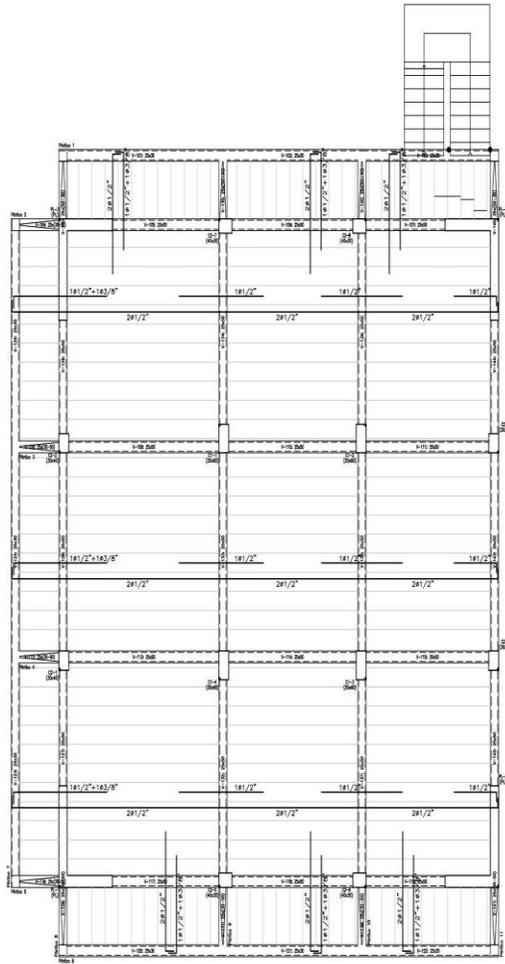
$\phi = \arctan(2/3 \times \tan(\phi))$

$\phi = 20.7^\circ$


JAIRO CESAR CASTILLO FUENTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 122877

Anexo 4 - Turniting

Anexo 5 - Planos

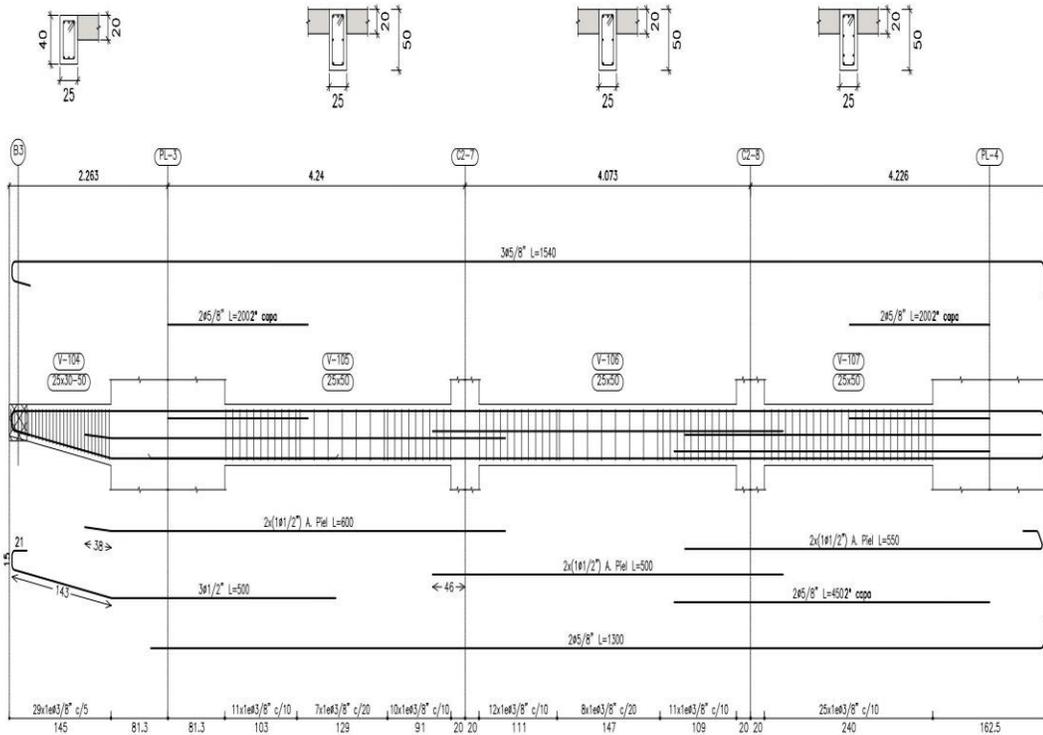


NIVEL TÍPICO $S/C=200\text{kg/m}^2$
Escala=1/50
dimensión en cm

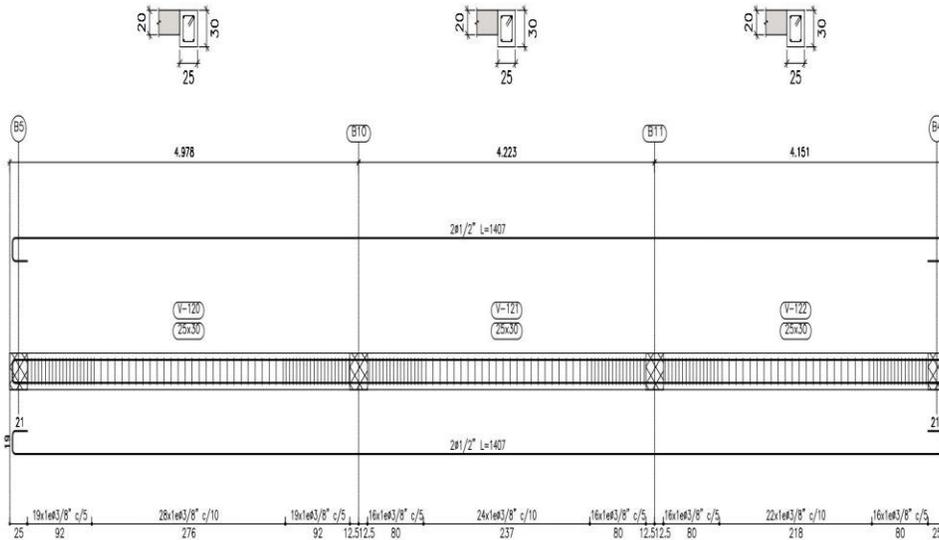


NIVEL AZOTEA $S/C=100\text{kg/m}^2$
Escala=1/50
dimensión en cm

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020			
PROFESIONAL: AUTORES ADIRRE ALBITES STEPHANE RAMIREZ URBE, JHR	PLANO: PLANTA		LAMINA: E - 01
	ASISOR MC. RAMOS CALLEJOS, SUSY		
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	DIBUJO: e-F&G	ESCALA: Como se indica	FECHA: DICIEMBRE 2020
	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL		

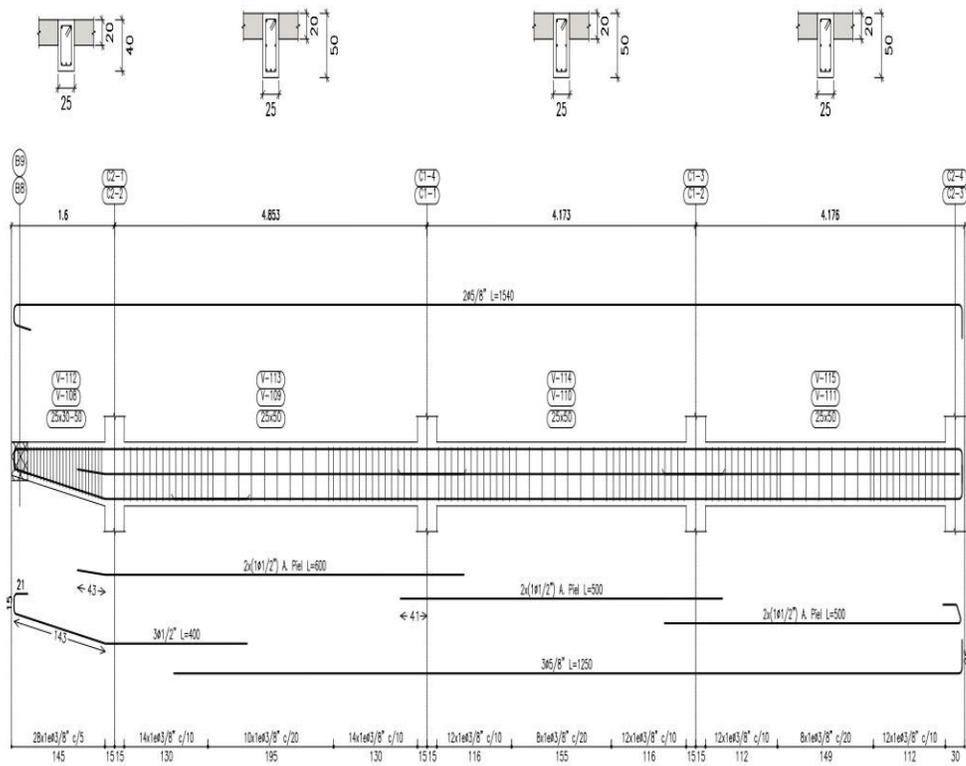


PORTICO 2
Esc.=1/50
dimensión en cm



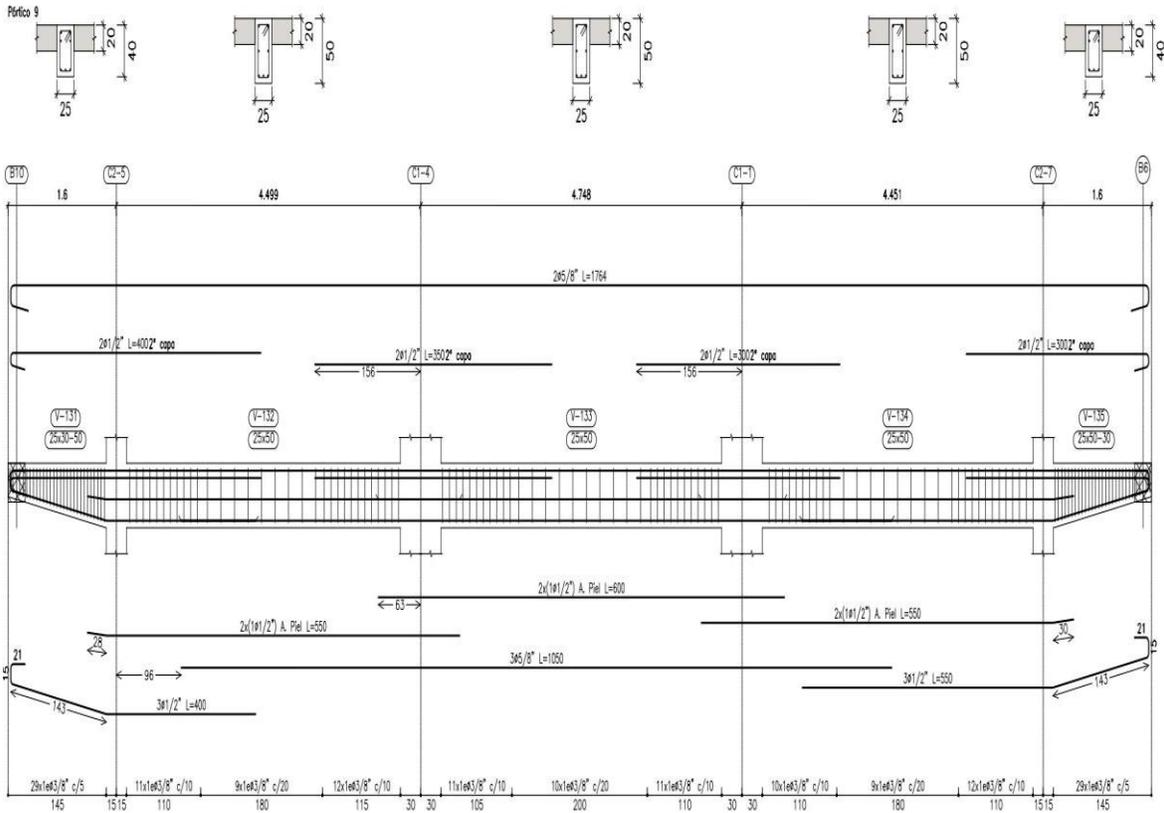
PORTICO 6
Esc.=1/50
dimensión en cm

 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020	
AUTORES: AGUIRRE ALBIES STEPHANE RAMÍREZ URIBE, JHR		ASISOR: MS. RAMOS GALLEGOS, SUSY	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	DIBUJO: e-F&G	ESCALA: Como se indica	E - 02
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL			



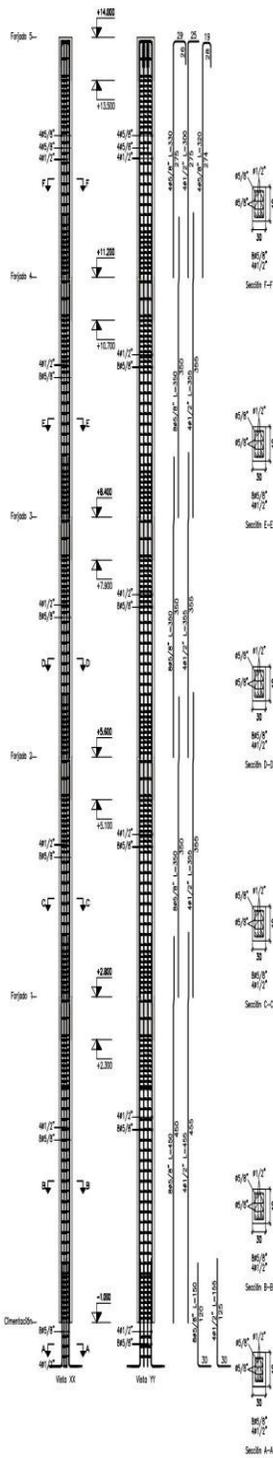
PORTICO 3 Y 4
 Esc. = 1/50
 dimensión en cm

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020			
PROFESIONAL:	PLANO: DESPIECE DE PORTICOS		LAMINA: E - 03
	AUTORES AQUIRE ALBITES STEPHANE RAMIREZ URBE, JAIR	ASESOR MR. RAMOS GALLEGOS, SUSY	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	DIBUJO: e-FAG	ESCALA: Como se Indica	FECHA: DICIEMBRE 2020
	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL		

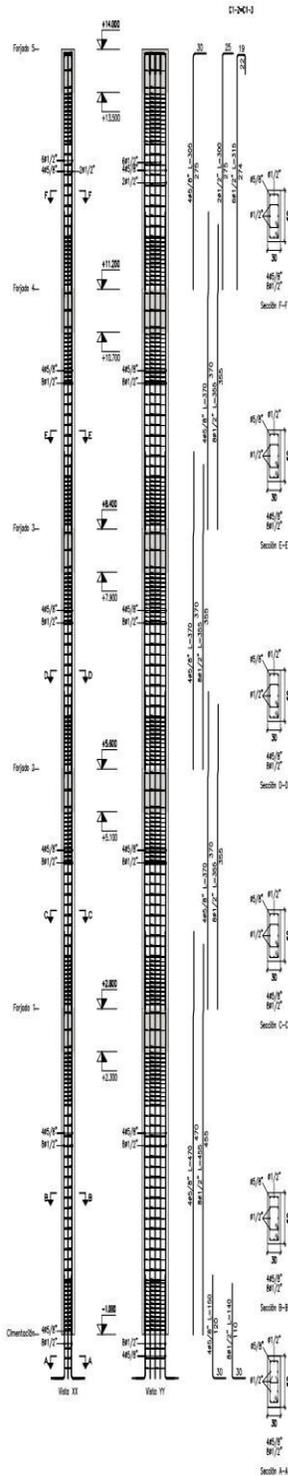


PORTICO 9
Esc. = 1/50
dimensión en cm

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	AUTORES: AGUIRRE ALBITES STEPHANE RAMÍREZ URIBE, JAIR	ASESOR: MG. RAMOS CALLEDOS, SUSY	FECHA: DICIEMBRE 2020
DIBUJO: e-F&G		ESCALA: Como se indica	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL



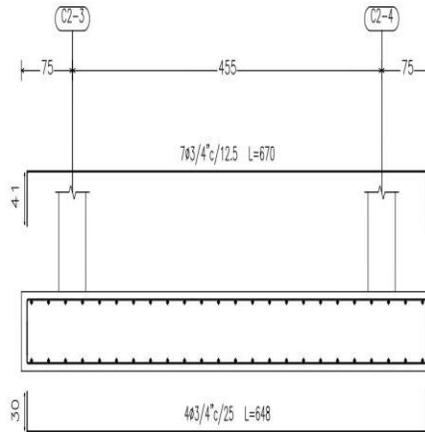
ALZADO COLUMNA 30X40
Esc.=1/75
dimensión en cm



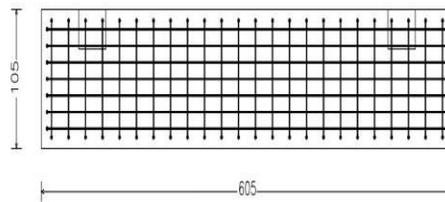
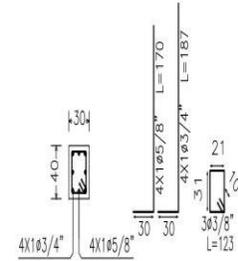
ALZADO COLUMNA 30X60
Esc.=1/75
dimensión en cm

 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020
PROFESIONAL:	PLANO: ALZADO DE COLUMNAS	LAMINA: E - 05
	AUTORES: AGUIRRE ALBITES STEPHANE RAMÍREZ URBEB, JAR	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	DIBUJO: e-FAG	ESCALA: Como se indica
	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL	

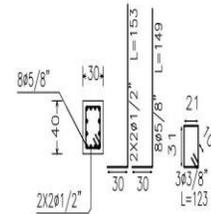
(C2-3-C2-4)



C2-3

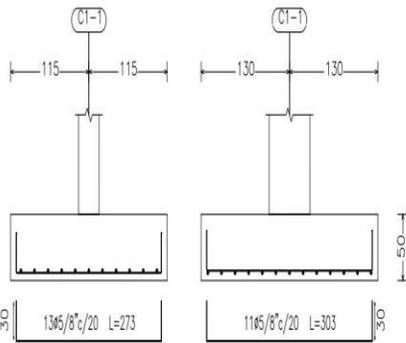


C2-4

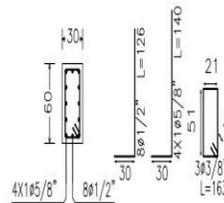


ZAPATA C(30X40)
Esc.=1/100
dimensión en cm

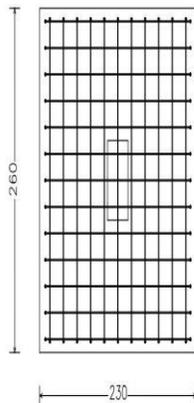
C1-1



C1-1



ZAPATA C(30X60)
Esc.=1/100
dimensión en cm



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Evaluación de derivas para determinar el Análisis Sísmico de un edificio dual en el Jr Progreso, Abancay-2020	
PROFESIONAL:	PLANO: CIMENTACION		LAMINA: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">E - 06</div>
	AUTORES: AGUIRRE ALBITES STEPHANE RAMIREZ URBIBE, JAR	ASESOR: MG. RAMOS GALLEGOS, SUSY	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	DIBUJO: e-FAG	ESCALA: Como se indica	FECHA: DICIEMBRE 2020
	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL		