



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Análisis estático y dinámico para su comportamiento sismorresistente
de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Apaza Larico, Ronald (ORCID: 0000-0002-9753-605X)

Sánchez Uchani, Ángel Gonzalo (ORCID: 0000-0002-4380-1604)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

Dedicamos de corazón a nuestros papas, quienes con su esfuerzo, sacrificio y apoyo logramos concluir nuestro trabajo de manera satisfactoria y seguir nuestro camino como Ingenieros y contribuir en el desarrollo de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Agradecer con todo el corazón a nuestro señor Dios, por guiarnos, por brindarnos salud y bienestar en nuestras vidas, a nuestras familias por brindarnos siempre su apoyo incondicional, a nuestros docentes quienes hicieron un gran esfuerzo por brindarnos sus enseñanzas y que gracias a ello fue posible cumplir con nuestras metas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN.....	10
II MARCO TEÓRICO	14
III METODOLOGÍA	45
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	45
3.2 Variables y Operacionalización	46
3.3 Población y Muestreo.....	46
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	46
3.5 Procedimientos	47
3.6 Método de Análisis de Datos.....	47
3.7 Aspectos Éticos.....	48
IV RESULTADOS	49
V DISCUSIÓN.....	78
VI CONCLUSIONES.....	80
VII RECOMENDACIONES	81
REFERENCIA	82
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Predimensionamiento de Columnas.	26
Tabla 2. Cargas Muertas o Permanentes.	28
Tabla 3. Cargas Vivas.....	29
Tabla 4. Factor de Zona "Z".....	33
Tabla 5. Perfiles de Suelo.....	34
Tabla 6. Factores de Suelos "S".	34
Tabla 7. Periodos.....	35
Tabla 8. Factor de Uso "U".	36
Tabla 9. Coeficiente de Reducción Sísmica "R".	36
Tabla 10. Irregularidades Estructurales en Altura.	37
Tabla 11. Desplazamientos Laterales Admisibles.....	44
Tabla 12. Cargas vivas.	59
Tabla 13. Ecuación de la Aceleración Espectral.....	72
Tabla 14. Parámetros Sísmicos para la Determinación del Espectro de Respuesta.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Las formas modales de una edificación (a) primer modo; (b) segundo modo; (c) tercer modo.	30
Figura 2. Piso Blando que soporta una estructura superior más rígida.	31
Figura 3. Zonificación Sísmica.....	33
Figura 4. Ubicación de elementos estructurales en planta.	53
Figura 5. Vista tridimensional del modelo estructural.	54
Figura 6. Vista tridimensional del modelo estructural (escaleras y ascensor)..	55
Figura 7. Asignación de cargas muertas, debidas a piso terminado y acabados.	56
Figura 8. Asignación de cargas muertas en escaleras, debidas a piso terminado y cielo raso.....	57
Figura 9. Asignación de cargas muertas, debidas a tabiques.	58
Figura 10. Asignación de cargas vivas repartidas (Sobrecargas).	59
Figura 11. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	60
Figura 12. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	61
Figura 13. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	62
Figura 14. Modo de vibración 1; Periodo= 1.1285 s.	62
Figura 15. Modo de vibración 2; Periodo= 0.8506 s.	63
Figura 16. Modo de vibración 3; Periodo= 0.6784 s.	64
Figura 17. Modo de vibración 4; Periodo= 0.3500 s.	65
Figura 18. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	66
Figura 19. Zonificación Sísmica.....	67
Figura 20. Asignación de diafragma rígido.	69
Figura 21. Fuente de masa = (100% WD + 25% WL).	70
Figura 22. Peso de la estructura por muertas (Dead) y vivas (Live).	70
Figura 23. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	71
Figura 24. R.N.E. Norma E.030 (2016).....	71
Figura 25. Definición del espectro de respuesta.	73
Figura 26. Fuerzas cortantes por fuerzas equivalentes, dirección “X” por niveles.	73

Figura 27. Fuerzas cortantes por fuerzas equivalentes, dirección “Y” por niveles.	74
Figura 28. R.N.E. Norma E.030 (2016).	74
Figura 29. Desplazamientos máximos en la dirección “X” = 10.3180 cm.	75
Figura 30. Desplazamientos máximos en la dirección “Y” = 8.5322 cm.	76
Figura 31. Derivas máximas en la dirección “X”. ETABS 18.	77
Figura 32. Derivas máximas en la dirección “Y”.	77

RESUMEN

En dicho trabajo se contempla el detalle que se ha dado bajo los criterios y procedimientos dados según N. T. P para el “Análisis Estructural Sismo resistente de un edificio de ocho niveles y un sótano”, localizado en la ciudad de Puno, Barrio San Antonio, región Puno.

Iniciamos a partir del diseño arquitectónico para llevarlo al análisis, seguido en la idealización, del diseño estructural sismorresistente y la concepción estructural, donde se da a conocer en mejor desarrollo para la tener una adecuada estructuración de los elementos, a la vez cumplir las condiciones que se estipulan según la norma E.030 y satisfaga en el diseño final.

Con la ayuda de softwares, ETABS. V.18.1.1 se idealiza cada elemento estructural en la forma adecuada para luego desarrollar los procedimientos preliminares.

El Análisis Estructural, debe satisfacer con los principios estipulados en el R.N.E, N.T.P; y con las recomendaciones de distintos autores que brindas las referencias y criterios a utilizar en el análisis estructural.

Una vez ya culminado con los procedimientos, podemos iniciar con el diseño de la estructura sismoresistente, el cual abarcara la distribución total del acero de todos los elementos de la estructura, de igual manera en el dimensionamiento de las secciones finales de estas, logrando obtener así la estructura sismoresistente la cual, tendrá un funcionamiento seguro ante movimientos sísmicos, dando cumplimientos a lo estipulado en las Normas y cumplir a las reglas dadas en los parámetros del diseño sismoresistente y prevenir que se pierdan vidas humanas los cuales habitaran en dichas estructuras.

Palabras claves: Diseño sísmico, diseño de estructuras, Edificio multifamiliar.

ABSTRACT

This work includes the detail that has been given under the criteria and procedures given according to NT P for the “Structural Analysis of a resistant earthquake of a building with eight levels and a basement”, located in the city of Puno, Barrio San Antonio, region FIST.

We start from the architectural design to take it to the analysis, followed by the idealization, of the earthquake-resistant structural design and the structuring conception, where it is revealed in better development to have an adequate structuring of the elements, while meeting the conditions that they are stipulated according to the E.030 standard and satisfy in the final design.

With the help of softwares, ETABS. V.18.1.1 each structural element is idealized in the appropriate way to later develop the preliminary procedures.

The Structural Analysis must satisfy the principles stipulated in the R.N.E, N.T.P; and with the recommendations of different authors who provide the references and criteria to be used in the structural analysis.

Once the procedures are completed, we can start with the design of the earthquake resistant structure, which will cover the total distribution of the steel of all the elements of the structure, in the same way in the dimensioning of the final sections of these, thus obtaining the earthquake resistant structure which will have a safe operation against seismic movements, complying with what is stipulated in the Standards and comply with the rules given in the parameters of the earthquake resistant design and prevent the loss of human lives which will inhabit said structures.

Keywords: Seismic design, structural design, Multifamily building

I INTRODUCCIÓN

La Tesis que se detalla a continuación se basa en el desarrollar el análisis estático y dinámico para su comportamiento sismo resistente de un Edificio de ocho Niveles – Puno 2020, la ubicación del proyecto se desarrollará en la ciudad de Puno en el barrio san Antonio. Y cuyo terreno tiene un área de 283.72 m². Para realizar el desarrollo de este trabajo, se inició con el planteamiento de los algunos conceptos generales sobre el análisis y estructuración de edificios. Es de mucha importancia tener en cuenta que dicho diseño estructural está ligado a la Norma que se rige en nuestro país, región donde se realiza el proyecto, puesto que las características de la zona, sea suelo, clima o peligrosidad sísmica, son distintas y por ende el comportamiento de la estructura es distinto según sea el rol que cumplirá la superestructura.

El comportamiento de la estructura va ligado de la mecánica de suelos, ya que es un complemento al diseño. Es dar a conocer que las características estructurales influyen en el comportamiento de un suelo dado y como tal influye en la estructura, lo cual tiene efecto directo sobre dicha estructura es por ello que la norma abarca en el diseño que se analizara.

El análisis se ha desarrollada bajo las condiciones descritas en el RNE. Dentro del cual se contempla los análisis sísmicos lo cual se siguió con las exigencias que se establecen en la normativa mencionada, dentro del cual figura el Diseño Sismo Resistente E.030, para dicho análisis y diseño del modelo estructural de la estructura se empleó la plataforma de cómputo de CSI: ETABS en su versión 18.1.1.

Este trabajo presenta después del análisis la información necesaria para desarrollar el análisis estructural del edificio de concreto, porque brinda un modelo a seguir a los nuevos proyectos estructurales donde, mitigara loa efectos que producen los sismos sobre las edificaciones, aportando diseños y modelos adecuados al cumplimiento con las normativas vigentes.

En la ciudad de Puno, se pudo constatar que en la gran mayoría de las construcciones de edificaciones se viene vulnerando las especificaciones de ejecutar los análisis sísmicos que se han establecido en la normativa del Diseño

Sismorresistente, en el cual se establecen los parámetros de diseño, de tal manera que las edificaciones tengan un buen comportamiento ante los eventos sísmicos que se suscitan.

Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA. “Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con la filosofía de la norma”. (p.5)

- Una estructura no tendría que colapsar ni tampoco causar daños significativos en los seres humanos, aunque podríamos indicar que puedan presentarse en estos daños significativos, generados por los eventos sísmicos los cuales se le califican como severos, los cuales se suscitaran en el sitio que se destinara la construcción de la edificación.
- La estructura debe de ser capaz de soportar los movimientos del suelo calificados como moderados en la zona donde se ejecutará el proyecto, logrando obtener daños que serán reparables y que se encuentren dentro de los límites aceptables.
- En edificaciones primordiales, los cuales ya están definidas dentro de la norma, se debe tener consideraciones especiales los cuales estarán orientados a lograr que la estructura permanezca buenas condiciones luego de ocurrido un sismo muy fuerte.

Que resultado a ello y a la mala configuración estructural en el diseño de edificaciones, se viene desarrollando el presente proyecto de investigación, el cual permitirá brindar un diseño estructural lo cual cumpla con los parámetros sismorresistente que se encuentra en la Norma E.030. lo cual toda edificación y cada uno de los elementos. Será diseñados y construidos para soportar las sollicitaciones sísmicas dadas en dichas especificaciones técnicas de la Norma.

Por consiguiente, de acuerdo al contexto que se presenta este proyecto de investigación se denomina “**Análisis estático y dinámico para su comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020**”. Del cual se realizó la siguiente pregunta del problema general: ¿Cómo influye el análisis estático y dinámico en el comportamiento sismorresistente de un edificio de

concreto armado de ocho niveles – Puno 2020? y los problemas específicos son: ¿Cómo influye el análisis estático en el desempeño estructural de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020?; ¿Qué permitirá controlar la deriva en las direcciones X, Y, en el análisis de una estructura sismorresistente?

Es fundamental para el desarrollo de este trabajo la de poder brindar el análisis de la edificación de concreto armado, mitigando así los riesgos sísmicos y disminuir la vulnerabilidad de las estructuras, lo cual se logran teniendo al Reglamento Nacional de Edificaciones acorde a las tendencias actuales, el cual nos permite conocer el comportamiento en el diseño arquitectónico y estructural que a la vez, reflejen las características geotécnicas y de peligrosidad y así realizar un diseño adecuado que satisfaga las necesidades requeridas. Por ese motivo, la justificación técnica. Según Cano Bonilla (2019). en su desarrollo de su tesis justifica consideraciones de los resultados que se encontraron al realizar el diseño de un edificio multifamiliar, lo cual demuestra que dicha edificación propuesta brinda las garantías necesarias para lograr las condiciones requeridas y ser habitado en ella, incentivando la utilización de dicha edificación a las personas, respetando siempre los criterios y aspectos técnicos establecidos en el RNE (2019), (p. 11); la justificación económica genera alternativa para hacer crecer y desarrollar los sistemas de construcción en nuestra ciudad, los cuales serán evaluados y se demostrara los beneficios de construcción y acceso económico para su uso; la justificación social consiste en la implementación del sistema de construcción el cual generara una línea futura de construcción y una óptima calidad de vida a los que albergaran el edificio y la justificación práctica consiste en desarrollar el modelamiento estructural de la edificación, realizando los análisis dinámicos y estáticos, para lo cual se empleara el programa de cómputo de CSI: ETABS en su versión 18.1.1, a fin de brindar una estructura adecuada y eficiente que contribuya con la sostenibilidad que necesita la ciudad de Puno.

El presente trabajo tiene como fin general desarrollar el análisis estático y dinámico para su comportamiento sismorresistente de la estructura de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020. Y los objetivos específicos que se desarrollaran a lo largo de este proyecto de investigación son: Determinar el desempeño estructural de un edificio de concreto armado de ocho niveles mediante el análisis estático, y

analizar la estructura del proyecto de ocho pisos de concreto armado con una deriva controlada en las direcciones X, Y, para obtener una estructura sismorresistente y eficiente

Con respecto a la hipótesis de este proyecto, se menciona la hipótesis general que está basado en desarrollar análisis estático y dinámico de un edificio de concreto armado de ocho niveles permitirá brindar una estructura adecuada y eficiente, para su comportamiento sismorresistente y las hipótesis específicas son: El análisis estático, permite obtener los resultados requeridos para realizar su buen desempeño estructural en un edificio de concreto de ocho niveles– Puno 2020, y las derivas en las direcciones X, Y, en el análisis de una estructura sismorresistente permite controlar los desplazamientos relativos entre pisos.

II MARCO TEÓRICO

Después de haber indagado en forma virtual en diversas bases de datos se logró obtener variedad de trabajos de investigación y artículos científicos, se seleccionó las investigaciones que tenían mayor relación con las variables del proyecto de investigación que se viene ejecutando.

La SEAOC (1995), se refiere que la ingeniería se basa en el desempeño sísmoresistente de la edificación como “la selección de criterios de diseño, del sistema estructural apropiado y que sea proporcional, detallado y los componentes no estructurales con un nivel definido de confiabilidad, en dicha estructura no se logra superar los daños ante algunos estados límites, y otros límites que no son muy inusuales. Estos niveles de desempeños se acoplan con niveles establecidos especificados de movimientos sísmicos probable, el cual se define como como objetivo de desempeño, para la cual está diseñado la estructura.

Según ATC-40, (1996), manifiesta que el diseño de los edificios basada en el desempeño se refiera en la metodología de diseño en la cual el criterio estructural será expresado en términos de selección de un objetivo de desempeño. En contraste al método convencional dentro del cual el criterio estructural se definirá por exigencia en los elementos, que resulten de un nivel predeterminado de la fuerza cortante.

Según FEMA-273 (1997), indica que los conceptos y términos de diseño que se basan en el desempeño son recientes y se deben estudiarse cuidadosamente deben ser analizados con los ocupantes. Se debe entender el término del nivel de desempeño para representar el objetivo de diseño. Es así que el desempeño sísmorresistente de una edificación puede ser descrito cualitativamente en términos de; brindar seguridad a las personas que habitan durante y después de la ocurrencia de un evento sísmico, el valor y facilidad para poder reparar el edificio antes de la ocurrencia del sismo, el lapso de tiempo en el cual la edificación detiene su servicio para realizar las reparaciones del mismo, el costo económico, la arquitectura e impacto que se tiene frente a la comunidad. Estos parámetros de desempeño sísmorresistente están relacionados de acuerdo al grado que sufrió el edificio, lo cual se categoriza como el nivel de desempeño en la estructura. Cada piso consiste de un nivel de desempeño estructural, definiéndose los daños aceptables para para el sistema

estructural lo cual define los daños aceptables para el sistema de la estructura y el nivel de desempeño no estructural, definiéndose los daños aceptables en los componentes no estructurales.

Según Chiroiu L., (2001). realizaron estudios en los que sostienen que el método del espectro de capacidad propone una nueva herramienta el cual se utilizara para realizar el análisis de daños estructurales y no estructurales producidos por una acción sísmica tanto para la producir escenarios de daños y como para la rehabilitación de las edificaciones. Según los parámetros espectrales como desplazamiento o aceleración.

Ortiz (2012), en su investigación titulada diseño estructural sismo-resistente de los edificios de departamentos de hormigón armado limburg platz de la ciudad de quito para garantizar la seguridad de los ocupantes”, el **objetivo** fue desarrollar el estudio estructural de los edificios de departamentos “Limburg Platz” de la ciudad de Quito. así garantizar la seguridad de sus ocupantes. Su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, llegando a la **conclusión** de que asumirán una junta sísmica de 5 cm.

Según **Zeña y Peña (2017),** Refiere que el “Análisis Sísmico usando Etabs para la evaluación de efectividad del comportamiento sismo resistente de la infraestructura educativa I.E Rosa flores de oliva – Chiclayo – Provincia de Chiclayo- Lambayeque”. La **finalidad** de la tesis fue desarrollar el análisis sísmico aplicando el software Etabs 2015 v.15.2.2. con la cual se usó para el análisis de la efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura educativa I. E. Rosa flores de oliva – Chiclayo – Lambayeque, su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, los autores **concluyeron** que de acuerdo al análisis del modelo estructural del edificio se observa que las derivas máximas fueron de 0.004602 en la dirección X y de 0.001394 en Y, se comprueba que ambas son menores que el límite permitido en la Norma E-30 de 0.007 y 0.005 respectivamente.

Según **Cano (2019),** En dicha tesis “Diseño sísmico y estructural del edificio multifamiliar las flores en la urbanización el ingeniero III, pimental-Chiclayo-Lambayeque”, La **Finalidad** de la tesis fue diseñar el diseño sísmico y estructural del Edificio multifamiliar las flores en la urbanización el ingeniero III, Pimentel -Chiclayo-Lambayeque. Su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, el autor llego a la

conclusión, que dichos impactos potenciales negativos, es común en los proyectos de infraestructura, lo cual se presenta en todas las etapas del proceso constructivo, mostrado con mayor notoriedad aquellos de probable ocurrencia durante el proceso constructivo en los componentes.

Según **Méndez y Díaz (2019)**, en su tesis “Diseño Estructural Sismorresistente de un edificio de cuatro Niveles en Concreto Armado”, la **finalidad** de la tesis fue explicar todos los criterios y procedimientos para un adecuado diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado ubicado en el distrito de san juan de Lurigancho – Lima. Su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, los autores llegan a concluir en la siguiente **conclusión** en que la estructuración que presenta la edificación. Es la más adecuada, ello se ve reflejado al comprobar la presencia de irregularidades estructurales, tanto en altura y planta, y la falta de estas nos determina un mejor comportamiento ante un sismo.

El autor **Chaiña (2016)**, ejecuto la tesis “Análisis y Diseño Sísmico de una Edificación de Seis Niveles de Concreto Armado en la Ciudad de Juliaca”, la **finalidad** de la fue lograr el análisis y diseño de la edificación de seis niveles en la ciudad de Juliaca y cumpla con los lineamientos establecidos en la filosofía de diseño sismo resistente dando cumplimiento en la Norma E.030 de los años 2006 y 2016. Su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, el autor llego a la **conclusión** de que la comparación de los resultados del análisis sísmico comparativo permitió ver el comportamiento de la estructura bajo diferentes condiciones de análisis y se concluyó que la estructura tuvo un comportamiento similar en cada uno del análisis excepto en el análisis sísmico estático con la normativa E.030 2016. Donde se obtuvo resultados diferentes al resto. En la normativa E.030 no se considera este tipo de análisis para zonas de mediana sismicidad Zona 2.

Según **Mamani (2018)**, en su tesis “Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de un edificio de ocho niveles en la ciudad de Juliaca 2018”, la **finalidad** de dicha tesis es determinar el nivel de desempeño sísmico de un edificio de ocho niveles en la Ciudad de Juliaca con el análisis estático no lineal. Su **metodología** tiene enfoque cuantitativo, el autor llegó a la siguiente **conclusión** de que, respecto a la evaluación mediante el análisis estático no lineal, para el cálculo del nivel de

desempeño del edificio de ocho niveles se llegó a la conclusión que este método da una estimación adecuada del nivel de desempeño en términos de rigidez estructural, ductilidad, resistencia y disipación de energía. en comparación del análisis dinámico no lineal el cual es más completo y complejo, y más complicada de realizar cabe mencionar que estos métodos no son lineales de naturaleza estática, fácilmente podrían implementarse en nuestro código de diseño sismorresistente.

Según **Lope (2018)**, en su tesis “Evaluación del Comportamiento Sísmico de un Edificio Existente de Concreto Armado Ubicado en la Ciudad de Juliaca Utilizando el Método Basado en el Desempeño”, la **finalidad** de la tesis es conocer el comportamiento sísmico del edificio existente de concreto armado, ubicado en la ciudad de Juliaca. Dado por el método de desempeño. **metodología** tiene enfoque cuantitativo, el autor llegó a la **conclusión** de que el edificio existente de concreto armado ubicado en la ciudad de Juliaca, lo cual no cumple lo recomendado en el Reglamento nacional de edificaciones E.030. 2016. Ya que los límites de las derivas (entrepisos) permitida es de 0.007 para estructuras de concreto armado, ña edificación analizada del presente trabajo de investigación tiene una distorsión de entrepisos en la dirección X.

Seguidamente, se mencionarán las teorías afines al proyecto de investigación que se viene desarrollando.

ANÁLISIS ESTÁTICO

Según Méndez y Díaz, (2019). El análisis estático de un edificio trata, en determinar la fuerza ocasionada por los eventos sísmicos, el cual actúa sobre la base, y por lo cual lo mencionaremos como cortante basal, este estará manifestado sobre la estructura, para conseguir lo mencionado. Estas fuerzas cortantes son distribuidas hacia los centros de masas en cada nivel, de tal manera que cada piso presentará una deformación, el cual será proporcional a su peso y un exponente “k” y que estará vinculado al periodo fundamental de vibración de la superestructura. (p.37)

ANÁLISIS DINÁMICO

Según Méndez y Díaz, (2019). Se denomina como análisis dinámico, debido a que no solo se consideran las fuerzas que actúan en cada nivel, sino que también se consideran tanto las aceleraciones y las velocidades los cuales son productos de las

deformaciones los cuales tiende a generarse en la estructura cuando ocurre un evento sísmico. (p.39)

COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE

Según la A.I.S. “Para que un edificio soporte un evento sísmico, la estructura de la misma debe presentar una solidez, simetría, uniformidad, y tiene que ser continua o bien conectada. Presentar bruscamente los cambios de sus dimensiones, así como de su rigidez, la falta continuidad, una configuración estructuralmente desorganizada o voladizos excesivos los cuales facilitan la concentración de las fuerzas nocivas, torsionales y deformaciones, que tienden a generar graves daños o hasta que la estructura llegue a un colapso total. (p.1-4)

CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

Según Méndez y Díaz, (2019). Dado el proyecto de la edificación, la mayor parte se da cuando se comienza a desarrollar los predimensionamientos para todos los elementos de una estructura, tales como las losas aligeradas (macizas), las vigas, los muros estructurales, las cimentaciones, las columnas, hasta obtener los análisis estáticos y dinámicos, y obtener un análisis mucho más detallado los cuales generan mayor tiempo. Como determinar un diseño por desempeño, realizar un análisis tiempo historia, etc. (p.13)

Para un sistema en el cual se realizará el diseño sísmico de una estructura es fundamental que la misma este bien estructurada, no se debe de contar con una mala estructuración en la edificación y debido a ello esta tenga un buen comportamiento durante su vida útil, por el cual se diseñaran estas fuerzas sísmicas, y que más complicado sea, su comportamiento será difícil de predecir. (p.14).

Por lo mencionado damos a conocer ciertos criterios y aspectos el cual debe contemplar toda configuración estructural, tanto en altura y planta, siendo señalados en la Norma E.030. (p. 14).

Según Ministerio de Vivienda, (2016). Para la concepción estructural sismoresistente se deben tomar mucha importancia en los aspectos siguientes:

- Simetría en la distribución de masas de rigideces
- Pesos mínimos en los pisos altos.
- Selección del uso adecuado en los materiales de construcción

- La continuidad estructural en planta y elevación
- Ductilidad, como la capacidad de deformación en la estructura del rango elástico.
- La deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencias
- Las consideraciones de las condiciones locales
- Practica constructiva y supervisión estructural rigurosa. (p.5)

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las normas dadas por el Ministerio de Vivienda, (2016). Se tiene los siguientes sistemas estructurales.

Estructuras de concreto armado

De los cuales mencionamos los siguientes:

- Los muros estructurales,
- Los pórticos,
- Sistema dual,
- Edificaciones de muros de ductilidad limitada.

Estructura de albañilería

Siendo estas de albañilería armada o confinada.

Estructuras de maderas

Los materiales predominantes para los elementos resistentes en madera.

CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Simplicidad y simetría

Según Blanco Blasco, (1994). Indica que en la estructuración del diseño de edificaciones de concreto armado.

Que una estructura común (simple), tiende a tener un buen comportamiento frente a los esfuerzos producidos por los sismos. Podemos indicar para que esto sea así, dos razones primordiales, en primer lugar, que nuestra experiencia y criterio es mayor para poder predecir un comportamiento sísmico de una estructura simple que para una estructura compleja; y en segundo lugar nuestra experiencia y criterio es mayor para idealizar elementos de estructuras simples que para estructuras complejas. (p.6)

Resistencia y ductilidad

Según Blasco, (1994), una estructura debe tener la capacidad de una resistencia sísmica apropiada en las direcciones de estudio. Debe de existir al menos en dos direcciones ortogonales o aproximadamente un sistema de resistencia sísmica, el cual permita garantizar la estabilidad tanto del edificio como un todo y de cada uno de los elementos.

Se debe tomar muy en cuenta la concepción de estructuras aporricadas, es donde se ubicarán sus rotulas plásticas. También el diseño debe procurar a que estas rotulas se produzcan en los elementos que permitan a ambos generar la estabilidad del edificio.

Razón por la cual es conveniente que estas se produzcan en las vigas, muy al margen del hecho que por estar más cerca de su resistencia ultima, a su vez estos ayudan a disipar las energías sísmicas más tempranamente. Tener el control de la ubicación de las rotulas plásticas genera una ventaja para que la ductilidad se otorgue en los sitios donde sean necesarios, permitiendo realizar un diseño económicamente factible.

Cuando se diseñe una estructura de concreto armado, deben de garantizarse que las fallas ocurran por la fluencia de los aceros y mas no por la compresión del concreto. (p.7)

Hiperestaticidad y Monolitismo

Según Blasco, (1994). Nos indica que para el diseño sismorresistente, es muy conveniente que las todas las estructuras puedan tener una disposición hiperestática.

Logrando así una capacidad de resistencia mayor, que debido a que las rotulas plásticas estén en producción este permitira disipar de la mejor manera las energías sísmicas, por otro lado, al incrementar la capacidad de resistencia este permitira otorgar un elevado grado de seguridad en la estructura. (p.8)

Uniformidad y Continuidad de la Estructura

Según Blasco, (1994). Debe existir una fluida continuidad en una estructura, tanto en planta, así como en elevación, y que sus elementos no tengan un cambio brusco en su rigidez, a fin de obviar las concentraciones de los esfuerzos.

Si se va a utilizar los muros de concreto armado (placas), y sea necesario eliminarlas en algún piso de la edificación, no debe generarse cambios bruscos, se debe realizar la reducción paulatinas a fin de conseguir una transición. (p.9)

Según Méndez y Díaz, (2019). Menciona que la norma hace referencia a distintas irregularidades tanto en planta como en altura, indicando la irregularidad por piso débil y por piso blando, lo cual es generado específicamente por la discontinuidad de los elementos verticales, o por generarse cambios muy bruscos en las secciones transversales de las mismas. (p.17)

Rigidez Lateral

Según Blasco, (1994). En muy necesario proveer a una estructura con elementos estructurales que brinden rigidez lateral en sus principales direcciones, a fin de que brinden una mayor resistencia a fuerzas horizontales sin tener deformaciones considerables.

Durante un proceso constructivo una desventaja es que un pórtico flexible genera dificultades, debido a que se pueden generar aglomeración de armaduras en los nudos, y que debido a esta aglomeración se presenten elementos no estructurales los cuales perjudiquen el análisis, que, debido a su dificultad al ser separados de la estructura, puedan introducirse distribuciones equivocadas de esfuerzos generando así que las deformaciones laterales sean mayores y hasta excesivas. (p.10)

Diafragmas Rígidos (Losas)

Según Blasco, (1994). Para un análisis usualmente se considera como una hipótesis específica que exista una losa rígida en su superficie, permitiendo idealizar como una unidad la estructura, aplicándose la distribución de las fuerzas horizontales en columnas y placas (muros), acorde a su rigidez lateral, y tosa deben mantener igual deformación lateral para un piso específico. (p.11)

La NORMA E.070, en el art. 15.3, señala que las proporciones entre las dimensiones mayor y menor, que en planta estén comprendidas entre 1 a 4, y en elevación sea menor que 4. (p.302)

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Según Blasco, (1994). Indica que existen otros aspectos que deben ser tomados en cuenta para una estructuración, es como influirán elementos secundarios a la misma.

Desempeñando así, un rol positivo en la dirección que colaboran a un mayor amortiguamiento dinámico, esto principalmente que al generarse agrietamientos internos los rozamientos tienden a aumentar. Ante violentas sollicitaciones sísmicas, al sufrir agrietamiento de manera importante ayudan a que las energías sísmicas se disipen, disminuyendo las cargas a los elementos resistentes.

Presentándose también ciertos efectos negativos, generados principalmente dado por que, al asumir esfuerzos no contemplados al calcular, tergiversan la distribución supuesta de esfuerzos. (p.12)

Sub-Estructura (Cimentación)

Según Blasco, (1994). El principio fundamental respecto a la resistencia sísmica de una sub-estructura se tiene que obtener una acción integral de la resistencia cuando ocurre un evento sísmico, incluido las cargas verticales actuantes.

Existe otro aspecto importante y que se debe de considerar en el análisis estructural es la posibilidad de giro de la cimentación; generalmente los profesionales en ingeniería estamos acostumbrados a que en la base de las columnas y plancan (muros) se considere un empotramiento, lo cual no es real o cierto en la gran mayoría de los casos. (p.13)

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Según Méndez y Díaz, (2019) los elementos estructurales se pueden agrupar en columnas, vigas, losas, muros, escaleras y parte de la sub estructura. (p.19)

Losas

Según Blanco Blasco, (1994) da a conocer que la losa tiene dos funciones:

Una de ellas va, está vinculado a las cargas de la gravedad, los cuales son transmitidos a las vigas las cargas de la misma losa, las sobrecargas, los pisos terminados y provisionalmente la tabiquería u otros elementos los cuales estarán apoyados en ellos; la otra, vinculado con las cargas sísmicas, que es parte de la unidad de la estructura, de tal forma que la estructura se comporte de una manera uniforme

en cada nivel, logrando que las deformaciones sean en una misma cantidad tanto en muros y columnas en cada piso. (p.15)

Según Méndez y Díaz, (2019). En el instante que la estructura soportara una acción sísmica, por las fuerzas externas ocasionados por los mismos, el cual pretenden transmitirse a los elementos menos rígidos, si se tiene conectados de manera uniforme el uno del otro estos elementos, se distribuirán en todos los elementos estructurales los esfuerzos generados, donde actuaran como diafragmas rígidos las losas haciéndolos indeformables y a su vez logrando la uniformidad de las deformaciones y los desplazamientos en toda la estructura y estén en proporción a las alturas de cada nivel, razón por la cual se le da la denominación a una losa como una unidad de la estructura. (p.19)

En el proyecto de investigación se usará losas aligeradas en dos direcciones porque se presenta grandes luces en nuestra estructura.

Vigas

Según Blanco Blasco, (1994). El concepto de vigas, son unidades (elementos) estructurales que soportan las cargas que son transmitidas por la losa, y estas a su vez tienden a transmitir estas cargas hacia las columnas o muros. Los que generalmente forman los denominados ejes estructurales, y la conformación de vigas y columnas al cual se le denomina como pórticos. Ya que las vigas tienen la función sísmica muy importante, la cual permite generar y/o construir con los muros y las columnas elementos que serán capaces de resistir los diferentes esfuerzos generados por fuerzas horizontales que originan los movimientos sísmicos y a su vez ser el elemento que brinde un apoyo a la rigidez lateral. (p.25)

Según Méndez y Díaz, (2019). Explica que el comportamiento que se tiene en los tipos de vigas, entre vigas chatas y peraltadas, es parte fundamental para el diseño, los cuales permitirán controlar las máximas deformaciones producidas y permitirán controlar las deformaciones laterales, los cuales influyen de manera directa en el cálculo de las rigideces laterales. (p.20)

Columnas

Según Blanco Blasco, (1994). La columna es un elemento importante, ya que forma parte importante con las vigas al cual se les denominan como pórticos, los cuales

constituyen el esqueleto sismorresistente conjuntamente con los muros, si estos existieran.

La columna es un elemento que esta principalmente sometido al esfuerzo de compresión, simultáneamente a los esfuerzos de flexión al cual se le denomina como (flexo compresión), ello ocasionado por la recepción de los momentos flectores que la viga le transmite, y a su vez por las cargas axiales que recibe de los distintos pisos de la estructura, la sección de una columna depende de la magnitud de los momentos flectores que actúan sobre ella y de la magnitud de las cargas verticales que recibe. (p.30)

Muros o Placas

Según Blanco Blasco, (1994) las placas son paredes de concreto armado, y que debido a la mayor longitud y/o dimensión en una de sus direcciones el cual es muy superior a su ancho, ésta a la vez proporciona una gran rigidez lateral y una resistencia en la misma dirección. Al tener una longitud que es superior al ancho del mismo, hacen que dichas placas tengan un comportamiento interno diferente, el cual se convierte en un elemento que tiene mayor rigidez lateral y una resistencia en la dirección más larga de la misma.

Según Méndez y Díaz, (2019). Se puede entender lo importante que llegan ser las placas en la estructura, debido a que aportan una gran rigidez y hacen que se disminuya las deformaciones y los desplazamientos.

Una de las desventajas del uso de las placas suele ser la mala ubicación de las mismas, por la falta de criterio. Al suscitar esta mala ubicación, producirá un efecto de torsión llegando a fallar más rápidamente. (p.22)

PREDIMENSIONAMIENTO

Para el proyecto de investigación se debe proponer inicialmente las medidas de todas las secciones típicas de todos los elementos de la estructura, los cuales estarán en base a los parámetros de la normatividad y de los distintos estudios realizados, los cuales serán como referencia mas no definitiva, estas a su vez irán cambiando según se vaya realizando el desarrollo de los análisis sismorresistentes de la estructura.

Predimensionamiento de una Losa

Según Blanco Blasco, (1994) nos da a conocer que el peralte de una losa aligerada se dimensionara teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- $h=17$ cm luces menores de 4.00 m.
- $h=20$ cm luces comprendidas entre 4.00 y 5.50 m.
- $h=25$ cm luces comprendidas entre 5.00 y 6.50 m.
- $h=30$ cm luces comprendidas entre 6.00 y 7.50 m. (p.36)

Se tiene las medidas en donde h : es en espesor de la losa aligerada, y en el cual se tiene una losa de temperatura de un espesor de 5.00 cm, y se utilizaran ladrillos comerciales (de 12.00cm, 15.00cm, 20.00cm y de 25.00 cm) en el proceso constructivo.

En la norma E.060, nos menciona que para realizar los cálculos de los peraltes de las losas se debe tener en cuenta la siguiente relación.

$$h = \frac{LL}{25}$$

En donde LL: será la luz de la losa aligerada, y se especifica que se dará en los casos de contar con una sobrecarga de (300.00 kg/m² a 350.00kg/m²).

Predimensionamiento de Vigas

De igual manera en la Norma E.060, nos brinda para realizar y calcular el peralte de las vigas la siguiente relación:

$$h = \frac{LL}{12 \text{ a } 10}$$

- Donde indicaremos que LL: será la luz libre de la viga.

$$b = h(0.3 \text{ a } 0.5)$$

- Donde indicaremos que b : el ancho de la viga.

Cabe indicar, que la normativa peruana limita las dimensiones mínimas de ancho de viga, lo cual es de 25.00 cm, para toda aquella viga que esté sometida a momento flector.

Predimensionamiento de Columnas

Según Morales Morales, (2006). Es un poco complicado realizar los análisis en las columnas a diferencia con otros elementos de la estructura, debidos a que las

columnas tienden a soportar esfuerzos de compresión y esfuerzos de flexión, por tal motivo es que se crearon parámetros y en base a ellos realizar un preliminar predimensionamiento, los cuales se obtuvieron de los ensayos que se realizaron en Japón.

Las columnas se predimensionarán con:

$$D = \frac{P}{n f'c}$$

Fuente: Morales Morales, (2006)

Donde:

- D = Mayor dimensión transversal de la columna.
- b = Menor dimensión transversal de la columna.
- P = Carga total.
- n = Valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la Tabla 1.
- f'c = Resistencia del concreto a la compresión simple.

Tabla 1. Predimensionamiento de Columnas.

TIPO	UBICACIÓN	
C1 (Para los primeros pisos)	Interior	$P = 1.10PG$ $n = 0.30$
C1 (Para los primeros pisos)	Interior	$P = 1.10PG$ $n = 0.25$
C2, C3	Externas de Pórticos exteriores	$P = 1.25PG$ $n = 0.25$
C4	Esquina	$P = 1.50PG$ $n = 0.20$

Fuente: Morales Morales, (2006)

Predimensionamiento de Muros Estructurales o Placas

Según Méndez y Díaz, (2019). Al establecer los criterios con los cuales se dimensionará de manera preliminar una placa, es un poco tedioso, ya que dependerá del análisis sísmico, con el cual luego se realizará el Predimensionamiento, ello dependerá básicamente de los criterios con los que el ingeniero pueda tener.

Las medidas a utilizarse para el espesor de las placas son de 10.00 cm, mayormente se utilizan de 15.00 cm para edificaciones de poca altura, y 20.00 cm, 25.00 cm y 30.00 cm. Para edificaciones mayores incluso se tendrá la opción que aumentar su espesor. (p.24)

Idealización Estructural Sismorresistente

Según Ottazzi Pasino, (2014). Explica de cómo es realmente un modelo estructural, la importancia que guarda para el desarrollo del análisis y diseño de una estructura y da a conocer cuáles serán los elementos que se debe de idealizar en la estructura.

Las estructuras son un medio continuo, que contienen partículas infinitas, y que tienen una variación continua en sus propiedades, tanto en las deformaciones como también en los estados de esfuerzos, es así que los conjuntos de ecuaciones diferenciales, gobiernan en los comportamientos de la estructura.

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} + P_{vx} = 0$$

Ecuación de equilibrio de las partículas en la dirección X.

Fuente: Morales Morales, (2006)

Tómese en cuenta el caso de resolver y formular estas ecuaciones, se requerirá a menudo realizar un modelo estructural.

Las cargas

Según la Norma E.020, (2006). Son:

“Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos”. (p, 200)

Según Méndez y Díaz, (2019). La finalidad principal de la estructura es la de soportar cargas, según sea su uso se basa en la Norma E.020. donde se consideran las cargas vivas y las cargas muerta; también existen otros tipos de cargas que esta contempladas dentro de la normativa, como las cargas de nieve y las cargas debido al viento. (p.25)

Cargas Permanentes (Muertas)

Según la Norma E.020, (2006).

Los pesos de dichos materiales como equipos de servicio, tabiques u otros elementos soportados por la edificación aun su propio peso que sean permanentes o varié según su magnitud. (p.2)

Según Méndez y Díaz, (2019). El Reglamento para poder diseñar nos da a considerar el peso de los materiales a utilizar y que estos pesos unitariosesta establecidos en la norma E.020. (p.26)

Tabla 2. Cargas Muertas o Permanentes.

MATERIALES	PESO kn/m3 (kgf/m3)
Albañilería de:	
Unidades de arcilla cocidas huecas	13,5 (1350)
Concreto Simple de:	
Grava	23,0 (2300)
Concreto Armado	Añadir 1,0 (100) al peso del concreto simple.
Losas aligeradas en una sola dirección de Concreto Armado	
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.	
Aligerado 20 cm, espesor de la losa sup. 5 cm.	3,0 (300)

Fuente: Norma E.020 (2006)

Cargas vivas

Según la Norma E.020, (2006).

Se considera el peso de los que ocupan la estructura, los muebles, los materiales, y otros elementos que puedan existir en la estructura. (p.2)

Según Méndez y Díaz, (2019). De igual manera el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), exige diseñar con valores asignados, y da la justificación a otros valores inferiores. Las cargas que se utilizarán en el presente trabajo estarán basdas por la norma E.020. (p.27)

Tabla 3. Cargas Vivas.

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Almacén	5,0 (500)
Oficinas	2,5 (250)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Fuente: Norma E.020, (2006)

De la misma forma la NORMA E.020, indica que los pesos de la tabiquería móvil se deben incluir la carga viva uniformemente repartida por el metro cuadrado de 0.50 kPa (50.00 kgf/m²). Para cargas livianas móviles de 1.00 kPa (100.00 kgf/m²)

Si se considera en el diseño tabiquería móvil, se debe realizar un plano de ello en la arquitectura y en los planos de arquitectura. (p.201)

Combinaciones

la NORMA E.020, señala la distribución de las cargas verticales en los elementos de soporte sobre la cual se basa el método de análisis en su área tributaria. (p.205)

En la NORMA E.060. se da a conocer las combinaciones dadas por las cargas lo cual refleja en el diseño que presentamos y lograr obtener la resistencia requerida.

- La resistencia que se requiere tanto para las cargas muertas CM y carga viva CV. Será como.

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV$$

Fuente: Norma E.060, (2006)

- En dicho diseño se debe de considerar las cargas de viento CV.
- Para poder realizar el diseño se deberá tener en cuenta las cargas del sismo CS. Como mínimo se requerirá que la resistencia sea. (p.53)

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$$

Fuente: Norma E.060, (2006)

$$U = 0,9 CM \pm CS$$

Fuente: Norma E.060, (2006)

Donde:

- U: Resistencia Requerida.
- CM: Carga Muerta.
- CV: Carga Viva.
- CS: Cargas de sismo.

Consideraciones Estructurales

Según H. Nilson, (2001). Define

Según H. Nilson, (2001). Nos indica los parámetros que debemos tener en consideración en la configuración de una estructura, con respecto a la relación que debe haber en la frecuencia de terreno y edificación.

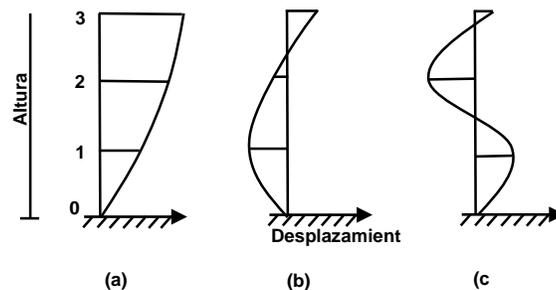


Figura 1. Las formas modales de una edificación (a) primer modo; (b) segundo modo; (c) tercer modo.

Fuente: H. Nilson, (2001)

Mientras más cercana sea la frecuencia del movimiento del terreno en algunas de las frecuencias naturales de la estructura, se mucho mayor la probabilidad que experimentara el fenómeno de resonancia, lo que resultado a ello se generan incrementos tanto de los desplazamientos como del paño. Lo cual la respuesta depende de dichas propiedades geométricas en la estructura dadas en la altura. Los edificios de más altura son los que responderán con más fuerza ante el movimiento del terreno de largo periodo (baja frecuencia). Mientras las edificaciones pequeñas responden más fuerte a los movimientos del terreno de corto periodo (alta frecuencia) en la figura 1 se detalla los modos de vibración de un pórtico estructural que es típico en sus tres niveles. La contribución de cada modo para el desplazamiento lateral de la estructura depende de las características y la frecuencia del movimiento del terreno.

Podemos apreciar que en el primer modo (ver la figura 1.a), que se proporciona usualmente la mayor contribución al desplazamiento lateral. Y que mientras más alta sea la estructura, más susceptible será a los efectos de modos de vibración superiores, lo cual es aditivo a los efectos de los modos inferiores y tiene por lo general una mayor influencia en los pisos superiores. En cualquier circunstancia, mientras mayor sea la duración del terremoto mayor será su potencial de producir daño. La configuración de una estructura también tiene un efecto importante en su respuesta ante los sismos. Estructuras con discontinuidades en la rigidez o en la geometría pueden verse sometidas a desplazamientos o fuerzas indeseablemente altas. Por ejemplo, la discontinuidad en muros de cortante, muros de relleno o aun muros de fachada en un nivel de piso particular, tal como se muestra en la figura 2, tendrá el resultado de concentrar el desplazamiento en el piso abierto o "blando". Este alto desplazamiento requiere, a su vez, una buena cantidad de ductilidad para que la estructura no falle. Este tipo de diseño no se recomienda, y los elementos rigidizantes deben prolongarse hasta la cimentación.

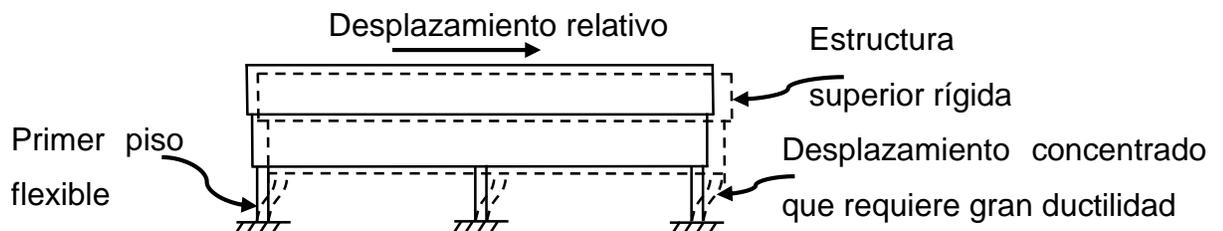


Figura 2. Piso Blando que soporta una estructura superior más rígida.

Fuente: Según H. Nilson, (2001)

Dentro de una estructura, los elementos más rígidos tienden a absorber una porción mayor de la carga. Cuando se combina un pórtico con un muro de cortante esto puede tener el efecto positivo de reducir los desplazamientos de la estructura y de disminuir tanto los daños estructurales como los no estructurales. Sin embargo, cuando los efectos de elementos de mayor rigidez tales como muros de relleno en mampostería no se consideran en el diseño, pueden presentarse resultados inesperados y con frecuencia no deseados.

Finalmente, cualquier análisis relacionado con consideraciones estructurales sería incompleto si no se hiciera énfasis en la necesidad de proporcionar una separación adecuada entre las estructuras. Los desplazamientos laterales pueden resultar en contactos entre las estructuras durante el terremoto, ocasionando daños de consideración debido al golpeteo. (p.649)

ANÁLISIS SISMORRESISTENTE

Según Méndez y Díaz, (2019). Se puede realizar distintas formas de análisis sísmico a dicha estructura. Sea por análisis estático o análisis dinámico o tiempo Historia.

El principio del análisis sísmico es predecir cómo se comportará la estructura frente a las fuerzas que se producen por el sismo, y que lograr calcular las reacciones y esfuerzos con exactitud ante un movimiento sísmico es muy improbable, partiendo del comportamiento imprescindible de un movimiento sísmico, solo se puede estimar los resultados del movimiento sísmico. (p.30)

Para realizar el análisis sismorresistente de nuestro proyecto de investigación, emplearemos el programa de cómputo de CSI: ETABS en su versión 18.1.1.

Principios y Filosofía del Diseño Sismorresistente

Según la NORMA E.030, (2016). Los principios son:

- a) Evitar pérdida de vidas humanas.
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c) Minimizar los daños a la propiedad. (p.5)

Parámetros de Sitio

Según Méndez y Díaz (2019). Los parámetros dados son 3, lo cual depende de su ubicación geográfica del lugar, y las condiciones en las que se encuentra el terreno donde se construirá la edificación.

Los factores son los siguientes:

- Factor de Zonificación (Z),
- Factor de amplificación del suelo (S),
- Factor de amplificación sísmica (C). (p.31)

Zonificación

Según la Norma E.030, (2016). tenemos:

En el territorio nacional ya se consideró las cuatro zonas de sismicidad con las condiciones de atenuación neotectónica. (p.6)



Figura 3. Zonificación Sísmica.

Fuente: Norma E.030, (2016)

Tabla 4. Factor de Zona "Z".

Zona	Valor (Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030, (2016)

Factor de Suelo (S)

Según la Norma E.030, (2016). Las distribuciones de los suelos son:

- S0: Roca Dura.
- S1: Roca o Suelos Muy Rígidos.
- S2: Suelos Intermedios.
- S3: Suelos Blandos.
- S4: Condiciones Excepcionales. (p.10)

Tabla 5. Perfiles de Suelo.

Clasificación de los Perfiles de Suelo			
Tipo	\bar{V}_s	N_{60}	$b = h(0.3 \text{ a } 0.5)$
S_0	$> 1500 \text{ m/s}$	-	-
S_1	$500 \text{ m/s a } 1500 \text{ m/s}$	> 50	> 50
S_2	$180 \text{ m/s a } 500 \text{ m/s}$	$15 \text{ a } 50$	$50 \text{ kPa a } 100 \text{ kPa}$
S_3	$< 180 \text{ m/s}$	> 15	$25 \text{ kPa a } 50 \text{ kPa}$
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E.030, (2016)

Según la Norma E.030, (2016). Se debe de considerar para los parámetros S, TP y TL el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales. (p.11)

Tabla 6. Factores de Suelos "S".

Factor de Suelo "S"				
ZONIFICACIÓN	S_0	S_1	S_2	S_3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030, (2016)

Tabla 7. Periodos.

Perfil de Suelo	$T_p(s)$	$T_L(s)$
S_0	0.30	3.00
S_1	0.40	2.50
S_2	0.60	2.00
S_3	1.00	1.60

Fuente: Norma E.030, (2016)

Factor de Amplificación Sísmica (C)

Según la Norma E.030, (2016). El factor de amplificación sísmica se calculará de la siguiente manera:

$$T < T_p \quad C = 2.5.$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T}{p}\right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$$

Fuente: Norma E.030, (216)

Donde:

T es el período de la edificación. (p.12)

Parámetros Estructurales

Según la Norma E.030, (2016). Se establecieron 2 factores los cuales dependerán de las características dadas por la estructura, las cuales serán:

- Factor de Uso (U).
- Coeficiente de Reducción Sísmica (R)

Factor de Uso (U)

Según la Norma E.030, (2016). Se encontró una categorización a las edificaciones por factor de uso lo cual se detalla.

Tabla 8. Factor de Uso "U".

TIPO DE EDIFICACIÓN	
A = Esenciales	1.50
B = Importantes	1.30
C = Comunes	1.00
D = Temporales	--

Fuente: Norma E.030, (2016)

Coefficiente de Reducción Sísmica (R)

Según Méndez y Díaz, (2019). La Norma E.030. del diseño sísmo resistente, muestra los coeficientes básicos de reducción partiendo del sistema estructural dada en la dirección del análisis sísmico. Lo cual no se diseñan estructuras que soportan el 100% de la fuerza cortante en la base, sino del valor de ese coeficiente. (p.33)

Tabla 9. Coeficiente de Reducción Sísmica "R".

SISTEMA ESTRUCTURAL PREDOMINANTE	COEFICIENTE
ACERO	
Especiales Resistentes a Momentos	8
Intermedios Resistentes a Momentos	7
Ordinarios Resistentes a Momentos	6
Especiales Concéntricamente Arriostrados	8
Ordinarios Concéntricamente Arriostrados	6
Concéntricamente Arriostrados	8
CONCRETO ARMADO	
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: Norma E.030, (2016)

En el cuadro donde se observan los coeficientes, tan solo se contempla el sistema estructural, sin embargo, existen otros factores que hacen que varíe, ya que en una estructura se pueden presentar distintos tipos de irregularidades, a los cuales se le denominara como los factores irregulares tanto en planta como en altura. (p.34)

Dado las formulas se puede calcular el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R) siendo el producto de los factores I_p , I_a , con el coeficiente de reducción. (p.34)

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Fuente: Norma E.030, (2016)

Regularidad Estructural

Según la Norma E.030, (2016). Dichas estructuras tienden a presentar irregularidades en planta como en elevación.

Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

Según la Norma E.030, (2016). Se determinará el factor como el menor valor de la tabla N° 8, los cuales corresponderán a las irregularidades existentes en la altura de la estructura en ambas direcciones de análisis. El factor I_p se determina como menor valor de la tabla N° 9, que corresponde a las irregularidades estructurales dadas en planta en ambas direcciones de análisis.

Tabla 10. Irregularidades Estructurales en Altura.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad (I_a)
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</p>	<p>0,75</p>

<p>Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p>0,50</p>
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p>0,90</p>
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p>0,90</p>
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	<p>0,80</p>

<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	<p>0,60</p>
<p>Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</p>	<p>Factor de Irregularidad (Ip)</p>
<p>Irregularidad Torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p>0,75</p>
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p>0,60</p>
<p>Esquinas Entrantes</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<p>0,90</p>
<p>Discontinuidad del Diafragma</p>	<p>0,85</p>

<p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	
<p>Sistemas no Paralelos</p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	<p>0,90</p>

Fuente: Norma E.030, (2016)

Estimación del Peso (P)

Según la Norma E.030, (2016). El peso (P), se calcularán las cargas permanentes y totales de la edificación, adicionándoles un porcentaje de la sobrecarga o carga viva, el cual será determinado por la siguiente manera.

Las edificaciones que se ubican en la categoría C se considera 25% de carga viva. (p.21)

Fuerza Cortante Basal

Según la Norma E.030, (2016). Brinda la fórmula para realizar el cálculo, en donde los factores deben ser correspondientes en la misma dirección de análisis y está dado por:

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

Fuente: Norma e.030, (2016)

En donde tendremos que:

- V: Fuerza cortante basal.
- Z: Factor de Zonificación.

- V: Fuerza cortante basal.
- Z: Factor de Zonificación.
- U: Factor de Uso.
- C: Factor de amplificación sísmica.
- S: Factor de suelo.
- R: Coeficiente de Reducción Sísmica.
- P: Peso de la estructura. (p.21)

Distribución de las Fuerzas Sísmicas en Altura

Según la Norma E.030, (2016). Nos brinda una fórmula para realizar el cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier piso “i”, que este en la misma dirección en el cual se está analizándose, y la formula es:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

Fuente: Norma E.030, (2016)

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

Fuente: Norma E.030, (2016)

En donde tendremos que:

- n: es el número de pisos de la edificación.
- k: Es el exponente que se da con relación al periodo de vibración estructural.

Para realizar el cálculo de “k” tendremos lo siguiente:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
- Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0. (p.22)

Periodo de la Edificación (T)

Según la Norma E.030, (2016). Con la siguiente expresión para cada dirección se estimará un valor.

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

Fuente: Norma E.030, (2016)

En donde tendremos que:

- CT = 35:
 - a) Pórticos de concreto armado.
 - b) Pórticos dúctiles de acero.
- CT = 45 Para edificios:
 - a) Pórticos con cajas de ascensores y escaleras.
 - b) Pórticos de acero.
- CT = 60 Para edificios de albañilería.

Como alternativa se podrá utilizar la expresión siguiente: (p.22)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i)}}$$

Fuente: Norma E.030, (20216)

Según Méndez y Díaz, (2019). En la primera parte nos presenta el del periodo fundamental de una estructura dependerá de la altura y ciertos caracteres de la edificación, siendo no tan confiables estos resultados para el análisis, razón por la cual se recomienda usar una segunda expresión o brindarse un apoyo de un software avanzado. (p.39)

Excentricidad

Según Méndez y Díaz, (2019). El fin de considerar una excentricidad accidental, es para que se generen los sucesos más desfavorables, de este modo diseñar teniendo en cuenta las componentes de rotación, que se da en el eje de la estructura. (p.39)

Debido a que se indica en la normativa, de igual manera se debe de desarrollarla los análisis teniendo en cuenta lo referenciado, el cual será insertado en la plataforma ETABS en su versión 18.1.1. como un parámetro. (p.39)

Análisis Dinámico (Modal Espectral)

Según la Norma E.030, (2016). Se indica que sea cual sea la estructura, se diseñara utilizando los resultados que se obtienen de los análisis dinámicos (por la combinación modal espectral), así como se indica en el numeral. (p.23)

Según Méndez y Díaz, (2019). Da a conocer que el análisis dinámico, debido a que no se contemplan solo las fuerzas que actúan en cada nivel, sino se contemplan

también las aceleraciones y las velocidades que son ocasionados debido por las deformaciones que tiende a generarse en una estructura cuando se da la ocurrencia de un evento sísmico. (p.39)

Modos de Vibración

Según Méndez y Díaz, (2019). Se entiende como un “modo” de vibración, a la manera en que una estructura tiende a vibra, debido a la aplicación de fuerzas externas. Buscando que el análisis que la masa efectiva sea por lo menos el 90%, si este valor lo alcanzamos mayormente en los 5 primeros modos de vibración, ello tendrá una variación que dependerá mucho de las características propias de la estructura. (p.39)

Aceleración en la Base

Según la Norma E.030, (2016). En cada dirección horizontal que se analice se empleara un espectro inelástico (rígido) de pseudo aceleración el cual se define por: (p.24)

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

Fuente: Norma E.030, (2016)

Fuerza Cortante Basal Mínima

Según Méndez y Díaz, (2019). En la Norma E.030, Diseño Sismorresistente, en el numeral 4.5 podemos hallar el análisis estático. De tal manera se puede entender de que la fuerza constante dinámica aplicada en la base no debe ser menores al 80%, ni menores al 90%, de la fuerza estatica en estructuras regulares e irregulares respectivamente. (p.40)

DESPLAZAMIENTOS

Desplazamientos Laterales Admisibles

Según la Norma E.030, (2016). Nos brinda los parámetros para el máximo desplazamiento relativo un cada uno de los entrespisos, esto en base a los materiales que predominan en la dirección en que se analizaran y los cuales son señalados en la siguiente tabla: (p.27)

Tabla 11. Desplazamientos Laterales Admisibles.

Tabla N° 11	
Límites para la Distorsión del Entrepiso (Deriva Máxima por Piso)	
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de Ductilidad Limitada	0.005

Fuente: Norma E.030, (2016)

Separación entre pisos (S)

Según la Norma E.030, (2016). La distancia no tiene que ser menor que las 2/3 de la sumatoria de los máximos desplazamientos de los edificios adyacentes y no deben ser menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m.}$$

Fuente: Norma E.030 (2016)

Donde h es la altura del edificio. (p.27)

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Para mencionar la metodología del proyecto de investigación que se viene ejecutando, se debe tener conocimiento de que el método científico de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) se encarga de aclarar las conexiones entre variables que influyen en el fenómeno que se encuentra en estudio, también prevé la parte metodológica con el fin de que se cumpla con la confiabilidad y aceptación de resultados de la investigación. (p.101)

Para el **enfoque de investigación**, según Otero (2018), explica que el enfoque cuantitativo, se realiza mediante análisis estadísticos, este se encarga de plantear un determinado problema determinado y cuyas preguntas se limitan a cuestiones específicas (p.3). Por ende, el enfoque de esta investigación será cuantitativo, ya que realizar el modelamiento sismorresistente del edificio de ocho niveles para la contribución a la sostenibilidad, se necesitará desarrollar el análisis estático y dinámico

El **tipo de investigación** aplicada como indica Lozada (2014), se muestra como un gran aporte a la sociedad por el uso del conocimiento que proviene de la investigación básica, relacionando a la teoría y el producto para dar beneficio a una población o un país (p.35). Por esta razón, este trabajo de investigación se denominará de tipo de investigación es una investigación descriptiva, no experimental.

Descriptiva, puesto que comprende el registro, análisis y la interpretación del estudio a realizarse y trabaja sobre hechos reales.

No experimental, debido a que no se constituye una situación específica solo se encarga de observar lo que se presenta en su contexto real.

El **nivel de investigación** descriptivo de acuerdo con Lerma (2016), consiste en desarrollar el estado, las características, los factores y los procedimientos que se presentan en los fenómenos y hechos que se suscitan de manera natural. (p.63). Por consiguiente, a este proyecto de investigación se le considere a un nivel de investigación, debido a que se describirá el comportamiento sismorresistente del edificio realizando el modelamiento.

3.2 Variables y Operacionalización

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), una variable se define como construcciones hipotéticas que pueden ser observables o medibles y que a medida se desarrolla, logra un valor importante en la investigación científica, el cual da como resultado una o varias hipótesis. (p.4)

De tal manera, indicamos que las variables en este proyecto de investigación son las siguientes:

Variable Independiente (X1)	: Análisis estático.
Variable Independiente (X2)	: Análisis dinámico.
Variable Dependiente (Y1)	: Comportamiento sismorresistente.

3.3 Población y Muestreo

Según Danel (2016), La **población** es como un “conjunto de todos los individuos (personas, grupos y hechos), donde se desea realizar en estudio del fenómeno. (p. 12).

Para el proyecto de investigación nuestra población será, todos los edificios multifamiliares de concreto armado en el departamento de Puno.

Según Gómez (2006), La **muestra** es una porción de la población de la zona de estudio, el cual se escoge teniendo principalmente como prioridad las características que distinguen a la población de la que fue tomada. (p.95)

Para el proyecto de investigación nuestra muestra será, la muestra será el edificio de ocho niveles en el Barrio San Antonio.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Peña y Seña (2017). Esta correspondido en el objetivo como técnica e instrumentos de la recolección de datos: la observación de manera indirecta y directa, las entrevistas los cuales están orientados a las indagaciones de la información de los módulos referentes a sus antecedentes constructivos y su antigüedad. (p. 28).

La **técnica de recolección de datos** es definida por Gil (2016). como todos los procedimientos técnicos que se emplean para el registro de observaciones (p. 19).

En esta investigación se realizará la técnica por observación.

El **instrumento de recolección de datos** explicado por Arias (2016). es el medio o formato donde será recopilado la información obtenida para que pueda ser estudiada y analizada por el investigador (p. 68).

Entonces, en este proyecto de investigación se tendrá como instrumento el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030, en el cual contempla las especificaciones técnicas y normas en las cuales se rige el Proyecto.

La **validez de los instrumentos** según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es un procedimiento que se encarga de calcular que la variable cumpla con requisitos que solicita calibrar (p. 189).

En esta ocasión, la validez de los instrumentos que se utilizarán se basará en el uso del RNE de la Norma E.030 (2016), en el cual contempla las especificaciones técnicas y normas en las cuales se rige el Proyecto.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) también manifiestan acerca de la **confiabilidad** donde se le define como el valor que al emplearse en un instrumento causa que los resultados sean moderados y razonables (p.20).

La confiabilidad de medición se establecerá en los resultados obtenidos estarán dentro de los parámetros establecidos en el RNE en la E.030 (2016), en el cual contempla las especificaciones técnicas y normas en las cuales se rige el Proyecto.

3.5 Procedimientos

Se desarrolló el estudio del estado en que se encuentra el terreno en el cual se realizara antes de ello trabajos previos, como la capacidad portante del suelo en un laboratorio acreditado obteniendo los datos que serán necesarios y realizar el diseño sísmico estructural del edificio multifamiliar de ocho niveles ya que el diseño arquitectónico, sísmico se realiza en el modelamiento en la plataforma ETABS en su versión 18.1.1, y así verificar los desplazamientos mínimos permisibles que indican en el RNE en la Norma E.030 (2016), para posteriormente efectuar los costos y los presupuestos a realizarse en la elaboración del proyecto de investigación.

3.6 Método de Análisis de Datos

Para el presente trabajo de investigación utilizaremos el método descriptivo de análisis de datos.

3.7 Aspectos Éticos

El presente proyecto de investigación, se realizará bajo los parámetros establecidos dentro del marco de la ley, teniendo en muy en cuenta el respeto a la a la propiedad privada, a la propiedad intelectual, respecto a la privacidad y hacia todos los aspectos que se puedan incurrir y así lograr el desarrollo de la misma

IV RESULTADOS

Introducción

Realizar un diseño estructural de una edificación, se tiene que contemplar aspectos muy importantes como la verificación visual del terreno donde se pretende construir, determinación del sistema estructural, contar con una estructuración apropiada, contemplar el predimensionamiento de todos los elementos estructurales, realizar los análisis de las cargas tanto permanentes y eventuales, realizar el análisis sísmico.

Para nuestro trabajo de investigación desarrollaremos el análisis sísmico, el cual presentara el sustento para su posterior diseño estructural, detallando los procedimientos, criterios y cálculos realizados en el modelado del sistema estructural, utilizando la Norma que fue dispuesta por el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), y tomando como referencia criterios del American Concrete Institute (ACI).

Aspectos Generales

- **Datos del proyecto**

- △ **Nombre** : Vivienda Multifamiliar.
- △ **Propietario** : NN.
- △ **Dimensiones** :
 - Fachada : 17 .30 m.
 - Fondo : 16.40 m.
 - Niveles : 08 pisos y un sótano.
 - Altura total : 29.90 m.

- **Ubicación del proyecto**

- △ **Barrio** : San Antonio.
- △ **Distrito** : Puno.
- △ **Provincia** : Puno.
- △ **Departamento** : Puno.

- **Finalidad**

Dar a conocer los procedimientos realizados en desarrollo del análisis sísmico de nuestro trabajo.

- **Marco normativo**

- △ RNE, norma E.020 (Cargas).

- △ RNE, norma E.030 (Diseño Sismorresistente) – 2016.

- △ RNE, norma E.050 (Suelos y Cimentaciones).

- △ RNE, norma E.060 (Concreto Armado).

- △ RNE, norma E.070 (Albañilería).

- △ ACI 318-14.

Características Generales

- **Descripción del proyecto**

Nuestro trabajo comprende de 01 edificio con ocho niveles y 01 sótano.

La superficie del predio tiene una forma rectangular y la topografía presenta pendiente suave.

Para el diseño de todos los elementos de la estructura se ha realizado en base a los planos del diseño arquitectónico, inspección al terreno y el estudio de mecánica de suelos.

- **Uso**

Para nuestro trabajo la edificación será asignada para el uso de una vivienda multifamiliar, en los cuales se considerarán todos los requerimientos que especifica el RNE, haciendo uso de la Norma E.030 (2016), en lo que se refiere a las edificaciones de uso común.

- **Sistema estructural**

En nuestro trabajo se ha diseñado la estructura utilizando el sistema estructural de pórticos de concreto armado en ambas direcciones, los cuales están conformadas por vigas peraltadas que enlazan con columnas y placas formando pórticos

Los pisos se conforman de losas aligeradas de 20 cm. de peralte, además se cuentan con vigas chatas y vigas de borde.

- **Software de análisis y diseño estructural**

En nuestro trabajo emplearemos el programa de computo de CSI: ETABS e su versión 18.1.1, tanto para el análisis estructural por cargas estáticas, análisis sísmicos.

Criterios de Diseño

- **Estructuración**

Para nuestro trabajo tendremos en cuenta que la concepción sismorresistente de una estructura es muy importante, de ahí que dependerá mucho para llegar al resultado del diseño; el cual viene a ser la parte creativa para poder realizar el diseño, se debe tener criterio y plasmar una estructura que esté acorde a sus características donde predominara mucho la experiencia del profesional.

De tal manera que se llevara a cabo la toma de decisiones de las principales propiedades de los elementos de la estructura como son: su dimensión, forma, ubicación y distribución idónea en la edificación.

- **Simetría**

Podemos indicar que una estructura simétrica y a la vez continua tiene un comportamiento favorable ante los eventos sísmicos, debido a que tiene una buena estructuración y fácil predicción en el diseño.

A la vez podemos indicar que la asimetría suele generar excentricidades que, entre el centro de masa y el centro de rigidez, los cuales ocasionan torsiones en la estructura que son más complejas de evaluar.

Por ello siempre que se pueda se debe de evitar estructuras con formas irregulares.

- **Continuidad**

La continuidad en elevación de una estructura tiende a evitar las concentraciones de los esfuerzos, por ende, impide la formación de rotulas plásticas tempranamente en los elementos estructurales ubicados verticalmente (columnas, placas). Si se generan estas rotulas plásticas tendremos que la falla en nuestro edificio sea frágil y a la vez violenta, es así que se debe evitar lo más que se puedan las discontinuidades de los elementos estructurales verticales.

- **Diafragmas rígidos**

Para realizar el análisis dinámico de un edificio, se considera habitualmente la existencia de un diafragma rígido la cual es generado por la losa de entre piso. Contar con una losa con aberturas grandes y a la vez alargadas en planta, disminuyen las rigideces ocasionando que el comportamiento sea muy diferente al comportamiento de un diafragma rígido.

Para este tipo de problema una solución factible es que se debe de mantener una continuidad en planta, si la edificación tiende a ser muy larga se debe de separar la edificación en dos o más secciones el incorporando las juntas sísmicas.

- **Rigidez lateral**

Otro punto importante para la concepción estructural de un edificio con las deformaciones de la misma durante la ocurrencia de un sismo. Una deformación excesiva genera pánico en las personas, generan graves daños en los elementos no estructurales como (puertas, vidrios, parapetos, tabiques, entre otros), es así que es fundamental que los elementos de las estructuras tengan una buena rigidez lateral y no se vea perjudicado la ductilidad de los mismos.

En tal sentido se recomienda incluir muros de corte en una estructura aporticada, consiguiendo así que los muros minimicen las deformaciones y a la vez los pórticos brinden una ductilidad adecuada, el cual es muy importante como un mecanismo que disipará las energías sísmicas.

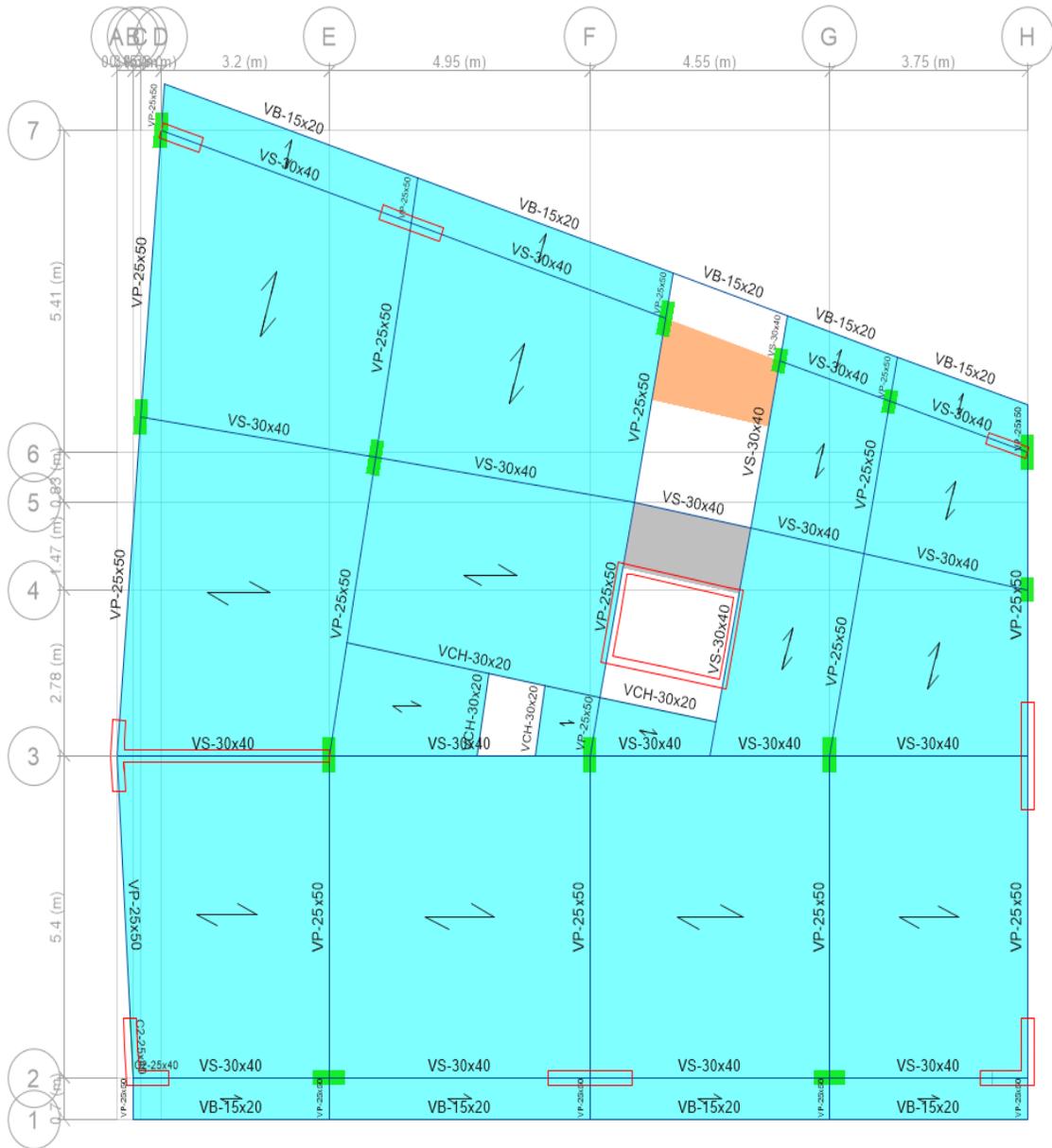


Figura 4. Ubicación de elementos estructurales en planta.

Fuente: ETABS v18.1.1

- **Ductilidad**

Es un mecanismo donde un elemento estructural entra una etapa plástica, sin haberse generado una falla. A su vez la energía sísmica tiende a transformarse en energía de deformación, manteniéndose en la etapa elástica, en el momento de

ingresar a la etapa plástica parte de esta energía tiende a disiparse debido al trabajo efectuado en las deformaciones permanentes, reduciendo así los esfuerzos en los elementos que aún no han ingresado a la etapa plástica.

Razón por la cual es que se otorga a la estructura una resistencia menor a la máxima necesaria, absorbiendo el saldo con la ductilidad adecuada, lo cual permitirá disminuir los costos. Se preverá que la falla sea antes por flexión que por otro efecto (torsión, compresión, corte), garantizándose así que se genere una falla debido a la fluencia que genera el acero y mas no por la compresión generada por el concreto.

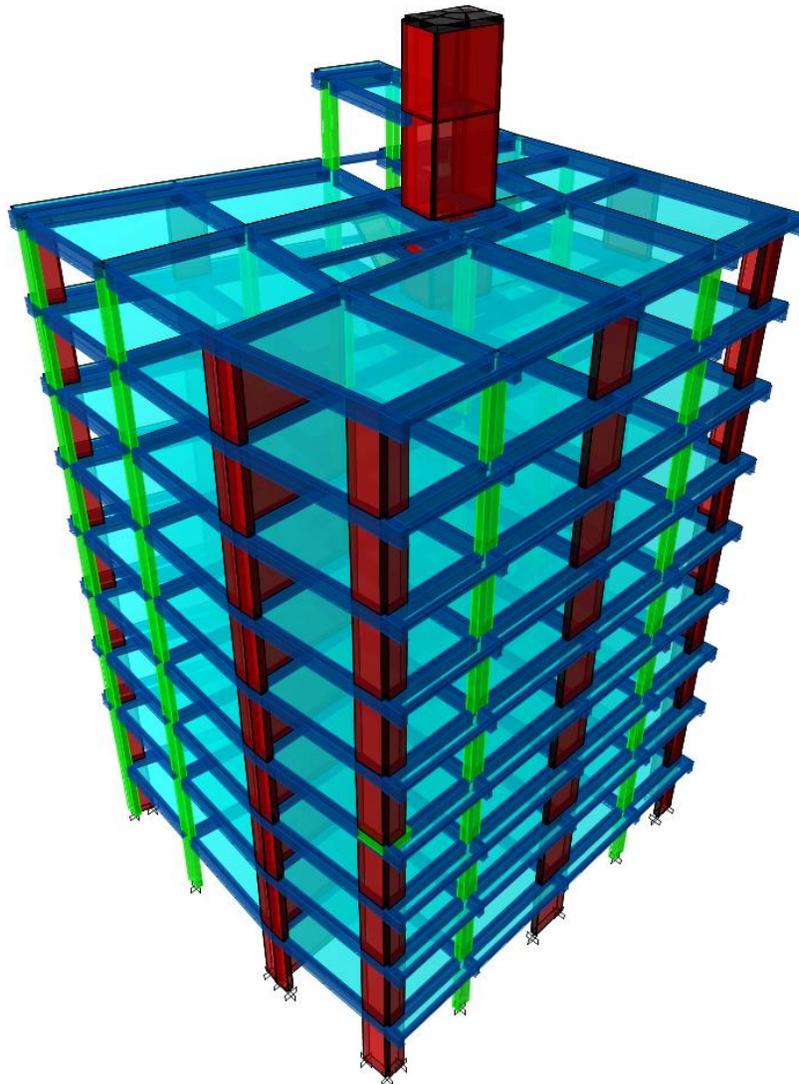


Figura 5. Vista tridimensional del modelo estructural.

Fuente: ETABS v18.1.1

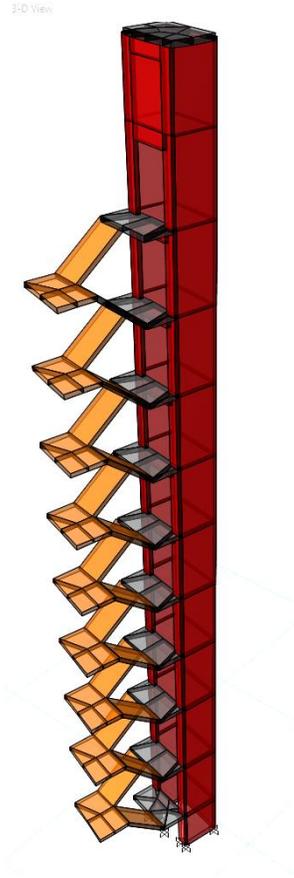


Figura 6. Vista tridimensional del modelo estructural (escaleras y ascensor).

Fuente: ETABS v18.1.1

Metrado de Cargas

Todos los elementos estructurales deben tener la capacidad de soportar las cargas que se les asigne como resultado del uso previsto y de cargas eventuales. Estos elementos actuarán en las combinaciones prescritas los cuales no producirán esfuerzos que sobrepasen los admisibles indicados para todo lo material estructural a utilizarse según indique la norma. No se asumirán las cargas menores a los valores establecidos por la Norma E.020 (cargas); se realizará el metrado de cargas de la estructura el cual consistirá en la cuantificación de las cargas que puedan suscitarse durante la vida útil de la misma. Para ello se debe de realizar la recolección de datos, la zona donde estará ubicada la estructura, la recolección de datos de los factores climatológicos los cuales cuantificarán los vientos, las lluvias, la nieve, los sismos,

entre otros; esta información, asociada a los parámetros indicados en el RNE, conformaran las bases para iniciar los metrados de cargas.

- **Cargas muertas (Dead)**

Conformadas en si por el mismo peso de los elementos estructurales participantes en la estructura, el cual es calculado automáticamente por el programa ETABS v18.1.1 a partir del peso específico del material y la geometría incluida en el modelo, adicionalmente la conforman cargas de elementos no estructurales los cuales son el peso de columnetas, acabados, tabiques, entre otros.

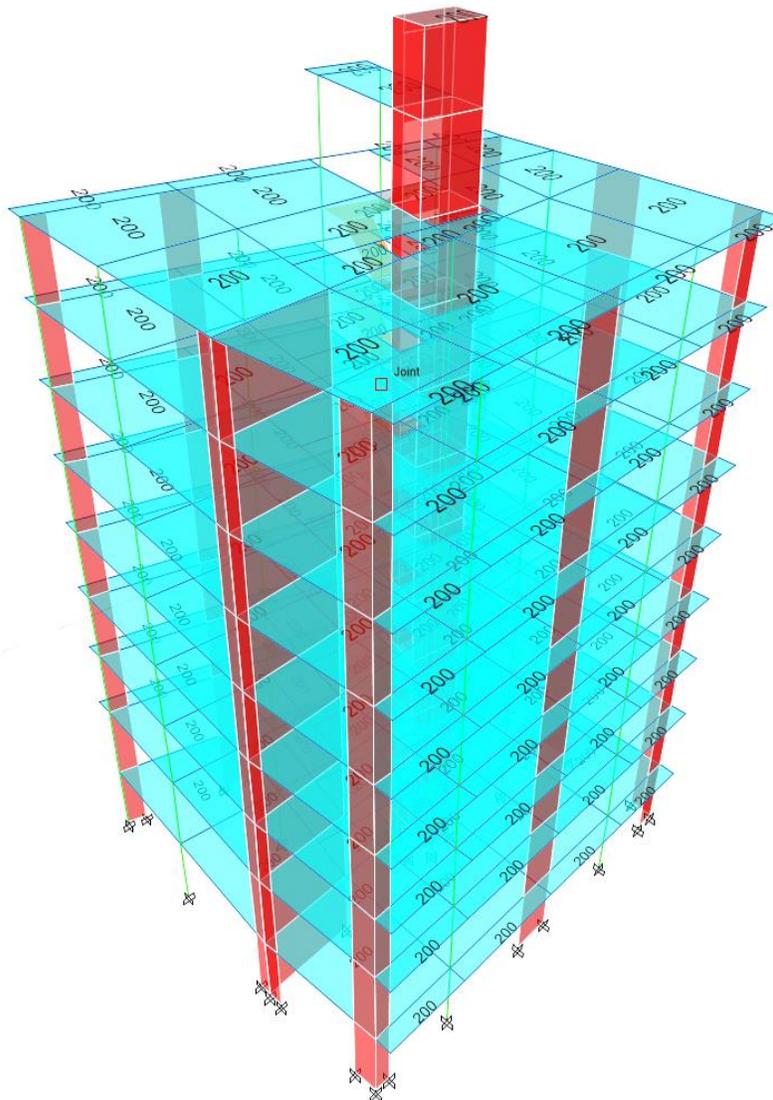


Figura 7. Asignación de cargas muertas, debidas a piso terminado y acabados.

Fuente: ETABS v18.1.1

A continuación, se presentan los pesos en donde están acorde a lo indicado por la Norma E.020 (Cargas).

△ Concreto armado	: 2400 kg/m ³ .
△ Concreto simple	: 2300 kg/m ³ .
△ Losa aligerada h=20cm	: 300 kg/m ² .
△ Piso terminado	: 100 kg/m ² .
△ Cielo raso	: 100 kg/m ² .
△ Muro de albañilería solida	: 1800 kg/m ³ .
△ Muro de albañilería hueca	: 1350 kg/m ³ .

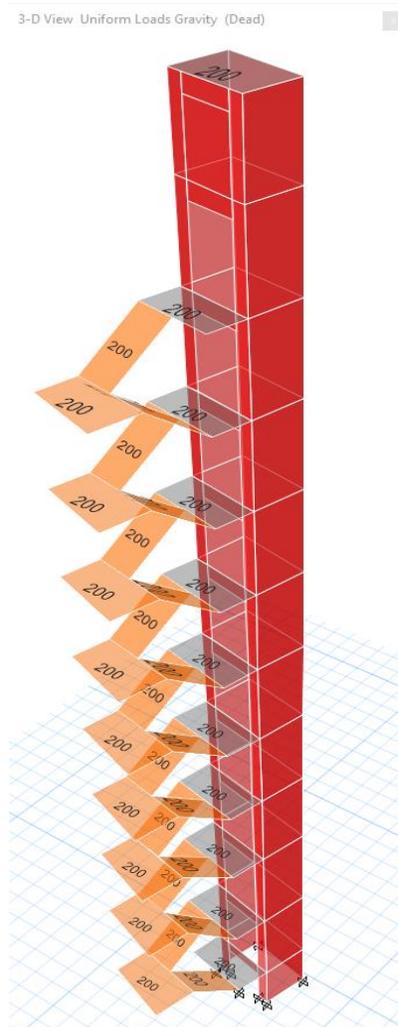


Figura 8. Asignación de cargas muertas en escaleras, debidas a piso terminado y cielo raso.

Fuente: ETABS v18.1.1

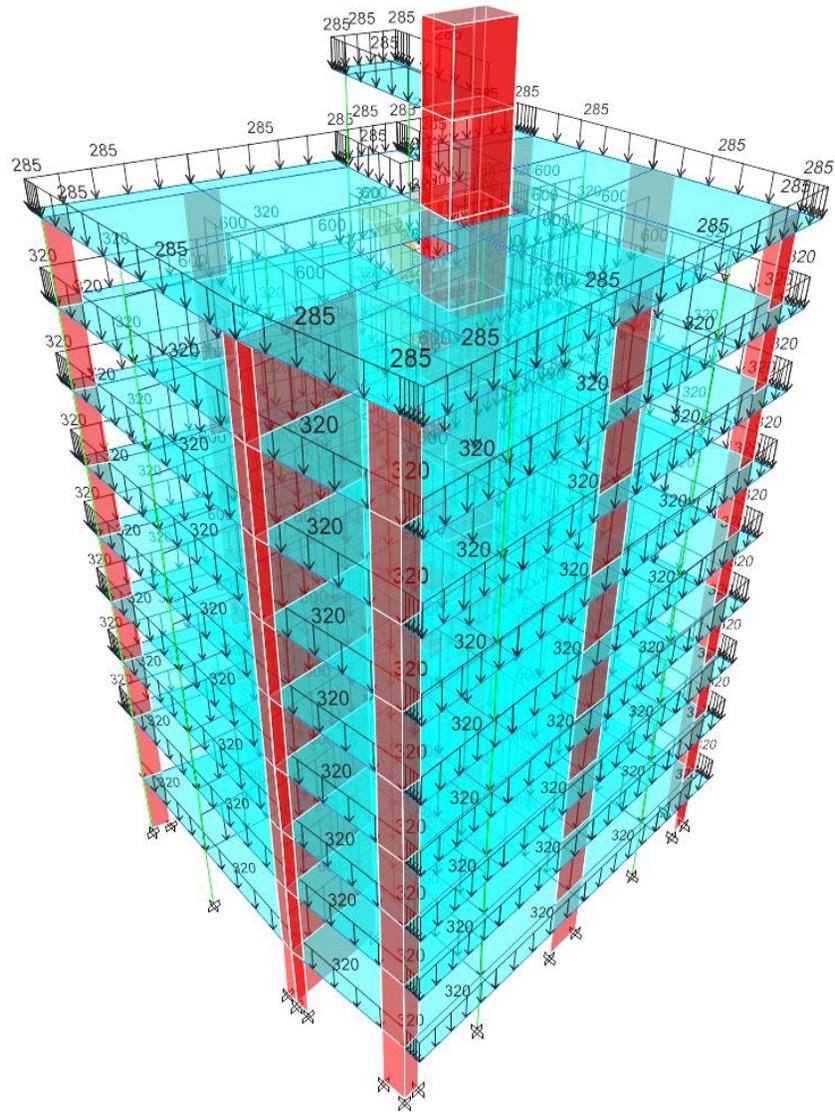


Figura 9. Asignación de cargas muertas, debidas a tabiques.

Fuente: ETABS v18.1.1

- **Cargas vivas (Live)**

Están conformadas por el peso de los usuarios de la edificación, muebles, almacenamiento, vehículos y otros elementos que sean movibles, consecuente a estas cargas los cuales son de una naturaleza aleatoria, no existe la manera exacta para poder brindar las cargas reales en una determinada área. Razón por la cual se establecen como cargas que se distribuyen uniformemente por unidad de área. Adicionalmente se considera el peso de cargas eventuales como: lluvia, nieve, viento

y otros que pueden actuar sobre la estructura. Para ello la Norma E.020 del RNE (Reglamento nacional de edificaciones), establece las cargas mínimas que serán distribuidas para diferentes tipos de uso u ocupación

Tabla 12. Cargas vivas.

Ocupación o Uso	Carga Repartida (kg/cm ²)
Viviendas	
Corredores y escaleras	200
Techos con inclinación $\leq 3^\circ$	100

Fuente: Norma E.030, (2016)

3-D View Uniform Loads Gravity (Live)

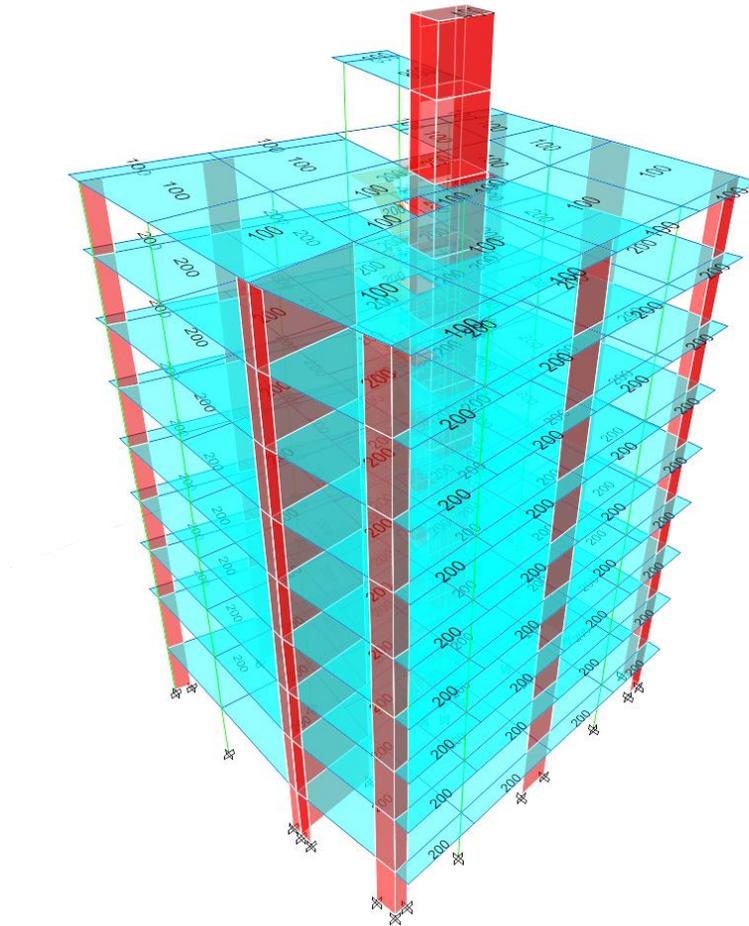


Figura 10. Asignación de cargas vivas repartidas (Sobrecargas).

Fuente: ETABS V18.1.1

Análisis Estático

Podemos indicar que el presente método representa las solicitaciones de los sismos por medio de un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas en cada piso del edificio.

Según las Norma E.030 (2016), podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares. (p.21)

Figura 11. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

- **Factor de Amplificación Sísmica (C)**

△ Del programa ETABS, tenemos:

$$T_x = 1.107s.$$

$$T_y = 0.966s.$$

a) si: $T < T_p$; $C = 2.5$

b) si: $T_p < T < T_L$; $C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$

c) si: $T > T_L$; $C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$

∴ **Cálculo de C_x:**

$$T_x < T_p(0.60)$$

$$C_x = 2.5 * \left(\frac{0.6}{1.107}\right)$$

$$C_x = 1.355$$

- Verificamos que:

$$\frac{C_x}{R} > 0.125$$

Entonces diremos que:

$$\frac{C_x}{R} = \frac{1.355}{8}$$

$$\frac{C_x}{R} = 0.169 > 0.125 \dots \text{OK!}$$

∴ Cálculo de Cy:

$$T_y < T_p(0.60)$$

$$C_y = 2.5 * \left(\frac{0.6}{0.966} \right)$$

$$C_y = 1.553$$

- Verificamos que:

$$\frac{C_x}{R} > 0.125$$

Entonces diremos que:

$$\frac{C_y}{R} = \frac{1.553}{8}$$

$$\frac{C_y}{R} = 0.194 > 0.125 \dots \text{OK!}$$

- Fuerza Cortante Basal

Según las Norma E.030 (2016), la fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión. (p.21)

Figura 12. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

∴ Cálculo de Vx:

$$V_x = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_x = \frac{0.35 * 1.0 * 1.355 * 1.15}{8.0} * 2,966.2795$$

$$V_x = 202.222 \text{ Tn}$$

∴ Cálculo de Vy:

$$V_y = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_y = \frac{0.35 * 1.0 * 1.553 * 1.15}{8.0} * 2,966.2795$$

$$V_y = 231.771 \text{ Tn}$$

- **Modos de vibración**

Según las Norma E.030 (2016), los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. (p.24)

Según las Norma E.030 (2016), en cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (p.24)

Figura 13. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

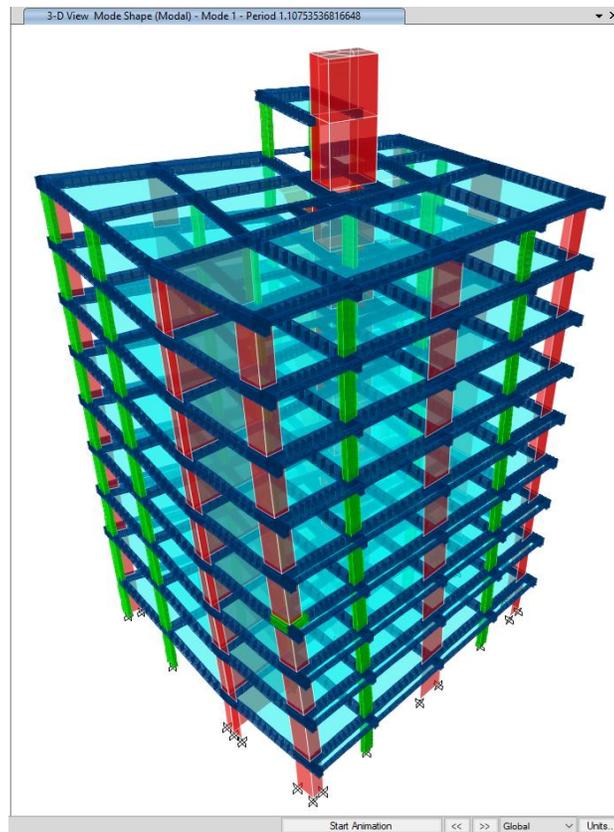


Figura 14. Modo de vibración 1; Periodo= 1.1285 s.

Fuente: ETABS v18.1.1

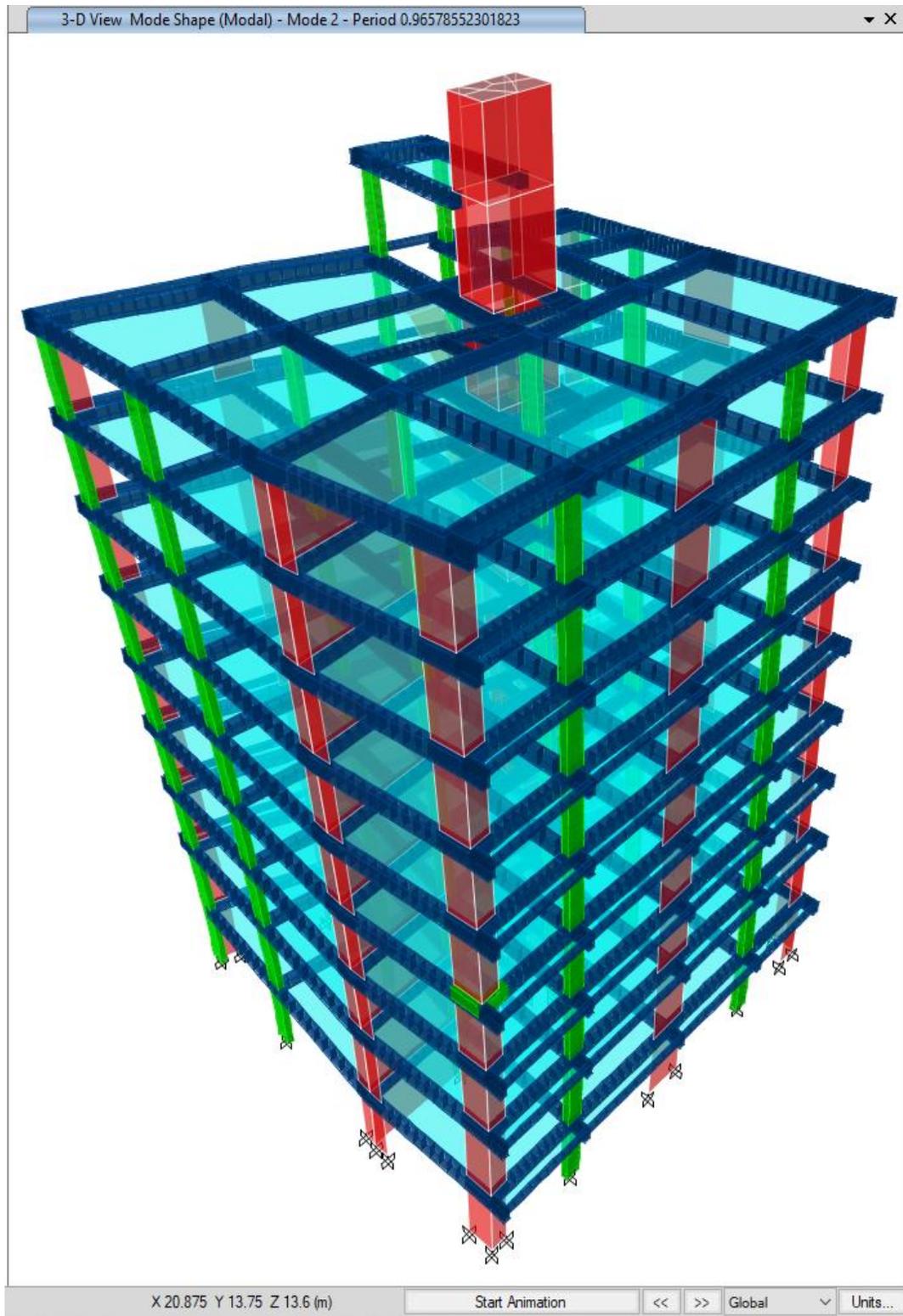


Figura 15. Modo de vibración 2; Periodo= 0.8506 s.

Fuente: ETABS v18.1.1

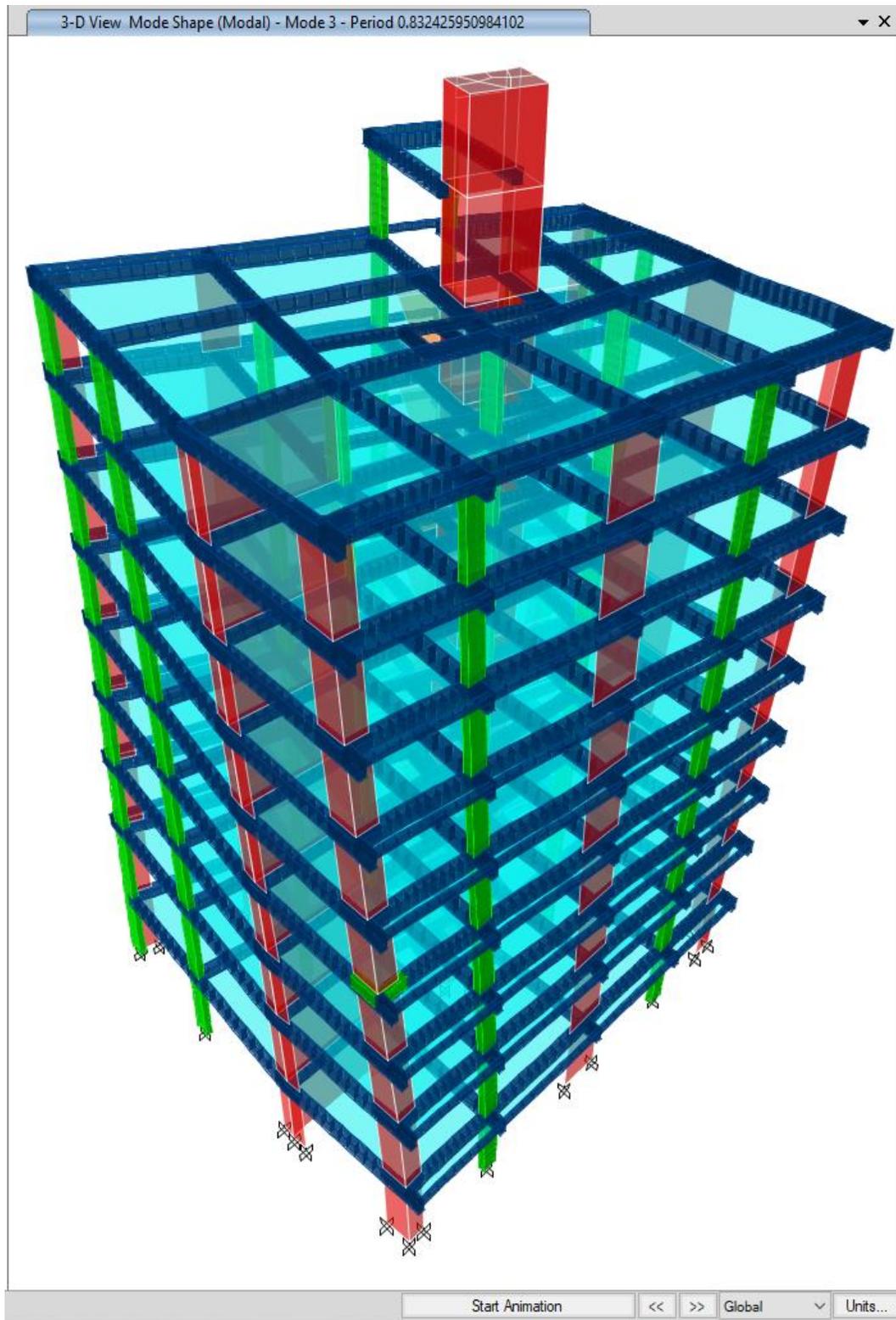


Figura 16. Modo de vibración 3; Periodo= 0.6784 s.

Fuente: ETABS v18.1.1

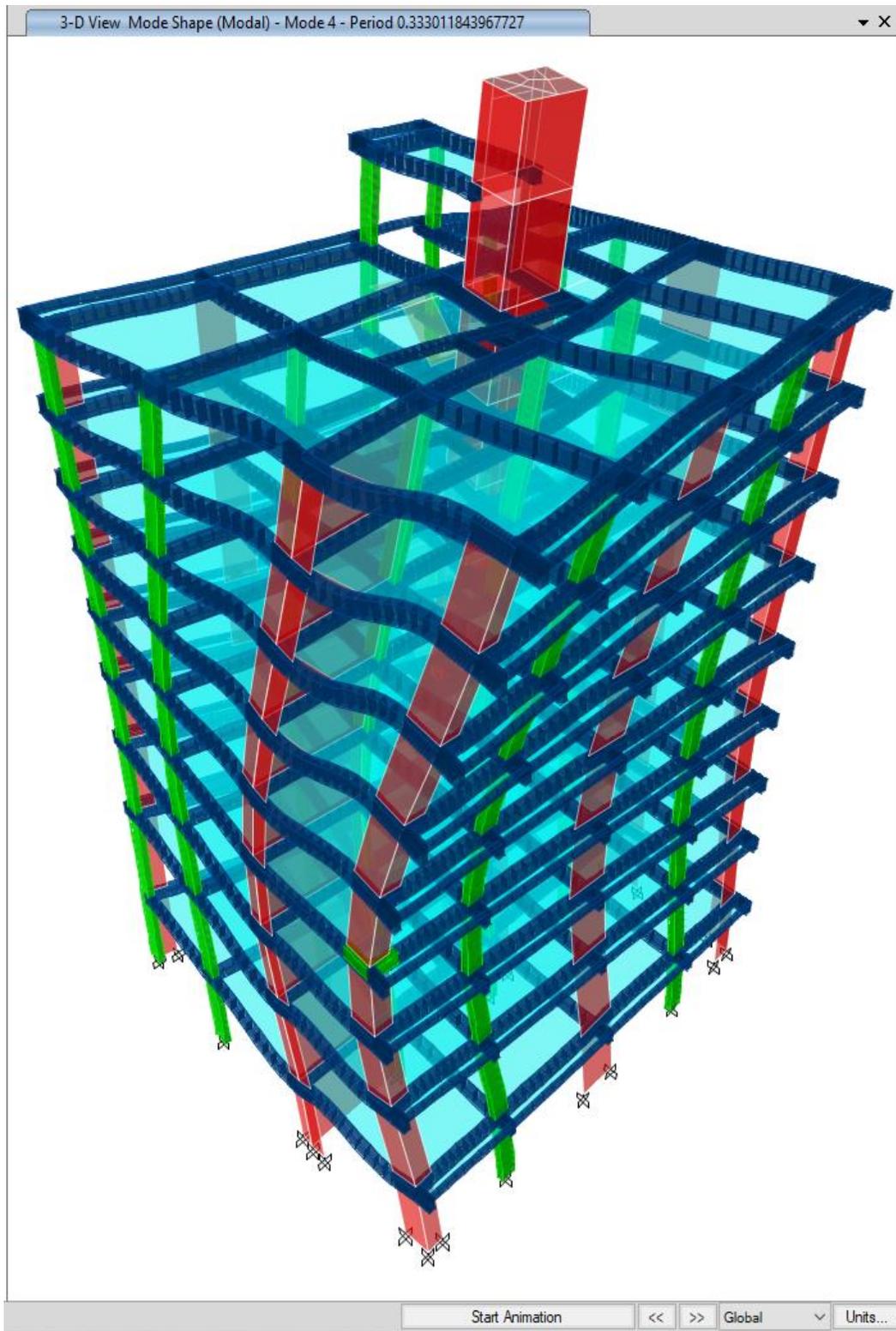


Figura 17. Modo de vibración 4; Periodo= 0.3500 s.

Fuente: ETABS v18.1.1

- **Distribución de las fuerzas sísmicas en altura**

Según las Norma E.030 (2016), las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calculará mediante: (p.22)

$$F_i = \alpha_i * V \quad \alpha_i = \left(\frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{k=0}^n P_j(h_j)^k} \right)$$

Según las Norma E.030 (2016), donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a: (p.22)

a) Para T menos o igual a 0,5 segundos: $k=1,0$.

Figura 18. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

Análisis Sísmico Modal Espectral

Para el análisis sísmico utilizaremos un modelo matemático tridimensional, en los cuales los elementos estructurales tales como Vigas y Columnas, estarán conectados entre sí por diafragma horizontales como las losas, los cuales son infinitamente rígidos en sus planos.

Se considera la excentricidad accidental, el cual tendrá un valor al 5% de la distancia transversal a la dirección de acción de la fuerza cortante para obtener los desplazamientos más desfavorables en cada dirección, tal como especifica la norma E.030.

- **Consideraciones del análisis**

Para el presente trabajo se considerará para el modelo ciertas características de la estructura los cuales tendrán una influencia significativa en la respuesta y en cual permitirá la determinación con una relativa facilidad lo que se pretende analizar. En este trabajo asumiremos que los elementos sufrirán un comportamiento lineal y elástico sin pérdida de la resistencia ante las cargas que se le aplicarán.

- **Determinación del espectro de pseudo aceleraciones aplicado**

En la determinar el espectro de pseudo aceleración sísmica, utilizaremos la fórmula establecida en la Norma E.030, en donde se menciona que se determinara por la siguiente expresión:

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

Fuente: Norma E.030, (2016)

En donde se indica que:

- Δ Sa: Aceleración espectral.
- Δ Z : Factor de zona.
- Δ U : Factor de Uso o de importancia.
- Δ C : Coeficiente de amplificación sísmica.
- Δ S : Factor del suelo.
- Δ R : Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas.
- Δ g : Valor de la aceleración de la gravedad.

ZONAS SÍSMICAS



Figura 19. Zonificación Sísmica.

Fuente: Norma E.030, (2016)

- **Parámetros sísmicos**

En el presente trabajo en análisis sísmico, se tendrá en cuenta los parámetros establecidos en la Norma E.030 – 2016, y los parámetros obtenidos son como se muestra a continuación.

△ Factor de Zona (Z)

Nuestra edificación se encuentra en la ciudad de Puno, en el barrio San Antonio, según la norma la ciudad de Puno está ubicada en la Zona 3, por lo cual se le asignará un factor de zona **Z=0,35**.

△ Categoría de la edificación

La edificación tendrá un uso como vivienda multifamiliar, el cual se le clasificará como categoría “C” (edificios comunes), por lo cual se le asignará un factor de uso **U=1,0**.

△ Parámetros de suelo (S)

Para nuestro trabajo el tipo de suelo que se utilizara será de **tipo S2**, por lo que se le asignará un factor de suelos **S=1,15** y se le asignará un periodo que predomina de vibración **T_P=0.60s**, y de igual manera se le asignará un periodo que definirá el inicio de la zona del espectro con desplazamientos constante **T_L=2,00s**.

△ Coeficiente de reducción sísmica (R)

Todas las acciones sísmicas generadas en la estructura serán resistidas principalmente por una combinación de vigas y columnas (pórticos), a este sistema le corresponde un factor de reducción **R₀=8,0**, para un sismo de moderada intensidad en ambas direcciones, y se le asignará un factor de irregularidad en altura **I_a=1,00** y del mismo modo se le asignará un factor de irregularidad en planta **I_p=1,00**.

Determinación del coeficiente de reducción sísmica:

$$R = R_0 * I_a * I_p = 8 * 1 * 1$$

Por lo tanto, tendremos que:

$$R = 8$$

En ambas direcciones

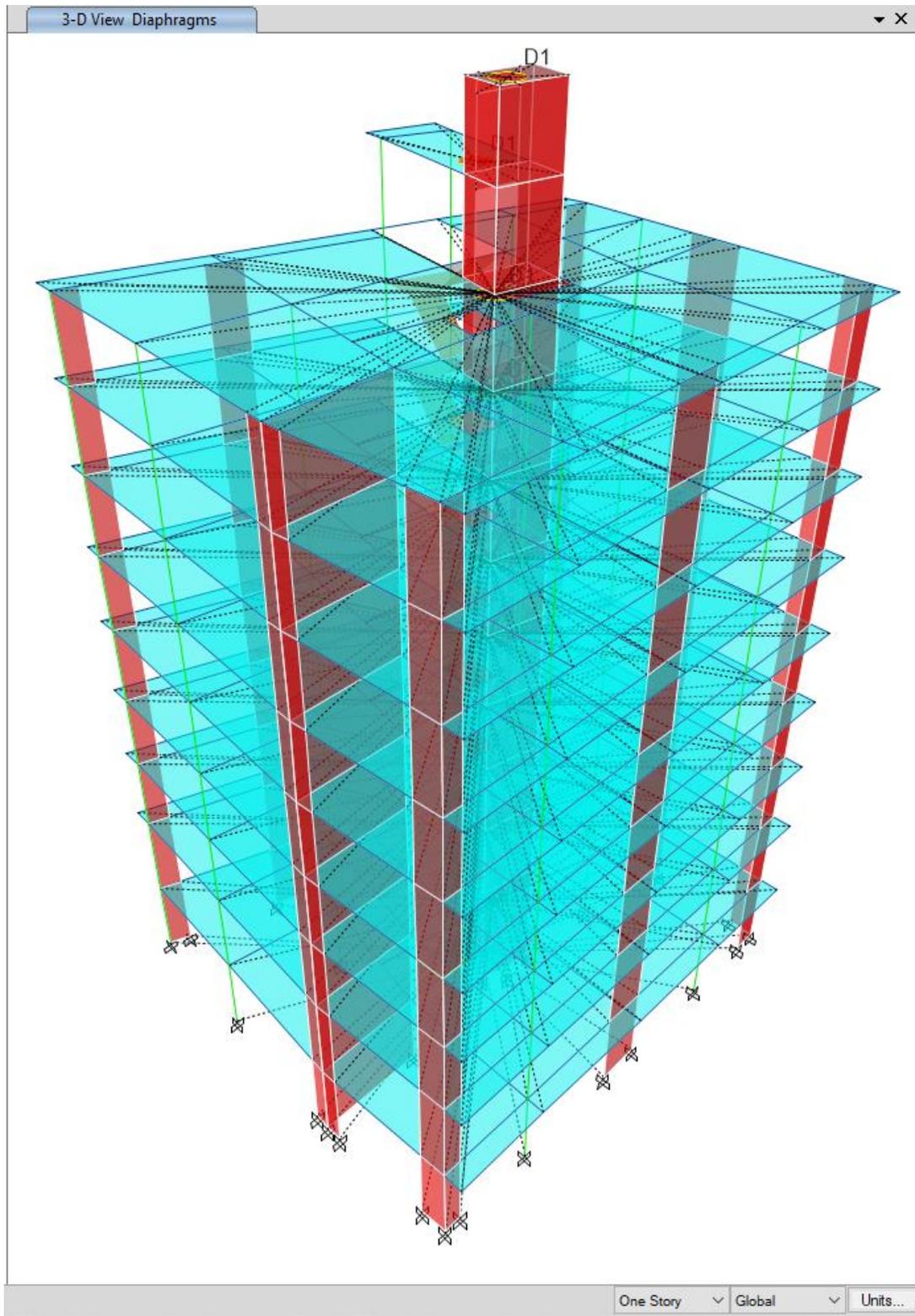


Figura 20. Asignación de diafragma rígido.

Fuente: ETABS v18.1.1

△ Peso de la edificación

Para nuestra estructura tendremos una clasificación que se encuentra en la categoría de uso “C”, de tal manera tendremos que, el peso a considerar en nuestro análisis sísmico será el 100% de la carga muerta (Dead), y se le adicionara un 25% de la carga viva (Live). $P = (100\%WD + 25\%WL)$.

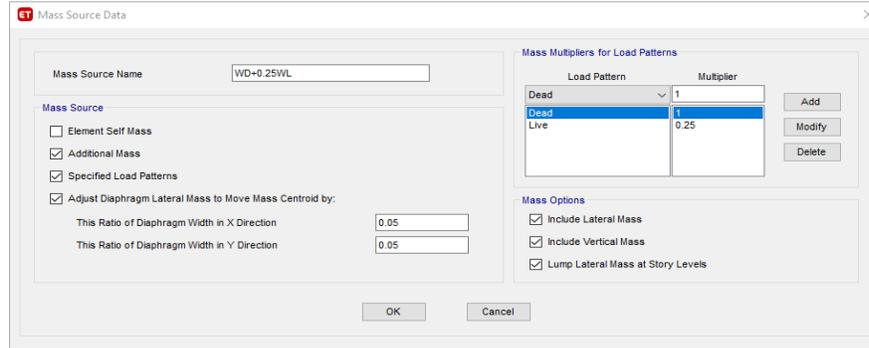


Figura 21. Fuente de masa = (100% WD + 25% WL).

Fuente: ETABS v18.1.1

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO ASCENSOR	Dead	LinStatic		Bottom	9.4988	0	0	0	78.6592	-99.6557
TECHO ASCENSOR	Live	LinStatic		Bottom	1.3874	0	0	0	11.4746	-14.6296
AZOTEA	Dead	LinStatic		Bottom	32.7826	0	0	0	327.3619	-355.1259
AZOTEA	Live	LinStatic		Bottom	10.3379	0	0	0	114.1535	-114.6118
PISO-08	Dead	LinStatic		Bottom	310.5216	0	0	0	2370.7094	-2684.3326
PISO-08	Live	LinStatic		Bottom	35.6778	0	0	0	304.5284	-326.166
PISO-07	Dead	LinStatic		Bottom	629.9995	0	0	0	4726.6441	-5376.9345
PISO-07	Live	LinStatic		Bottom	84.277	0	0	0	662.2782	-726.2091
PISO-06	Dead	LinStatic		Bottom	949.4773	0	0	0	7082.5788	-8069.5364
PISO-06	Live	LinStatic		Bottom	132.8761	0	0	0	1020.028	-1126.2522
PISO-05	Dead	LinStatic		Bottom	1268.9552	0	0	0	9438.5135	-10762.1383
PISO-05	Live	LinStatic		Bottom	181.4752	0	0	0	1377.7777	-1526.2952
PISO-04	Dead	LinStatic		Bottom	1588.4331	0	0	0	11794.4486	-13454.7402
PISO-04	Live	LinStatic		Bottom	230.0743	0	0	0	1735.5275	-1926.3383
PISO-03	Dead	LinStatic		Bottom	1907.911	0	0	0	14150.3833	-16147.3421
PISO-03	Live	LinStatic		Bottom	278.6735	0	0	0	2093.2773	-2326.3814
PISO-02	Dead	LinStatic		Bottom	2227.0687	0	0	0	16503.0388	-18836.6259
PISO-02	Live	LinStatic		Bottom	327.2726	0	0	0	2451.0271	-2726.4245
PISO-01	Dead	LinStatic		Bottom	2554.5796	0	0	0	18915.3521	-21599.3386
PISO-01	Live	LinStatic		Bottom	375.9406	0	0	0	2809.541	-3127.1926
ZOTANO	Dead	LinStatic		Bottom	2860.7094	0	0	0	21057.8554	-24171.7215
ZOTANO	Live	LinStatic		Bottom	422.2804	0	0	0	3134.6753	-3507.6394
BASE ASCENSOR	Dead	LinStatic		Bottom	336.0239	-0.9865	-1.2904	-6.5606	2761.1688	-3516.686
BASE ASCENSOR	Live	LinStatic		Bottom	50.0959	-0.2243	-0.0531	1.0262	411.7255	-524.2798

Figura 22. Peso de la estructura por muertas (Dead) y vivas (Live).

Fuente: ETABS v18.1.1

∴ **Cálculando el Peso (P):**

$$P = 2,860.7094 + 0.25(422.2804)$$

$$P = 2,966.2795 \text{ Tn}$$

Δ Factor de amplificación sísmica (C)

Para el presente trabajo la determinación del factor de amplificación sísmica en el análisis dinámico, consideramos el periodo fundamental estimado, dado en la Norma E.030.

Δ Factor de Amplificación Sísmica (C)

Para el cálculo del factor de amplificación sísmica en el Análisis Dinámico se consideró el periodo fundamental estimado dado en la norma E.030.

Δ Periodo fundamental de vibración (T)

Según las Norma E.030 (2016), el periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión. (p.22)

Figura 23. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

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

Donde:

- H_n = altura de la edificación en metros.
- $C_t = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
 - a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
 - b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
- $C_t = 45$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
 - a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
 - b) Pórticos de acero arriostrados.
- $C_t = 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Figura 24. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

$$T = \frac{hn}{ct} \quad T = \frac{29.90}{60}$$

$$T = 0.498 \text{ s}$$

$$a) \text{ si: } T < T_p; C = 2.5$$

$$b) \text{ Si: } T_p < T < T_L; C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$c) \text{ si: } T > T_L; C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

∴ **Cálculo de la aceleración espectral**

Tabla 13. Ecuación de la Aceleración Espectral.

ANÁLISIS DINÁMICO	
$\frac{c_x}{R} > 0.125$	$R = R_0 * I_a * I_p = 8$
$Sa = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$	
$r = 0,25 * \sum_{i=1}^m r_i + 0,75 * \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$	

Fuente: Norma E.030, (2016)

Tabla 14. Parámetros Sísmicos para la Determinación del Espectro de Respuesta.

DATOS		VALOR
Z	=	0.35
S	=	1.15
Tp	=	0.60
Tl	=	2.00
U	=	1.00
C	=	2.50
R0 *	=	8
Ia *	=	1
Ip *	=	1
CÁLCULOS PREVIOS		VALOR
R	=	8

Fuente: Elaboración propia con datos de la NORMA E.030

$$Sa = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

$$Sa = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.15}{8} * g$$

$$Sa = 0.1258 * g$$

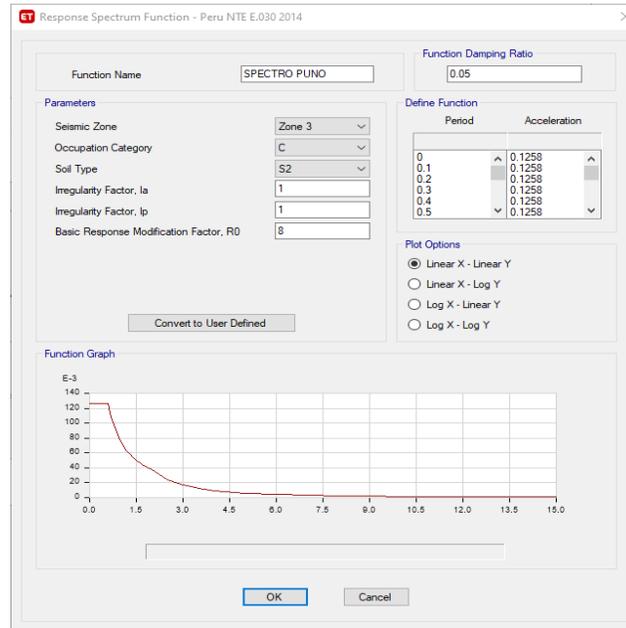


Figura 25. Definición del espectro de respuesta.

Fuente: ETABS v18.1.1

- **Fuerzas cortantes debidas a la aplicación del espectro de respuesta**

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO ASCENSOR	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	1.6944	1.0456	18.1451	2.5618	4.1512
AZOTEA	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	6.6034	3.8527	80.0357	13.2665	22.2785
PISO-08	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	41.5142	24.3292	380.0946	79.2562	134.9698
PISO-07	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	75.1688	46.3773	687.3479	207.5771	342.2656
PISO-06	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	100.9158	64.6084	929.2759	386.3995	618.838
PISO-05	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	121.4989	79.5971	1126.4753	605.9274	948.2793
PISO-04	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	138.8146	91.8653	1293.6804	857.9668	1320.0709
PISO-03	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	153.6576	101.7109	1430.975	1135.5272	1727.2444
PISO-02	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	165.7724	109.2206	1535.5053	1432.3458	2163.8782
PISO-01	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	174.6062	114.4075	1606.2834	1792.9229	2698.4683
ZOTANO	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	0	178.3049	116.4255	1632.0136	2127.5026	3198.9436
BASE ASCENSOR	SISMO DIN-X	LinRespSp...	Max	Bottom	68.2792	14.6383	6.0941	178.2533	602.4808	675.9299

Figura 26. Fuerzas cortantes por fuerzas equivalentes, dirección "X" por niveles.

Fuente: ETABS v18.1.1

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO ASCENSOR	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	0.7619	2.0007	19.6618	4.9018	1.8666
AZOTEA	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	3.0683	7.744	84.3135	26.5043	10.2816
PISO-08	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	18.8535	50.097	444.8483	163.2181	60.9942
PISO-07	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	34.9848	94.389	815.8493	424.4428	157.4804
PISO-06	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	47.7257	130.5663	1113.809	784.9429	288.7968
PISO-05	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	58.0399	160.3641	1360.2078	1225.3968	447.3212
PISO-04	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	66.6443	184.9352	1567.5538	1730.2747	627.716
PISO-03	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	73.7673	204.9425	1740.0759	2286.4843	825.9073
PISO-02	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	79.3124	220.5051	1875.5738	2882.2909	1038.1401
PISO-01	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	83.1372	231.4609	1971.902	3607.8416	1296.7306
ZOTANO	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	0	84.6141	235.9344	2011.3248	4282.5958	1537.5076
BASE ASCENSOR	SISMO DIN-Y	LinRespSp...	Max	Bottom	129.1464	6.7797	10.1011	144.0593	1133.7978	1357.2762

Figura 27. Fuerzas cortantes por fuerzas equivalentes, dirección “Y” por niveles.

Fuente: ETABS v18.1.1

El análisis se realizó considerando las cargas de gravedad, tanto las cargas vivas, así como las cargas sísmicas, los cuales actuarán en la estructura. Se modeló la edificación considerando que la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, en todos los elementos.

- **Modelo estructural**

Para el análisis estructural de la vivienda se ha generado un modelo de elementos finitos (en el software ETABS versión 18.1.1), que incluyen elementos tipo “Shell” (losas y muros) que tienen 6 grados de libertad para muros de albañilería y elementos tipo “Frame” (línea) con 3 grados de libertad para vigas y columnas, además se asumió en diafragma rígido, y así obtener desplazamientos máximos de la estructura.

- **Control de los desplazamientos laterales relativos**

Según las Norma E.030 (2016), para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $(0,75 \cdot R)$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. (p.27)

Figura 28. R.N.E. Norma E.030 (2016).

Fuente: Norma E.030, (2016)

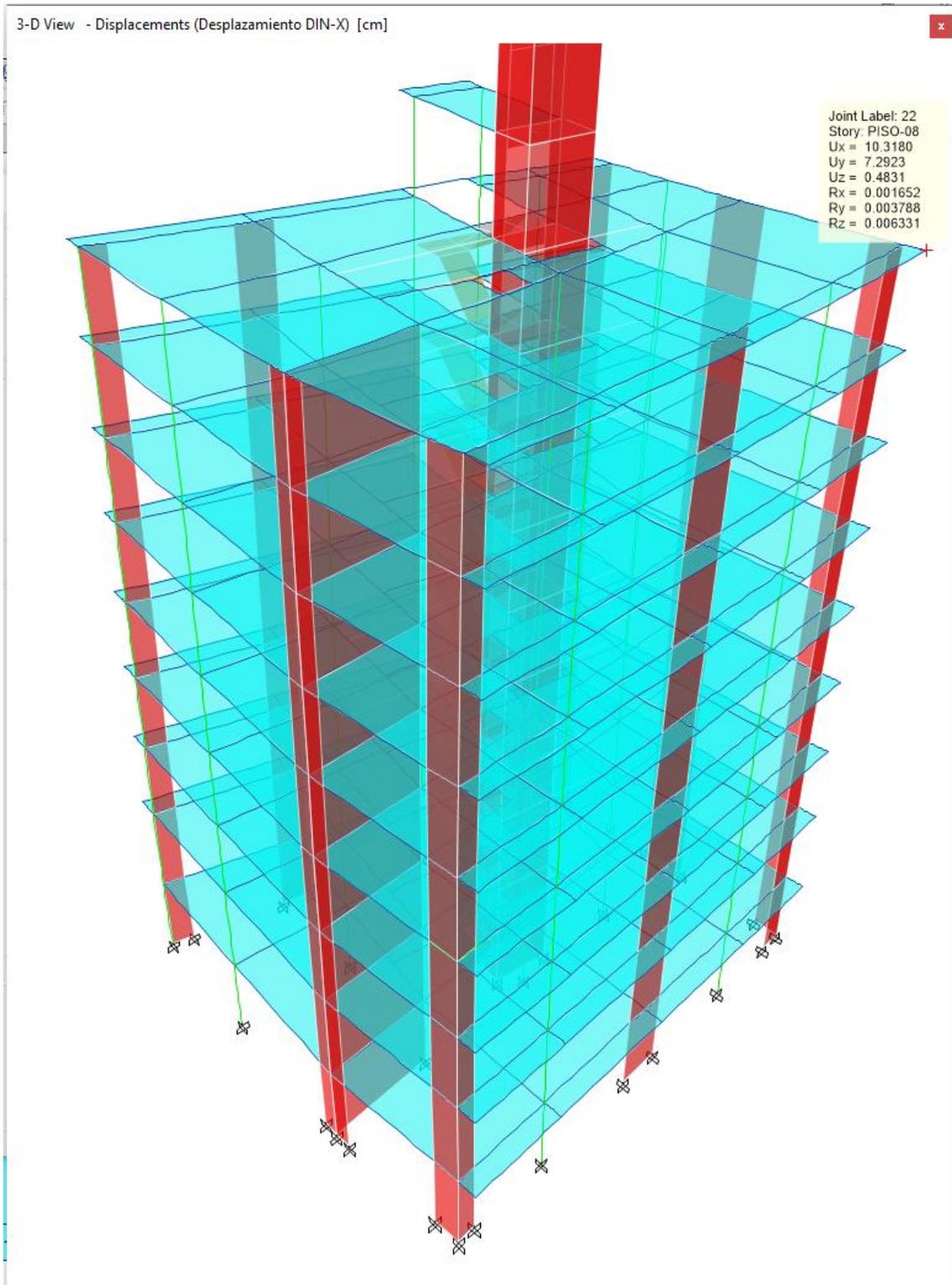


Figura 29. Desplazamientos máximos en la dirección “X” = 10.3180 cm.

Fuente: ETABS v18.1.1

Los desplazamientos relativos de entrepiso no deberán de exceder de 0.007 para estructuras con sistema estructural predominante de pórticos de concreto armado. Los desplazamientos se obtuvieron del centro de masa de la edificación más el 5% de la excentricidad accidental para cada dirección de análisis, además se amplificaron multiplicándolos por su correspondiente coeficiente de reducción sísmica “R” (R_x , R_y), tal como indica la norma E.030.

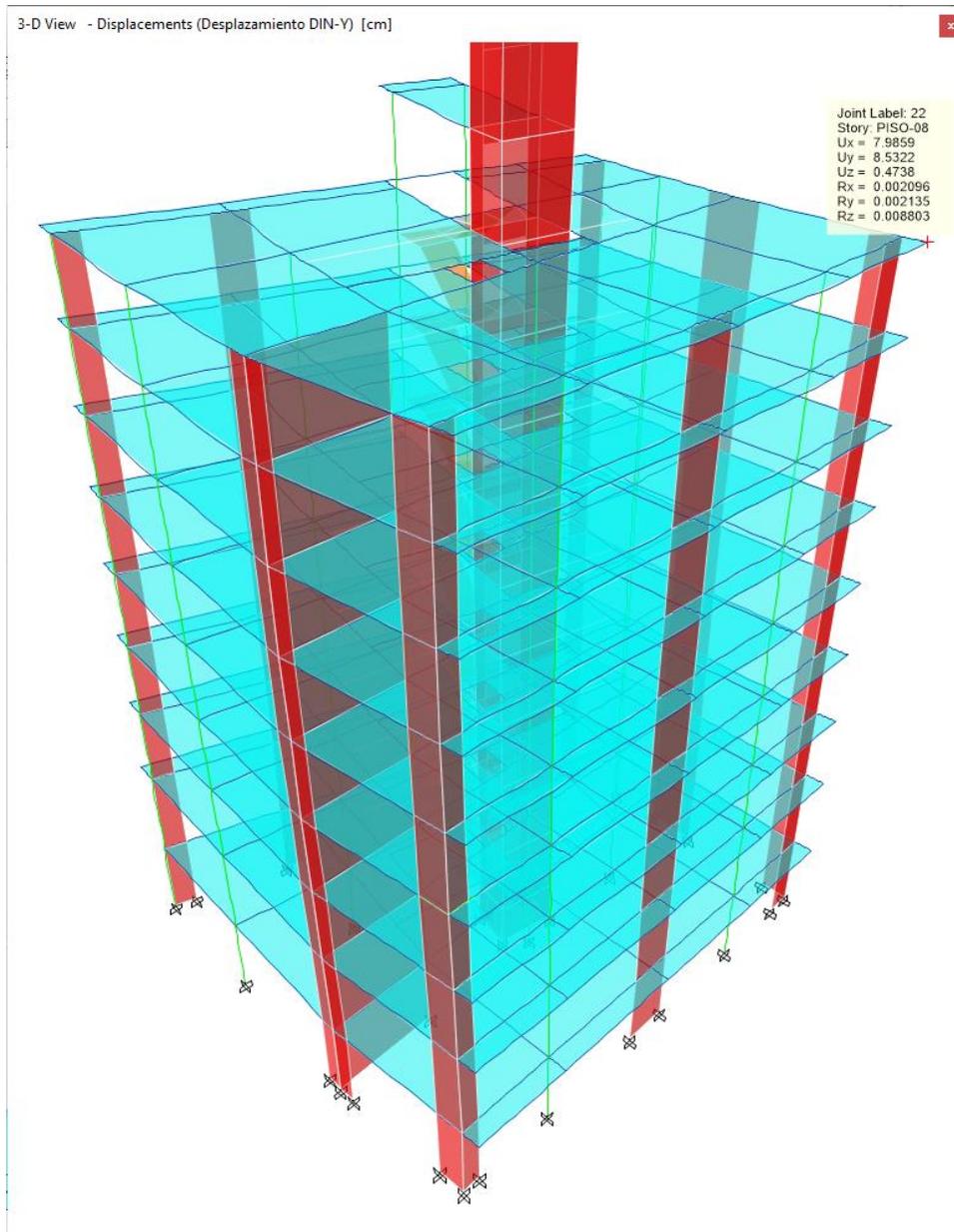


Figura 30. Desplazamientos máximos en la dirección “Y” = 8.5322 cm.

Fuente: ETABS v18.1.1

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
TECHO ASCENSOR	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.004455	31	9.2971	7.7193	32.85
AZOTEA	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.004498	21	12.5778	12.7264	30.4
PISO-08	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.004555	69	0.8917	17.3697	27.6
PISO-07	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.005282	69	0.8917	17.3697	24.8
PISO-06	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.005878	69	0.8917	17.3697	22
PISO-05	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.006378	69	0.8917	17.3697	19.2
PISO-04	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.00671	69	0.8917	17.3697	16.4
PISO-03	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.006773	69	0.8917	17.3697	13.6
PISO-02	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.006507	69	0.8917	17.3697	10.8
PISO-01	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.005407	12	0.83	16.59	8
ZOTANO	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.002493	12	0.83	16.59	4.75
BASE ASCENSOR	Desplazamiento DIN-X	Combination	Max	X	0.000371	31	9.2971	7.7193	1.8

Figura 31. Derivas máximas en la dirección “X”. ETABS 18.

Fuente: ETABS v18.1.1

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
TECHO ASCENSOR	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.002133	31	9.2971	7.7193	32.85
AZOTEA	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.002194	21	12.5778	12.7264	30.4
PISO-08	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.002613	69	0.8917	17.3697	27.6
PISO-07	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.003261	69	0.8917	17.3697	24.8
PISO-06	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.003927	69	0.8917	17.3697	22
PISO-05	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.004544	69	0.8917	17.3697	19.2
PISO-04	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.00507	69	0.8917	17.3697	16.4
PISO-03	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.00545	69	0.8917	17.3697	13.6
PISO-02	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.005622	69	0.8917	17.3697	10.8
PISO-01	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.004775	12	0.83	16.59	8
ZOTANO	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.002238	12	0.83	16.59	4.75
BASE ASCENSOR	Desplazamiento DIN-Y	Combination	Max	X	0.000207	33	11.7965	8.8128	1.8

Figura 32. Derivas máximas en la dirección “Y”.

Fuente: ETABS v18.1.1

- Por consiguiente, obtuvimos los máximos desplazamientos relativos de entrepisos (Derivas)
 - Máxima deriva en la dirección X – X (piso 03):
0.006773 < 0.007 ... Cumple!
 - Máxima deriva en la dirección Y – Y (piso 02)
0.005622 < 0.007 ... Cumple!

V DISCUSIÓN

Primera Discusión

Los resultados del proyecto de investigación indican que la máxima deriva en la dirección “X – X” fue de 0.006773, y la máxima deriva en la dirección “Y – Y” fue de 0.005622, los cuales cumplen con los valores y/o parámetros que se establecen en la Norma E.030, y que a su vez brindara una estructura adecuada y eficiente, que ante un evento sísmico la estructura quedara intacta. Dicho esto, los resultados anteriormente mencionados son semejantes a los resultados del análisis de Chaiña (2016), con su investigación que titula: “Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca”, quien en sus resultados obtuvo que la máxima deriva en la dirección “X – X” fueron de 0.0031, y que la máxima deriva en la dirección “Y – Y” fue de 0.0026, finalmente concluye que la al realizar una comparación de los resultados que obtuvo del análisis sísmico comparativo, le permitió ver como fue el comportamiento de la estructura con distintas condiciones de análisis, concluyéndose de que la estructura tuvo un comportamiento semejante en los distintos tipos de análisis desarrollados con excepción en el análisis sísmico estático haciendo uso de la norma E.030 (2016) donde obtuvo resultados distintos al resto y esto debido a que en la Norma E.030 (2016) ya no se considera este tipo de análisis para zonas de mediana sismicidad (zona 2) en donde se ubica la ciudad de Juliaca.

Segunda Discusión

Los resultados que se obtuvo de la fuerza basa estática en la dirección X – X fue de 202.222 Tn, y de la dirección Y – Y fue de 231.771 Tn, y del mismo modo se obtuvo resultados de la fuerza basal dinámica en la dirección X – X que fue de 178.3049 Tn, y en la dirección Y – Y fue de 235.9344 Tn. Dicho esto, los resultados anteriormente mencionados son distintos a los resultados que obtuvieron los autores Méndez y Díaz (2019), con su investigación titulada: “Diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado”, quienes en sus resultados obtuvieron un factor de corrección de la fuerza basal estático y dinámico.

- Porcentaje entre la fuerza basal estática y dinámica X – X.

$$\frac{34.69}{48.00} = 0.72\%$$

Al ser menor que el 90% se halla un factor de escala:

$$\frac{48.00}{34.69} \times 0.90 = 1.2456$$

- Porcentaje entre la fuerza basal estática y dinámica Y – Y.

$$\frac{43.71}{56.02} = 0.78\%$$

Al ser menor que el 90% se halla un factor de escala:

$$\frac{56.02}{43.71} \times 0.90 = 1.1535$$

Generando una combinación y por ende escalan los resultados obtenidos en el software.

Llegando a los resultados del análisis dinámico con factor de escala obtuvieron:

En la dirección **X-X = 43.2055 Tn.**

En la dirección **Y-Y = 50.4144 Tn.**

Finalmente concluye que, al desarrollar el análisis dinámico, tuvieron que realizar el cálculo del factor de Escala, debido a que la Fuerza Cortante que actúa sobre la Base (Cimentación), no cumplía con lo dispuesto por la normativa, en el cual se indican que deben ser como mínimo el 80% y el 90%, de las fuerzas cortantes estática, tanto para estructuras regulares e irregulares respectivamente. Desarrollando esto llegaron a cumplir con los parámetros que establece la Norma E.030.

VI CONCLUSIONES

- Del análisis estático y dinámico de un edificio de concreto armado de ocho niveles se logró obtener una estructura adecuada y eficiente, ante un comportamiento sismorresistente.

- Del análisis estático, se obtuvieron los resultados requeridos para realizar su buen desempeño estructural de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno.

- Del análisis y modelado estructural del edificio de ocho niveles se verifica que la deriva máxima en la dirección X-X fue de 0.006773, y en la dirección Y-Y fue de 0.005622, los cuales están dentro de los parámetros de la NORMA E.030 – 2016 de 0.007 en ambas direcciones.

- Después de realizar el análisis sísmico, se determinó que la estructura de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020, cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la NORMA Sismorresistente E.030 – 2016 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- El programa de cómputo de CSI: Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) en su versión 18.1.1, empleado para evaluar la estructura de concreto armado de ocho niveles, cumplen con un buen funcionamiento para realizar el análisis sismorresistente, realizando la incorporación de los parámetros normativos vigentes.

- Se concluye que una vez cumplido con los parámetros sismorresistente que establece la NORMA E.030, ya es factible realizar el diseño de concreto armado de la estructura de ocho niveles – Puno 2021.

VII RECOMENDACIONES

- Es fundamental desarrollar el análisis estático y dinámico para el comportamiento sismorresistente de una estructura de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020, y así garantizar la continuidad del servicio después de ocurrido el evento sísmico.
 - Se recomienda realizar el análisis estático, para determinar su buen desempeño estructural del edificio de concreto armado de ocho niveles.
 - Se recomienda analizar la estructura del proyecto de ocho pisos de concreto armado con una deriva controlada en las direcciones X, Y, para obtener una estructura sismorresistente y eficiente.
 - Se realizó un sondeo en la ciudad de Puno en la cual se observó que las construcciones no cumplen con los parámetros sismorresistentes que establece la NORMA E.030 Diseño Sismorresistente, se pudo notar que en las edificaciones no se contemplan las juntas de separación sísmica entre las mismas, y que, ante un evento sísmico, sufrirían un colapso en todas las edificaciones debido a que no se cuenta con una junta de separación sísmica como se indica la NORMA E.030 Diseño Sismorresistente, razón por la cual se recomienda realizar este tipo de análisis en todas las edificaciones, para así poder corroborar si su comportamiento sismorresistente cumplen con los parámetros establecidos en la NORMA E.030.

REFERENCIA

- ACI 318-14, American Concrete Institute, obtenidos de <https://civilmas.net/aci/norma-aci-318-14-en-espanol/>
- ATC-40. (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concret Buildings, volume 1. Seismic Safety Comission. California.
- Blanco Blasco, A. (1995). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado – Colección del ingeniero Civil – Capítulo de Ingeniería Civil Consejo Departamental Lima.
- Cano, B. H. L. (2019), Diseño sísmico y estructural del edificio multifamiliar Las Flores en la urbanización el Ingeniero III, Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40635>
- Chaiña, M. R. T. (2016), Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca, obtenido de: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/706>
- Chiroiu, L., Goula, X., Roca, A., Susagna, T., Barbat, A. y Pujades, L. (2001). El método del espectro de capacidad aplicado a la evaluación de daños sísmicos. aeis. Recuperado de http://www.igc.cat/pdf/pubtec/2001_2002/2001_chiroiu_etal_elmetodo.pdf
- FEMA-273. (1997). NEHRP Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- H. Nilson, A. (2001). Diseño de Estrcturas de Concreto - Duodécima Edición. Santa Fe de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.
- Los principios de la sismoresistencia <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/ASH/pdf/spa/doc13854/doc13854-1b.pdf>
- Lope, H. J. V. (2018), Evaluación del comportamiento sísmico de un edificio existente de concreto armado ubicado en la ciudad de Juliaca utilizando el método basado en el desempeño, obtenido de: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1681>

- Mamani, R. E. R. (2018), determinación del nivel de desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles en la ciudad de Juliaca, 2018, obtenido de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10686>
- Méndez, L. K. M. y Díaz, S. O. O. (2019), diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado, obtenido de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2950/MENDEZ%20LEON%20y%20DIAZ%20SIESQUEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma E.020 “Cargas”. Recuperado de <http://www.sencico.gob.pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma E.070 “Albañilería”. Recuperado de <http://www.sencico.gob.pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma E.060 “Concreto Armado”. Recuperado de <http://www.sencico.gob.pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones”. Recuperado de <http://www.sencico.gob.pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Decreto supremo que modifica la norma técnica e.030 “diseño sismorresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decretos Supremos N° 002-2014-vivienda y N° 003-2016-VIVIENDA. Recuperado de <http://www.sencico.gob.pe>
- Morales Morales, R. (2006). Diseño en concreto armado - concordado a ACI 318. Lima: Fondo editorial ICG.
- Ortiz, N. E. L. (2012), Diseño estructural sismo-resistente de los edificios de departamentos de hormigón armado “Limburg Platz” de la ciudad de Quito, para garantizar la seguridad de los ocupantes, obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3770>
- Ottazzi Pasino, G. (2014). Apuntes del curso Analisis Estructural I. Lima: Editorial PUCP.
- Peña, R. M. A. y Zeña, C. M. A. (2017), Análisis sísmico usando ETABS para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura

educativa de la I.E. Rosa Flores de Oliva – Chiclayo – Provincia de Chiclayo – Lambayeque, obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16539>

- SEAOC. (1995). Vision 2000: Performance Based Seismic Engineering of Buildings. Structural Engineers Association of California. California.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE					
Análisis estático	Según Méndez y Díaz, (2019). El análisis estático de un edificio trata, en determinar la fuerza ocasionada por los eventos sísmicos, el cual actúa sobre la base, y por lo cual lo mencionaremos como cortante basal, este estará manifestado sobre la estructura, para conseguir lo mencionado. Estas fuerzas cortantes son distribuidas hacia los centros de masas en cada nivel, de tal manera que cada piso presentará una deformación, el cual será proporcional a su peso y un exponente "k" y que estará vinculado al periodo fundamental de vibración de la superestructura. (p.37)	El análisis estático de una estructura consiste, en hallar una fuerza, producto de un sismo, que actúa sobre la base, a la cual llamaremos Cortante basal.	Espectro de capacidad Microzonificación	Punto de desempeño Tipo de suelo	Razón
Análisis dinámico	Según Méndez y Díaz, (2019). Se denomina como análisis dinámico, debido a que no solo se consideran las fuerzas que actúan en cada nivel, sino que también se consideran tanto las aceleraciones y las velocidades los cuales son productos de las deformaciones los cuales tiende a generarse en la estructura cuando ocurre un evento sísmico. (p.39)	Idealización estructural sismorresistente como un conjunto de barras o elementos finitos, nudos y apoyos u fronteras.	Nivel de desempeño Análisis modal espectral	Objetivos de desempeño	Razón
DEPENDIENTE					
Comportamiento sismorresistente	Según la A.I.S. "Para que un edificio soporte un evento sísmico, la estructura de la misma debe presentar una solidez, simetría, uniformidad, y tiene que ser continua o bien conectada. Presentar bruscamente los cambios de sus dimensiones, así como de su rigidez, la falta continuidad, una configuración estructuralmente desorganizada o voladizos excesivos los cuales facilitan la concentración de las fuerzas nocivas, torsionales y deformaciones, que tienden a generar graves daños o hasta que la estructura llegue a un colapso total. (p.1-4)	Análisis sismorresistente se espera conocer el comportamiento de la estructura en un eventual terremoto mediante un análisis modal espectral.	Espectro de respuesta	Desplazamiento Periodo	Razón

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2. Matriz de Consistencia.

ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO PARA SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE OCHO NIVELES – PUNO 2020							
AUTOR: RONALD APAZA LARICO, ÁNGEL GONZALO SÁNCHEZ UCHANI							
(ES):	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿Cómo influye el análisis estático y dinámico en el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2021?	Desarrollar el análisis estático y dinámico para su comportamiento sismorresistente de una estructura de concreto armado de ocho niveles – Puno 2021.	El análisis estático y dinámico de un edificio de concreto armado de ocho niveles permitirá brindar una estructura adecuada y eficiente, para su comportamiento sismorresistente.	Variable Independiente X1: Análisis Estático.	Espectro de capacidad	Punto de desempeño	Método de investigación Método Científico
					Microzonificación	Tipo de suelo	
ESPECÍFICOS	Cómo influye el análisis estático en el desempeño estructural de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2021?	Determinar el desempeño estructural de un edificio de concreto armado de ocho niveles mediante el análisis estático.	El análisis estático, permite obtener los resultados requeridos para realizar su buen desempeño estructural en un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno.	Variable Independiente X2: Análisis Dinámico.	Nivel de desempeño	Objetivos de desempeño	Diseño de investigación Tipo No Experimental
					Análisis modal espectral		
	¿Qué permitirá controlar la deriva en las direcciones X, Y, en el análisis de una estructura sismorresistente?	Analizar la estructura del proyecto de ocho pisos de concreto armado con una deriva controlada en las direcciones X, Y, para obtener una estructura sismorresistente y eficiente.	Las derivas en las direcciones X, Y, en el análisis de una estructura sismorresistente permite controlar los desplazamientos relativos entre pisos.	Variable Dependiente Y1: Comportamiento Sismorresistente.	Espectro de respuesta	Desplazamiento	Tipo de Investigación Tipo Aplicada
Periodo	Nivel de investigación Tipo Descriptivo						

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3. Estudio de Suelos.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



EJEMPLO DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE :
 DIRECCIÓN : JR. AYACUCHO # 839 - PUNO
 MATERIAL : SUELO DE FUNDACIÓN
 UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO
 PROFUNDIDAD : 5.00m.
 FECHA : 26 DE JULIO DEL 2018

CALICATA MUESTRA SUCS	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	FACTOR DE CAP. DE CARGA			ANCHO DE CIMENT. (B) (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cc)	PROFUND. DE CIMENT. (m)	qu (Tn/m2)	q adm. F. S. = 3 (Kg/cm2)
		Nc	Nq	Nr					
C - 1	22	12.92	4.48	1.55	2	1.51	2.00	15.88	0.529
	22	12.92	4.48	1.55	2	1.51	4.00	29.42	0.981
SC	22	12.92	4.48	1.55	2	1.51	5.00	36.19	1.206

* EJEMPLO DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

OBSERVACIONES

LOS DATOS Y LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalaón Vega
 CIP. 26510


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. Edwín Yoel Choque Guzmán
 ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

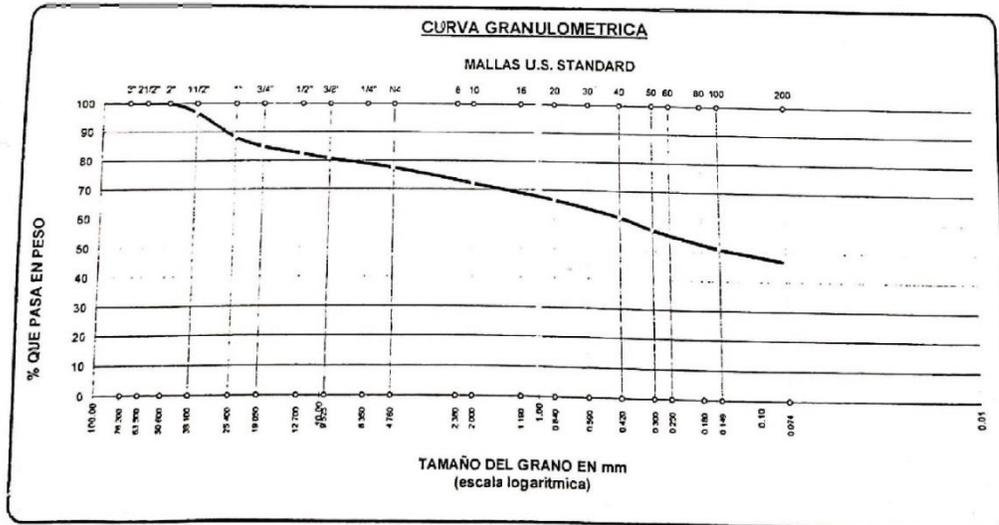


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE :
 DIRECCIÓN : JR. AYACUCHO # 839 - PUNO
 MATERIAL : SUELO DE FUNDACIÓN
 UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO
 PROFUNDIDAD : 5.00m.
 FECHA : 26 DE JULIO DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. TÉCNICAS	TAMAÑO MÁXIMO
3	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3500.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 3198.13
1 1/2"	38.100	114.75	114.75	3.28	3.28	96.72		P.P.= 301.87
3/4"	23.400	298.86	298.86	8.54	11.82	88.18		%W= 30.44
1/2"	19.050	114.25	114.25	3.26	15.08	84.92		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/8"	12.700	86.94	86.94	2.54	17.62	82.38		L.L.= 40.46
1/4"	6.350	59.59	59.59	1.67	19.30	80.70		L.P.= 21.83
No4	4.750	114.11	114.11	3.26	22.56	77.44		I.P.= 18.63
No8	2.380							CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No10	2.000	34.37	186.32	5.32	27.88	72.12		D10= — Cup —
No15	1.190							D30= — Cc= —
No20	0.840	35.59	193.48	5.53	33.41	66.59		D60= 0.392
No30	0.600							CLASIFICACION:
No40	0.425	36.50	197.87	5.65	39.06	60.94		I.G. =
No50	0.300	29.70	139.32	3.98	43.04	56.96		SUCS : SC
No60	0.250							AASHTO :
No80	0.180							OBSERVACIONES:
No100	0.149	38.92	210.92	6.03	49.07	50.93		
No200	0.075	26.85	146.10	4.17	53.24	46.76		
BASE			1636.44	46.76	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	3500.00	100.00				
% PERDIDA			46.76					



OBSERVACIONES:
 LOS DATOS Y LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega
 CIP. 26510



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Bach. C. Edwin Yoc Choque Guzman
 ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL PUNO

B.E. N° B014-57136



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DENSIDAD DE CAMPO

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE :
 DIRECCIÓN : JR. AYACUCHO # 839 - PUNO
 MATERIAL : SUELO DE FUNDACIÓN
 UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO
 PROFUNDIDAD : 5.00m.
 FECHA : 26 DE JULIO DEL 2018

Progresiva	PUNTO 1			
Ubicación				
Profundidad	12.50			

DENSIDAD DE CAMPO

1	Peso del Frasco + arena grs.	6000		
2	Peso Fras. + arena sobrante grs.	1402		
3	Peso arena empleada gr. (1)-(2)	4598		
4	Peso arena del cono grs.	1550		
5	Peso arena de hueco gr. (3)-(4)	3048		
6	Densidad de la arena	1.35		
7	Volumen de hueco cc. (5)/(6) Y	2258		
8	Peso tarro + suelo + grava gr.	4190		
9	Peso del tarro grs.	--		
10	Peso del suelo + grava (8)-(9)gr.	4190		
11	Densidad muestra húmeda gr/cm3	1.86		

CONTENIDO DE HUMEDAD (Cuando el contenido de grava es 15% de la muestra compactada)

12	Peso recipiente + suelo hum. gr.	256.58		
13	Peso recipiente + suelo seco gr.	215.52		
14	Peso de agua gr. (12)-(13)	41.06		
15	Peso recipiente grs.	37.80		
16	Peso suelo seco gr. (13)-(15)	177.72		
17	Cont. hum. (14):(16) x 100	23.10		
18	Dens. muestra seca(11):(19)+(17)	1.51		

% DE GRAVA

19	Peso total muestra seca gr.	3581		
20	Peso retenido tamiz N° 4 gr.	945.26		
21	% ret. en tamiz N° 4(20):(19)x100	26.40		
22	Peso esp. de la grava	2.36		

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 15% a 40%

23	Volumen de grava cc.	400		
24	Peso seco finos gr. (19)-(20)	2636		
25	Volumen de finos CC (7)-(23)	1858		
26	Dens. seca finos (24):(25)	1.42		
27	Maxima densidad			
28	Optimo cont. Humedad			
29	Correc. dens. Proctor (grava 40%)			
	% COMP.			



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. Felipe Santiago Jara Vidarón Vega
 CIP. 26510



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. Edwin Yvel Choque Guzman
 ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL PUNO
 B.E. N° B014-57136



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE :
 DIRECCIÓN : JR. AYACUCHO # 839 - PUNO
 MATERIAL : SUELO DE FUNDACIÓN
 UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO
 PROFUNDIDAD : 5.00m.
 FECHA : 26 DE JULIO DEL 2018

CONTENIDO DE HUMEDAD
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr.	256.58
SUELO SECO + TARRO	gr.	205.52
PESO DEL TARRO	gr.	37.80
PESO DEL AGUA	gr.	51.06
PESO DEL SUELO SECO	gr.	167.72
HUMEDAD %	gr.	30.44

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
TARRON°		H	I	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.42	30.98	15.80
SUELO SECO + TARRO	gr	28.02	29.22	15.40
PESO DEL TARRO	gr	24.57	24.90	13.54
PESO DEL AGUA	gr	1.40	1.76	0.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.45	4.32	1.86
HUMEDAD %	%	40.58	40.74	1.67
N° DE GOLPES		24	24	21.51
LIMITE LIQUIDO :		40.46		LIMITE PLASTICO :
				21.83

INDICE PLASTICO : 18.63

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$

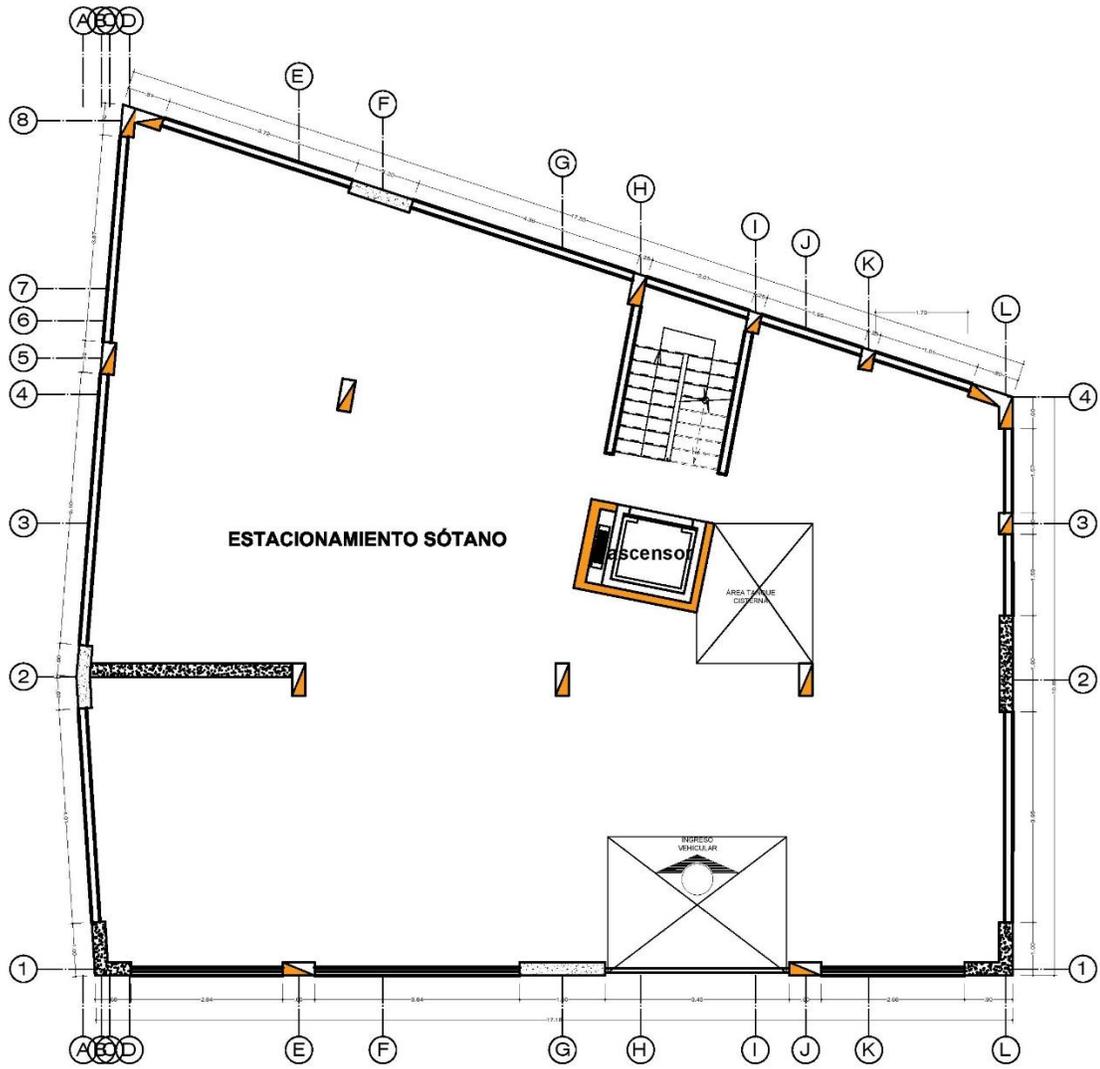
Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

OBSERVACIONES
 LOS DATOS Y LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

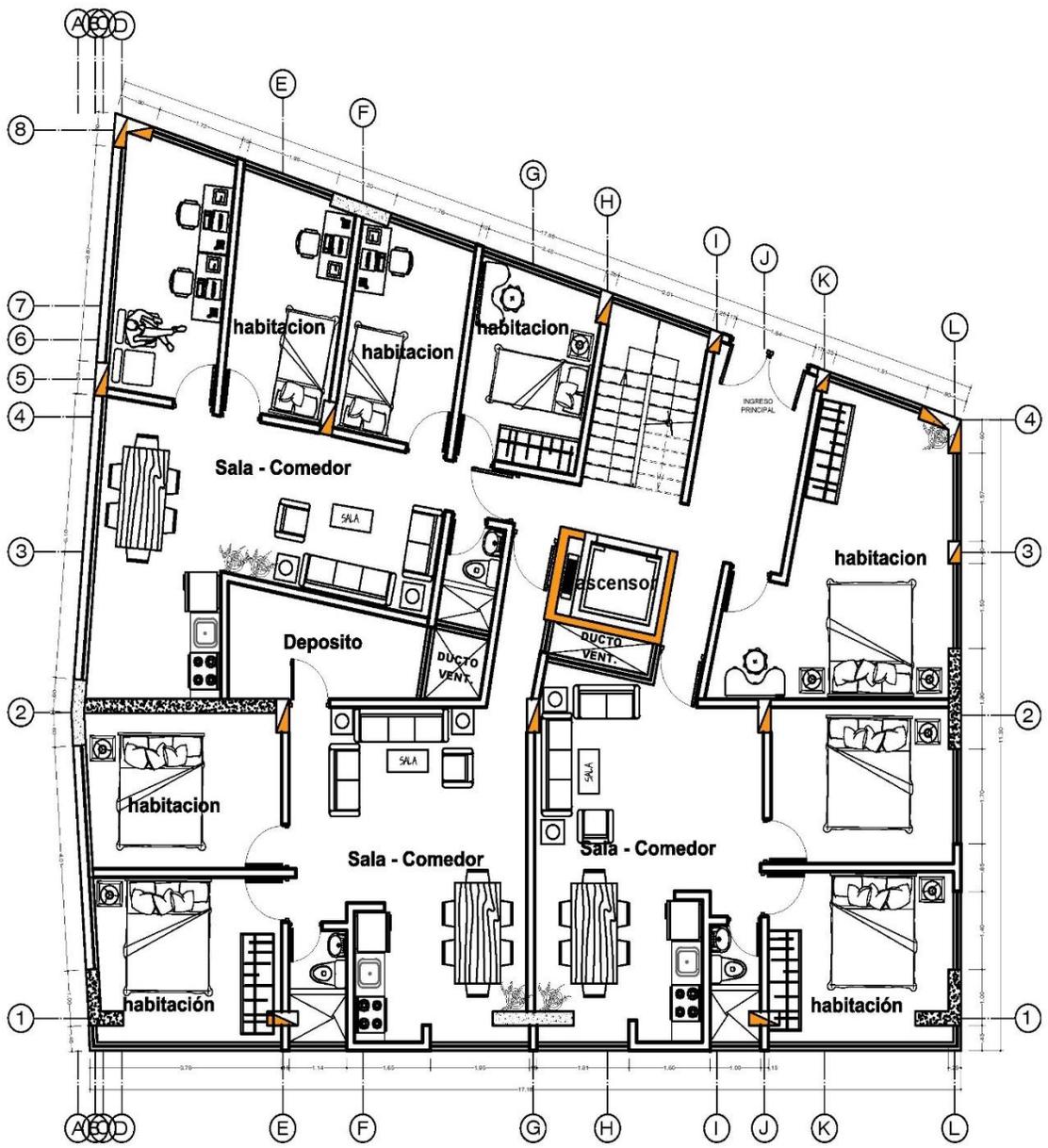
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. Felipe Santiago Jara Vidarón Vega
 C.P. 28510

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Ing. E. Edwin Yon Choque Guzman
 ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL PUNO

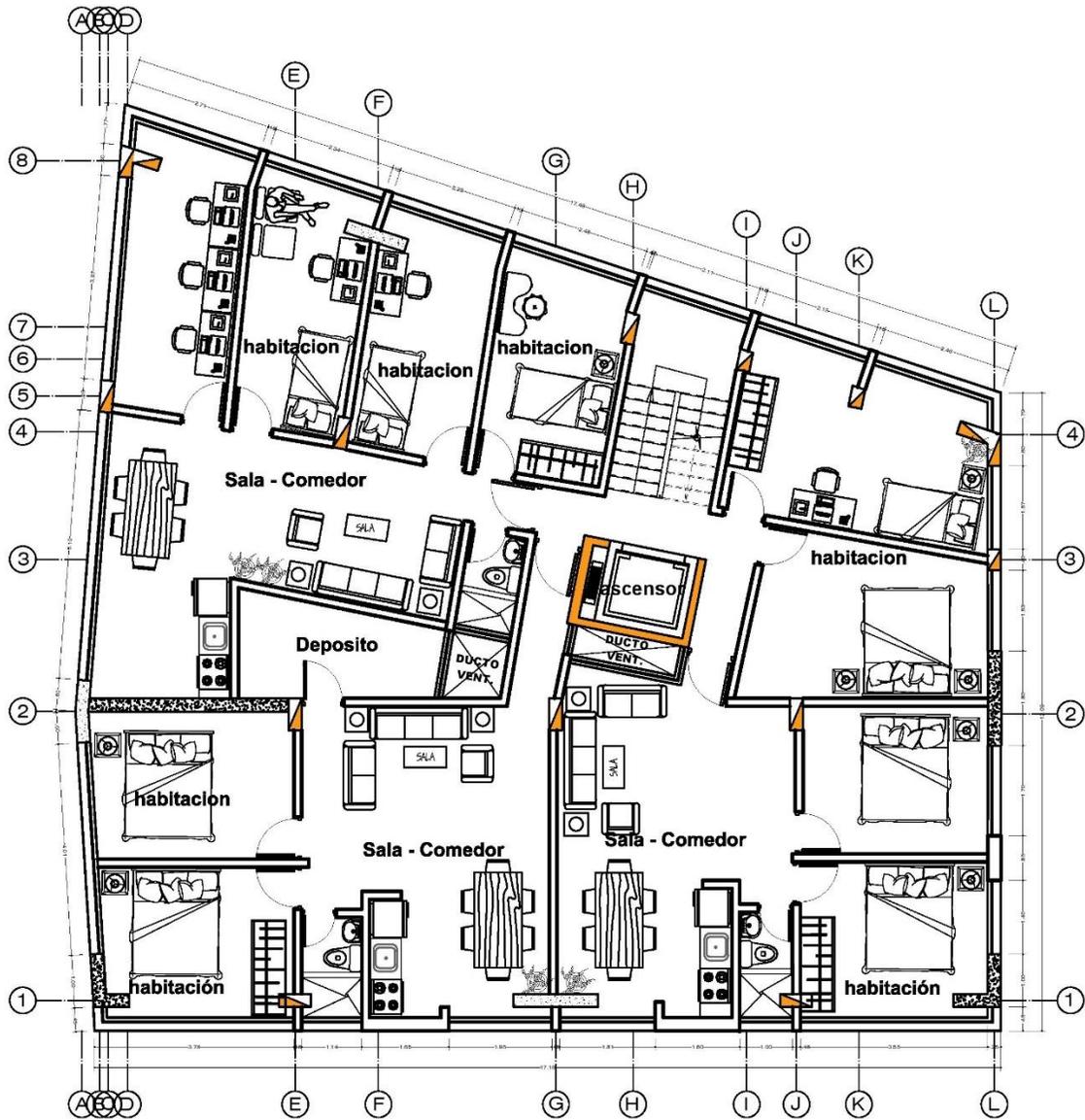
ANEXO 4. Planos.



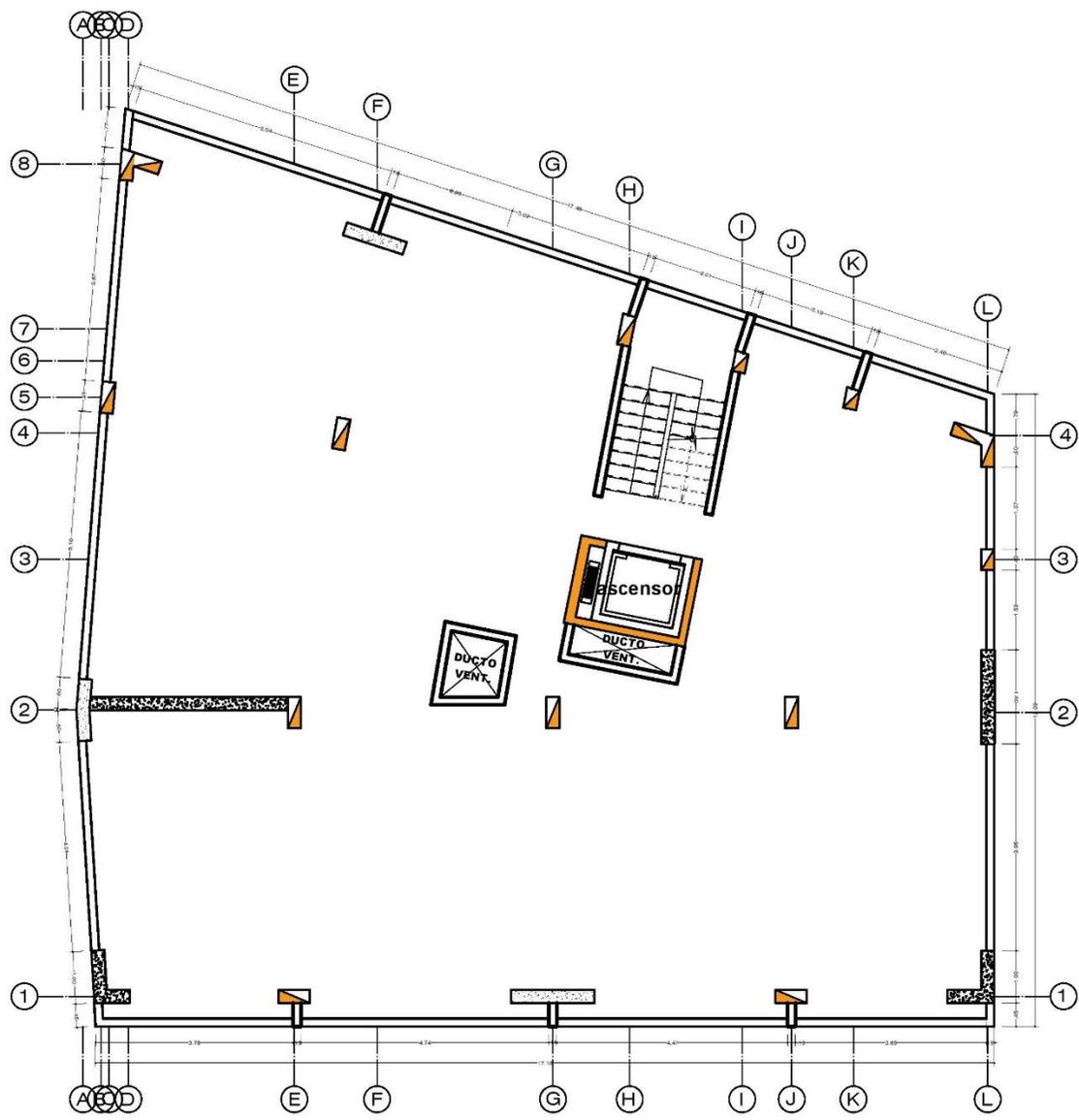
PLANTA SÓTANO



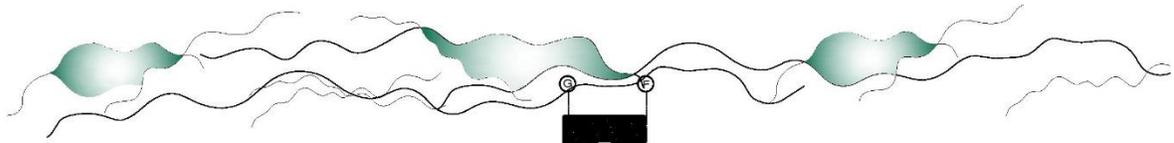
● PLANTA PRIMER NIVEL



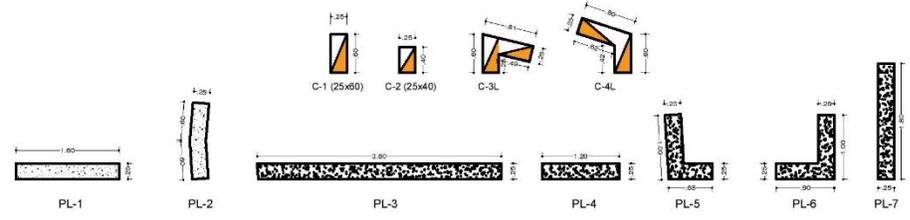
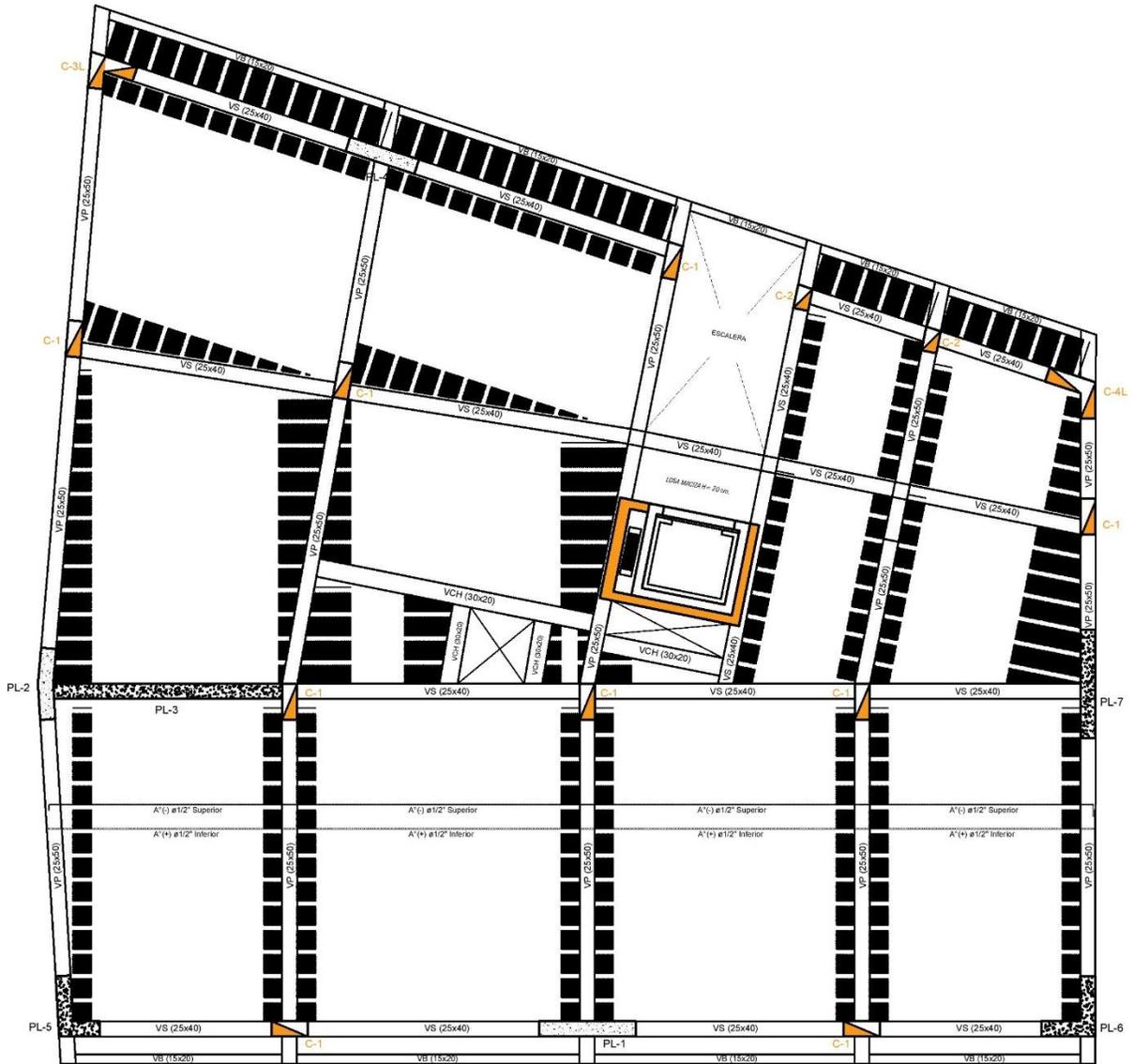
PLANTA TIPICA PISO 2 AL 8
CASA



● PLANTA TECHOS



ELEVACION PRINCIPAL
EDIFICIO SSC 1/90



ANEXO 5. Presupuesto de la investigación

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Subtotal (S/)
1.	Recursos Humanos				0.00
1.1	Investigadores	glb	02	0.00	0.00
1.2	Asesor de Tesis	glb	01	0.00	0.00
2.	Equipos y bienes duraderos				9,184.00
2.1	Escritorio	und	02	250.00	500.00
2.2	Computadora	und	02	3,200.00	6,400.00
2.3	Cámara Fotográfica	und	01	1,000.00	1,000.00
2.4	Flexómetro de Metal	und	02	25.00	50.00
2.5	Impresora	und	01	750.00	750.00
2.6	Tinta para impresión	und	05	50.00	250.00
2.7	Papel Bond A4 (500 hojas)	und	04	15.00	60.00
2.8	Libreta de Campo	und	02	25.00	50.00
2.9	Tablero de campo	und	02	12.00	24.00
2.10	Norma E.030	und	01	35.00	35.00
2.11	RNE (Actualizado)	und	01	35.00	35.00
2.12	Libro:	und	01	30.00	30.00
3.	Asesorías especializadas y servicios, gastos operativos				3,785.00
3.1	<i>Asesorías especializadas</i>				1,885.00
3.1.1	Paquete de Datos - Internet	mes	09	65.00	585.00
3.1.2	Luz Eléctrica	mes	09	50	450.00
3.1.3	Transporte (lugar de la Edificación)	viajes	05	30.00	150.00
3.1.4	Ploteo de Planos	glb	02	350.00	700.00
3.1	<i>Asesorías especializadas</i>				1,900.00
3.1.1	Ensayos de laboratorio	glb	02	50.00	100.00
3.1.2	Modelamiento en Plataforma ETABS	glb	01	1,000.00	1,000.00
3.1.3	Elaboración de Planos	glb	01	800.00	800.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO (S/.)					12,969.00

ANEXO 7. Fotos.



En las imágenes, podemos apreciar que las edificaciones no cuentan con juntas sísmicas, y que debido a ello no permitirán que las edificaciones tengan un comportamiento sísmico independiente, generando así daños en todas las estructuras.

