



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos en Chaclacayo 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Medina Torres, Victor Yancarlo (orcid.org/0000-0002-5163-2134)

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (orcid.org/0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA:

A Dios por brindarme salud, vida y la oportunidad de poder culminar con mis estudios superiores. A mi madre Maritza T., a mi amada esposa Andrea T., a mis hermosos hijos Víctor M. y Natsumy M. y a mi hermano Jeannpierre M. por depositar su confianza en mi persona. A mi padre Víctor Medina que se encuentra en el cielo.

Víctor Medina Torres.

AGRADECIMIENTO:

A todos los ingenieros que de la universidad UCV que a través de ellos he podido obtener el conocimiento se pudo desarrollar la presente investigación. A mi asesor Ms. Ing. Aybar, Gustavo por su apoyo y enseñanza durante el transcurso de la elaboración de la presente investigación. Al Mg Dr. Luis Miguel Bozzo Rotondo quien fue la inspiración para poder desarrollar la investigación y poder brindar el apoyo académico.

Víctor Medina Torres.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: " ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 05 NIVELES SIN Y CON DISIPADORES HISTERÉTICOS EN CHACLACAYO 2021", cuyo autor es MEDINA TORRES VICTOR YANCARLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 21 de Setiembre del 2021

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO DNI: 08185308 ORCID: 0000-0001-8625-3989 | Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 21- 09- 2021 22:55:19 |

Código documento Trilce: TRI - 0192371

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MEDINA TORRES VICTOR YANCARLO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: " ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 05 NIVELES SIN Y CON DISIPADORES HISTERÉTICOS EN CHACLACAYO 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| VICTOR YANCARLO MEDINA TORRES DNI: 73894513 ORCID: 0000-0002-5163-2134 | Firmado electrónicamente por: VMEDINAT el 21-09- 2021 16:01:46 |

Código documento Trilce: INV - 1403872

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Declaratoria de Autenticidad del Asesor..... | iv |
| Declaratoria de Originalidad del Autor..... | v |
| Índice de contenidos..... | vi |
| Índice de tablas..... | viii |
| índice de figuras..... | xi |
| Resumen..... | xiii |
| Abstract..... | xiv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| III. METODOLOGÍA..... | 25 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 25 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 26 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 28 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 28 |
| 3.5 Procedimientos..... | 29 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 34 |
| 3.7 Aspectos Éticos..... | 34 |

| | | |
|------|----------------------|----|
| IV. | RESULTADOS | 34 |
| V. | DISCUSIÓN..... | 83 |
| VI. | CONSLUSIONES | 90 |
| VII. | RECOMENDACIONES..... | 91 |
| | REFERENCIAS..... | 92 |
| | ANEXOS..... | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N1. Valores de los Parámetros del Peligro Sísmico..... | 21 |
| Tabla N2. Rango de Valores para el Cálculo de Peligro Sísmico..... | 21 |
| Tabla N3. Grados de daño Metodología Risk-UE y Hazus..... | 24 |
| Tabla N4: Peso Total de la Edificación de 05 Niveles..... | 38 |
| Tabla N5: Periodo en ambas direcciones..... | 40 |
| Tabla N6: Periodos y % de masas participativas..... | 40 |
| Tabla N7: Parámetros Sísmicos en la dirección “..... | 41 |
| Tabla N8: Distribución de Fuerzas Laterales dirección “X”..... | 41 |
| Tabla N9: Parámetros Sísmicos en la dirección “Y”..... | 42 |
| Tabla N10: Distribución de Fuerzas Laterales dirección “Y”..... | 42 |
| Tabla N11: Parámetros sísmicos de la edificación..... | 43 |
| Tabla N12: Resultados de parámetros sísmicos..... | 43 |
| Tabla N13: Verificación de Irregularidades dirección “X”..... | 44 |
| Tabla N14: Verificación de Irregularidades dirección “Y”..... | 44 |
| Tabla N15: Identificación de Sistema Estructural “X”..... | 45 |
| Tabla N16: Identificación de Sistema Estructural “Y”..... | 45 |
| Tabla N17: Verificación de Piso Blando dirección “X”..... | 45 |
| Tabla N18: Verificación de Piso Blando dirección “Y”..... | 45 |
| Tabla N19: Deriva de entrepiso sin disipadores en la dirección “X”..... | 46 |
| Tabla N20: Deriva de entrepiso sin disipadores en la dirección “Y”..... | 47 |
| Tabla N21: Junta Sísmica..... | 48 |
| Tabla N22: Resultado TH Lima 1966 dirección “X”..... | 55 |
| Tabla N23: Resultado TH Lima 1966 dirección “Y”..... | 55 |
| Tabla N24: Resultado TH Ica 2007 dirección “X”..... | 56 |
| Tabla N25: Resultado TH Ica 2007 dirección “Y”..... | 56 |
| Tabla N26: Deriva de entrepiso con disipadores SLB en la dirección “X”..... | 60 |
| Tabla N27: Deriva de entrepiso con disipadores SLB en la dirección “Y”..... | 60 |
| Tabla N28: Porcentaje de reducción de las derivas dirección “X”..... | 60 |
| Tabla N29: Porcentaje de reducción de las derivas dirección “Y”..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Tabla N30: Resultados de derivas con el análisis TH dirección “X” Sismo Lima 1966..... | 61 |
| Tabla N31: Resultados de derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Lima 1966..... | 61 |
| Tabla N32: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “X” Sismo Lima 1966..... | 61 |
| Tabla N33: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Lima 1966..... | 62 |
| Tabla N34: Resultados de derivas con el análisis TH dirección “X” Sismo Ica 2007..... | 62 |
| Tabla N35: Resultados de derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Ica 2007..... | 62 |
| Tabla N36: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “X” Sismo Ica 2007..... | 62 |
| Tabla N37: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Ica 2007..... | 63 |
| Tabla N38: Máximos desplazamientos producidos por los sismos..... | 64 |
| Tabla N39: Máximos desplazamientos producidos por los sismos..... | 66 |
| Tabla N40: Máximas aceleraciones producidas por los sismos..... | 66 |
| Tabla N41: Porcentaje de energía disipada dirección “X”..... | 67 |
| Tabla N42: Máximas aceleraciones producidas por los sismos..... | 68 |
| Tabla N43: Carga de diseño del aligerado..... | 71 |
| Tabla N44: Diseño por flexión..... | 73 |
| Tabla N45: Diseño de corte..... | 73 |
| Tabla N46: Diseño de columna..... | 80 |
| Tabla N47: Momentos y pesos obtenidos..... | 80 |
| Tabla N48: Tabla de análisis de varianza: Desempeño Sísmico..... | 86 |
| Tabla N49: Tabla de análisis de varianza: Derivas en la dirección “X”..... | 87 |

| | |
|---|----|
| Tabla N50: Tabla de análisis de varianza: Derivas en la dirección “Y”..... | 87 |
| Tabla N51: Tabla de análisis de varianza: Periodos de vibración..... | 88 |
| Tabla N52: Tabla de análisis de varianza: Energía disipada en la dirección “X”..... | 89 |
| Tabla N53: Tabla de análisis de varianza: Energía disipada en la dirección “X”..... | 89 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. La simbología de los suelos..... | 09 |
| Figura 2. Aplicación de los Disipadores Tipo SLB..... | 15 |
| Figura 3. Plano Arquitectónico..... | 30 |
| Figura 4. Plano de Predimensionamiento..... | 32 |
| Figura 5. Organigrama- Procedimientos..... | 33 |
| Figura 6. Edificio Multifamiliar de 05 Niveles..... | 39 |
| Figura 7. Curva de los valores del Espectro de Diseño..... | 43 |
| Figura 8. Desplazamiento en CM, según sismo dinámico en eje “X”..... | 46 |
| Figura 9. Desplazamiento en CM, según sismo dinámico en eje “Y”..... | 47 |
| Figura 10. Espectro de respuesta..... | 49 |
| Figura 11. Acelerograma 17 de Octubre de 1966..... | 50 |
| Figura 12. Corrección de línea base Lima 1966..... | 50 |
| Figura 13. Ajuste al espectro de Lima 1966..... | 51 |
| Figura 14. Acelerograma de Ica 2007..... | 51 |
| Figura 15. Corrección de línea base Ica 2007..... | 52 |
| Figura 16. Ajuste al espectro de Lima 1966..... | 52 |
| Figura 17. Cargado de registro sísmico de Lima 1966..... | 53 |
| Figura 18. Verificación de carga de registro sísmico Lima 1966..... | 53 |
| Figura 19. Cargado de registro sísmico Ica 2007..... | 54 |
| Figura 20. Verificación de carga de registro sísmico Ica 2007..... | 54 |
| Figura 21. Derivas máximas del análisis TH dirección “X”..... | 56 |
| Figura 22. Derivas máximas del análisis TH dirección “Y”..... | 57 |
| Figura 23. Edificio 5 niveles con muros desacoplados..... | 57 |
| Figura 24. Modelo del edificio de 5 niveles con disipadores SLB36-2..... | 58 |
| Figura 25. Primer análisis de iteración directa disipadores SLB36-2..... | 58 |
| Figura 26. Primera iteración de la edificación..... | 59 |
| Figura 27. Segunda iteración de la edificación..... | 59 |
| Figura 28. Derivas máximas del análisis TH con disipadores “X”..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Figura 29. Derivas máximas del análisis TH con disipadores “Y” | 63 |
| Figura 30. Desplazamiento del Sismo Lima 1966 con Disipador SLB | 64 |
| Figura 31. Máximos desplazamientos de los disipadores SLB | 65 |
| Figura 32. Aceleraciones con el sismo de Lima de 1966..... | 65 |
| Figura 33. Máximas aceleraciones de los disipadores..... | 66 |
| Figura 34. Energía disipada Lima 1966..... | 67 |
| Figura 35. Energía disipada Ica 2007 | 67 |
| Figura 36. Energía disipada Sismo de Ica 2007 | 68 |
| Figura 37. Cortante basal con el sismo de Lima 1966..... | 68 |
| Figura 38. Cortante basal con los disipadores analizados | 69 |
| Figura 39. Comportamiento cíclico del disipador SLB Lima 1966 | 69 |
| Figura 40. Comportamiento cíclico del disipador SLB Ica 2007 | 70 |
| Figura 41. Comparación de los periodos fundamentales de vibración | 70 |
| Figura 42. Diagrama de flexión de viga | 74 |
| Figura 43. Diagrama de iteración en el eje “X” | 81 |

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo reducir el riesgo sísmico en las edificaciones implementando los disipadores Shear Link Bozzo. Para ello se realizó una comparación del Sistema tradicional versus la estructura con los disipadores SLB en la edificación dual de 05 niveles ubicado en la dirección de Trabajadores Municipales de Chaclacayo Mz "C" lote 9 -10 de Chaclacayo- Lima provincia de Lima, departamento de Lima.

El terreno es de 8 m de ancho por 24.55 m de largo teniendo un total de 196.4 m² la edificación estará compuesta por 10 departamentos.

El Sistema estructural de la edificación está compuesta por muros estructurales por piso (placas o muros), columnas y vigas. Se usaron losas aligeradas en una dirección.

Para poder realizar el diseño estructural se tomó como referencia la Norma E.030 del RNE como También las normas ACI. Se uso el programa de ETABS V18 y el SAP 2000 V.20

Se realizó el análisis sísmico para poder analizar el Sistema sismorresistente de la estructura de las cuales se van a obtener las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas en cada dirección. El modelo matemático para el análisis estructural se desarrolló con el software ETABS V18, donde se comprobó que los pisos 3,4,5 en la dirección X e Y no cumplen con la deriva máxima establecida por la norma E.030 que es de 0.007 para ello se necesita poder implementar un método de disipación de energía que puede ser los aisladores sísmicos o disipadores.

Se realizó el predimensionamiento de los disipadores con ayuda del DissipaSLB 4Gen V21.1.1 con el disipador SLB3 15_3 de las cuales se necesitó de la primera iteración para elegir el disipador más óptimo. Para el registro sísmico se usó el software de SeismoMatch del terremoto de Lima del año 1966 de las cuales se usó el análisis dinámico no lineal tiempo historia donde se necesita poder agregar 8 disipadores de energía SLB3 6_2 en el eje "X" e "Y".

Palabras Clave: Disipadores Shear Link Bozzo, sistema sismorresistente, registro sísmico.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to reduce the seismic risk in buildings by implementing the Shear Link Bozzo dissipators. For this, a comparison was made of the traditional system versus the structure with the SLB dissipators in the dual building of 05 levels located in the direction of Municipal Workers of Chaclacayo Mz "C" lot 9 -10 of Chaclacayo- Lima province of Lima, department of Lime.

The land is 8 m wide by 24.55 m long, having a total of 196.4 m², the building will be made up of 10 apartments.

The structural system of the building is composed of structural walls per floor (plates or walls), columns and beams. Lightened slabs were used in one direction.

In order to carry out the structural design, the RNE Standard E.030 was taken as a reference as well as the ACI standards. The ETABS V18 program and SAP 2000 V.20 were used.

The seismic analysis was carried out to be able to analyze the seismic resistance system of the structure from which the static and dynamic seismic forces in each direction will be obtained. The mathematical model for the structural analysis was developed with the ETABS V18 software, where it was found that the 3,4,5 floors in the X and Y directions do not comply with the maximum drift established by the E.030 standard, which is 0.007 for This requires being able to implement a method of energy dissipation that can be seismic isolators or dissipators.

The pre-sizing of the heatsinks was carried out with the help of the DissipaSLB 4Gen V21.1.1 with the SLB3 15_3 heatsink, of which the first iteration was needed to choose the most optimal heatsink. For the seismic record, the SeismoMatch software of the 1966 Lima earthquake was used, of which the non-linear dynamic time-history analysis was used where it is necessary to be able to add 8 energy dissipators SLB3 6_2 in the "X" and "Y" axis.

Keywords: Shear Link Bozzo heatsinks, earthquake-resistant system, seismic recording.

I. INTRODUCCIÓN

Nuestra capital al estar situada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, está sujeta a una frecuente actividad sísmica. Esto indica que siempre existe la posibilidad de que se produzcan sismos, dañando o destruyendo casas y/o edificios. El aspecto más importante de estos sucesos es el número de víctimas mortales provocadas por la falta de orientación profesional y de construcciones fácticas. Por ello, nuestro reto como ingenieros civiles es reforzar los edificios con dispositivos que puedan disipar o absorber la energía producida por los sismos, como resultado se desarrollaron los aisladores y disipadores sísmicos. El objetivo de la incorporación de disipadores SLB en Perú en el año 2003 fue aumentar la resistencia sísmica de sus componentes estructurales y dar ductilidad al nodo estructural. Los países de América Central y del Sur, incluidos Chile, Perú y México, han utilizado disipadores sísmicos SLB. A nivel internacional en el Ecuador en el año 2016 sufrió uno de los peores movimientos sísmicos de la historia, dejando destrucción, ruinas y pérdidas de vidas humanas. Esto demostró la fragilidad de los edificios construidos. A nivel internacional se desarrolló un proyecto técnico compuesto por cinco niveles para comprender el comportamiento de una estructura convencional y otra con disipadores de energía. Posteriormente, con los disipadores SLB, se demostró que estos dispositivos incrementan la resistencia de sus componentes estructurales porque mejoran la ductilidad de la edificación, además de disminuir el peso de la estructura mediante la eliminación de muros de corte y de secciones en vigas y columnas. (Mena, 2019). Los disipadores de energía SLB se emplearon en un edificio de nueve plantas en la Libertad, ya que el diseño estructural no cumplía con la norma técnica E0.30. Como resultado, los investigadores tuvieron que identificar un dispositivo de bajo coste que pudiera dotar a la estructura de rigidez, ductilidad y mayor funcionalidad. Se descubrió que los disipadores SLB reducen los daños en los elementos estructurales, acortan el periodo fundamental y limitan los desplazamientos laterales (López y Plasencia, 2017). Según Quispe y García (2019), los disipadores SLB se emplearon localmente como refuerzo sísmico en un edificio de catorce pisos en Lima. Esto fue necesario porque el diseño original no se apegaba a la norma técnica peruana E0.30 y existía riesgo sísmico. Al añadir estos dispositivos de energía, se alteraron las derivas del entrepiso y el periodo estructural, reduciendo la energía

disipada y eliminando la irregularidad torsional, todo lo cual contribuyó a la protección general de la estructura. En el desarrollo la tesis se tiene como **problema general** ¿En qué medida se diferencia el diseño estructural del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos en Chaclacayo 2021? A la vez, en la presente investigación se planteará los **problemas específicos**, se plantea: ¿Cuál es la diferencia de deriva del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos ¿En cuánto varían el periodo de vibración de la edificación de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos? y ¿Cuál será el porcentaje de energía disipada de la edificación de 05 niveles con disipadores histeréticos? La investigación se **justificó teóricamente** ya que se realizó el diseño estructural tradicional de un edificio de cinco plantas no cumple la norma E0.30, lo que lo hace vulnerable al riesgo sísmico. Se necesitan disipadores de energía para reducir los desplazamientos laterales, los periodos fundamentales, proporcionar rigidez y ductilidad y disminuir los daños estructurales. Esto se observó tras el análisis comparativo del edificio con y sin disipadores histeréticos SLB. En estudio se **justificó metodológicamente** ya que se realizó de acuerdo con la norma E0.30, que incluyó el diseño sismorresistente, el análisis estático y dinámico, la elección de los dispositivos SLB concluyendo con el diseño estructural para determinar el tipo y la ubicación del disipador SLB. La Justificación práctica En estudio se **justificó de modo practico** ya que es una alternativa de solución a la problemática del riesgo sísmico, ya que nos brinda seguridad y cumple con lo establecido en la norma E0.30, es económica a comparación de los aisladores sísmicos. En el desarrollo de la tesis se tiene como **objetivo general** Determinar el diseño estructural del edificio de 05 niveles y con disipadores histeréticos en Chaclacayo 2021, por lo cual se plantearon los siguientes **objetivos específicos** Calcular la diferencia de derivas del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos, Calcular el periodo fundamental de vibraciones de la edificación de 05 sin y con disipadores histeréticos, Calcular el porcentaje de energía disipada de la edificación de 05 con disipadores histeréticos. Asimismo, en el desarrollo de la tesis se tiene como **hipótesis general**: La implementación de los disipadores histeréticos en la edificación de 05 niveles Chaclacayo 2021 presentará un mejor desempeño sísmico, también se plantearon las siguientes **hipótesis específicas**: El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentará menores derivas según lo

solicitado por la norma E0.30, El comportamiento de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentara menores periodos de vibración., El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB reducirán el porcentaje de energía disipada de la estructura.

I. MARCO TEÓRICO:

En el ámbito internacional, Vidal (2023) en la tesis de grado titulado: “Análisis comparativo del comportamiento Estructural de un edificio de hormigón armado convencional y con el uso de disipadores de energía Shear-Link Bozzo (SLB)” Desarrollado en Ecuador. Tuvo como **objetivo** examinar la reacción estructural de un edificio típico de hormigón armado y al utilizar disipadores de energía SLB. La **metodología** que se aplicó en el prediseño de los disipadores de energía fue a través del análisis modal espectral, para ello fue necesario referirse a las normas internacionales como ASCE 7-16 con el fin de sólo verificar el funcionamiento correcto del modo de actuar de la estructura a través del análisis dinámico no lineal, reduciendo así el tiempo de análisis de la estructura. En los **resultados** se observa que el piso tres presenta la mayor deriva de la estructura, con una disminución de las derivas del 42,93% en la dirección Y una disminución del 46,5% en la dirección X. Se comparan los esfuerzos cortantes de la estructura en las direcciones X e Y, y se observa que la incorporación de los disipadores de energía SLB aumenta los esfuerzos cortantes. **Concluyendo** que los disipadores de energía disipan el 55,6% de la energía total de la estructura. Esto sugiere que, al utilizar estos dispositivos, cada elemento de la estructura queda protegida de los daños. Se observó que el coste de la construcción aumentó un 5,3% en comparación con la estructura tradicional al implementar los disipadores SLB.

Bozzo (2020), en su artículo científico titulado Prefabricated Buildings Equipped With SLB Seismic Devices. Tuvo como **objetivo** la investigación sobre estructuras prefabricadas con disipadores presenta ventajas en cuanto a métodos de construcción y comportamiento sísmico. La **metodología** que se utilizo fue a través del ETABS para realizar el cálculo estructural con el fin de evaluar la no linealidad de los dispositivos SLB y controlar los desplazamientos laterales del sismo en ambas direcciones, los únicos elementos que resisten la

fuerza sísmica son los muros y dispositivos SLB. En el edificio, se equiparon 16 dispositivos por nivel, lo que resulta en un total de 80 dispositivos SLB pequeños. El análisis no lineal con diez registros históricos compatibles con el espectro del suelo es utilizado para realizar las evaluaciones de desempeño. En los **resultados** las aceleraciones del diafragma, que disminuyen entre 0,28 g y 0,49 g en ambas direcciones, son inferiores al límite del código peruano (0,00875) en todas las circunstancias para las derivas medias de las señales con valores entre 0,0063 y 0,00758. Se observa una disminución notable de la aceleración del suelo, que oscila entre el 13% y el 20%. **Concluyendo** que este sistema prefabricado es ideal para viviendas, escuelas y hospitales porque incluye dispositivos SLB. Su rendimiento estructural es similar al del aislamiento base, pero utiliza una tecnología de precio razonable para una amplia gama de tipos de edificios comunes. Además, es significativamente más sencillo, menos costoso y apenas requiere mantenimiento adicional.

Mena (2019), en la tesis de grado titulado “Diseño Estructural de un Edificio de cinco plantas con Estructura Metálica, utilizando Disipadores Sísmicos SLB” desarrollado en Quito, Ecuador. Tuvo como **objetivo** demostrar cómo se comporta la estructura tradicional y cómo aplicar los disipadores sísmicos SLB de acuerdo con las normas NECIS, AISC-360-10 y ASCE 7-10. La **metodología** que se realizó fue predimensionar los elementos estructurales como se disponía del plano arquitectónico. A continuación, se modeló la estructura y se evaluaron las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas. Por último, se predimensionaron los disipadores y se completó el proyecto final de la estructura. En los **resultados** se observaron menos traslaciones; la deriva inelástica máxima fue del 0,77%; hay más rigidez, manteniéndose un movimiento armónico de 0,42 segundos en el sismo; y se comprobó que los disipadores SLB aumentan la de los elementos estructurales, incrementando su ductilidad y disminuyendo su propio peso. **Concluyendo** que los disipadores SLB tienen un precio razonable y ofrecen la flexibilidad de colocarlos en lugares clave donde se mejorará la amortiguación del edificio.

Para obtener más información sobre los disipadores térmicos SLB, se presentará antecedentes nacionales como es la investigación de Vilca (2022), en la tesis de grado titulado “Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando

disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022". Tuvo como **objetivo** evaluar el comportamiento sísmico de estructuras multifamiliares mediante la adición de disipadores de energía. La **metodología** consistió determinar las derivas entre pisos mediante el cálculo modal espectral y el diseño de la estructura, a la vez determinar las respuestas energéticas mediante el análisis dinámico no lineal. Tiempo - Historia y uso de registros sísmicos que han sido escalados y ajustados de acuerdo con la Norma E.030 para confirmar el comportamiento Histerético de los disipadores y de la propia estructura. En los **resultados** se observó la disminución de las derivas entre pisos en la dirección X fue de 0,0260 a 0,0061 segundos con el disipador SLB y de 0,0063 con el disipador ADAS en el tercer piso, lo que supuso una reducción del 76,54% y del 75,77% respectivamente. En la dirección Y, pasó de 0,0251 a 0,0042 con el disipador SLB y a 0,0044 con el disipador ADAS en el tercer piso, lo que supuso una reducción del 83,27% y el 82,47% respectivamente. **Concluyendo** que la respuesta sísmica global del edificio se vio significativamente alterada por la instalación de disipadores histeréticos, lo que se tradujo en una reducción de más del 50% en términos de vibración, distorsión y respuesta energética.

Enciso (2019), en la tesis de grado titulado: "Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo". Tuvo como **objetivo** conocer las diferencias en el diseño sísmico de una estructura de once pisos en Huancayo con muros continuos y muros desacoplados que incluyen disipadores SLB. La **metodología** consistió en la adquisición de diseños arquitectónicos, predimensionamiento y estructuración, análisis sísmico, modelado estructural, diseño de muros, vigas columnas y, por último, análisis comparativo. En los **resultados** se observó que la edificación con muros continuos resultó tener más rigidez lateral que la edificación con muros desacoplados. Así lo demuestran las diferencias en los parámetros evaluados, que incluyen menores derivas en las direcciones X e Y (283,38 y 24,69%), menor desplazamiento del techo en la X y 23,03%, mayor cortante basal en la 28,45% y 24,14%, menor período en la 30,08% y 23,54%, y mayor torsión en la 1,96% y 1,45%. En cuanto a la variación de la cantidad de acero, hubo un aumento del 50,01% en las columnas y del 3,20% en las vigas, y una disminución del 39,78% en los muros. **Concluyendo**

que la estructura de muro continuo tiene más rigidez lateral que la estructura de muro desacoplado, lo que permite mayores esfuerzos cortantes, valores mínimos de irregularidad torsional y menores derivas, desplazamientos y periodos. Además, la estructura de muro continuo tiene más acero que la estructura de muro desacoplado. Sin embargo, los muros desacoplados con disipadores SLB tienen la ventaja de que se comportan bien ante un terremoto fuerte en el rango no lineal.

López, Stewart y Plasencia (2017), en la tesis de grado titulado: “Diseño Estructural del Edificio Multifamiliar las Flores del Golf de 9 niveles empleando disipadores de energía Shear Link Bozzo en la ciudad de Trujillo”. Tuvo como **objetivo** ejecutar el diseño estructural del edificio. La **metodología** que se realizó es crear una disipación estable de la energía sísmica plastificando el metal en determinados lugares. Con el uso de este sistema, el ingeniero estructural puede disponer los disipadores en lugares de alta concentración de tensiones para crear estructuras con los niveles de fuerza de los sistemas flexibles y los niveles de desplazamiento de los sistemas rígidos. En los **resultados** se observó que al integrarse los disipadores SLB, se redujo en un 34% en la dirección X-X, con un periodo de 0,16 segundos, y en un 30% en la dirección Y-Y, con un periodo de 0,23 segundos. El análisis modal reveló que la dirección X-X tenía un período de 0,538 segundos, con un porcentaje del 63,77%, y la dirección Y-Y tenía un período de 0,306 segundos, con un porcentaje del 69,97%. **Concluyendo** que los disipadores minimizan el daño a los componentes estructurales porque brindan protección sísmica y ductilidad a la estructura.

A nivel local Quispe y García (2019), en la tesis de grado titulado “Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores histeréticos tipo Shear Link Bozzo en un edificio de 14 niveles en la ciudad de Lima”. Tuvo como **objetivo** mejorar la respuesta sísmica de una estructura de hormigón armado mediante el uso de disipadores SLB para respetar con la deriva máxima de la Norma E.030. La **metodología** que se realizó fue el análisis modal espectral para calcular las derivas entre pisos y el análisis estructural para determinar los periodos tanto antes como después de añadir disipadores SLB para reforzarla. Además, se realizó un análisis no lineal de tiempo – historia utilizando registros sísmicos que

habían sido escalados y corregidos de acuerdo con la Norma E.030. En los **resultados** las derivas entre pisos se redujeron en ambas direcciones en el séptimo nivel: en la dirección X, pasaron de 0,0134 a 0,0066 segundos, lo que representa una reducción del 50,66%, y en la dirección Y, pasaron de 0,00131 a 0,0064 segundos, lo que representa una reducción del 48,30%, mediante un análisis no lineal, se pudo determinar que el % de absorción de energía sísmica del 100% al 59,70% en el eje X y del 58,50% al 41,30% en el eje Y, el primer modo de la estructura experimentó una reducción del periodo del 37,60%, de 2,41 a 1,542 segundos. **Concluyendo** que alteró significativamente la respuesta sísmica del edificio eliminando la irregularidad torsional, reduciendo las derivas entre pisos en más de un 50% y alargando el periodo del edificio y la disipación de la energía sísmica.

Narváez, (2019), en la tesis de magister titulado “Análisis comparativo técnico-económico de una edificación de 12 pisos, empleando amortiguadores de fluido viscoso y disipadores histeréticos”. Tuvo como **objetivo** es cumplir los requisitos establecidos en las normas de una región minimizando al mismo tiempo la reacción sísmica y los daños estructurales. La **metodología** que se realizó fue evaluar la estructura sin protección sísmica, se examinará el caso de utilizar disipadores de fluido histeréticos y viscosos de forma independiente para determinar la mejor implementación posible del tipo de disipadores para la estructura considerada. Esto significa que se realizará un análisis no lineal de los disipadores y del impacto financiero de la implementación de cada uno de ellos. En los **resultados** se observó que el edificio con amortiguadores de fluido viscoso, se consigue la deriva designada, reduciéndose las derivas en aproximadamente un 50% y disminuyendo la ductilidad requerida. Sin embargo, a la inversa. En un escenario sísmico con un periodo de retorno de 2475 años, la utilización de disipadores histeréticos no alcanzó el valor de deriva solicitado, pero se mantuvo por debajo de la deriva estándar E.030. La ductilidad requerida también se reduce a aproximadamente el 75% de la inicial, lo que la convierte en una alternativa asequible para proteger sísmicamente un edificio. **Concluyendo** que el uso de disipadores metálicos ADAS es un atractivo sustituto de la protección de edificios en proyectos con financiación restringida.

Este estudio demostró que el uso de ADAS en lugar de disipadores metálicos supuso un ahorro económico de 216.273,60 dólares.

EMS:

Se caracteriza como un conjunto de minerales con fuerzas de contacto débiles que pueden separarse por mecanismos o por agitación en agua en ingeniería geológica. Gonzales,2002, pág.20)

- a) Porcentaje de material que hay
- b) Magnitud de la muestra
- c) Volumen relativo de huecos
- d) Tamaño medio de los huecos

Como subcampo de la geotecnia, la mecánica de suelos examina las características mecánicas, físicas y químicas del suelo, así como su comportamiento y tipo. Esta información es crucial, ya que nos permite calcular la capacidad portante del suelo. (Espinace y Sanhueza,2004, p.1).

Según la norma, son una serie de investigaciones y operaciones de campo, gabinete y laboratorio destinadas a comprender las reacciones de los esfuerzos estáticos y dinámicos de la estructura. También son necesarias en el diseño estructural. (E0.50,2018, p.5-6).

Tenemos los siguientes tipos de suelos en nuestra tierra.

| DIVISIONES MAYORES | | SÍMBOLO | | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------|----------------------------|---------|---|--|
| | | SUCS | GRÁFICO | |
| SUELOS GRANULARES | GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS | GW | | GRAVA BIEN GRADUADA |
| | | GP | | GRAVA MAL GRADUADA |
| | | GM | | GRAVA LIMOSA |
| | | GC | | GRAVA ARCILLOSA |
| | ARENA Y SUELOS ARENOSOS | SW | | ARENA BIEN GRADUADA |
| | | SP | | ARENA MAL GRADUADA |
| | | SM | | ARENA LIMOSA |
| | | SC | | ARENA ARCILLOSA |
| DIVISIONES MAYORES | | SÍMBOLO | | DESCRIPCIÓN |
| | | SUCS | GRÁFICO | |
| SUELOS FINOS | LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50) | ML | | LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | CL | | ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | OL | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50) | MH | | LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | CH | | ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | OH | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS | Pt | | TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS. | |

Figura 1. Simbología de los suelos

Fuente: Norma E0.50 – 2018

Diseño Arquitectónico:

Los edificios altos son conocidos por sus formas simétricas y sencillas, por lo que hacen que el edificio sea extremadamente simétrico para reducir efectos negativos como las torsiones. En cambio, en los edificios de altura media y baja,

el problema es que los ambientes deben distribuirse en partes más sencillas y menos asimétricas (Rochel ,2004 p.86).

“El diseño nos proporcionará una visión en planta y alzado que refleje la imaginación del diseñador y, al mismo tiempo, ofrezca ubicaciones adecuadas que transmitan conceptos e ideas para los aspectos visuales” (Ochaeta, 2004, p.62).

Niveles de desempeño Sísmico

Según el ATC-40 (1996) y el SEAOC (1995), nos dicen la escala de cumplimiento, que limita la cantidad de daños estructurales y también garantiza la seguridad de los residentes tras los terremotos. Se observa la degradación estructural y no estructural en relación con el uso previsto de cada edificio.

(p.66).

Visión 2000 (p.66), Completamente funcional, seguro, funcional y pre-colapso

- Completamente funcional
- Seguro
- funcional
- Pre-colapso

Hazus:

En nuestra investigación emplearemos distorsiones máximas, en las que los niveles de rendimiento son observables en función de las partes estructurales y la altura (Hazus,2003).

Ingeniería Sismorresistente:

Se considera que los edificios comunes responden menos elásticamente a los eventos sísmicos porque el diseño sismorresistente típico de una estructura se basa en la unión de resistencia y ductilidad; en gran parte de situaciones, la estructura se construye para soportar cierto grado de degradación estructural. Gracias a los avances tecnológicos, ahora podemos ver sistemas activos, que disipan la energía, sistemas pasivos, que aíslan los terremotos, y sistemas híbridos, que combinan los dos tipos de sistemas. En todo el mundo, numerosos edificios ya han incorporado estas tecnologías. (Villarreal, Oviedo,2008, p.6).

Predecir la reacción dinámica que entra en el edificio y genera la excitación sísmica es el objetivo de esta rama de la ingeniería sísmica (Cimellaro, Marasco,2018, p.13).

“En el ASCE 7-10, capítulo 18 muestra cómo se clasifican los dispositivos sísmicos en función de su comportamiento. Entre ellos, tenemos (p.179).

Además, nuestra norma E0.30 (2018) enumera los umbrales de comportamiento sísmico que se exigen para cada sismo (p.3).

Filosofía y origen del diseño sismorresistente:

En cumplimiento de las directrices de la norma E0.30 (2018), cabe mencionar las siguientes (p.3).

- a) Salvaguardar la vida de los ocupantes en caso de colapso de la estructura.
- b) Ofrecer la funcionalidad de los ambientes fundamentales.
- c) Disminuir la destrucción de la propiedad en la mayor medida posible.

Dado que es bien sabido que no es económicamente viable construir una estructura resistente a los fenómenos telúricos, nuestra norma E0.30 (2018) contiene criterios establecidos que deben tenerse en cuenta:

- a) No debe producirse ningún accidente ni derrumbarse el edificio, aunque puede haber deterioros apreciables.
- b) El edificio también debe ser capaz de tolerar desplazamientos leves del terreno, permitiendo reparaciones que entren dentro de los límites permisibles.
- c) Para que los edificios vitales sigan funcionando, hay que darles prioridad.

Estos son los tipos de equipos sísmicos de que disponemos:

Aisladores Sísmicos:

Considerados el dispositivo sísmico más adecuado en la protección sismorresistente, los aisladores elastoméricos son los más utilizados. Se utiliza para realizar el refuerzo estructural de edificios nuevos o existentes, disminuyendo la rigidez y haciéndola mayor que su periodo de vibración. También sirve para dividir la estructura del suelo de sus elementos flexibles en su dirección "X" (Lopez,Retamales y Kannegiesser,2011,p. 14-24).

“Simultáneamente, garantiza un aumento de la rigidez en la dirección vertical, la amortiguación en las zonas donde resiste las cargas del viento y la flexibilidad en la dirección horizontal” (Piscal,2018, p.29).

Disipadores de Energía:

Además de utilizarse en suelos blandos y esbeltos, pueden fijarse al interior de la estructura para disipar más energía y amortiguar las vibraciones horizontales provocadas por los terremotos. Otra diferencia con respecto a los aisladores es que éstos deben soportar todas las cargas del edificio. Además, son más sencillos, baratos y de menor tamaño (López, Plasencia,2017, p.34).

También se puede clasificar en disipadores histeréticos y viscoelásticos. (Villarreal, Oviedo,2008, p.32).

Entre los tipos de disipadores tenemos los siguientes:

1. Disipadores Activos por Desplazamiento:

La disipación se produce a través de la distorsión plástica entre sus elementos por fricción, ya que se activan en los extremos de los disipadores por desplazamiento relativo (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.17).

1.1. Disipadores Metálicos:

El disipador metálico tipo Adas proporciona al edificio rigidez y amortiguación; puede fabricarse con materiales de uso regular en la construcción. La energía disipada es a través de la fluencia de sus propiedades metálicas, que se someten a diferentes cargas que son flexión, cizalladura, torsión, o combinación, apoyan la temperatura y los factores ambientales (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.18)

1.2. Disipadores Friccionales:

Cuando el artilugio alcanza cierto punto de tensión, se activan y reducen la fricción al interactuar con el desplazamiento relativo entre sus superficies. Su activación durante el evento es donde reside el inconveniente (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.19)

1.3. Disipador de Extrusión de Materiales:

Se basan en la extracción a través de perforaciones y contribuyen simultáneamente, amortiguando y dando rigidez a los edificios. También tienen la ventaja de la durabilidad en el tiempo; la deficiencia se observa en las deformaciones provocadas por los sucesos telúricos (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.20)

1.4. Disipadores Autocentrantes:

Su funcionamiento depende del comportamiento de las conexiones o piezas pretensadas durante los ciclos histeréticos. Utilizando las características de sus elementos constitutivos, los disipadores gestionan los desplazamientos inducidos por las tensiones provocadas por el seísmo y vuelven a sus posiciones iniciales (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.20)

2. Disipadores Activos por Velocidad:

Además de proporcionar amortiguación a los edificios, estos dispositivos salvaguardan las estructuras en cualquier intensidad sísmica, lo que significa que se produce un terremoto cuando hay velocidades relativas en los extremos de los dispositivos (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.18).

2.1. Dispositivos Fluido Viscosos:

Entre sus características destacan que son capaces de soportar fuerzas de hasta terremotos, son idénticos a los amortiguadores de cualquier vehículo y disipan la energía a través de un fluido muy viscoso (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.19).

2.2. Muros Viscosos:

Disponen de una placa en la que se utilizan la temperatura, la extensión de la carga, la frecuencia y el número de ciclos para examinar cómo se mueve el fluido altamente viscoso del interior del molde de acero viscoso (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.19).

3. Disipadores Activos por Desplazamiento y Velocidad:

El movimiento del terremoto activa estos dispositivos, añadiendo rigidez y amortiguación a la estructura y creando desplazamientos y velocidades en los extremos de los dispositivos (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.19).

3.1. Dispositivos Viscoelásticos Sólidos:

Están acoplados y se encuentran en los arriostramientos que unen los pisos del edificio. Se componen de una sustancia viscoelástica que se interpone entre las placas de acero; a la inversa, se disipan aprovechando la deformación viscoelástica del elemento provocada por la transferencia entre las placas (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p.20).

4. Dispositivos Activados por Movimiento:

Estos dispositivos, que se montan en lo alto de los edificios y se activan por la fuerza de inercia que emite el edificio, constan de osciladores y amortiguadores. El AMS se compone de componentes restaurados y un mecanismo de disipación que aprovecha el oscilador resonante y las fuerzas vibratorias naturales. Los edificios altos tienen osciladores instalados para atenuar los movimientos provocados por las brisas. Su planta combina el elemento arquitectónico con la introducción de un componente mecánico (López, Retamales y Kannegiesser,2011, p. 20).

Disipadores de Energía Tipo SLB:

Los disipadores tipo SLB se basan en la amplificación de la ductilidad del edificio donde el objetivo es reducir y controlar las ondas sísmicas. Los dispositivos SLB combinan el sistema flexible y rígido proporcionando el diseño sismorresistente deseado ya que tendremos las tensiones adecuadas más los desplazamientos permitidos (Bozzo, Gaxiola,2016, p1).

Lo mejor para construir estructuras estables y seguras en el futuro sería utilizar disipadores sísmicos con aisladores (Bozzo, Barbat,1995, p1).

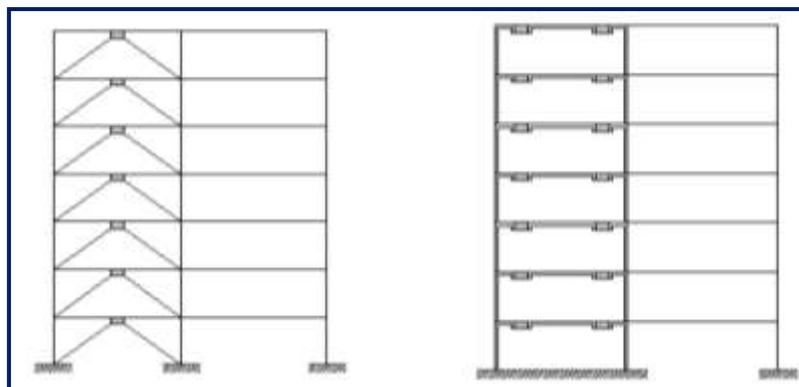


Figura 2. Aplicación de los Disipadores Tipo SLB

Fuente: Análisis y Diseño utilizando Disipadores Sísmicos tipo SLB.

Las características y usos de los disipadores sísmicos de tipo SLB se mencionan en el manual de Análisis y Diseño (Bozzo,2019, p.2).

Procedimiento Iterativo Directo de Diseño:

El objetivo del método iterativo es proporcionar un refuerzo sísmico o ajustarse a las derivas máximas definidas, como se indica en la evaluación e implementación de los disipadores SLB (Bozzo,2019, p.20-29).

Para identificar el modelo estructural básico, el primer paso es instalar los disipadores SLB en elementos de enlace del edificio. Después, obtenga las tablas de ETABS y elija las soluciones cruciales. A continuación, seleccione la tabla de dispositivos básicos, cuyos valores deben ser inferiores a la fuerza de plastificación F_y . Si se determina que los dispositivos no tienen capacidad suficiente, se elevará el grado de acero utilizando dos o tres disipadores. Para crear el modelo de análisis y obtener las tablas de Excel. En Excel, identificar y elegir los disipadores. Hasta que cada disipador alcance las derivas definidas, el paso final es llevar a cabo el mismo proceso.

Procedimiento iterativo inverso al diseño:

El manual de disipadores sísmicos indica que existe un método adicional para elegir los disipadores SLB. El análisis modal espectral se realiza durante la construcción del tipo SLB, también conocido como técnica de fuerza fija o iterativa inversa. Se distingue por permitir el diseño de las paredes de desacoplamiento y el tamaño de los dispositivos de simulación (Bozzo,2019, p.30).

Identificar el tipo de disipador y el grosor de la pared es el primer paso. Para modificar los dispositivos incluidos en el proceso de análisis, la segunda fase consiste en aplicar un enfoque de iteración directa para verificar los parámetros que deben rebajarse, que se conocen como desplazamientos entre pisos. Su capacidad debe estar comprendida entre 1,1 y 1,4. El último paso consiste en calcular la fuerza cortante total del muro de desacoplamiento en cada paso.

$$Vd = 1.5 \times Fy \times n_{SLB}$$

La cuarta fase consiste en determinar el esfuerzo cortante máximo y validar las normas ACI.

$$\frac{Vd}{L x t} \leq 0.75 x 0.83 x \sqrt{f ck}$$

La quinta fase consiste en ajustar las dimensiones del muro y limitar la resistencia del muro de desacoplamiento mediante otro procedimiento de iteración inversa. El siguiente resultado es la fuerza máxima para de cada dispositivo de muro se utiliza para calcular la capacidad del muro de desacoplamiento en la sexta fase. El último paso consiste en utilizar la tabla de disipadores SLB para identificar los dispositivos cuya fuerza de plastificación (Fy) es inferior a la Fmax slb. Al mismo tiempo, es necesario recalculer los desplazamientos entre pisos para verificar si la fuerza es baja o supera el límite de deriva correspondiente de la norma establecida.

Muros Desacoplados:

Los muros desacoplados forman parte de la estructura principal; soportan la carga vertical simplemente y no están relacionados con momentos. Están soportados por vigas metálicas en su base que se acoplan a los extremos de los pilares. Los disipadores de energía proporcionan a la estructura su ductilidad y capacidad de deformación; están integrados en la parte de arriba de los muros desacoplados (Bozzo,2018, p.29).

Sistema Dual:

La norma E0.30 establece que determinadas estructuras -como el sistema doble que conecta los muros estructurales y los pórticos- tienen un cizallamiento de muros más fuerte y, por tanto, son más resistentes a la actividad sísmica inducida por movimientos telúricos (2018, p.7).

Norma E0.30:

Separa la sismicidad de nuestro país en cuatro zonas en función de los movimientos sísmicos dentro de esas zonas (2018, p.5).

Perfiles de Suelo:

Los elementos del suelo se dividen según la norma E0.30 para análisis sísmicos (2018, p.5).

Parámetros de Sitio, factor “S” y Periodos “Tp” y “TI”:

Identifica el componente "S" y lo relaciona con las cuatro zonas del suelo peruano (E0.30,2018, p.6).

Factor de ampliación Sísmica "C":

Ilustra cómo la aceleración estructural cumple las especificaciones de la obra, como se ve en su artículo 14 (E0.30,2018, p.6).

Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso "U":

El cuadro nº 5 de los anexos ilustra cómo se emplea en función del factor de uso y de la clasificación de la estructura (E0.30,2018, p.6).

Sistemas estructurales y coeficiente de reducción de fuerza sísmica (Ro):

Nuestros distintos sistemas estructurales figuran en el cuadro nº 7 del RNE (E0.30,2018, p.7).

Regularidad Estructural:

La línea correcta de evaluación de los coeficientes de reducción de la fuerza sísmica debe determinarse identificando las estructuras o edificios de forma irregular o regular (E0.30,2018, p.8).

Estructuras Irregulares:

Se trata de estructuras con muchas anomalías, como la altura y la planta (E0.30,2018, p.9).

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R:

Se calcula multiplicando los factores I_a e I_p por el coeficiente R_0 (E0.30,2018, p.8).

Análisis Estructural:

Primero hay que determinar las dimensiones del edificio y después calcular las cargas estructurales. Hay dos categorías de códigos: los códigos generales de construcción y los de diseño (Hibbeler,2012, p.9).

Además de los datos facilitados anteriormente, el análisis se realiza para determinar las tensiones asociadas a la deformación correspondiente de cada elemento (Kassini,2015, p.6).

Tenemos diferentes tipos de cargas por ello Bartolomé (1988) lo divide de la siguiente manera (p.2).

Cargas Estáticas:

Estas fuerzas, que pueden incluir las siguientes, tienen un efecto sobre la estructura, dan lugar a tensiones y deformaciones, aumentan con la carga máxima para alcanzar sus indicaciones máximas y no inducen vibraciones (Bartolomé,1988, p.2).

a) Cargas Muertas:

Teniendo en cuenta lo siguiente, se trata de fuerzas que actúan sobre la estructura global: peso propio, componentes que se añaden a la estructura, incluidos ascensores, paredes divisorias y acabados (Bartolomé,1988, p.2).

Para Hibbeler (2012) tiene en cuenta todos los pesos estructurales y los elementos integrados en el edificio (p.7).

Según la norma E0.20 (2006), tiene en cuenta el peso de todos los suministros, maquinaria y tabiques, además del peso de la estructura (p.1).

b) Carga Viva o Sobrecarga:

Consideradas como fuerzas de movimiento que influyen en el entorno del edificio; tiene en cuenta objetos como las personas, los muebles y el agua (Bartolomé,1988, p.4).

Afirmando lo descrito anteriormente, para Delgado (2011) indica que son las personas, equipos, etc. (p.23).

Según nuestra norma E0.20 menciona que es el peso de las personas, las cosas, el mobiliario y cualquier otro elemento móvil y de apoyo sobre la estructura (2006, p.1).

Peso de la edificación (P):

Cualquier edificio está sometido a fuerzas como su propio peso, que se clasifica como carga viva o sobrecarga de acuerdo con la norma E0.30 (2018, p.10).

Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes:

Lo colocamos en la sección de anexos porque es una de las cargas que operan en cada planta de la construcción (E0.30,2018, p.9).

Cargas Dinámicas:

Se trata de cargas que muestran variaciones en sus tensiones y desplazamientos en respuesta a los factores sísmicos, lo que sugiere que su dirección, magnitud y sentido están implicados (Bartolomé,1988, p.2).

Además, la norma ASCE7 establece que en caso de fallo de un edificio o de daños provocados por un evento sísmico, éstos pueden clasificarse en cuatro categorías para evitar daños a la vida, propiedad y salud. (Kassini,2015, p.34).

Para Bartolomé (1988) los clasifica de la siguiente manera (p.2).

- a) Vibraciones Causadas por maquinarias:** Tanto la estructura como las estructuras cercanas pueden sufrir daños por las vibraciones.
- b) Viento:** En las construcciones tradicionales, funciona como una fuerza estática a pesar de ser un fluido en movimiento.
- c) Sismos:** Tanto la fuerza de inercia constante como las aceleraciones estructurales son provocadas por los terremotos.
- d) Cargas Impulsivas:** Tienen duración corta pueden ser las exposiciones.

Análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral:

La fuerza cortante, la excentricidad, la aceleración, los modos de vibración y las reacciones de los análisis dinámicos pueden aplicarse a la construcción de edificios (E0.30,2018, p.10).

Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles:

Tenemos un límite de 0,007 para nuestra situación, que es hormigón armado, y se encuentra en los anexos en la Tabla N°11 (E0.30,2018, p.11).

Riesgo Sísmico:

Los dos componentes del riesgo son la vulnerabilidad del edificio y el peligro (Kiroiwa,2002, p.5).

El rendimiento social y económico del edificio se mide por el riesgo sísmico, que también menciona las capacidades de fallo y resistencia del edificio (Gómez y Loayza,2014, p.41).

Se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$**Riesgo = Peligro + Vulnerabilidad**$$

Existen tres categorías de riesgo cuando puede deducirse que el riesgo aumenta en proporción a la susceptibilidad y que el peligro no puede disminuirse ni evitarse (Gómez y Loayza,2014, p.42).

- Riesgo Alto
- Riesgo Medio
- Riesgo Bajo

Peligro Sísmico: Es la noción de que, teniendo en cuenta el tamaño, la aceleración, la intensidad y la velocidad espectral, se producirá un terremoto de un grado superior o igual al valor indicado (Alva, 1987, p.144).

Se considera el grado en que un lugar está expuesto a sucesos naturales; poco puede hacer el hombre para anticiparse a ellos, y a menudo resultará bastante caro disminuir el riesgo (Kiroiwa, 2002, p.5).

Para determinar el peligro sísmico a partir de tres variables, debe utilizarse la siguiente fórmula (Mosquera y Tarque, 2005, p.41).

$$*Peligro Sismico = (0.4 x Sismicidad) + (0.4x Suelo) + (0.20x Topografía)*$$

| Peligro | | | | | |
|------------------|---|-------------|---|------------------------------|---|
| Sismicidad (40%) | | Suelo (40%) | | Topografía y Pendiente (10%) | |
| Baja | I | Rígido | I | Plano | I |
| Media | 2 | Intermedio | 2 | Media | 2 |
| Alta | 3 | Flexible | 3 | Pronunciado | 3 |

Tabla N 1. Valores de los Parámetros del Peligro Sísmico

Fuente: Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana.

| Sismicidad | Peligro Sísmico | Rango |
|--------------|-----------------|-----------|
| Alta | Baja | 1.8 |
| | Media | 2 a 2.4 |
| | Alta | 2.6 a 3 |
| Media | Baja | 1.4 a 1.6 |
| | Media | 1.8 a 2.4 |
| | Alta | 2.6 |
| Bajo | Baja | 1 a 1.6 |
| | Media | 1.8 a 2 |
| | Alta | 2.2 |

Tabla N 2. Rango de Valores para el Cálculo de Peligro Sísmico.

Fuente: Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana.

La peligrosidad sísmica se puede dividir en dos grupos, según Martínez (2014) lo realiza de la siguiente manera (p.22):

Deterministas: Utilizando analogías con próximos terremotos, avanzaron el concepto de estacionariedad.

Probabilistas: Utilizando el evento ocurrido para calcular las probabilidades de que se reitere eventos sísmicos en un lugar determinado, y luego utilizar esta

información para obtener la función de probabilidad para un período de retorno específico.

Vulnerabilidad Sísmica:

Se define como el límite de los daños sufridos por el edificio como consecuencia de sucesos telúricos y se piensa que es el grado de pérdidas de los elementos susceptibles a los movimientos sísmicos. En función de la respuesta de la estructura, estos elementos pueden clasificarse como más o menos vulnerables (Barbat, Oller y Vielma,2005, p.4-5).

La vulnerabilidad sísmica es la sensibilidad de los elementos que se verán perjudicados o comprometidos por los fenómenos perturbadores, lo que se añade a la información dada anteriormente (Rivera,2007, p.9).

Los objetivos importantes del análisis de vulnerabilidad son determinar el efecto de las estructuras frente a los terremotos clasificándolas, elaborar directrices para la mitigación del riesgo sísmico para cada clase teniendo en cuenta todos los parámetros, y registrar el límite elástico, las probabilidades de daños y las curvas de fragilidad según la zona (Gueguen,2013, p.2).

La vulnerabilidad tiene en cuenta los aspectos no estructurales, así como su función, funcionamiento, etc., además de describir las partes estructurales. Para ello, es fundamental comprender el alcance del impacto que se tiene en cuenta a la hora de estimar la vulnerabilidad. Sin embargo, dado que los materiales suelen ser de baja calidad, se trata de una cuestión más a tener en cuenta (Herrera, Vielma y Pujades,2014, p.2-3).

Se viene desarrollando diversas formas para evaluar la vulnerabilidad (Martínez,2014, p.24).

Métodos empíricos: Se basa en la ilustración de daños en movimientos sísmicos de gran intensidad.

Métodos analíticos o cuantitativos: Se calcula el comportamiento de la estructura en caso de terremoto. Se trata de un modelo previamente calibrado que tiene en cuenta un análisis dinámico inelástico. Conociendo los ciclos

histeréticos y la etapa de plastificación hasta el colapso, podemos comprender la complejidad de este método, que sugiere disponer de una variedad de registros sísmicos (Gómez y Loayza,2014, p.48-49)

Contribuyen a las conclusiones más profundas del enfoque. Por ejemplo, este método realiza una modelización matemática; para llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad, hay que tener un conocimiento fundamental de las propiedades del suelo y de los planos estructurales (Choqueza y Molluni, 2018, p.36).

- El área de la estructura
- El área del sistema estructural sismorresistente
- El área del elemento estructural.
- Desarrollo estructural desigual

Métodos cualitativos:

Cuando se aplica al juicio de expertos, también tiene en cuenta las aproximaciones realizadas por numerosos autores. Es único porque lo utilizan expertos que presencian los daños estructurales del terremoto. También esboza las técnicas aproximadas de múltiples autores y se aplica a estructuras antiguas o existentes para las que no se dispone de un plano estructural o cuando es urgente evaluar varias estructuras (Gómez y Loayza,2014, p.49).

Daño sísmico:

Existen diversas escalas y medidas, cualitativas o cuantitativas, del daño global de la estructura generado por el movimiento sísmico. Tiene en cuenta el desgaste real de los componentes de la estructura y representa los daños en términos de pérdidas económicas empíricas, teóricas y subjetivas (Martínez,2014, p.25-26).

Se trata de un fenómeno que provoca tres tipos diferentes de daños en cualquier parte del edificio (Gómez y Loayza 2014, p.40).

Daño Estructural:

Tiene en cuenta la resistencia y el comportamiento del sistema estructural, así como la calidad de los materiales y el grupo estructural. Si falla alguno de estos elementos, el edificio puede derrumbarse, o su rehabilitación sería extremadamente costosa. Existen varios métodos para evaluarlo, uno de ellos cualitativo, en el que se comparan los niveles de daño (Gómez y Loayza 2014, p.40).

Daño No Estructural:

La parte arquitectónica de la estructura es el objetivo principal de este daño, ya que no compromete su integridad estructural. Presenta grandes pérdidas económicas, pero no es peligrosa (Gómez y Loayza 2014, p.40).

| Grado de daño | Etiqueta de grado de daño | | | Descripción | Indices de pérdidas | | | |
|---------------|---------------------------|----------|-------------------|---|---------------------|-----------|-------------|-------|
| | LM1 | LM2 | FEMA/NIBS (HAZUS) | | AUTH | IZIIS | | UNIGE |
| | | | | | | RC | Albañilería | |
| 0 (D0) | Ninguno | Ninguno | Ninguno | Sin daños | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 (D1) | Leve | Menor | Leve | Daños insignificantes o leves | 0-0.05 | <0.15 | <0.2 | 0.1 |
| 2 (D2) | Moderada | Moderado | Moderado | Ligero estructural, moderado no estructural | 0.05-0.2 | 0.15-0.25 | 0.20-0.30 | 0.2 |
| 3 (D3) | Sustancial o pesado | Severo | Extenso | Moderado estructural, pesado no estructural | 0.2-0.5 | 0.25-0.35 | 0.30-0.40 | 0.35 |
| 4 (D4) | Muy pesado | Colapso | Completa | Estructura pesado, no estructural muy pesado | 0.5-1.0 | 0.35-0.45 | 0.40-0.50 | 0.75 |
| 5 (D5) | Destrucción | | | Colapso estructural total o casi total muy pesado | | >0.45 | >0.50 | 1 |

Tabla N 3. Grados de daño Metodología Risk-UE y Hazus

Fuente: Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Urbana basada en tipologías constructivas y disposición Urbana del edificio.

Daño Económico:

Suele basarse en metodologías empíricas, teóricas y subjetivas y se refiere a los gastos de reparación y sustitución, incluidos los daños indirectos y físicos (Gómez y Loayza 2014, p.40).

Estados o grados de daño:

En primer lugar, es necesario identificar las fases de destrucción. Los componentes estructurales pueden clasificarse como sin daños, daños leves, daños moderados, daños graves o colapso (Martínez, 2014, p.26).

Grado de daño o pérdidas:

Estos son los efectos que los movimientos sísmicos han causado o causarán, y podrían provocar daños materiales, daños estructurales y víctimas mortales (Martínez, 2014, p.21).

Exposición:

Son cada persona, cada población, cada actividad económica y cada propiedad vulnerable al riesgo sísmico (Martínez, 2014, p.21).

II. METODOLOGÍA:

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Tras plantear el problema de estudio, el investigador realiza un marco teórico que sirva como ejemplo para derivar y probar una o más hipótesis utilizando diseños de investigación adecuados. Si los resultados confirman o son compatibles con las hipótesis, se ofrece evidencia que respalda la hipótesis. Se abandonan en favor de teorías más sostenibles si resultan ser incorrectas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.5). Dado que el objetivo de la investigación actual es reducir el riesgo sísmico de un sistema estructural incorporando disipadores histeréticos SLB en su estructura, los principios expuestos tienen sentido. Estos factores determinarán la aplicación del método cuantitativo.

Tipo de investigación: Aplicada

La investigación se lleva a cabo porque el investigador ha intentado indagar en posibles respuestas; por lo tanto, al elegir sabiamente, se deben mantener los objetivos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.115). Se distingue por su intento de aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos, así como por su conexión con la investigación fundamental debido a su subjetividad ante los avances, su rápida aplicación y su objetivo de probar la teoría con datos reales (Quezada, 2010, p.22-25). Para el presente estudio tiene como finalidad reducir el riesgo sísmico por lo cual se hace un análisis comparativo del diseño estructural sin y con disipadores histeréticos SLB en la edificación de 05 pisos, donde se determinará que los disipadores reducen las derivas, vibraciones y el

periodo fundamental protegiendo a la estructura. De acuerdo a esta consideración, se clasificó como aplicada.

Nivel de la investigación: Descriptivo

Dado que vamos a examinar las características primarias de la investigación, será descriptivo (Borja ,2016, p.13). Como resultado de nuestra discusión sobre los atributos y características del fenómeno investigado, también podemos clasificar la investigación como descriptiva (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.80). En primer lugar, debe completarse toda la estructura del edificio. A continuación, debe estimarse la medición de la carga de acuerdo con la norma E.020. Por último, es necesario evaluar el comportamiento sísmico de cada sistema estructural, con y sin disipadores de energía, teniendo en cuenta las normas nacionales. Estos factores indican que la investigación se sitúa en el nivel descriptivo.

Diseño de la investigación: No experimental-Transversal

Se trata de un estudio no experimental, ya que, como señalan, la variable independiente permanece constante en su forma y los acontecimientos se estudian en su entorno natural para poder examinarlos (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.149). Se distingue por la recogida de datos sin ajustar las variables, ya que se considera que deben examinarse tal y como se producen realmente (Borja,2016, p.30). El edificio de cinco niveles se diseñará con y sin disipadores histeréticos SLB. Mediremos las distorsiones entre plantas de cada sistema evaluado y compararemos los resultados; estos deben ser inferiores a 0,007 de conformidad con la norma E0.30. Dado que las variables no cambiarán, el estudio se considera no experimental.

Variables y Operacionalización:

Una variable es una característica sujeta a medición u observación; puede utilizarse para objetos, hechos, fenómenos, personas u otros seres vivos que tienen valores variables en relación con la variable en evaluación (Hernández, Fernández y Bautista,2010, p.93).

La variable **independiente**: Diseño Estructural

Definición Conceptual: El predimensionamiento, o fase preliminar, es el primer paso en el diseño estructural de cualquier edificio. Cada elemento estructural se elige a partir de un cálculo básico, que se basa en normas, códigos o experiencia profesional. A través de ellos se obtendrá el peso total, que será necesario para los cálculos posteriores para realizar el diseño estructural final tras haber cumplido todas las normas nacionales (Kassimali, 2015, p. 22-23).

Definición Operacional: La base del diseño estructural es el dimensionamiento previo de cada elemento de acuerdo con la norma E.060, ACI, que debe evaluarse a nivel estático, dinámico y de historia temporal para determinar las distorsiones máximas y verificarlas mediante la norma E.030 antes de comenzar la ejecución.

Indicadores: Estudio de Mecánica de Suelos, Predimensionamiento, Metrados de carga Análisis Estático, Análisis Dinámico y Análisis Dinámico Tiempo Historia

Escala de medición: Razón

La variable **dependiente:** Disipadores Histeréticos

Definición Conceptual: Los metales de los disipadores térmicos pueden plastificarse como resultado de la extrusión o de tensiones estructurales. Cualquier tipo de tensión -axial, de torsión, de flexión o de cizallamiento- puede hacer que los metales sufran procesos de plastificación. Sin duda, el acero es el metal el metal más utilizado en los disipadores. Su bajo coste, excelente ductilidad y posibilidades constructivas son algunas de sus virtudes (Villarreal y Oviedo, 2009, p 32).

Definición Operacional: Se empleará el tipo Shear Link Bozzo, cuyo objetivo es promover el crecimiento localizado de la ductilidad permitiendo la disminución de las fuerzas sísmicas, ya que los disipadores histeréticos dependen del desplazamiento y se basan directamente en la plastificación de los metales, la flexión y el cizallamiento.

Indicadores: Iteración Directa y Análisis Dinámico No Lineal Tiempo Historia.

Escala de medición: Razón

Población:

Cuando hablamos de una población, nos referimos a un grupo de personas o cosas que serán el tema y el fenómeno del estudio (Borja,2016, p.30). Alberga a nuestra población en estructuras de concreto armado de Chaclacayo con un diseño estructural de pórtico de cinco pisos.

Muestra:

Se trata de un subconjunto de nuestra población, los datos que se recojan deben ser exactos (Hernández, Fernández y Baptista,2010, p.173). La muestra que se estudiará será el Edificio de 05 niveles en Chaclacayo.

Muestreo:

Las muestras dirigidas, también muestras no probabilísticas, tienen en cuenta un proceso de selección no formal basado en las normas del investigador (Hernández, Fernández y Baptista,2010, p.191). Dado que las muestras elegidas son fáciles de reclutar por su comodidad, asequibilidad y rapidez, el presente estudio no será probabilístico.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Para Quezada (2010), tiene en cuenta los siguientes métodos de investigación que empleará esta tesis: la técnica de campo, que implica la observación directa y la interacción con el suelo, y la técnica documental, que consiste en recoger información del terreno natural (p.35).

Técnica: Observación Directa.

Se empleará el método de la observación directa para recopilar datos.

Instrumentos: Ficha de recopilación de Datos

Para elaborar el plano arquitectónico, el primer programa utilizado es Autocad. A continuación, se utiliza ETABS V18 para el modelado y, tras el análisis y el diseño tradicionales, se emplea la aplicación DissipaSLB 4Gen V21.1.1 del propio Luis Bozzo. Una vez predimensionados los elementos del armazón, los datos sísmicos se escalaron con SeismoMatch 2021, y los resultados finales y las visualizaciones se elaboraron con Excel.

Validez:

Señalan que la validez representa un ámbito particular de lo que se examina porque es el más significativo y difícil de alcanzar en cualquier instrumento (Hernández, Fernández y Baptista,2010, p.201).

Para pasar a la zona de diseño, examinamos la clase del suelo y las técnicas necesarias para extraerlo, que están respaldados por las normas pertinentes y las pruebas de laboratorio.

Confiabilidad de los instrumentos:

El grado de consistencia y coherencia de los resultados generados por un instrumento en diversas condiciones o circunstancias se denomina fiabilidad (Hernández, Fernández y Baptista,2010, p.264). Para realizar el estudio de mecánica de suelos, esta averiguación utiliza instrumentos calibrados, certificados y normalizados. Los resultados se validan de acuerdo con los formatos y métodos establecidos.

PROCEDIMIENTO:

Etapa 1: CAMPO Y LABORATORIO

A efectos de cimentación, se realiza el estudio de suelos para saber el tipo de suelo en función de nuestra norma E0.50 y determinar la capacidad portante en función de los resultados de las calicatas.

Etapa 2: CAMPO Y GABINETE

La obra está diseñada, empezando por el plano arquitectónico que cumple las normas A0.10 y A0.20. Con una capacidad de 10 m de ancho por 23,30 m de largo y un total de 233 m², el edificio tendrá 2 departamentos por piso siendo en total 10 departamentos.

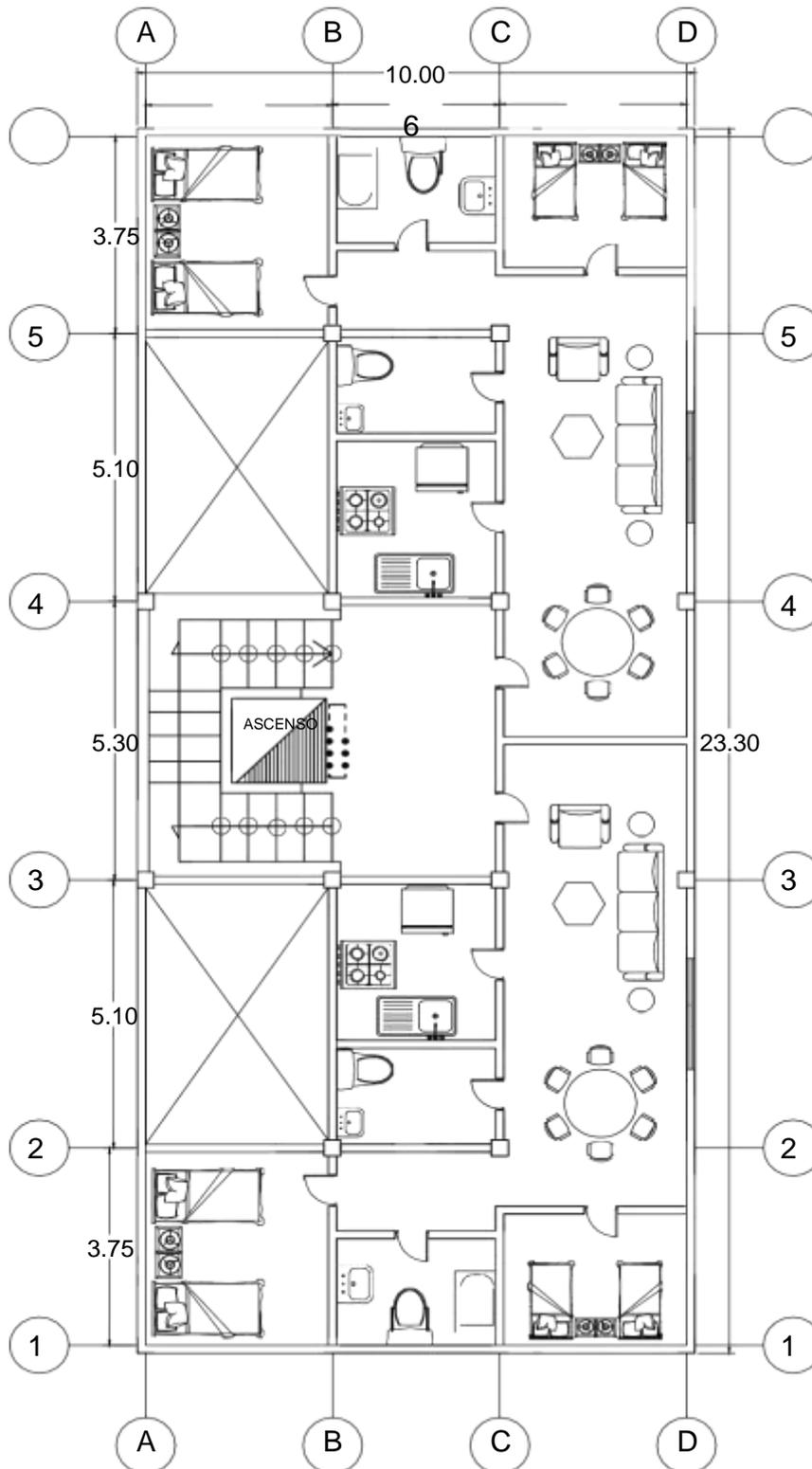


Figura 3. Plano Arquitectónico

Fuente: Elaboración Propia.

Etap 3: GABINETE

Determinamos los niveles de peligrosidad y comportamiento sísmico en función de:

- Visión 2000
- RNE E0.30
- Hazus

Etapa 4: GABINETE

Los muros estructurales (losas o paredes) de cada planta, los pilares y las vigas conforman el sistema estructural del edificio. Se redimensionó la construcción de acuerdo con las normas E0.30 y se utilizó una dirección de losa aligera.

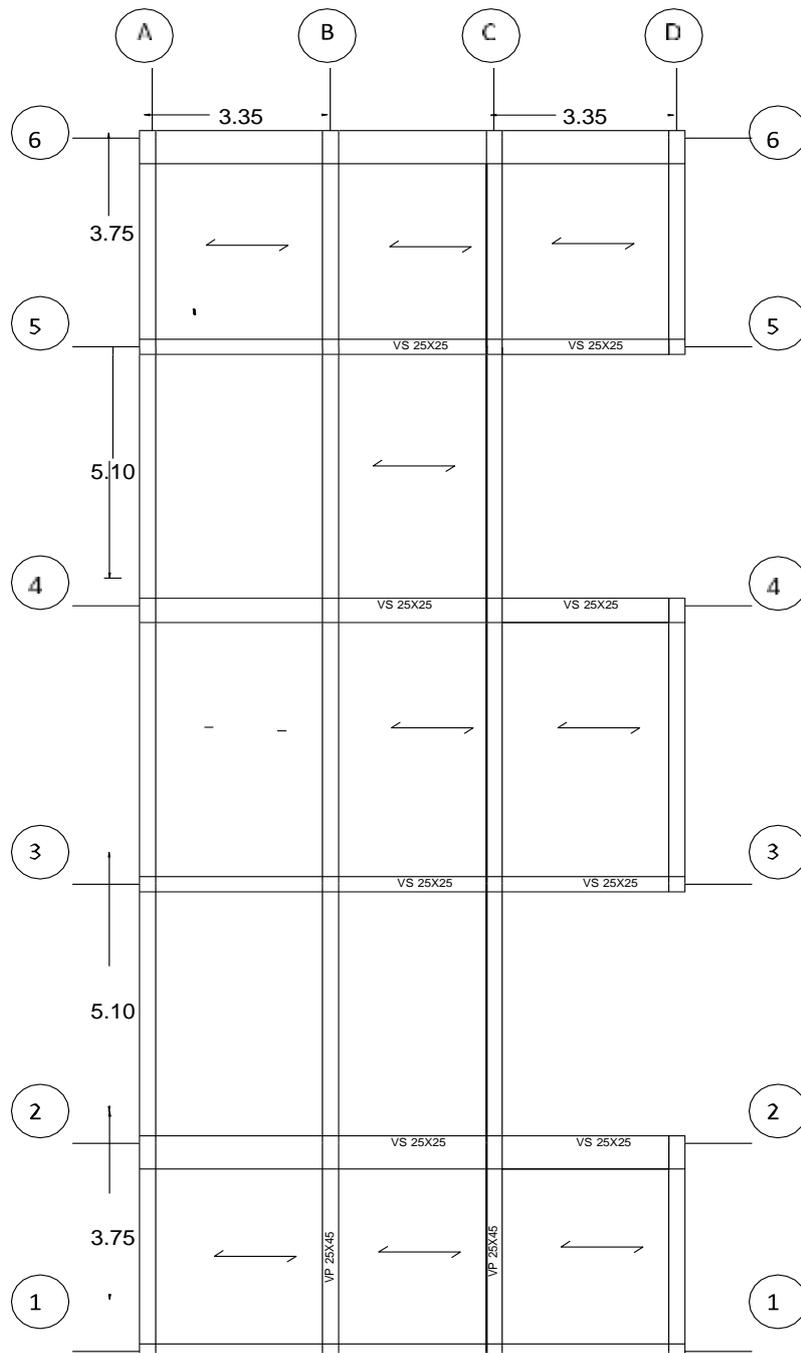


Figura 4. Plano de Predimensionamiento

Fuente: Elaboración Propia.

Etapas 5: GABINETE

Para analizar la estructura se utiliza el método de medición de cargas.

Etapas 6: GABINETE

Los análisis sísmicos estáticos y dinámicos se obtienen realizando análisis sísmicos sin el uso de disipadores SLB.

Etapa 7: GABINETE

Para avanzar en el diseño estructural y luego ejecutar el análisis dinámico no lineal historia del tiempo, se comparan las derivas entre pisos del modelado de la estructura con y sin disipadores SLB. En el diseño estructural se utilizaron los programas ETABS V18, SAP 2000 V.20, las normas ACI, la norma E.030 de RNE y otras referencias.

Etapa 8: GABINETE

Interpretación de resultados si cumple con el objetivo planteado o no.

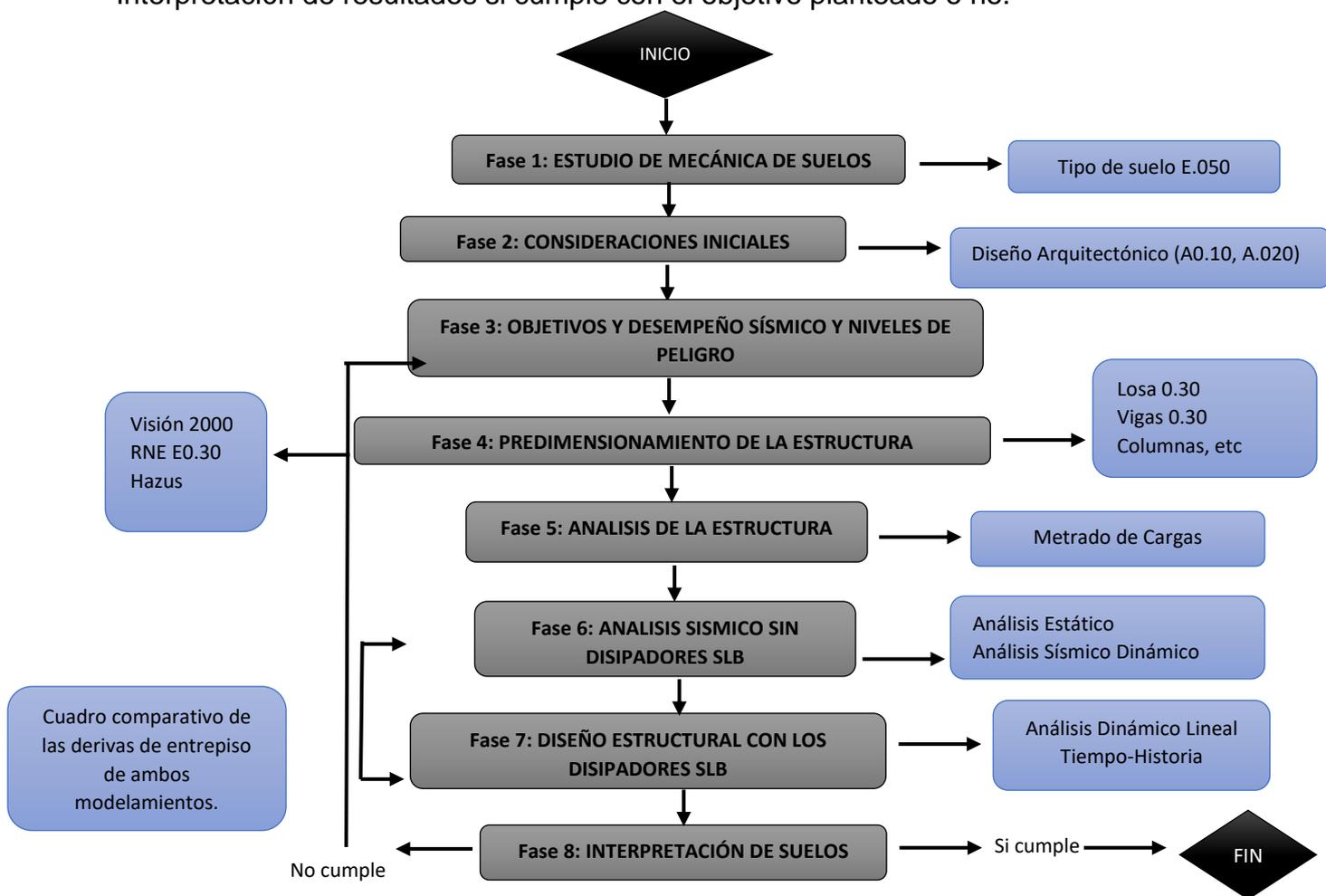


Figura 5. Organigrama-Procedimientos

Fuente: Elaboración Propia.

Método de análisis de datos:

Al realizar el análisis se siguieron los objetivos particulares y generales.

Aspectos éticos:

De acuerdo con las normas E.030, E.060, E.020 Visión 2000, Hazus y ACI, el investigador se dedica a trabajar de forma responsable y honesta para contribuir a las nuevas tecnologías que se están adoptando en otras naciones.

III. RESULTADOS

Según VISION 2000, un edificio se clasifica por movimientos sísmicos en función de su frecuencia de ocurrencia y, por tanto, se le otorga una calificación de rendimiento, nos ayudamos con la tabla N°3.

Entonces el movimiento Sísmico de diseño es:

$$\text{Raro} = 475 \text{ años} = 10\% \text{ en } 50 \text{ años}$$

$$\text{Muy raro} = 950 \text{ años} = 10\% \text{ en } 100 \text{ años}$$

Según el movimiento de desempeño con el movimiento sísmico de diseño y la norma E.030 tenemos que el sismo es muy raro (970 años) para resguardo de vida (Estructura Esencial).

Según Hazus en el anexo N°14 tenemos definimos la designación según la altura de la edificación donde tenemos lo siguiente:

$$\text{Mediana Altura} = 4 - 7 \text{ Pisos} = \text{Designación C2M}$$

Según la altura de la edificación y relacionándolo con el anexo tenemos N°15 lo siguiente:

$$\text{Daño Leve} = 0.0027$$

$$\text{Daño Moderado} = 0.006$$

$$\text{Daño Severo} = 0.015$$

$$\text{Daño Completo o Colapso} = 0.040$$

Análisis Sismorresistente:

Para la realización del estudio se han tenido en cuenta las normas E.020 y E.030, predimensionando la estructura con el modelado adecuado.

Predimensionamiento Estructural:

Predimensionamiento de losa aligerada:

Dado que la dirección menor del eje X se tendrá en cuenta durante el montaje, el peralte de la losa aligerada será:

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

Siendo:

$h = \text{Espesor de Losa Aligerada}$

$Ln = \text{Luz de la dirección más corta}$

$$h = \frac{3}{25}$$

$$h = 0.12 \text{ m}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

Para nuestra losa aligerada, que tiene un espesor de 15 cm, utilizaremos ladrillos de 10 cm y viguetas de cm de espesor.

Predimensionamiento de Viga Principal:

Las sobrecargas según la E.020 para viviendas son de 200 kg/m^2 .

Para el predimensionamiento se realizó la siguiente formula.

$$VP = \frac{Ln}{12}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

Siendo:

$h = \text{Altura de la viga}$

$Ln = \text{Luz libre de la viga}$

$B = \text{Ancho de viga}$

$$Vp = \frac{5.3}{12}$$

$$Vp = 0.44 \text{ m}$$

$$Vp = 45 \text{ cm}$$

$$b = \frac{45}{2}$$

$$b = 22.5 = 25 \text{ cm}$$

Entonces tenemos que nuestra viga principal será de 45x25 cm

Predimensionamiento de Viga Secundaria:

El predimensionamiento se realizó mediante la siguiente fórmula.

$$V_s = \frac{Ln}{14}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

Siendo:

h = Altura de la viga

Ln = Luz libre de la viga

B = Ancho de viga

$$V_s = \frac{3}{14}$$

$$V_s = 0.21 \text{ m}$$

$$V_s = 25 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

Entonces tenemos que nuestra viga secundaria será de 25x25 cm

Predimensionamiento de Columnas:

Para ello se utilizarán los criterios del área tributaria.

| | |
|--------------|------------------------------|
| P. aligerado | 280 kg/cm ² |
| Tabiquería | 120 kg/cm ² |
| Acabado | 100 kg/cm ² |
| P. Vigas | 100 kg/cm ² |
| P. columnas | 60 kg/cm ² |
| Total | 660 kg/cm² |

Sobrecarga: Viviendas 200 kg/m²

$$PG = P \text{ muerta} + P \text{ viva}$$

$$PG = 660 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2$$

$$PG = 860 \text{ kg/m}^2$$

Donde:

| | |
|----|--|
| C1 | C. Central |
| C2 | C. Extrema de un pórtico principal Interior |
| C3 | C. Extrema de un pórtico secundaria Interior |
| C4 | C. de Esquina |

Calculando las áreas tributarias de la columna C2:

$$C2 = \left(\frac{3.35 + 3}{2}\right) \times \left(\frac{3.75}{2}\right)$$

$$C2 = 5.95 \text{ m}^2$$

$$P = 860 \text{ kg/m}^2 \times 5.95 \text{ m}^2$$

$$P = 5117 \text{ kg}$$

$$b \times D = \frac{1.25 \times P}{n \times f'c}$$

$$b \times D = \frac{1.10 \times 5117 \times 5}{0.25 \times 210}$$

$$b \times D = 536.067 \text{ cm}^2$$

Se considera que $b = D = t$

$$b \times D = \sqrt{536.067 \text{ cm}^2}$$

$$b = D = 23.15 \text{ cm}$$

$$C2 = 0.30 \times 0.30 \text{ m}$$

Calculando las áreas tributarias de la columna C1:

$$C1 = \left(\frac{3.35 + 3}{2}\right) \times \left(\frac{3.75 + 5.1}{2}\right)$$

$$C1 = 14.04 \text{ m}^2$$

$$P = 860 \text{ kg/m}^2 \times 14.04 \text{ m}^2$$

$$P = 12074.4 \text{ kg}$$

$$b \times D = \frac{1.10 \times P}{n \times f'c}$$

$$b \times D = \frac{1.10 \times 12074.4 \times 5}{0.30 \times 210}$$

$$b \times D = 1054.11 \text{ cm}^2$$

Se considera que $b = D = t$

$$b \times D = \sqrt{1054.11 \text{ cm}^2}$$

$$b = D = 32.47 \text{ cm}$$

$$C1 = 0.35 \times 0.35 \text{ m}$$

Medrado de Cargas:

Se utilizó el programa ETABS V18 para determinar el peso total del edificio tras cada predimensionamiento estructural.

| NIVELES | PESO |
|--------------|--------------------|
| TECHO 05 | 116.7011 TON |
| TECHO 04 | 126.1476 TON |
| TECHO 03 | 126.1475 TON |
| TECHO 02 | 126.1476 TON |
| TECHO 01 | 137.1187 TON |
| TOTAL | 632.263 TON |

Tabla N 4: Peso Total de la Edificación de 05 Niveles

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Modelamiento Estructural:

Se realizaron análisis modales, dinámicos, estructurales y no lineales del edificio utilizando el programa ETABS V18.

- En total había cinco diafragmas, uno para cada uno de los pisos.
- Para evitar desplazamientos laterales, se empotró la base de la estructura.
- Para las categorías "C", en las que se tiene en cuenta el 25% de la carga viva, se utilizó la fórmula de estimación del peso.
- Obtendremos el período básico para los ejes X e Y.

A continuación, mostramos las vistas del modelo generado.

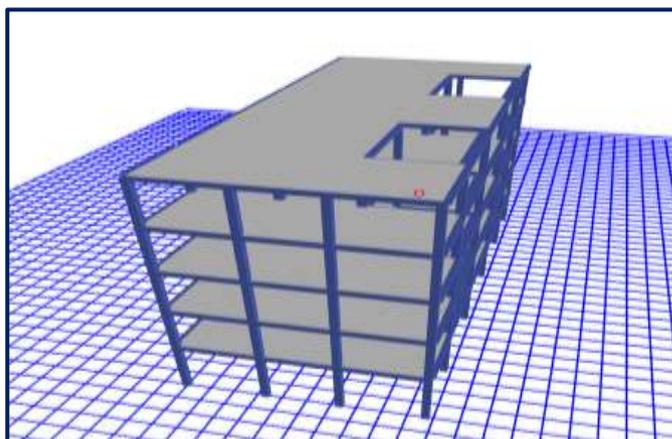


Figura 3. Edificio Multifamiliar de 05 Niveles

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| MODOS | PERIODOS | UX | UY | RZ | SumUX | SumUY |
|-------|----------|--------|------------|-------------|--------|--------|
| 1 | 0.23 | 0.73 | 0 | 0 | 0.7253 | 0 |
| 2 | 0.2 | 0 | 0.73 | 0.0002 | 0.7253 | 0.7262 |
| 3 | 0.13 | 0 | 0.0002 | 0.73 | 0.7253 | 0.7264 |
| 4 | 0.05 | 0.2107 | 0 | 0 | 0.936 | 0.7264 |
| 5 | 0.045 | 0 | 0.2128 | 0.0001 | 0.936 | 0.9391 |
| 6 | 0.031 | 0 | 0.0001 | 0.2153 | 0.936 | 0.9392 |
| 7 | 0.023 | 0.0485 | 0 | 0 | 0.9845 | 0.9392 |
| 8 | 0.022 | 0 | 0.0465 | 0.00002156 | 0.9845 | 0.9857 |
| 9 | 0.016 | 0.013 | 0 | 0 | 0.9975 | 0.9857 |
| 10 | 0.015 | 0 | 0.00001666 | 0.0419 | 0.9975 | 0.9857 |
| 11 | 0.015 | 0 | 0.0121 | 0 | 0.9975 | 0.9978 |
| 12 | 0.013 | 0.0023 | 0 | 0 | 0.9998 | 0.9978 |
| 13 | 0.012 | 0 | 0.0021 | 0.000002967 | 0.9998 | 0.999 |
| 14 | 0.011 | 0 | 0.0001084 | 0.0095 | 0.9998 | 0.999 |
| 15 | 0.009 | 0 | 0.00000221 | 0.0015 | 0.9998 | 0.999 |

Tabla N 5: Periodo en ambas direcciones

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

En la tabla N7. Podemos observar lo siguiente:

- Dado que el diafragma rígido tiene tres grados de libertad, es preciso calcular los modos de vibración definiendo tres modos para cada nivel y asegurándose de que se cumple la norma E0.30 en al menos tres casos.

- Las masas acumulativas de las masas participativas resultan ser **Sum U_x**, **U_y**, observándose un 90% de las masas en el modo 5, que también se ajusta a la norma E0.30.

| DIRECCION | PERIODOS | % DE MASA PARTICIPATIVA |
|------------------|----------|-------------------------|
| X (Traslacional) | 0.23 | 0.73 |
| Y (Traslacional) | 0.2 | 0.73 |
| Z (Rotacional) | 0.13 | 0.73 |

Tabla N 6: Periodos y % de masas participativas

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

- Con una implicación de masa del 73%, se descubre que tenemos un periodo de 0,23 segundos en la dirección "X", 0,20 segundos en la dirección "Y" y 0,13 segundos en la dirección "Z".

Análisis Sísmico Estático: La siguiente información procede de los datos del proyecto de tesis y ems:

| | |
|------------|------------|
| TX= | 0.23 seg |
| Z= | 0.45 Z4 |
| S= | 1.05 S2 |
| TP= | 0.6 S2 |
| TL= | 2 S2 |
| U= | 1 "C" |
| C= | 6.67 |
| R= | 8 Porticos |
| la= | 1 |
| lp= | 1 |

Tabla N 7: Parámetros Sísmicos en la dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

Siendo:

Peso de la edificación = 632.263 Ton

$$VE = \frac{ZUCS}{R}$$

$$VE = \frac{0.45 \times 1 \times 6.67 \times 1.05}{8}$$

$$VE = 0.39$$

$$VEXX = 632.263 \times 0.39$$

$$VEXX = 248.95 \text{ Ton}$$

$$\frac{6.67}{8} > 0.11$$

$0.83 > 0.11$ *Cumple*

| NIVELES | Px N | h | Pi*hi^k | Alfa | Fi |
|----------------|--------|------|---------|------|--------|
| | Ton | m | | | ton |
| TECHO 5 | 116.7 | 15.6 | 1820.54 | 0.31 | 76.21 |
| TECHO 4 | 126.15 | 12.6 | 1589.46 | 0.27 | 66.54 |
| TECHO 3 | 126.15 | 9.6 | 1211.02 | 0.2 | 50.69 |
| TECHO 2 | 126.15 | 6.6 | 832.57 | 0.14 | 34.85 |
| TECHO 1 | 137.12 | 3.6 | 493.63 | 0.08 | 20.66 |
| Suma (Pi*hi^k) | | | 5947.21 | | 248.95 |

Tabla N 8: Distribución de Fuerzas Laterales dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

| | |
|------------|------------|
| TX= | 0.20 seg |
| Z= | 0.45 Z4 |
| S= | 1.05 S2 |
| TP= | 0.6 S2 |
| TL= | 2 S2 |
| U= | 1 "C" |
| C= | 7.39 |
| R= | 8 Pórticos |
| la= | 1 |
| lp= | 1 |

Tabla N 9: Parámetros Sísmicos en la dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

Siendo:

Peso de la edificación = 632.263 Ton

$$VE = \frac{ZUCS}{R}$$

$$VE = \frac{0.45 \times 1 \times 7.39 \times 1.05}{8}$$

$$VE = 0.436$$

$$VEYY = 632.263 \times 0.436$$

$$VEYY = 275.93 \text{ Ton}$$

$$\frac{7.39}{8} > 0.11$$

$$0.92 > 0.11 \text{ **Cumple**}$$

| NIVELES | P x N | h | Pi*hi^k | Alfa | Fi |
|----------------|--------|------|---------|------|--------|
| | Ton | m | | | ton |
| TECHO 5 | 116.7 | 15.6 | 1820.54 | 0.31 | 84.47 |
| TECHO 4 | 126.15 | 12.6 | 1589.46 | 0.27 | 73.75 |
| TECHO 3 | 126.15 | 9.6 | 1211.02 | 0.2 | 56.19 |
| TECHO 2 | 126.15 | 6.6 | 832.57 | 0.14 | 38.63 |
| TECHO 1 | 137.12 | 3.6 | 493.63 | 0.08 | 22.9 |
| Suma (Pi*hi^k) | | | 5947.21 | | 275.93 |

Tabla N 10: Distribución de Fuerzas Laterales dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

Análisis Sísmico Dinámico:

Tenemos las siguientes condiciones:

| | |
|------------------------|-------------|
| Perf. del suelo | S2 |
| Z. Sísmica | Z4-Lima |
| Categoría | C Viviendas |

Tabla N 11: Parámetros sísmicos de la edificación

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

El Anexo XX muestra un espectro inelástico de pseudoaceleraciones. Para cada dirección X e Y, se muestran los valores "T" frente a "Sa" del espectro de diseño.

| | |
|----------------------------|-------|
| Z | 0.45 |
| Tp (s) | 0.6 |
| TL (s) | 2 |
| Factor de suelo "S" | 1.05 |
| Factor de uso "U" | 1 |
| Rx | 1 |
| Ry | 1 |
| Factor=ZUSg/R | 0.473 |

Tabla N 12: Resultados de Parámetros sísmicos

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.30).

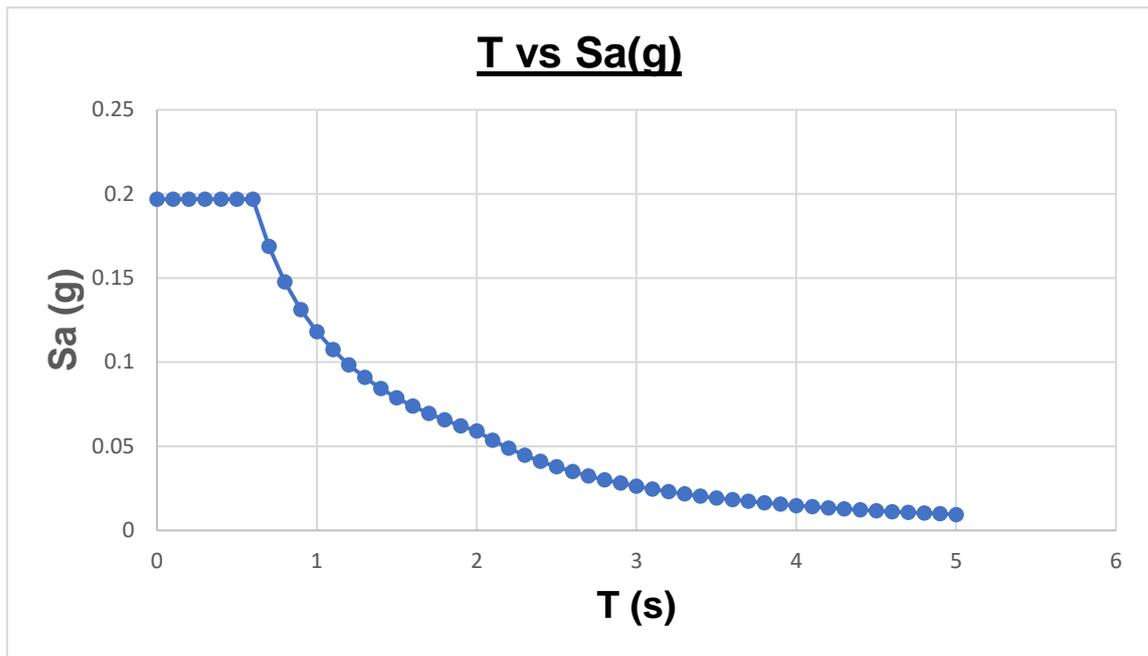


Figura 7. Curva de los valores del Espectro de Diseño X e Y

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.030)

Determinación de las Irregularidades:

Se realiza en análisis donde se observa que no se presenta irregularidades:

| IRREGULARIDAD TORSION XX | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Label | Max Loc X | Max Loc Y | Max Loc Z |
| | | | | | | | | m | m | m |
| TECHO 05 | DERIVA X | Combination | Max | 0.004315 | 0.004186 | 1.03 | 5 | 0 | 0 | 15.6 |
| TECHO 04 | DERIVA X | Combination | Max | 0.007447 | 0.007222 | 1.03 | 5 | 0 | 0 | 12.6 |
| TECHO 03 | DERIVA X | Combination | Max | 0.010141 | 0.009834 | 1.03 | 5 | 0 | 0 | 9.6 |
| TECHO 02 | DERIVA X | Combination | Max | 0.011904 | 0.011537 | 1.03 | 5 | 0 | 0 | 6.6 |
| TECHO 01 | DERIVA X | Combination | Max | 0.010341 | 0.009982 | 1.04 | 5 | 0 | 0 | 3.6 |

Tabla N 13: Verificación de Irregularidades dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

- No hay torsión en "X"
- $D_{máx} > 1.3$ Promedio (AVG)
- $Ratio = D_{máx} / D$ Promedio

| IRREGULARIDAD TORSION YY | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Label | Max Loc X | Max Loc Y | Max Loc Z |
| | | | | | | | | m | m | m |
| TECHO 05 | DERIVA Y | Combination | Max | 0.002965 | 0.002912 | 1.018 | 14 | 9.7 | 19.25 | 15.6 |
| TECHO 04 | DERIVA Y | Combination | Max | 0.005444 | 0.005347 | 1.018 | 10 | 9.7 | 0 | 12.6 |
| TECHO 03 | DERIVA Y | Combination | Max | 0.00758 | 0.007443 | 1.018 | 10 | 9.7 | 0 | 9.6 |
| TECHO 02 | DERIVA Y | Combination | Max | 0.009168 | 0.009005 | 1.018 | 10 | 9.7 | 0 | 6.6 |
| TECHO 01 | DERIVA Y | Combination | Max | 0.009255 | 0.009108 | 1.016 | 10 | 9.7 | 0 | 3.6 |

Tabla N 14: Verificación de Irregularidades dirección “Y”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

- No hay torsión en “Y”
- $D_{\max} > 1.3$ Promedio (AVG)
- $\text{Ratio} = D_{\max} / D$ Promedio

Identificación de Sistema Estructural:

Basándose en el análisis, se puede concluir que el sistema estructural del edificio es de tipo pórtico, ya que las columnas soportan todas las fuerzas cortantes.

| | | |
|-----------------|-------------------|----|
| .VDXX | 35.86 | Tn |
| | VDXX (TON) | |
| VCOLUMNA | 35.86 | |
| %COLUMNA | 100 | |

Tabla N 15: Identificación del Sistema Estructural “X”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| | | |
|-----------------|-------------------|----|
| VDXX | 41.92 | Tn |
| | VDXX (TON) | |
| VCOLUMNA | 41.92 | |
| %COLUMNA | 100 | |

Tabla N 16: Identificación de Sistema Estructural “Y”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Identificación de Piso Blando:

Se realiza en análisis donde se observa que no se presenta piso blando.

| PISO BLANDO X-X | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|---------|----------|-----------------|---------|----------|---------|------------|------|
| Story | Output Case | Case Type | Shear X | Drift X | Stiff X | Shear Y | Drift Y | Stiff Y | RIGIDEZ XX | <70% |
| | | | tonf | m | tonf/m | tonf | m | tonf/m | | |
| TECHO 05 | SDX | LinRespSpec | 10.08 | 0.002791 | 3611.847 | 0 | 6.20E-05 | 0 | 3612 | |
| TECHO 04 | SDX | LinRespSpec | 19.5805 | 0.004815 | 4066.682 | 0 | 0.000108 | 0 | 455 | 200 |
| TECHO 03 | SDX | LinRespSpec | 26.8881 | 0.006556 | 4101.482 | 0 | 0.000147 | 0 | 350 | 50 |
| TECHO 02 | SDX | LinRespSpec | 32.3988 | 0.007691 | 4212.29 | 0 | 0.000175 | 0 | 111 | 78 |
| TECHO 01 | SDX | LinRespSpec | 35.8687 | 0.007985 | 4491.832 | 0 | 0.000206 | 0 | 280 | |

Tabla N 17: Verificación de Piso Blando dirección “X”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| PISO BLANDO Y-Y | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|---------|----------|---------|---------|----------|-----------------|------------|------|
| Story | Output Case | Case Type | Shear X | Drift X | Stiff X | Shear Y | Drift Y | Stiff Y | RIGIDEZ YY | <70% |
| | | | tonf | m | tonf/m | tonf | m | tonf/m | | |
| TECHO 05 | SDY | LinRespSpec | 0 | 0.00044 | 0 | 10.9248 | 0.001941 | 5628.056 | 5628 | |
| TECHO 04 | SDY | LinRespSpec | 0 | 0.000787 | 0 | 22.0869 | 0.003565 | 6196.042 | 568 | 398 |
| TECHO 03 | SDY | LinRespSpec | 0 | 0.001094 | 0 | 30.9828 | 0.004962 | 6243.898 | 480 | 336 |
| TECHO 02 | SDY | LinRespSpec | 0 | 0.001318 | 0 | 37.6953 | 0.006003 | 6278.977 | 350 | 245 |
| TECHO 01 | SDY | LinRespSpec | 0 | 0.00156 | 0 | 41.9222 | 0.007286 | 5753.79 | 525 | |

Tabla N 18: Verificación de Piso Blando dirección “Y”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Resultados del Análisis:

Desplazamientos Laterales:

Según nuestra norma, la deriva para el hormigón armado no debe ser superior a 0,007, que es como se calcularon los desplazamientos elásticos y lineales del edificio. A continuación, se multiplicaron por la reducción sísmica (R) y por 0,75, según el caso.

| DERIVA X-X | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|---|---|------|------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 05 | DERIVA X | Combination | Max | X | 0.004315 | 5 | 0 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA X | Combination | Max | X | 0.007447 | 5 | 0 | 0 | 12.6 | NO CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA X | Combination | Max | X | 0.010141 | 5 | 0 | 0 | 9.6 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA X | Combination | Max | X | 0.011904 | 5 | 0 | 0 | 6.6 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA X | Combination | Max | X | 0.010341 | 5 | 0 | 0 | 3.6 | NO CUMPLE |

Tabla N 19: Deriva de entrepiso sin disipadores en la dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

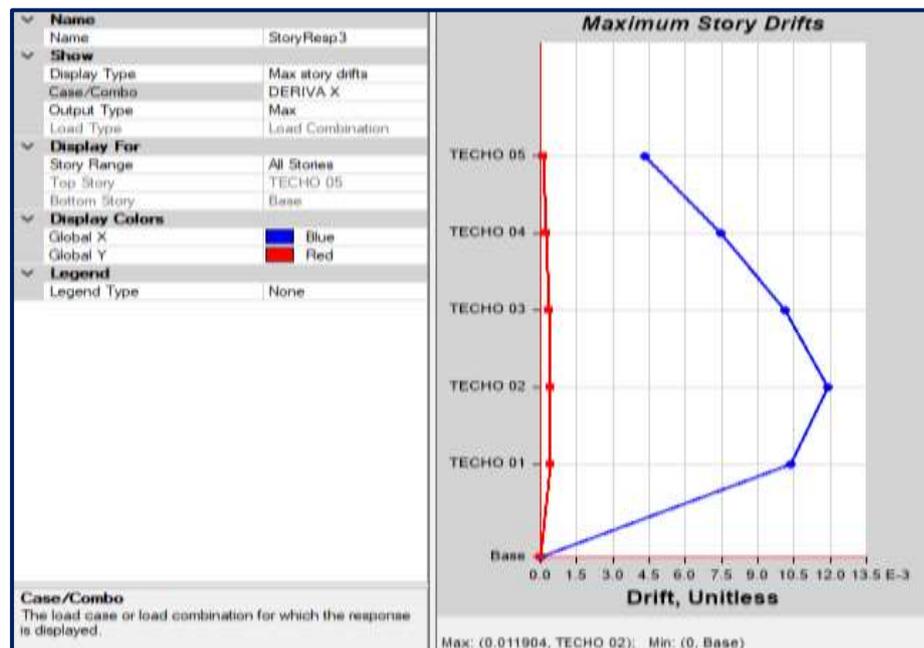


Figura 8. Desplazamientos en CM, según sismo dinámico en eje "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

En la tabla **N20** se observa lo siguiente:

- La deriva máxima es en el techo 02 donde se obtiene una deriva de 0.011904.
- Se observa que el techo 01,02,03,04 no esta cumpliendo con las derivas establecidas.

| DERIVA Y-Y | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|-----|-------|------|------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 05 | DERIVA Y | Combination | Max | Y | 0.002965 | 14 | 9.7 | 19.25 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA Y | Combination | Max | Y | 0.005444 | 10 | 9.7 | 0 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA Y | Combination | Max | Y | 0.00758 | 10 | 9.7 | 0 | 9.6 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA Y | Combination | Max | Y | 0.009168 | 10 | 9.7 | 0 | 6.6 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA Y | Combination | Max | Y | 0.009255 | 10 | 9.7 | 0 | 3.6 | NO CUMPLE |

Tabla N 20: Deriva de entrepiso sin disipadores en la dirección “Y”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

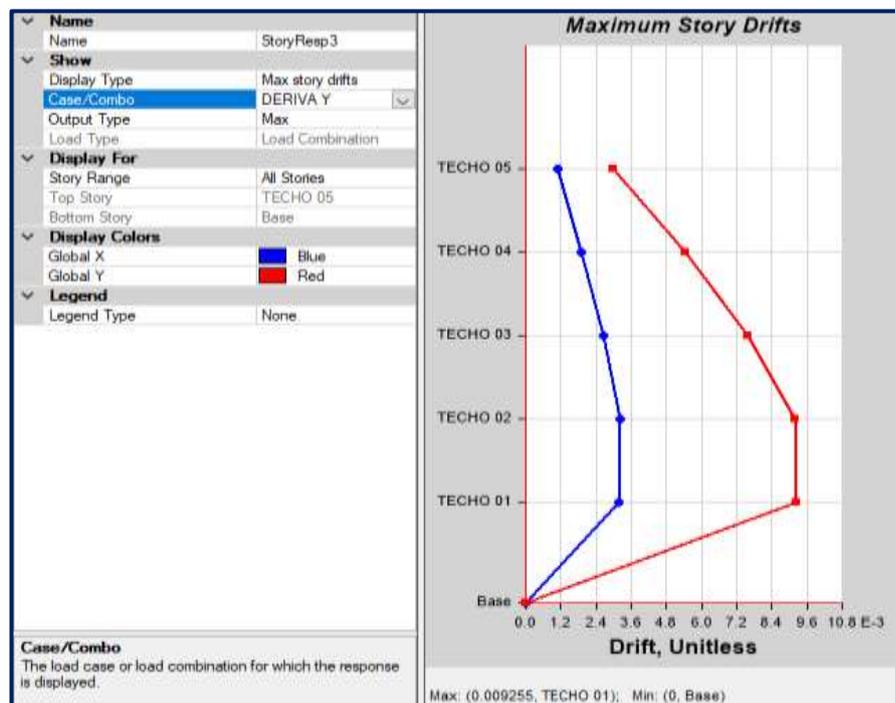


Figura 9. Desplazamientos en CM, según sismo dinámico en eje “Y”

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

En la tabla **N21** se observa lo siguiente:

- La deriva máxima es en el techo 01 donde se obtiene una deriva de 0.009255.
- Se observa que el techo 01,02,03 no está cumpliendo con las derivas establecidas.

Junta de Separación Sísmica:

La unión entre casas colindantes debe ser superior a 0,03m e inferior a 0,006h para poder ser calculada.

$$0.006 \times h$$

$$0.006 \times 15.6$$

$$0.0936 \geq 0.03 \text{ m } \mathbf{CUMPLE}$$

Desplazamiento máximo en "X" Techo 5:

$$0.030349 \text{ Etabs}$$

$$0.030349 \times 0.75 \times 8$$

$$18.21 \text{ cm}$$

Desplazamiento máximo en "Y" Techo 5:

$$0.023906 \text{ Etabs}$$

$$0.023906 \times 0.75 \times 8$$

$$14.34 \text{ cm}$$

| JUNTA SÍSMICA | | | | |
|---------------|-------|-----------|------|---------------|
| DIRECCIÓN | D máx | 2/3 D máx | 2 | Junta Sísmica |
| | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) |
| Dirección X-X | 18.21 | 12.14 | 8.68 | 13.00 |
| Dirección Y-Y | 14.34 | 9.56 | 8.68 | 13.00 |

Tabla N 21: Junta Sísmica

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Podemos concluir que habrá una separación de 13 cm en todos sus lados colindantes.

Análisis Dinámico Tiempo Historia:

Para calcular la respuesta estructural del edificio se consideran un modelo matemático lineal, métodos de integración numérica y conjuntos de aceleraciones del movimiento sísmico.

Determinación del Espectro Base de Pseudo- Aceleraciones:

Se calcula un nuevo espectro porque la norma E0.30 especifica que el espectro de diseño debe tomar R igual a 1.

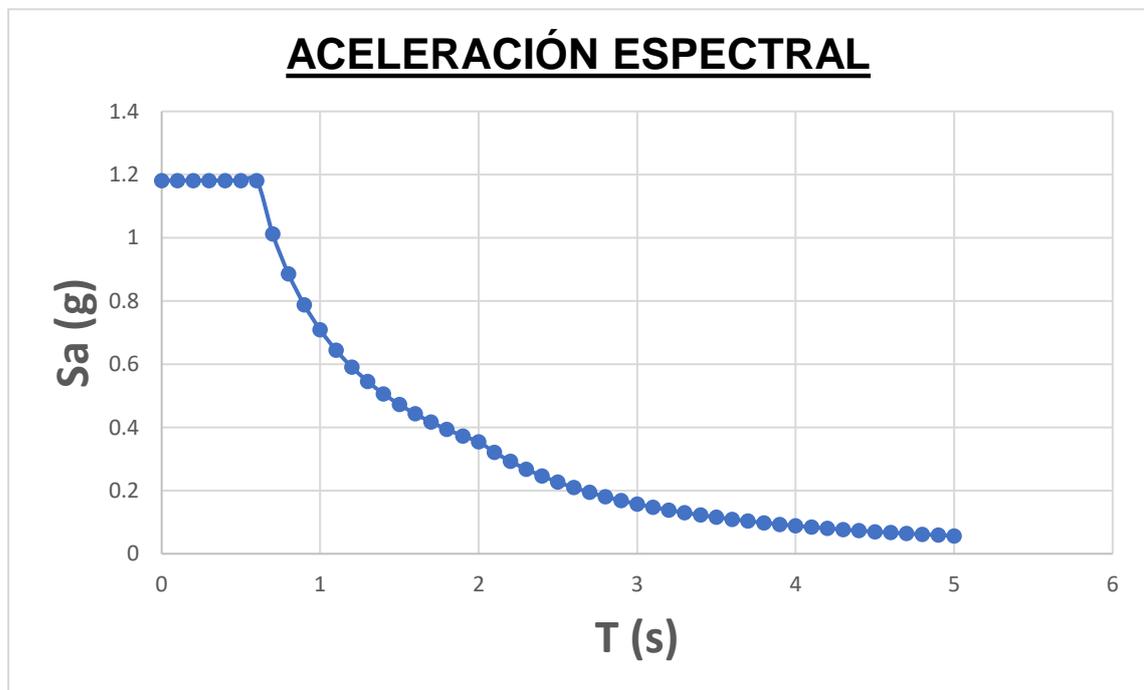


Figura 10. Espectro de Respuesta con R=1

Fuente: Elaboración Propia (RNE E0.030)

El CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería proporcionó los siguientes terremotos, que fueron introducidos.

- Lima 1966:

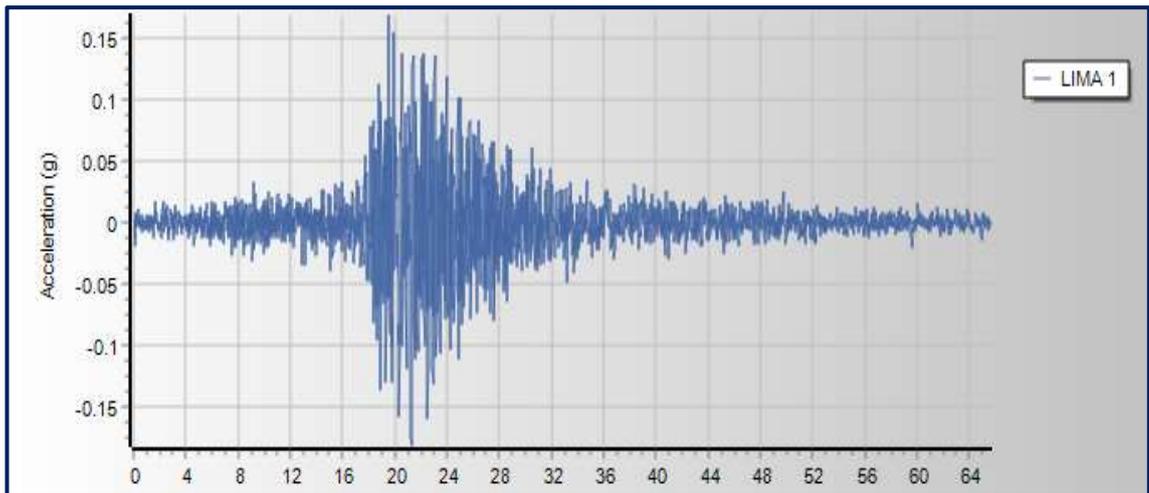


Figura 11. Acelerograma 17 de Octubre de 1966

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

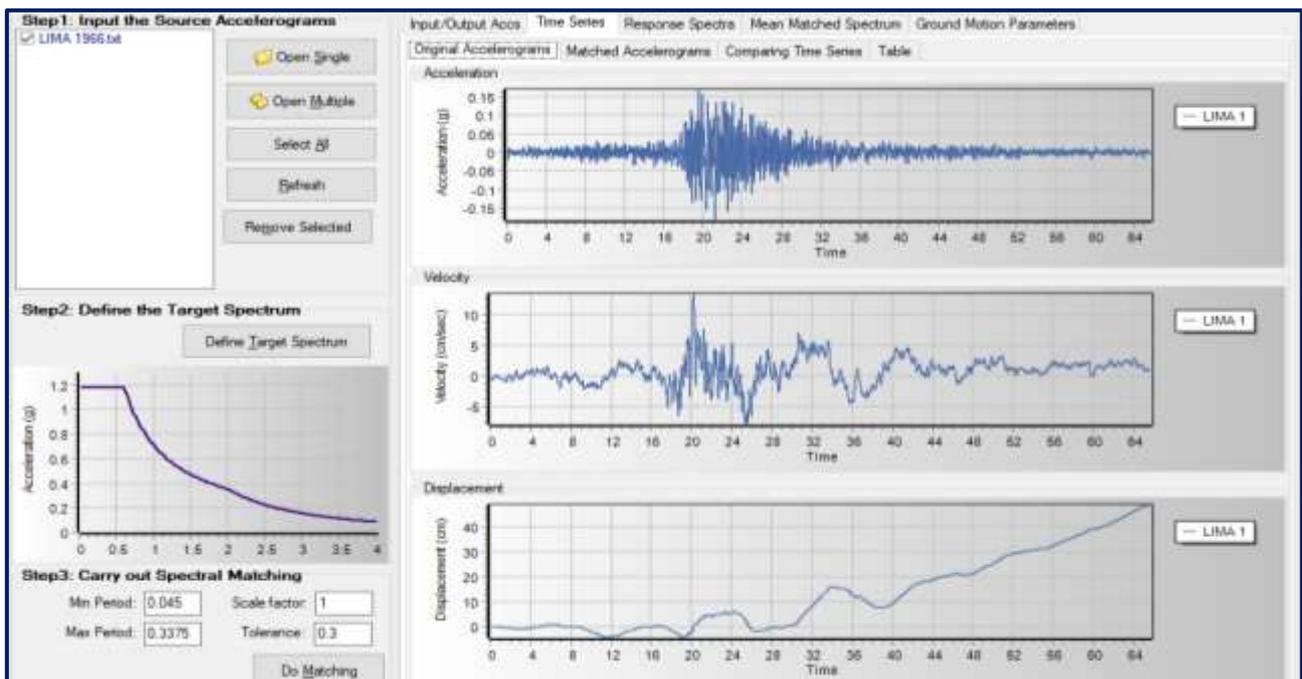


Figura 12. Corrección de Línea Base Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

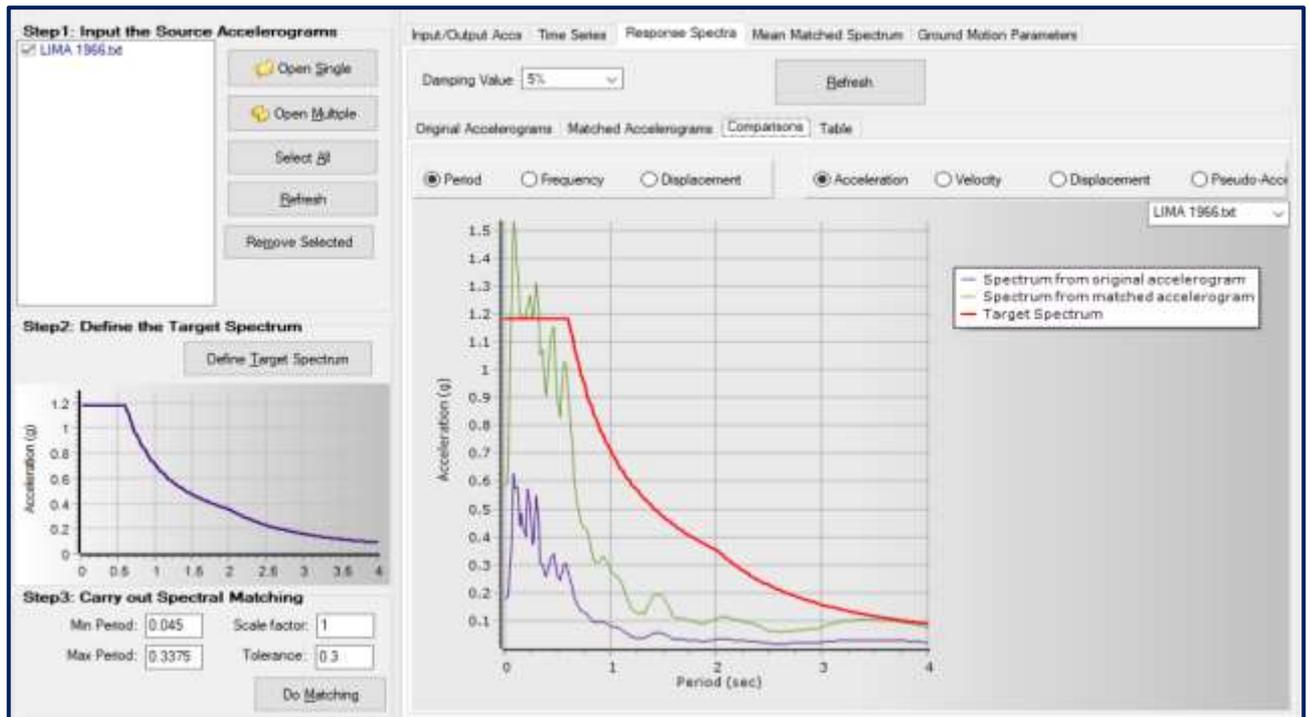


Figura 13. Ajuste al espectro Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

- Ica (2007):

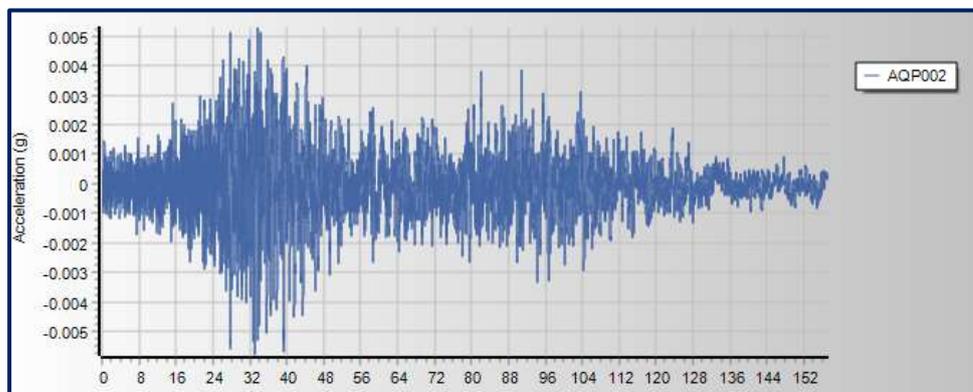


Figura 14. Acelerograma Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

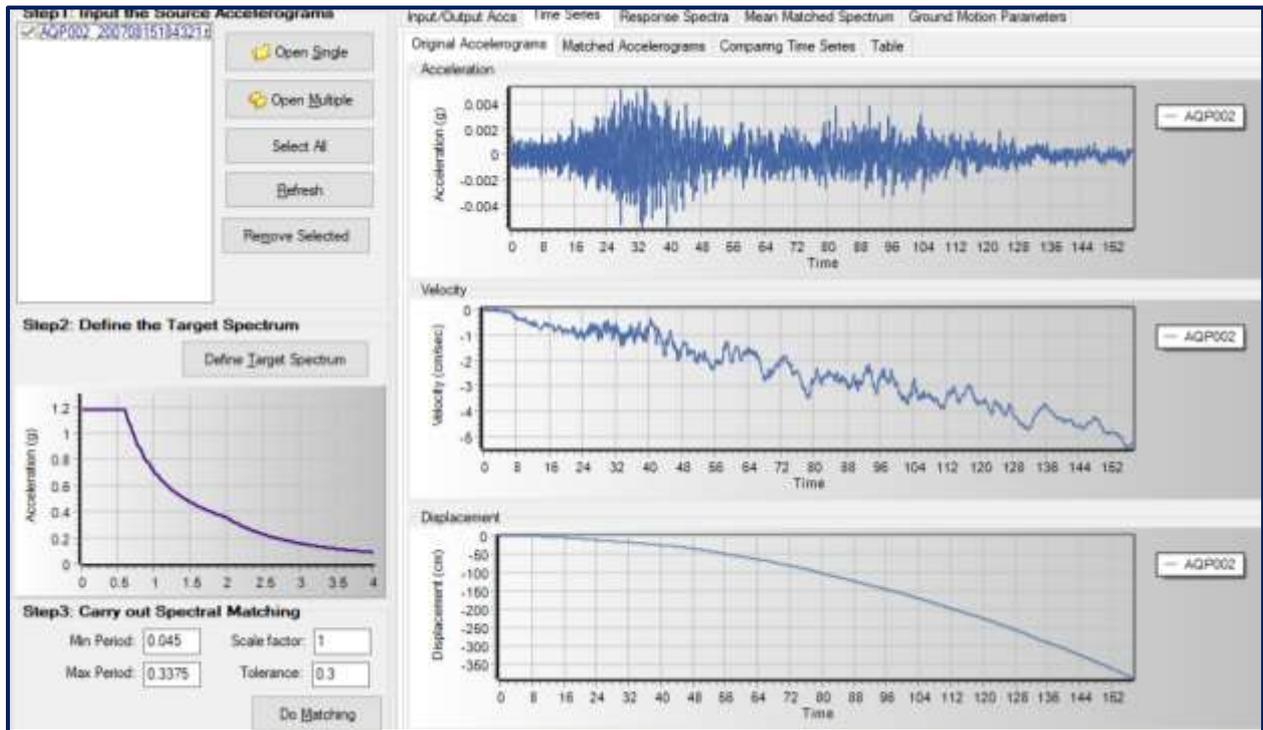


Figura 15. Corrección de Línea Base Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

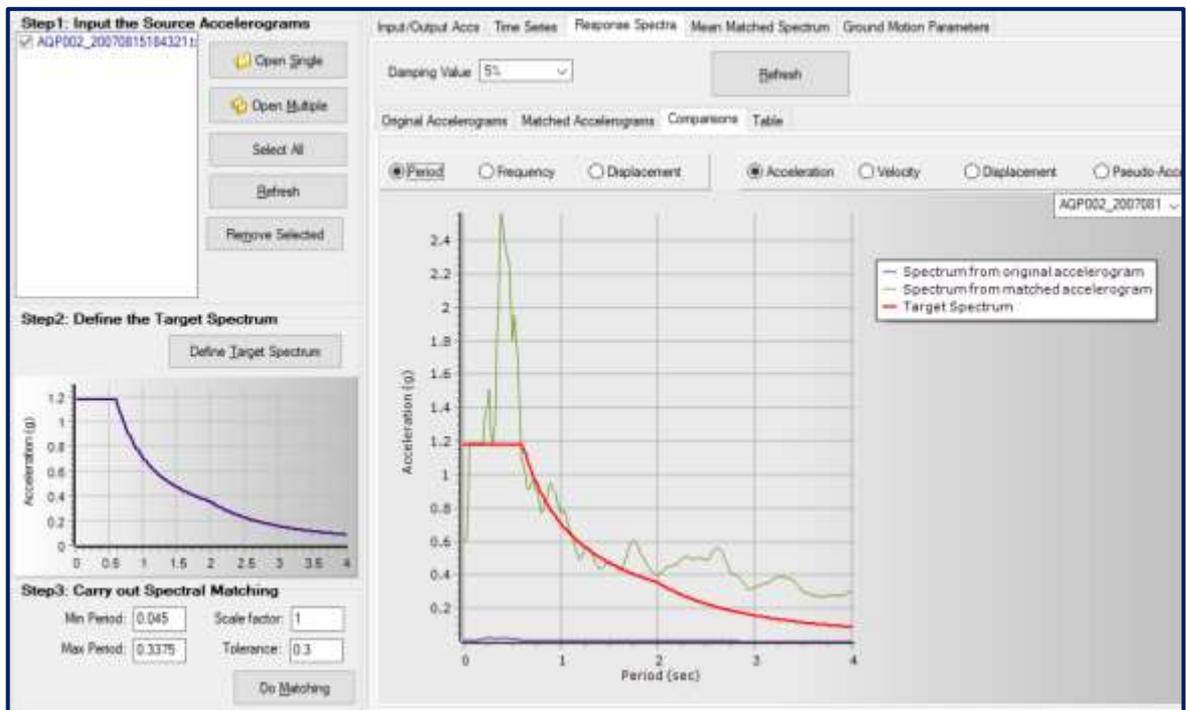


Figura 16. Ajuste al espectro Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Seismosignal)

Asignación para el cálculo Tiempo – Historia:

Los datos se corrigen mediante la línea de base y se ajustan al espectro objetivo antes de ingresarlos en la aplicación Etabs V18 para realizar el análisis dinámico del historial temporal.

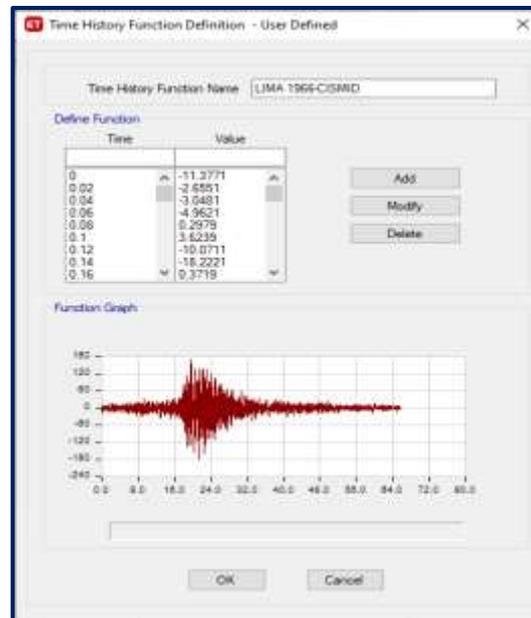


Figura 17. Cargado de registro sísmico Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18)

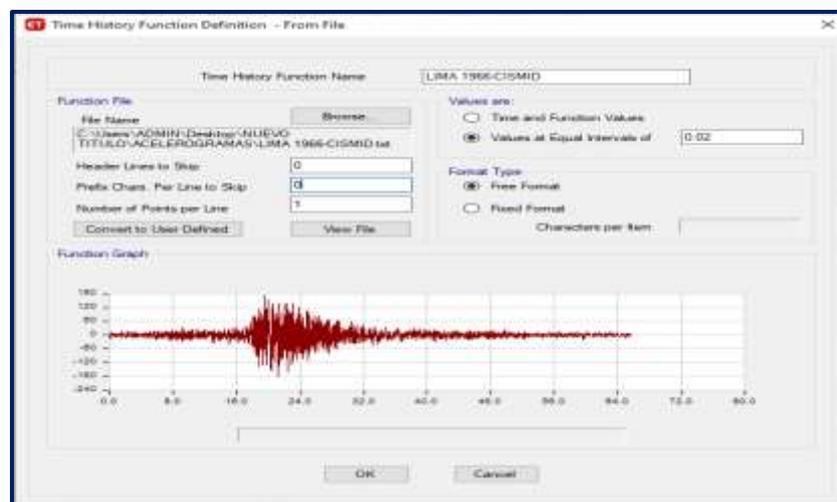


Figura 18. Verificación de carga de registro sísmico Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

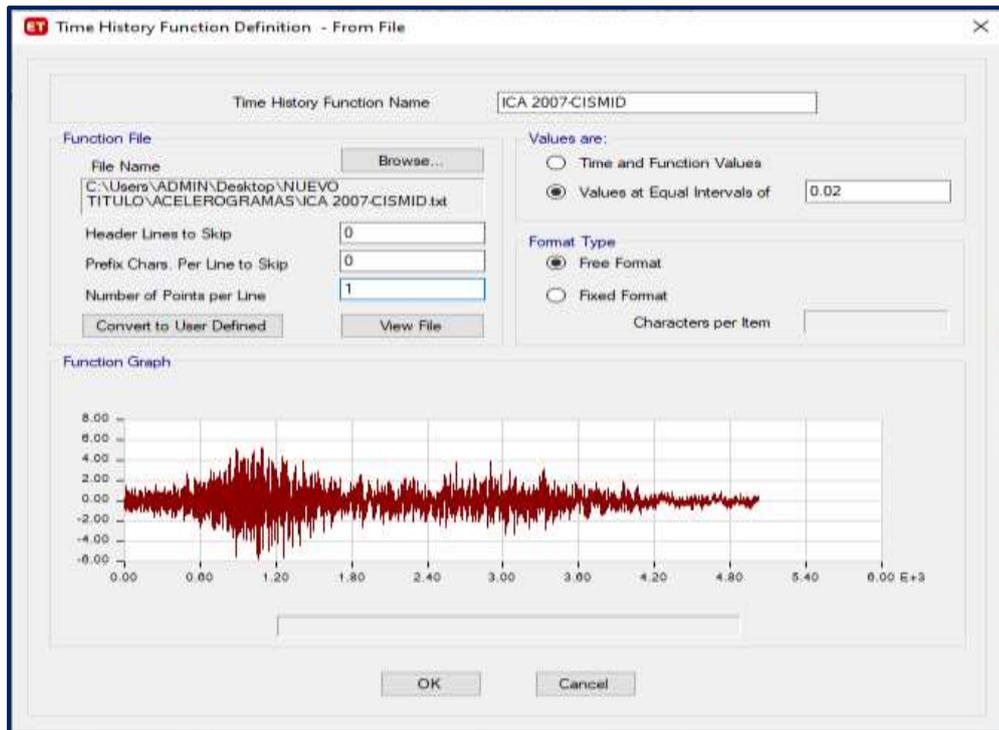


Figura 19. Cargado de registro sísmico Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

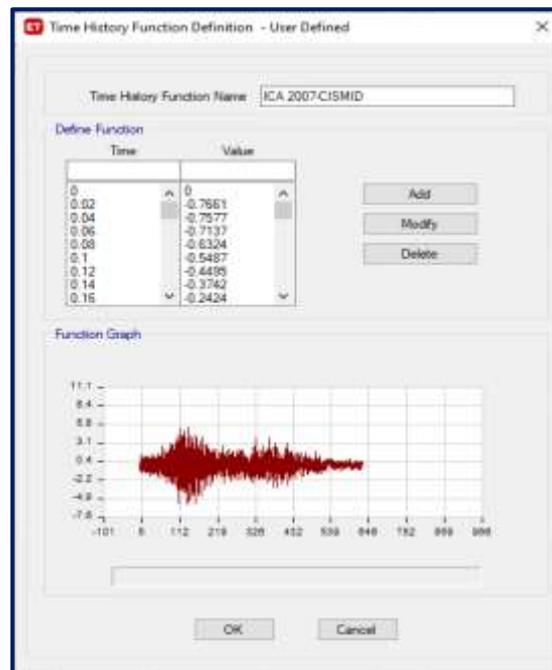


Figura 20. Verificación de carga de registro sísmico Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Determinación de Resultados con un Análisis TH:

Luego de analizar la reacción sísmica de la estructura en términos de deriva, se

obtuvieron los siguientes hallazgos:

- Sismo Lima 1966:

| DERIVA X-X | | | | |
|------------|----------|-----------|----------|------------------|
| Piso | Deriva | Dirección | Drift | DMÁX=0.007 |
| TECHO 05 | DERIVA X | X | 0.159827 | NO CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA X | X | 0.227402 | NO CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA X | X | 0.228177 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA X | X | 0.252415 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA X | X | 0.274673 | NO CUMPLE |

Tabla N 22: Resultado TH Lima 1966 dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| DERIVA Y-Y | | | | |
|------------|----------|-----------|----------|------------------|
| Piso | Deriva | Dirección | Drift | DMÁX=0.007 |
| TECHO 05 | DERIVA Y | Y | 0.09756 | NO CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA Y | Y | 0.162044 | NO CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA Y | Y | 0.194685 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA Y | Y | 0.183142 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA Y | Y | 0.205762 | NO CUMPLE |

Tabla N 23: Resultado TH Lima 1966 dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

- Se determina que ninguno de los techos de la dirección "X" e "Y" cumple las normas exigidas.

| DERIVA X-X | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|--------------|-------------------|
| Piso | Deriva | Dirección | Drift | DMÁX=0.007 |
| TECHO 05 | DERIVA X | X | 0.004435 | CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA X | X | 0.007882 | NO CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA X | X | 0.010871 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA X | X | 0.012801 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA X | X | 0.010961 | NO CUMPLE |

Tabla N 24: Resultado TH Ica 2007 dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| DERIVA Y-Y | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|--------------|-------------------|
| Piso | Deriva | Dirección | Drift | DMÁX=0.007 |
| TECHO 05 | DERIVA Y | Y | 0.00654 | CUMPLE |
| TECHO 04 | DERIVA Y | Y | 0.01148 | NO CUMPLE |
| TECHO 03 | DERIVA Y | Y | 0.01549 | NO CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVA Y | Y | 0.02032 | NO CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVA Y | Y | 0.02138 | NO CUMPLE |

Tabla N 25: Resultado TH Ica 2007 dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

- Se determina que sólo el techo 05 de la dirección "X" e "Y" cumple el requisito.

Resumen de Derivas Máximas dirección "X":

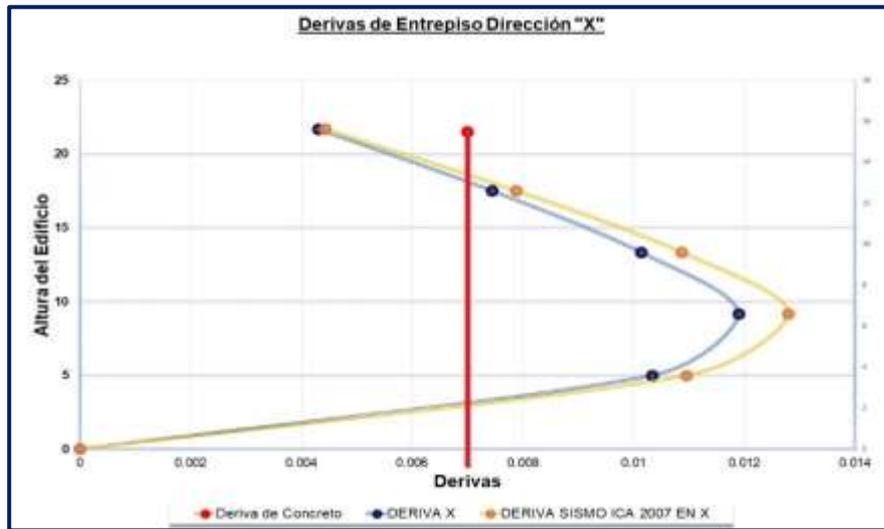


Figura 21. Derivas máximas del Análisis TH dirección X

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Resumen de Derivas Máximas dirección "Y":

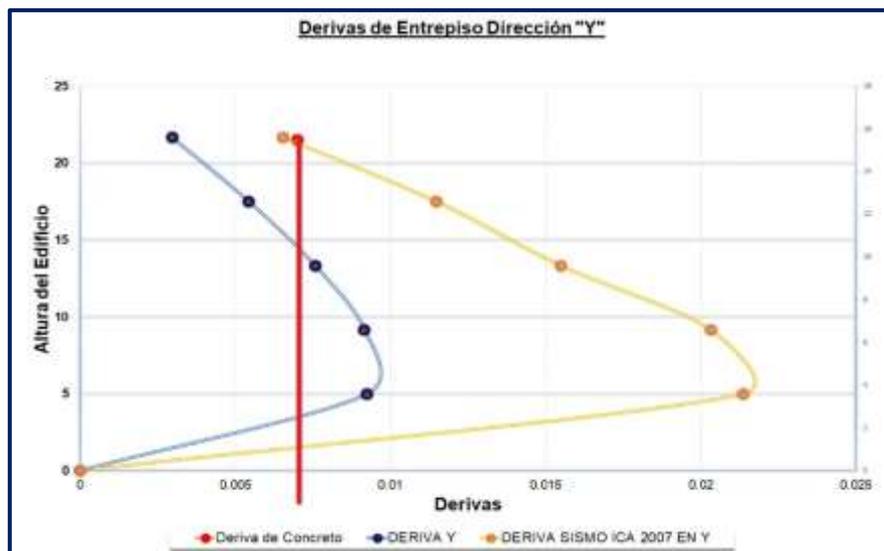


Figura 22. Derivas máximas del Análisis TH dirección Y

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Análisis de la Estructura con Disipadores SLB:

POSTENSA SAC es el proveedor de disipadores SLB. Para obtener un cortante inicial, que se considera un prediseño, debe completarse el predimensionamiento, en el que se trata como elementos de bastidor rectangulares.

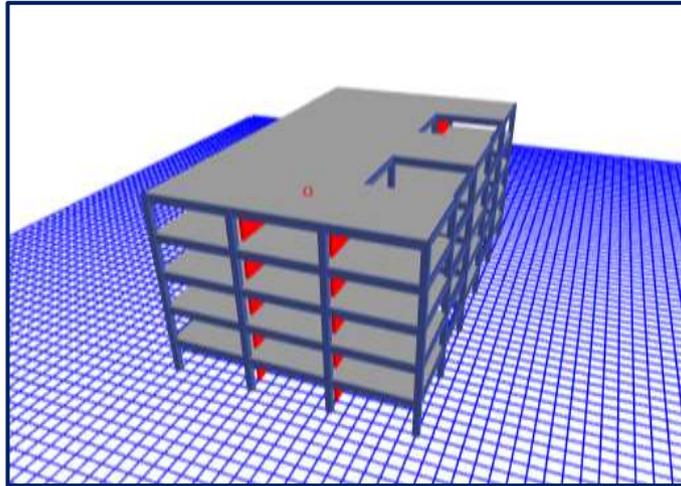


Figura 23. Edificio de 5 niveles con muros desacoplados

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

El programa Etabs **DISSIPA-SLB** facilita la importación de todas las generaciones de disipadores en ETABS V18. Tras completar una iteración directa y un análisis envolvente de la fuerza de corte, el software intercambiará automáticamente el disipador SLB 3 6-2 seleccionado hasta que la demanda de capacidad D/C sea inferior a 1,5.

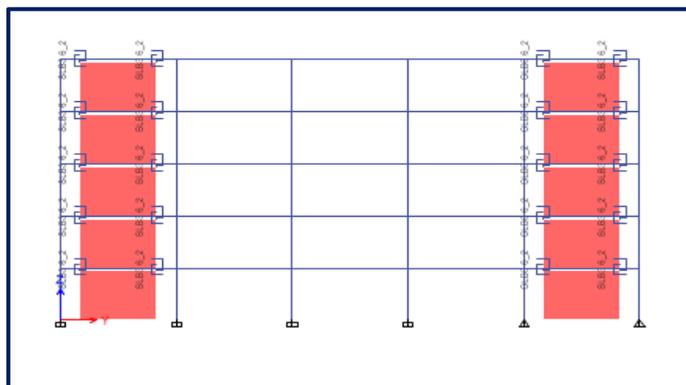


Figura 24. Modelo del edificio de 5 niveles con disipadores SLB 3 6-2

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

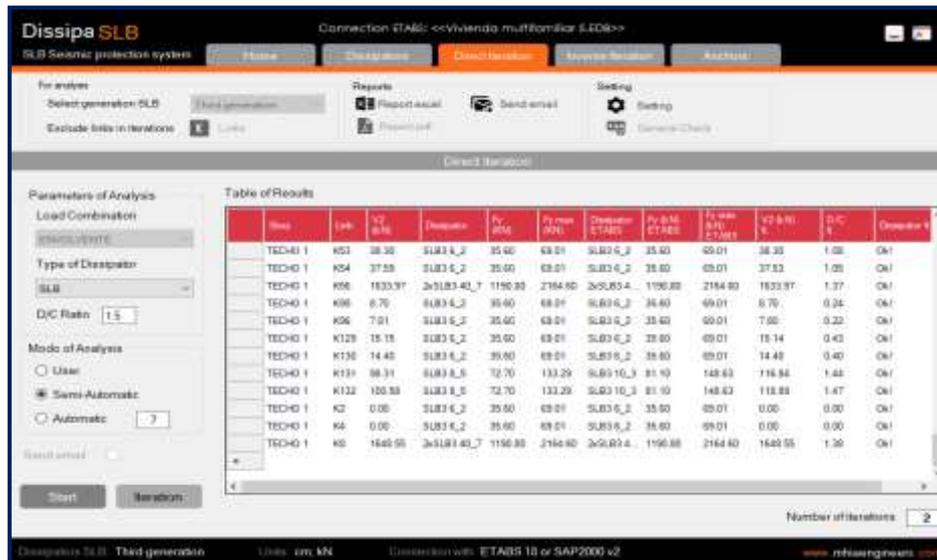


Figura 27. Segunda iteración de la edificación

Fuente: Elaboración Propia (Dissipa SLB).

Para alcanzar nuestra capacidad de demanda C/D de 1,5, debemos completar dos iteraciones.

Entonces tenemos la siguiente table con las derivas incluido los disipadores SLB.

| DERIVA X-X | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------------|-------|----|----|------|---------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000055 | 1 | 0 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000039 | 13 | 18 | 0 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000027 | 13 | 18 | 0 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000017 | 13 | 18 | 0 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000070 | 43 | 18 | 30 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N 27: Deriva de entrepiso con disipadores SLB en la dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| DERIVA Y-Y | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|----|----|------|------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000060 | 13 | 18 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000038 | 43 | 18 | 30 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000027 | 43 | 18 | 30 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000035 | 16 | 18 | 18 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000177 | 4 | 0 | 18 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N 28: Deriva de entrepiso con disipadores SLB en la dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA "X" | DERIVA CON DISIPADORES "X" | % DE REDUCCIÓN |
|---------|------------|----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.004315 | 0.000055 | 32% |
| TECHO 4 | 0.007447 | 0.000039 | 52% |
| TECHO 3 | 0.010141 | 0.000027 | 65% |
| TECHO 2 | 0.011904 | 0.000017 | 67% |
| TECHO 1 | 0.010341 | 0.000070 | 60% |

Tabla N 29: Porcentaje de reducción de las derivas dirección "X"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA "Y" | DERIVA CON DISIPADORES "Y" | % DE REDUCCIÓN |
|---------|------------|----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.002965 | 0.000060 | 25% |
| TECHO 4 | 0.005444 | 0.000038 | 70% |
| TECHO 3 | 0.007580 | 0.000027 | 56% |
| TECHO 2 | 0.009168 | 0.000035 | 48% |
| TECHO 1 | 0.009255 | 0.000177 | 39% |

Tabla N 30: Porcentaje de reducción de las derivas dirección "Y"

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Análisis Dinámico No Lineal Tiempo Historia:

Este enfoque dinámico es un complemento a los análisis anteriores. Su objetivo es verificar que cada elemento estructural funcione según lo previsto antes de observar la no linealidad de los disipadores Shear Link Bozzo para crear los diagramas de histerética que sirven como base para las tablas que siguen.

El primer análisis dinámico no lineal de la historia temporal se realizó a partir del terremoto ocurrido en Lima en 1966.

| DERIVA X-X | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|----|----|------|------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000025 | 1 | 0 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000017 | 13 | 18 | 0 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000012 | 13 | 18 | 0 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000009 | 13 | 18 | 0 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | ENVOLVENTE | Combination | Max | X | 0.000045 | 43 | 18 | 30 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N31: Resultados de derivas con el análisis TH dirección "X" Sismo Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| DERIVA Y-Y | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|----|----|------|------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000028 | 13 | 18 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000019 | 43 | 18 | 30 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000014 | 43 | 18 | 30 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000022 | 16 | 18 | 18 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000114 | 4 | 0 | 18 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N 32: Resultados de derivas con el análisis TH dirección "Y" Sismo Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA TH-X | DERIVA CON DISIPADORES TH-X | % DE REDUCCIÓN |
|---------|-------------|-----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.159827 | 0.000025 | 48% |
| TECHO 4 | 0.227402 | 0.000017 | 58% |
| TECHO 3 | 0.228177 | 0.000012 | 47% |
| TECHO 2 | 0.252415 | 0.000009 | 48% |
| TECHO 1 | 0.274673 | 0.000045 | 61% |

Tabla N 33: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección "X" Sismo Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA TH-Y | DERIVA CON DISIPADORES TH-Y | % DE REDUCCIÓN |
|---------|-------------|-----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.097560 | 0.000028 | 34% |
| TECHO 4 | 0.162044 | 0.000019 | 52% |
| TECHO 3 | 0.194685 | 0.000014 | 43% |
| TECHO 2 | 0.183142 | 0.000022 | 32% |
| TECHO 1 | 0.205762 | 0.000114 | 29% |

Tabla N 34: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección "Y" Sismo Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Para el sismo de Ica de 2007, se lleva a cabo un segundo análisis dinámico no lineal tiempo-historia.

| DERIVA X-X | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|-------------|-----------|-----------|-----------------|-------|----|----|------|---------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | Servicio sismo | Combination | Max | X | 0.000032 | 1 | 0 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | Servicio sismo | Combination | Max | X | 0.000015 | 13 | 18 | 0 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | Servicio sismo | Combination | Max | X | 0.000023 | 13 | 18 | 0 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | Servicio sismo | Combination | Max | X | 0.000007 | 13 | 18 | 0 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | Servicio sismo | Combination | Max | X | 0.000057 | 43 | 18 | 30 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N 35: Resultados de derivas con el análisis TH dirección "X" Sismo Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| DERIVA Y-Y | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------------|-------|----|----|------|---------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X | Y | Z | DMÁX=0.007 |
| | | | | | | | m | m | m | |
| TECHO 5 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000037 | 13 | 18 | 0 | 15.6 | CUMPLE |
| TECHO 4 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000022 | 43 | 18 | 30 | 12.6 | CUMPLE |
| TECHO 3 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000017 | 43 | 18 | 30 | 9.6 | CUMPLE |
| TECHO 2 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000010 | 16 | 18 | 18 | 6.6 | CUMPLE |
| TECHO 1 | ENVOLVENTE | Combination | Max | Y | 0.000042 | 4 | 0 | 18 | 3.6 | CUMPLE |

Tabla N 36: Resultados de derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA TH-X | DERIVA CON DISIPADORES TH-X | % DE REDUCCIÓN |
|---------|-------------|-----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.004435 | 0.000032 | 53% |
| TECHO 4 | 0.007882 | 0.000015 | 63% |
| TECHO 3 | 0.010871 | 0.000023 | 72% |
| TECHO 2 | 0.012801 | 0.000007 | 83% |
| TECHO 1 | 0.010961 | 0.000057 | 45% |

Tabla N 37: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “X” Sismo Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| STORY | DERIVA TH-Y | DERIVA CON DISIPADORES TH-Y | % DE REDUCCIÓN |
|---------|-------------|-----------------------------|----------------|
| TECHO 5 | 0.00654 | 0.000037 | 59% |
| TECHO 4 | 0.01148 | 0.000022 | 61% |
| TECHO 3 | 0.01549 | 0.000017 | 58% |
| TECHO 2 | 0.02032 | 0.000010 | 79% |
| TECHO 1 | 0.02138 | 0.000042 | 64% |

Tabla N 38: % de reducción de las derivas con el análisis TH dirección “Y” Sismo Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Resumen de Derivas Máximas:

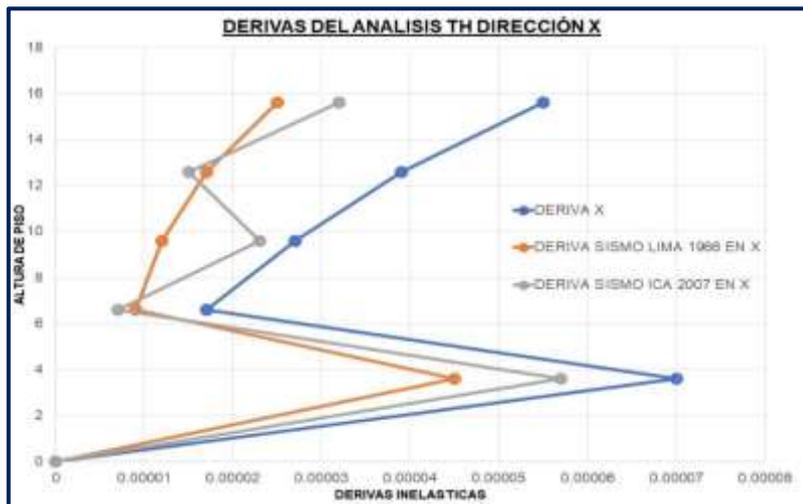


Figura 28. Derivas máximas del Análisis TH con Disipadores dirección X

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

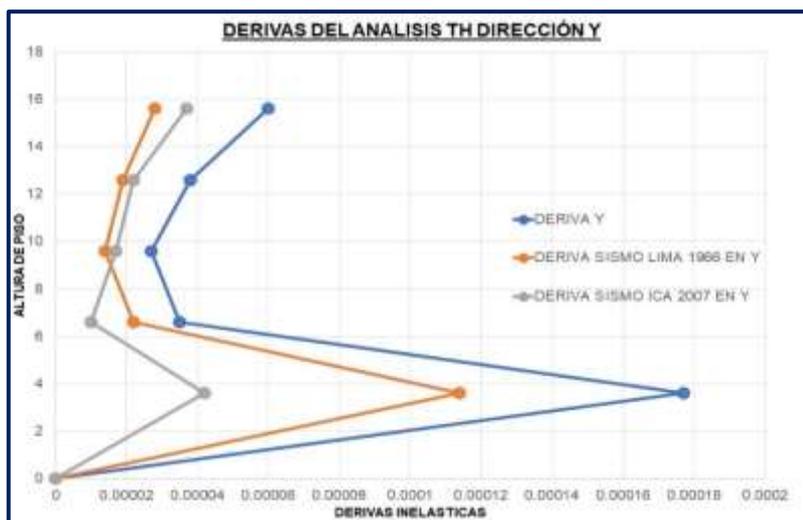


Figura 29. Derivas máximas del Análisis TH con Disipadores dirección Y

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Se confirma que estos dispositivos reducen significativamente las derivas en las direcciones X e Y.

Cálculo de Desplazamientos (cm):

Con los disipadores de energía SLB, se tienen en cuenta los valores más altos provocados por los sismos de Lima en 1966 y de Ica en 2007.

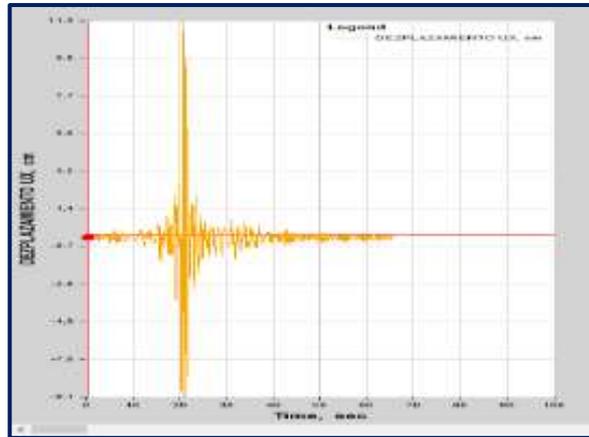


Figura 30. Desplazamiento del Sismo Lima 1966 con los Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| Máximas desplazamientos producidos por los Sismos | |
|--|----------------------|
| Evento Sísmico | Aceleraciones |
| Lima 1966 | 16.32 cm |
| Ica 2007 | 10.2 cm |
| Edificación con disipadores SLB | 6.78 cm |

Tabla N 39: Máximos desplazamientos producidos por los sismos

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

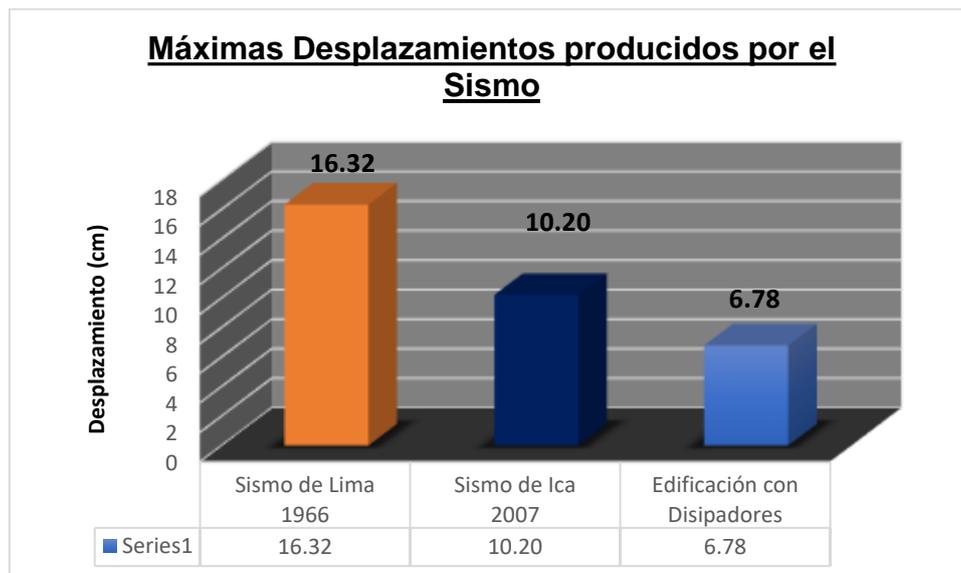


Figura 31. Máximos desplazamientos de los disipadores SLB de los sismos analizados

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Cálculo de Aceleraciones (m/s²):

Con los disipadores de energía SLB, se tienen en cuenta los valores más altos provocados por los sismos de Lima en 1966 y de Ica en 2007.

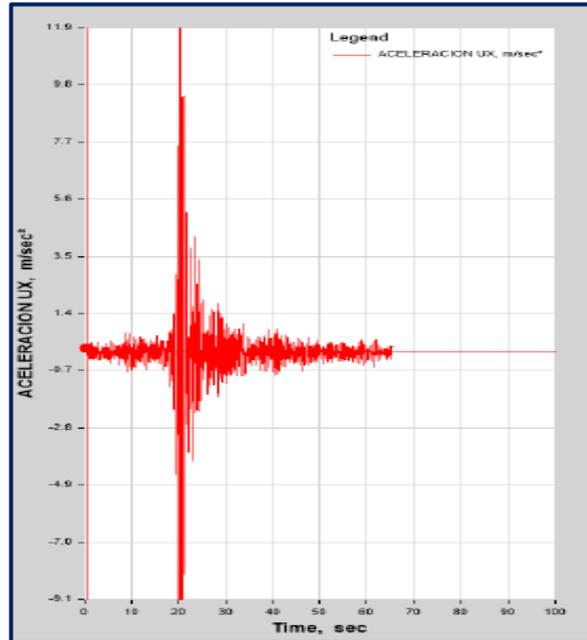


Figura 32. Aceleraciones con el Sismo Lima 1966 con los Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| Máximas aceleraciones producidas por los Sismos | |
|--|------------------------------|
| Evento Sísmico | Aceleraciones |
| Lima 1966 | 20.15 m/s ² |
| Ica 2007 | 23.81 m/s ² |
| Edificación con disipadores SLB | 12.10 m/s² |

Tabla N 40: Máximas aceleraciones producidos por los sismos.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

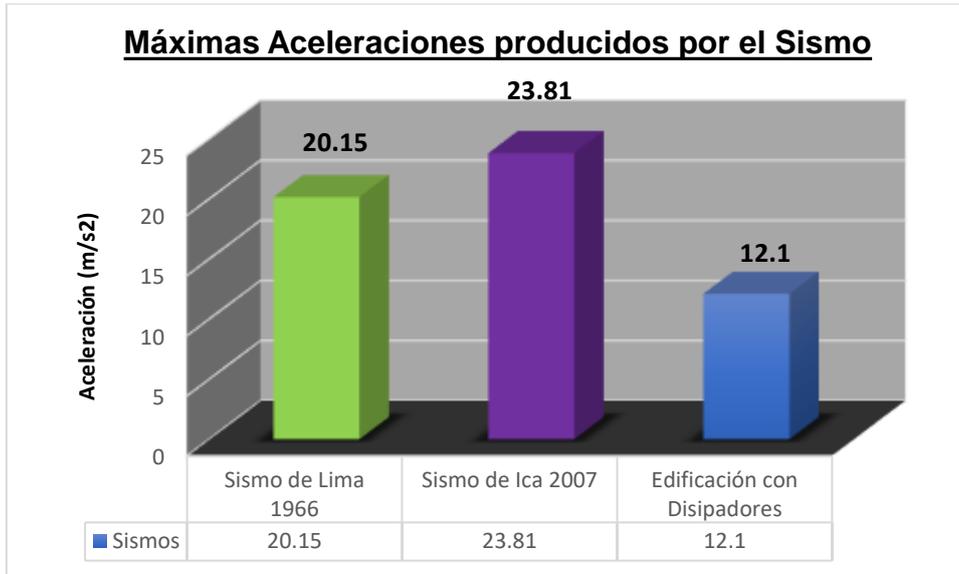


Figura 34. Máximas aceleraciones de los disipadores SLB de los sismos analizados

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Cálculo de Energía Disipada (Tonf/m):

Se observa la energía disipada de los sismos de Lima 1966 y de Ica 2007.

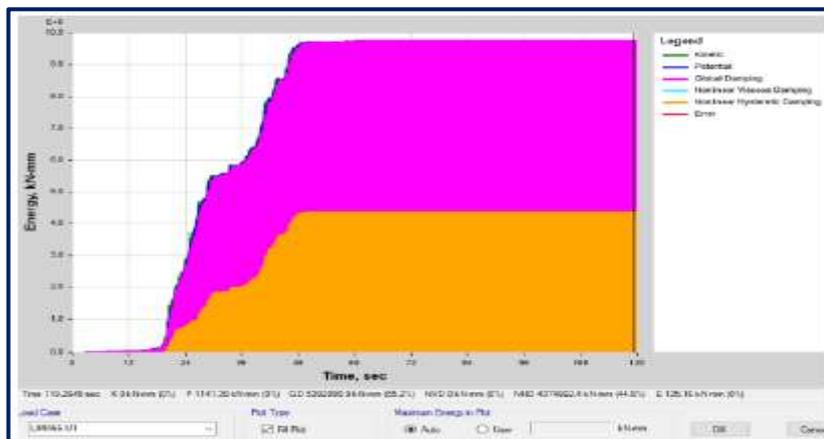


Figura 34. Energía disipada sismo Lima 1966 con Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

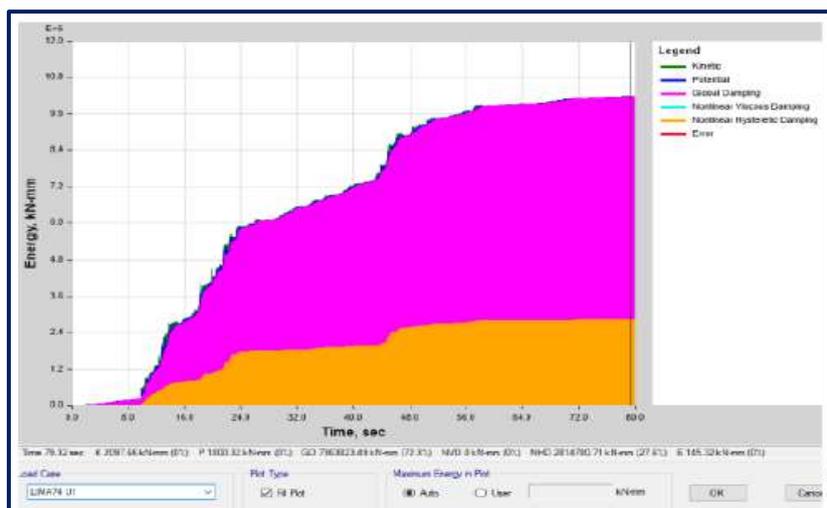


Figura 35. Energía disipada sismo Ica 2007 con Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| Porcentaje de Energía Disipada E-W Dirección "Y" | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Evento Sísmico | Energía disipada por la estructura | Energía disipada por el disipador SLB | % de Disipación |
| Lima 1966 | 83.00% | 17.00% | |
| Ica 2007 | 84.10% | 15.90% | 67.10% |
| Total | | | |

Tabla N 41: Porcentaje de energía Disipada dirección "X".

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

| Porcentaje de Energía Disipada E-W Dirección "X" | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Evento Sísmico | Energía disipada por la estructura | Energía disipada por el disipador SLB | % de Disipación |
| Lima 1966 | 83.50% | 16.50% | |
| Ica 2007 | 85.00% | 15.00% | 68.50% |
| Total | | | |

Tabla N 42: Máximas aceleraciones producidos por los sismos.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

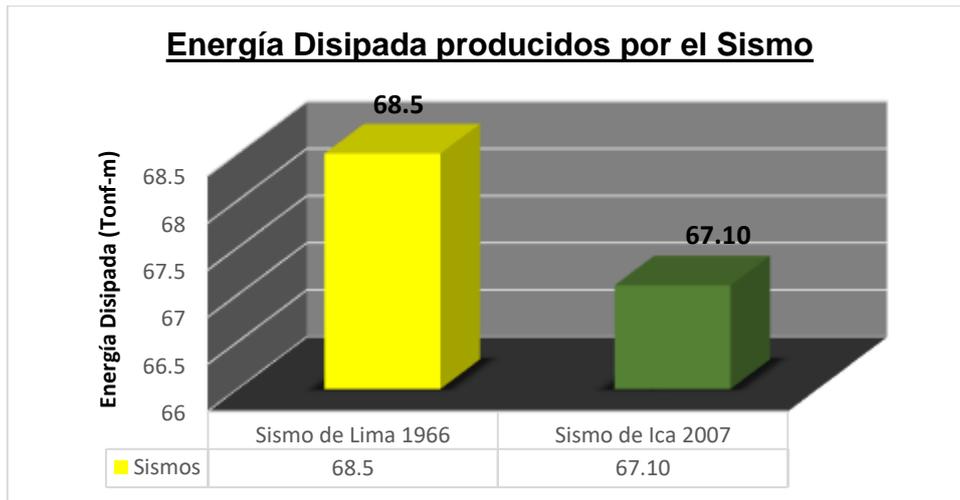


Figura 36. Energía disipada sismo Ica 2007 con Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Cálculo Cortante Basal (Ton):

Con los disipadores de energía SLB, se tienen en cuenta los valores más altos provocados por los sismos de Lima en 1966 y de Ica en 2007.

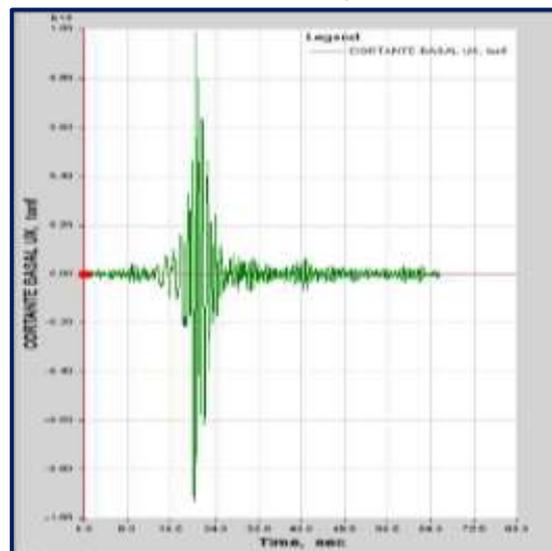


Figura 37. Cortante basal con el Sismo Lima 1966 con los Disipadores SLB.

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

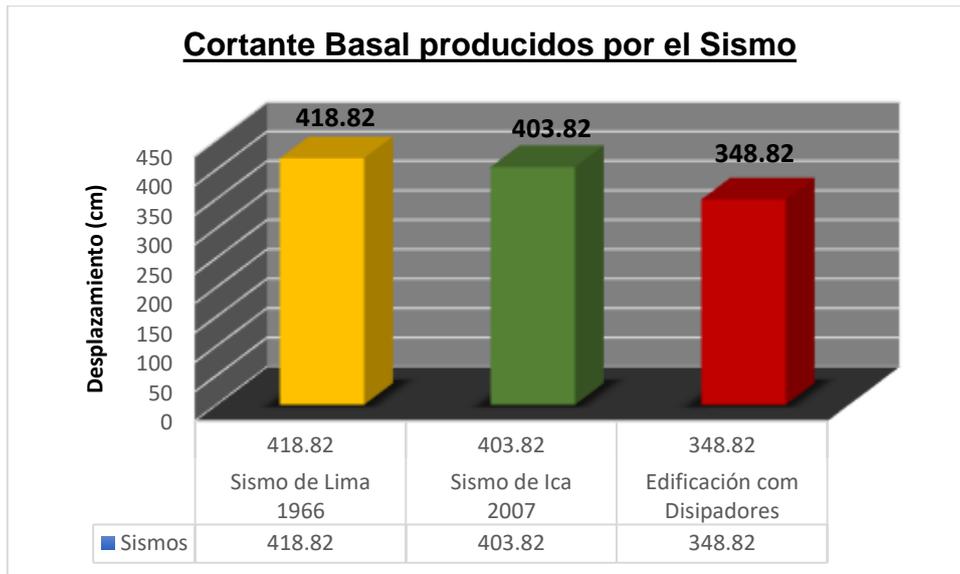


Figura 38. Cortante Basal con los disipadores SLB de los sismos analizados

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Cálculo de las Curvas Histeréticas:

Se adquieren las curvas histeréticas de los disipadores SLB para rastrear la fuerza y el movimiento máximos que experimenta el aparato.

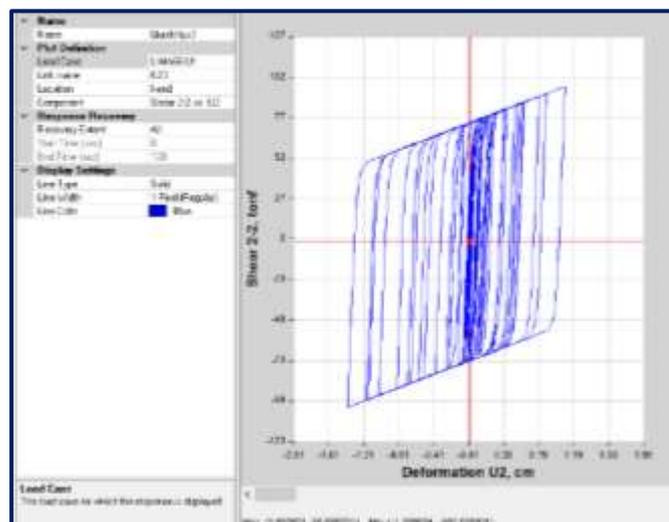


Figura 39. Comportamiento Cíclico del disipador SLB Lima 1966

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

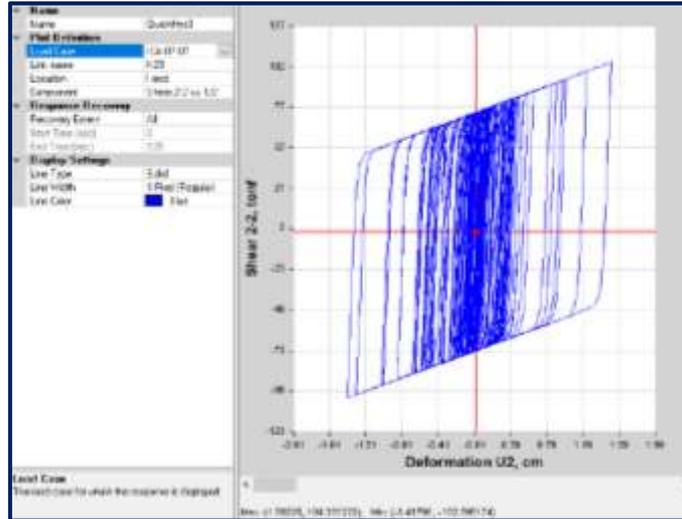


Figura 40. Comportamiento Cíclico del disipador SLB Ica 2007

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Periodos Fundamentales de Vibración:

Se comparan los periodos de vibración del edificio con y sin disipador SLB.

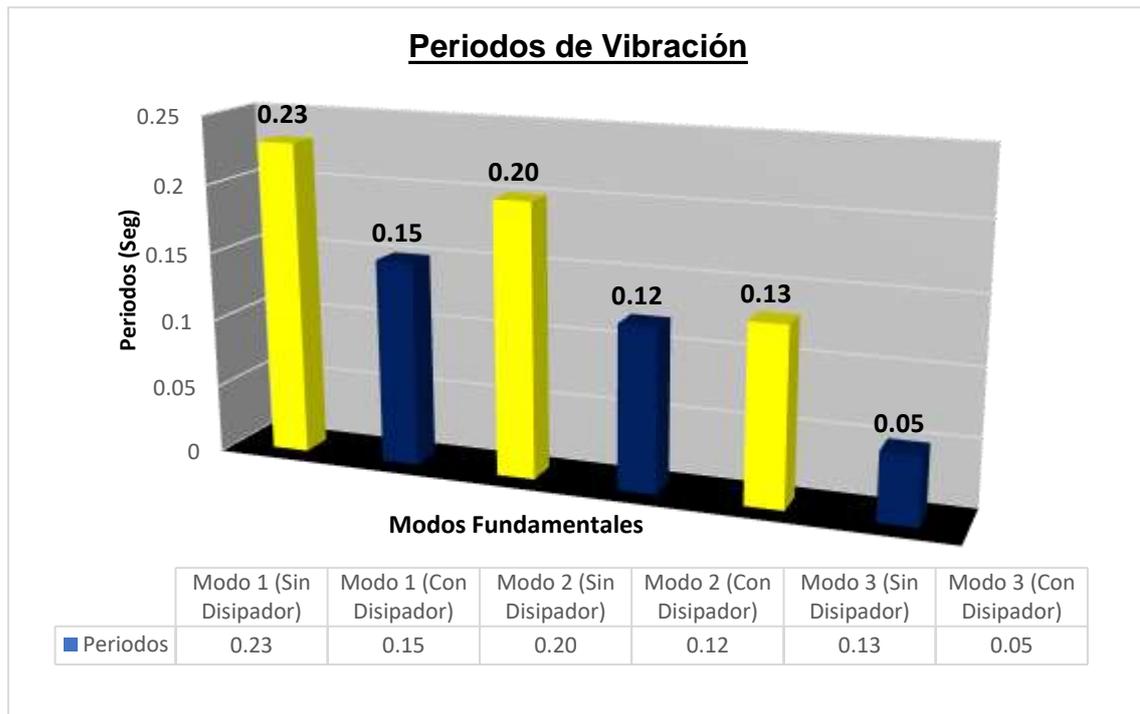


Figura 41. Comparación de periodos fundamentales de vibración

Fuente: Elaboración Propia (Etabs V18).

Diseño Estructural:

Diseño de Losa Aligerada:

Para el diseño estructural se realizará por flexión y corte.

| Carga Viva | Valor | Unidades |
|-------------------------|-------|-------------------|
| Peralte de aligerado | 20 | cm |
| Sobrecarga | 200 | kg/m ² |
| Carga Muerta | Valor | Unidades |
| P. de acabados | 150 | kg/m ² |
| P. de losa | 300 | kg/m ² |
| P. de tabiquería | 150 | kg/m ² |
| Total de cargas muertas | 600 | kg/m ² |
| Ancho Tributario | 0.4 | kg/m ² |
| Cargas | Valor | Unidades |
| WD= | 240 | kg/m |
| WL= | 80 | kg/m |

Tabla N 43. Cargas de Diseño del Aligerado

Fuente: Etabs V18

Se empleará la combinación de carga:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

Donde se tendrá como resultado la carga ultima, diagrama de momento flector para luego calcular el acero que se necesita por flexión.

$$CM = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$U = 1.4 (600) + 1.7 (200)$$

$$U = 1180 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu_{vigüeta} = Wu \times b$$

$$Wu_{vigüeta} = 1180 \text{ kg/m}^2 \times 0.4 \text{ m}$$

$$Wu_{vigüeta} = 472 \text{ kg/m}$$

$$Wu_{vigüeta} = 0.472 \text{ tn/m}$$

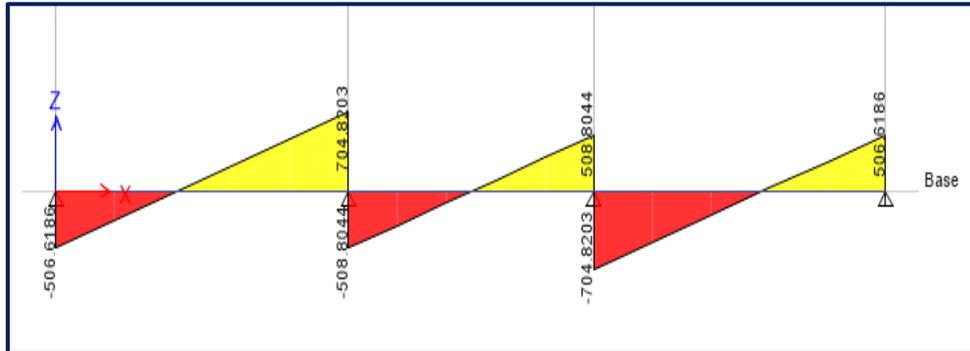


Figura 5. Diagrama de Momentos

Fuente: ETABS V18

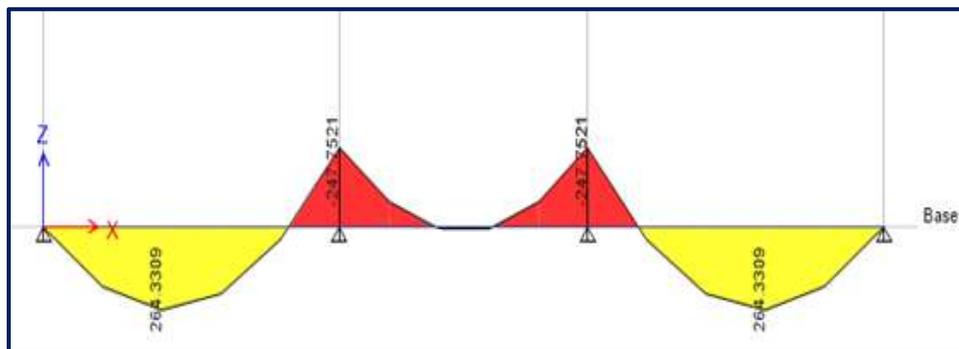


Figura 6. Diagrama de Fuerzas Cortantes

Fuente: ETABS V18

Diseño por Flexión:

Se procedió a calcular el acero que se solicita por flexión.

| Datos | h= 17 cm | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | AS ⁺ (A) | AS ⁻ (B) | AS ⁻ (C) | AS ⁺ (D) |
| bw (cm) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| b (cm) | 40 | 10 | 10 | 40 |
| d (cm) | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Mu (Ton-m) | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.26 |
| As Calculado (cm ²) | 0.34 | 0.24 | 0.24 | 0.34 |
| As min=0.24% bwd (cm ²) | 0.336 | 0.336 | 0.336 | 0.336 |
| As max=1.59% bd (cm ²) | 8.9 | 2.23 | 2.23 | 8.9 |
| Refuerzo escogido | 1 Ø 1/2" | 1 Ø 1/2" | 1 Ø 1/2" | 1 Ø 1/2" |
| As Colocado (cm ²) | 1.27 | 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| As Colocado/As Calculado | 3.74 | 5.29 | 5.29 | 3.74 |
| As Calculado/As máx | 0.14 | 0.57 | 0.57 | 0.14 |
| a < 5 cm | 0.198 | 0.198 | 0.198 | 0.198 |

Tabla N 44. Diseño por Flexión

Fuente: Etabs V18

Diseño por Corte:

Se obtuvieron los siguientes resultados.

| H= 17 cm | |
|--------------|---------|
| d (cm) | 14 |
| Vu (Kg) | 704.82 |
| Ø Vc (Kg) | 1064.51 |
| Ø Vc (Kg)/Vu | 1.51 |

Tabla N 45. Diseño de Corte

Fuente: Etabs V18

Cálculo del Refuerzo por Temperatura:

Consideramos los siguientes datos:

$$h = 5 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.0025$$

Por lo tanto, tenemos:

$$A_{st} = 0.0025 \times 100 \times 5$$

$$A_{st} = 1.25 \text{ cm}^2$$

Se considera barras de $\phi \frac{1}{4}'' = 0.25 \text{ cm}^2$, se calcula el espaciamiento:

$$S = \frac{0.32}{1.25} = 25 \text{ cm}$$

Llegando a la conclusión de utilizar barras de $\Phi \frac{1}{4}''$ a @25 cm refuerzo de temperatura.

Diseño de Viga:

Modelaremos los pórticos tomando la rigidez de los apoyos de las columnas, se van a considerar todas las combinaciones de cargas que están establecidas por nuestra norma.

Diseño por Flexión:

Primer apoyo:

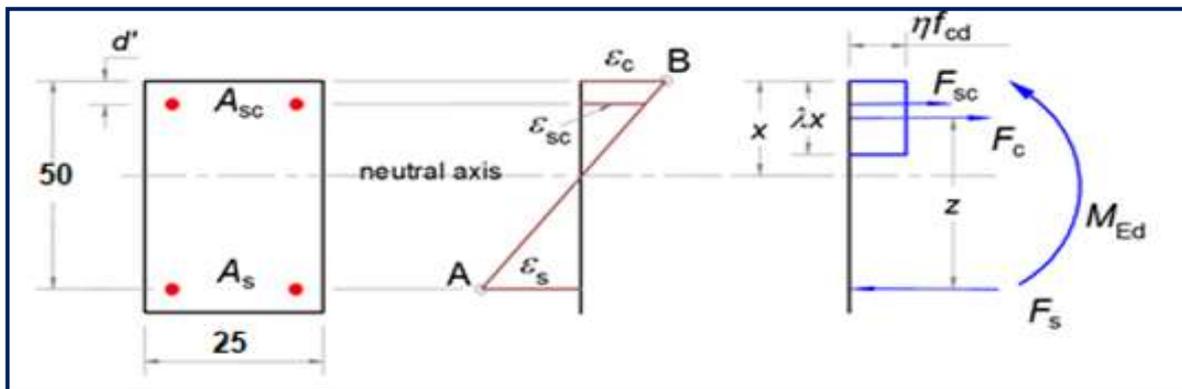


Figura 13. Diagrama por Flexión de Viga.

Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 0.54 \text{ Tn/m}$$

Cálculo del acero mínimo:

$$\rho_{min} = 0.70 \times \frac{\sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho_{min} = 0.70 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.002415$$

$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times d$$

$$A_{smin} = 0.002415 \times 25 \times 44 = 2.66 \text{ cm}^2$$

$$a_{min} = \frac{A_{smin} \times f_y}{0.85 \times f'c \times b}$$

$$a_{min} = \frac{2.66 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 25} = 2.50$$

$$Mu_{min} = \phi \times A_{smin} \times f_y \times \left(d - \frac{a_{min}}{2}\right)$$

$$Mu_{min} = 0.9 \times 2.66 \times 4200 \times \left(44 - \frac{2.50}{2}\right) = 429842. = 0.429 \text{ Tn/m}$$

Cálculo del acero máximo y capacidad máxima de Resistencia:

$$\rho_b = \beta_1 \times 0.85 \times \frac{f'c}{f_y} \times \left(\frac{6000}{6000 + f_y}\right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{4200} \times \left(\frac{6000}{6000 + 4200}\right) = 0.02125$$

$$\rho_{máx} = 0.75 \times \rho_b$$

$$\rho_{máx} = 0.75 \times 0.02125 = 0.01593675$$

$$A_{smáx} = \rho_{máx} \times b \times d$$

$$A_{smáx} = 0.0159375 \times 25 \times 44 = 17.53 \text{ cm}^2$$

$$a_{máx} = \frac{A_{smáx} \times f_y}{0.85 \times f'c \times b}$$

$$a_{máx} = \frac{17.53 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 25} = 16.50$$

$$Mu_{m\acute{a}x} = \phi \times A_{sm\acute{a}x} \times fy \times (d - \frac{a_{m\acute{a}x}}{2})$$

$$Mu_{m\acute{a}x} = 0.9 \times 17.53 \times 4200 \times (44 - \frac{16.50}{2}) = 2368916.55 = 2.37 \text{ Tn/m}$$

Cálculo de acero de diseño:

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \times f'c \times b \times d} = 0$$

$$\rho_d = w \times \frac{f'c}{fy}$$

$$As_d = \rho_d \times b \times d$$

$$w_1 = 1.69$$

$$w_2 = 0.15$$

$$\rho_d = 0.15 \times \frac{210}{4200} = 0.0075$$

$$As_d = 0.0075 \times 25 \times 44 = 8.25 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se obtiene lo siguiente:

$$A_{smin} = 2.66 \text{ cm}^2$$

$$As_d = 8.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{sm\acute{a}x} = 17.53 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se diseñará de la siguiente manera: 4 ϕ 5/8 "

Segundo apoyo:

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 0.43 \text{ Tn/m}$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \times f'c \times b \times d} = 0$$

$$\rho_d = w \times \frac{f'c}{fy}$$

$$As_d = \rho_d \times b \times d$$

$$w_1 = 1.58$$

$$w_2 = 0.12$$

$$\rho_d = 0.12 \times \frac{210}{4200} = 0.006$$

$$As_d = 0.006 \times 25 \times 44 = 6.6 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se obtiene lo siguiente:

$$A_{smin} = 2.66 \text{ cm}^2$$

$$As_d = 6.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 17.53 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se diseñará de la siguiente manera: 3 Ø 5/8 "

Entre apoyos:

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 1.28 \text{ Tn/m}$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \times f'c \times b \times d} = 0$$

$$\rho_d = w \times \frac{f'c}{f_y}$$

$$A_{s_d} = \rho_d \times b \times d$$

$$w_1 = 1.2$$

$$w_2 = 0.49$$

$$\rho_d = 0.49 \times \frac{210}{4200} = 0.0245$$

$$A_{s_d} = 0.0245 \times 25 \times 44 = 26.95 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se obtiene lo siguiente:

$$A_{s_{min}} = 2.66 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_d} = 6.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{máx}} = 17.53 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se diseñará de la siguiente manera: 9 Ø ¾ "

Diseño por Corte:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

Nos menciona la siguiente formula:

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{S}$$

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 0.85$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 1.81 \text{ Tn/m}$$

Reemplazando en la formula tenemos:

$$V_c = 0.53 x \sqrt{f'c} x b x d$$

$$V_c = 0.53 x \sqrt{210} x 25 x 44 = 8.44 Tn$$

$$V_c = 7.17 Tn$$

$$V_s = \frac{A_v x f_y x d}{S}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{9.81}{0.85} - 7.17 = 4.37 Ton$$

$$A_v = 2 x A_b$$

$$A_v = 2 x 0.71$$

$$A_v = 1.42 cm^2$$

$$S = \frac{A_v x f_y x d}{V_s}$$

$$S = \frac{1.42 x 4200 x 44}{4.37}$$

$$S = \frac{1.42 x 4200 x 44}{4370}$$

$$S = 60 cm$$

Según la norma E.060 tenemos el siguiente desplazamiento de los estribos, para ambos extremos: Se colocará $\Phi 3/8$ ”:

$$1@5, 10@10 \text{ resto a } @20$$

Control de Deflexiones:

Según la norma E.060 cada viga debe cumplir con el peralte mínimo de:

$$h_{min} = \frac{ln}{18.5}$$

$$h_{min} = \frac{2.5}{18.5} = 15 cm$$

A menos que se calculen las deflexiones, h de la viga = 50 cm significa que se satisfacen los requisitos mínimos de peralte.

Diseño de Columnas:

Utilizando las combinaciones especificadas por la norma, se obtuvieron las cargas sísmicas y gravitatorias mediante el programa ETABS.

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.90 CM \pm CS$$

De las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

| SENTIDO | COMBOS | P | M2 | M3 |
|---------|-------------------|--------|-------|-------|
| X e Y | 1.4 CM+1.7 CV | 164.81 | -0.22 | -0.9 |
| SIS XX | 1.25(CM+CV)+SISXX | 144.17 | 1.07 | 1.37 |
| | 1.25(CM+CV)-SISXX | 133.34 | -1.45 | -2.86 |
| | 0.9 CM+SISXX | 77.12 | 1.15 | 1.77 |
| | 0.9 CM-SISXX | 66.29 | -1.37 | -2.47 |
| SIS YY | 1.25(CM+CV)+SISYY | 139.05 | 1.93 | -0.6 |
| | 1.25(CM+CV)-SISYY | 138.46 | -2.31 | -0.89 |
| | 0.9 CM+SISYY | 72 | 2.01 | -0.2 |
| | 0.9 CM-SISYY | 71.41 | -2.23 | -0.5 |

Tabla N 46. Diseño de la Columna

Fuente: Elaboración Propia.

| CASO DE CARGA | P (ton) | VX (ton) | VY (ton) | MX (ton.m) | My (ton.m) |
|---------------|---------|----------|----------|------------|------------|
| Muerta | -79.67 | -0.46 | -0.07 | -0.12 | -0.39 |
| Viva | -31.33 | -0.24 | -0.01 | -0.03 | -0.21 |
| Sismo "X" | 5.42 | 1.04 | 0.61 | 1.26 | 2.12 |
| Sismo "Y" | 0.29 | 0.07 | 1.04 | 2.12 | 0.15 |

Tabla N 47. Momentos y pesos obtenidos para el Diseño de la Columna

Fuente: Elaboración Propia.

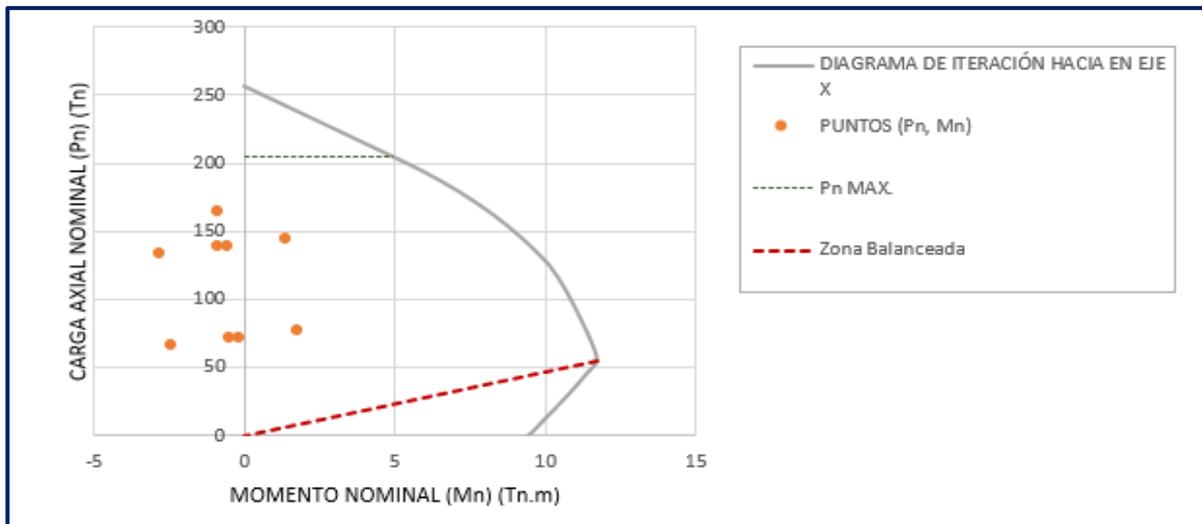


Figura 14. Diagrama de iteración hacia la dirección del Eje "X"

Fuente: Elaboración Propia

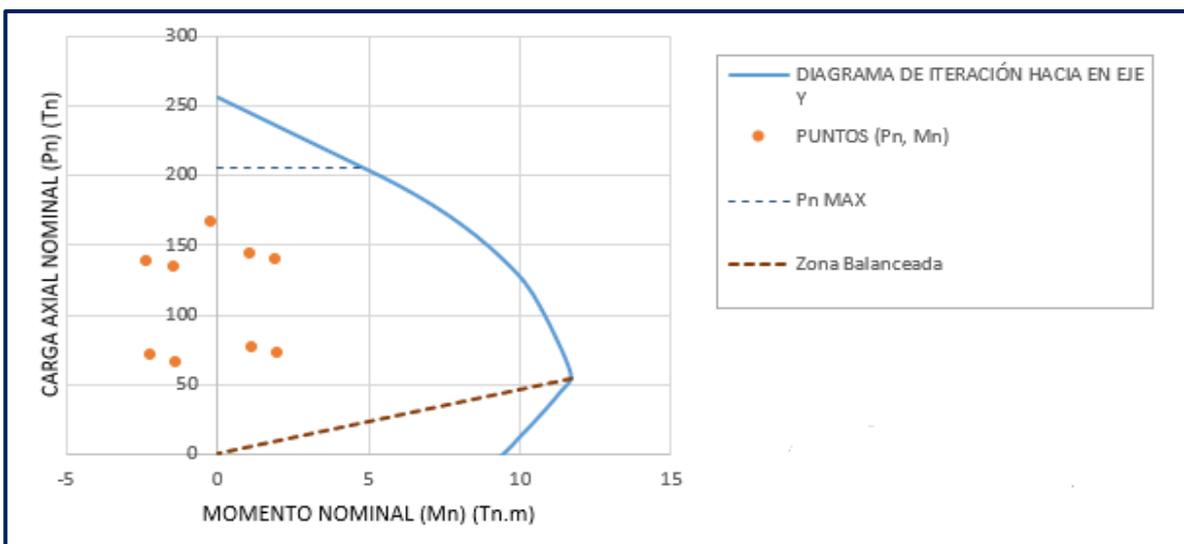


Figura 15. Diagrama de iteración hacia la dirección del eje "Y"

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al análisis se usará:

Se colocará 8 Φ 3/4"2 estribos y 4 ganchos de Φ 3/8"

1@0.05, 10 @0.10 y el resto @0.20

Efectos de esbeltez:

$$\frac{Klu}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right); \left[34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right)\right] \leq 40$$

Se tiene una altura de entrepiso de 350 cm y K =1 tenemos:

$$\frac{Klu}{rx} = \frac{1 \times 350}{0.3 \times 30} = 38.88$$

$$\frac{Klu}{ry} = \frac{1 \times 350}{0.3 \times 30} = 38.88$$

Se verifica que $\frac{Klu}{r}$ es menor que 40 por lo que no considera lo efectos de esbeltez.

Diseño de Corte:

$$Vc = 0.53x \sqrt{f'cx} \left(1 + \frac{Nu}{140 Ag}\right) bw \times d$$

$$Vc = 0.53x \sqrt{210}x \left(1 + \frac{130000}{140x30x30}\right)x 30x 64$$

$$Vc = 29.96 \text{ ton}$$

La resistencia y la separación del acero se calculan utilizando:

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc$$

$$S = \frac{Av \times fy \times d}{Vs}$$

$$Vs = \frac{51.3}{0.85} - 29.96 = 30.39 \text{ ton}$$

$$Av = 6x Ab$$

$$A_v = 6 \times 0.71 = 4.26 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{4.26 \times 4200 \times 64}{30.39 \times 1000} = 37.68 \text{ cm}$$

Según la norma E.060, la zona de contención debe ser como mínimo de:

$$\frac{L_n}{6} = \frac{235}{6} = 39 \text{ cm}$$

La separación dentro de la zona de confinamiento será:

$$8 \text{ db} = 8 \times 1 \times 2.54 = 20.32 \text{ cm}$$

Para el nudo será:

$$S_{\text{máx}} = A_v f_y / 0.2 v f' c b w$$

$$S_{\text{máx}} = (4.26 \times 4200) / (0.2 \times 210 \times 70) = 61$$

IV. DISCUSIÓN:

Discusión 1:

En la investigación llevada a cabo por Vidal (2023), menciona que en el piso 6 la estructura convencional tiene un desplazamiento de 0.17088 m y 0.08452 m con disipadores siendo un total de 50.54%, la cortante basal es de 358.23 Ton, la cual no debe ser menor al 85% de la cortante basal estática para estructuras irregulares, se verifica la reducción de la aceleración de 1.194 m/s² a 0.774 m/s². En el ámbito nacional para Vilca (2022), en los sismos de Arequipa 2005, Tacna 2015 y Lima 1966 se verifica desplazamientos de fluencia de 0.0026 m y el primero tiene aceleraciones de 138,5 cm/seg², el segundo tiene aceleraciones de -54,47 cm/seg², y el tercero tiene aceleraciones de -268,24 cm/seg², según la historia temporal. La cortante basal en dirección "X" sin disipadores es de 101,34 toneladas, y en dirección "Y" es de 112,00 toneladas. 60 toneladas en el nivel estático y 106,20 toneladas en el nivel dinámico en el eje "X" y 101,33 toneladas en el eje "Y". Contextualizando los disipadores SLB, tenemos 102,34 toneladas en el eje "X" y 112,60 toneladas en el nivel dinámico en el eje "X" y 216,73 toneladas en el eje "Y". Sin embargo, la investigación arrojó los siguientes resultados en relación con los desplazamientos de Lima 1966: En

términos de aceleraciones, la primera es de 20.15 m/s², la segunda es de 23.81 m/s², y la última es de 12.1 m/s². En cuanto al esfuerzo cortante basal, el primero es de 418,82 toneladas, el segundo de 403,82 toneladas y el último de 348,82 toneladas. Y en los desplazamientos tenemos 16.32 cm, 10.20 cm y con disipadores 6.78 cm, donde brindó un mejor desempeño sísmico alcanzando con el objetivo.

Discusión 2:

En la investigación llevada a cabo por Bozzo (2020), presento ventajas en el método de construcción y comportamiento de la estructura, las aceleraciones varían entre 0.28 y 0.49 no cumpliendo con la norma, incluyendo los disipadores nos brinda los siguientes resultados de 0.0063 y 0.00758 derivas, la aceleración oscila entre 13% y 20%, reduciendo los periodos. Para Enciso (2019) en el análisis comparativo de su edificación se observa derivas de 233.38% en la dirección "X" y 24.69% en la dirección "Y", menor desplazamiento en la dirección de 23.03%, mayor cortante basal de 28.95% en "X" y de 24.14% "Y" por ultimo en los periodos de 30.08% y 23.54%. En la edificación analizada se verifica que solo el techo 05 cumple con la norma E0.30 del techo 01 al 04 no cumple teniendo los siguientes resultados: techo 01:0.010341, techo 02: 0.011904, techo 03:0.010141, techo4:0.007447 y techo 05: 0.004315 con la edificación con SLB techo 01:0.00007, techo 02: 0.000017, techo 03:0.000027, techo4:0.000039 y techo 05: 0.000055 ingresando los datos de sismo de Lima 1966 sin disipadores: techo 01:0.274673, techo 02: 0.252415, techo 03:0.228177, techo4:0.227402 y techo 05: 0.159827 y Lima 1966 con disipadores: techo 01:0.000045, techo 02: 0.000009, techo 03:0.000012, techo4:0.000017 y techo 05: 0.000025, en el sismo de Ica 2007 sin disipadores tenemos techo 01:0.010961, techo 02: 0.012801, techo 03:0.010871, techo4:0.007882y techo 05: 0.004435 y en el sismo de Ica 2007 con disipadores SLB tenemos techo 01:0.000057, techo 02: 0.000007, techo 03:0.000023, techo4:0.000015 y techo 05: 0.000032, siendo una alternativa de solución para la edificación alcanzando el objetivo.

Discusión 3:

En la investigación llevada a cabo por Mena (2019), en su investigación realizó la comparación de la edificación tradicional y utilizando los disipadores SLB, donde se observaron menores desplazamientos, la deriva máxima fue de 0.77%, brindando mayor rigidez teniendo un periodo de 0.42 segundos, además de aumentar la resistencia de los elementos estructurales. Para López, Stewart y Plasencia (2017) menciona que se redujo en un 34% en la dirección "X" con un periodo de 0.16 segundos y 30% en la dirección "Y" con un periodo de 0.23 segundos donde también confirman por el anterior autor donde confirma que se reduce el daño en los componentes estructurales. En la presente investigación se realiza la comparación del modo 01 donde se obtuvo 0.23 segundos, modo 02 0.20 y modo 03 0.13 sin disipadores, al incluirlos se redujo modo 01 a 0.15, modo 02 0.12 y por último modo 03 a 0.05 segundos, donde se puede apreciar la reducción de periodos de vibración, alcanzando el objetivo.

Discusión 4:

En la investigación llevada a cabo por Quispe y García (2019), aplico los disipadores SLB como reforzamiento sísmico, en donde se redujeron las derivas de entrepiso en ambas direcciones donde pasaron de 0.0134 a 0.0066 segundos en la dirección "X" representado un 50.66%, en la dirección "Y" pasaron de 0.00131 a 0.0064 segundos representado una reducción de 48.30%, para el % de absorción de energía fue en la dirección "X" de 59.70% y en la dirección "Y" de 41.30% reduciendo los periodos de 2.41 a 1.542 segundos. Narváez (2019) realizó un análisis comparativo técnico económica donde se reduce las derivas a un 50%, está dentro de la norma E0.30, la ductilidad se reduce aproximadamente en un 75%, es una alternativa de proteger sísmicamente el edificio. En la investigación se considera los sismos con disipadores SLB, Lima 1966 en donde se obtuvo un 16.50% de energía disipada, en Ica 2007 se obtuvo un 15% siendo un total de 68.5% de energía disipada en la dirección "X". Para la otra dirección "Y" en el sismo de Lima de 1966 tenemos un 17%, en Ica 2007 tenemos un 15.90% siendo un total de 67.10%, donde se reduce el porcentaje de energía alcanzando con el objetivo.

Contrastación de Hipótesis:

$H_0 = \text{Hipotesis Nula}$

$H_1 = \text{Hipotesis Alterna}$

$F > F_{critico} = \text{Se rechaza la hipotesis Nula}$

$F < F_{critico} = \text{No se rechaza la hipotesis Nula}$

Contraste de hipótesis para el objetivo general:

H_0 = La implementación de los disipadores histeréticos en la edificación de 05 niveles Chaclacayo 2021 no presentará un mejor desempeño sísmico.

H_1 = La implementación de los disipadores histeréticos en la edificación de 05 niveles Chaclacayo 2021 presentará un mejor desempeño sísmico.

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|--------|--------|--------|----------|----------|
| 16.32 | 2 | 16.98 | 8.49 | 5.8482 |
| 20.15 | 2 | 35.91 | 17.955 | 68.56205 |
| 418.82 | 2 | 752.64 | 376.32 | 1512.5 |

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 175875.9789 | 2 | 87937.989 | 166.243786 | 0.000845604 | 9.552094496 |
| Dentro de los grupos | 1586.91025 | 3 | 528.97008 | | | |
| Total | 177462.8892 | 5 | | | | |

Tabla N 48. Tabla de Análisis de Varianza: Desempeño Sísmico

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla indica que se acepta la hipótesis alternativa con 99,9% de confiabilidad y se rechaza la hipótesis nula ya que los hallazgos no son estadísticamente equivalentes. El análisis de varianza muestra que cuando se instalan los disipadores SLB, el comportamiento sísmico de la estructura mejora mientras $F > F_{critico}$.

Contraste de hipótesis para el objetivo específico 1:

H_0 = El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB no presentara menores derivas según lo solicitado por la norma E0.30

H_1 = El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentará menores derivas según lo solicitado por la norma E0.30

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Edificación sin SLB | 5 | 0.044148 | 0.0088296 | 8.93731E-06 |
| Edificación con SLB | 5 | 0.000208 | 0.0000416 | 4.528E-10 |
| Lima 1966 | 5 | 1.142494 | 0.2284988 | 0.001855291 |
| Lima 1966 con SLB | 5 | 0.000108 | 0.0000216 | 2.078E-10 |
| Ica 2007 | 5 | 0.04695 | 0.00939 | 1.07806E-05 |
| Ica 2007 con SLB | 5 | 0.000134 | 0.0000268 | 3.712E-10 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.211127204 | 5 | 0.042225441 | 135.1207 | 9.18004E-17 | 2.620654148 |
| Dentro de los grupos | 0.00750004 | 24 | 0.000312502 | | | |
| Total | 0.218627243 | 29 | | | | |

Tabla N 49. Tabla de Análisis de Varianza: Derivas en la dirección "X-X"

Fuente: Elaboración Propia.

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.11325912 | 5 | 0.022651824 | 72.05786 | 1.16803E-13 | 2.620654148 |
| Dentro de los grupos | 0.007544545 | 24 | 0.000314356 | | | |
| Total | 0.120803665 | 29 | | | | |

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Edificación sin SLB | 5 | 0.034412 | 0.0068824 | 7.1887E-06 |
| Edificación con SLB | 5 | 0.000337 | 0.0000674 | 3.9033E-09 |
| Lima 1966 | 5 | 0.843193 | 0.1686386 | 0.00184064 |
| Lima 1966 con SLB | 5 | 0.000197 | 0.0000394 | 1.7648E-09 |
| Ica 2007 | 5 | 0.07521 | 0.015042 | 3.83E-05 |
| Ica 2007 con SLB | 5 | 0.000128 | 0.0000256 | 1.823E-10 |

Tabla N 50. Tabla de Análisis de Varianza de un factor: Derivas en la dirección "Y-Y"

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza de las derivas entre pisos de la estructura mediante el uso de disipadores SLB, donde se muestra que $F > F$ crítico, indica que los resultados no son estadísticamente iguales, y la tabla demuestra que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con 99,9% de confiabilidad.

Contraste de hipótesis para el objetivo específico 2:

H_0 = El comportamiento de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB no presentara menores periodos de vibración.

H_1 = El comportamiento de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentara menores periodos de vibración.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|--------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| MODOS | 3 | 6 | 2 | 1 |
| Periodos | 3 | 0.56 | 0.186666667 | 0.002633333 |
| Periodos con Disipadores | 3 | 0.32 | 0.106666667 | 0.002633333 |

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 6.879288889 | 2 | 3.439644444 | 10.26487 | 0.011567902 | 5.14325285 |
| Dentro de los grupos | 2.010533333 | 6 | 0.335088889 | | | |
| Total | 8.889822222 | 8 | | | | |

Tabla N 51. Tabla de Análisis de Varianza: Periodos de vibración.

Con una tasa de confiabilidad del 99,9%, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula porque los datos no son estadísticamente comparables. La tabla cuando $F > F$ crucial ilustra cómo la adición de disipadores SLB ha disminuido los períodos de vibración de la estructura, según el análisis de varianza.

Contraste de hipótesis para el objetivo específico 3:

H_0 = El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB no reducirán el porcentaje de energía disipada de la estructura.

H_1 = El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB reducirán el

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.469225 | 1 | 0.469225 | 4170.888889 | 0.000239671 | 18.51282051 |
| Dentro de los grupos | 0.000225 | 2 | 0.0001125 | | | |
| Total | 0.46945 | 3 | | | | |

porcentaje de energía disipada de la estructura.

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Energía disipada por la estructura | 2 | 1.671 | 0.8355 | 6.05E-05 |
| Energía disipada por el disipador SLB | 2 | 0.329 | 0.1645 | 6.05E-05 |

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Energía disipada por la estructura | 2 | 1.685 | 0.8425 | 0.0001125 |
| Energía disipada por el disipador SLB | 2 | 0.315 | 0.1575 | 0.0001125 |

Tabla N 52. Tabla de Análisis de Varianza: Energía Disipada dirección "X"

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.450241 | 1 | 0.450241 | 7442 | 0.000134345 | 18.51282051 |
| Dentro de los grupos | 0.000121 | 2 | 6.05E-05 | | | |
| Total | 0.450362 | 3 | | | | |

Tabla N 53. Tabla de Análisis de Varianza: Energía Disipada dirección "Y"

La hipótesis alternativa se acepta con una confiabilidad del 99.9% ya que los datos no son estadísticamente iguales y la tabla indica que se rechaza la hipótesis nula. Las orientaciones "X" e "Y" representan el 68,50% y el 67,10% de la absorción total de energía, respectivamente, según el análisis de varianza, lo que valida que la proporción es más de la mitad de la estructura.

V. CONCLUSIONES:

Los resultados de las derivas se obtienen a partir de una investigación comparativa del diseño estructural en la estructura de cinco plantas con y sin disipadores histeréticos. En la dirección "X", la planta 5 cumple las derivas; las demás no cumplen planta 1:0,010341, planta 2:0,011904, planta 3:0,010141, planta 4:0,007447 y planta 5:0 004315. sin embargo, en la dirección "Y", la planta 1:0,002965, la planta 2:0,005444, la planta 3:0,00758, la planta 4:0,009168 y la planta 5:0,009255 no cumplen la norma E.030. En consecuencia, es necesario reforzar la estructura o instalar un dispositivo antisísmico.

Se utilizó el programa de DISSIP-ALB para implementar los disipadores ALB, se lleva a cabo un diseño previo. La técnica directa se utilizó para lograr nuestro C/D de 1,5 a través de dos iteraciones que cumplían con nuestras derivas, y seleccionó automáticamente el disipador ALB 3 6-2, produciendo los siguientes resultados, en la dirección "X". Niveles 1-5: 0,000055, 2-0,000039, 3-0,000027, 4-0,000017, 5-0,00007, y en la dirección "Y" Nivel 1: 0,00006, Nivel 2: 0,000038, Nivel 3: 0,000027, Nivel 4: 0,000035 y Nivel 5: 0,000177.

La no linealidad de los ALB con los sismos de Lima 1966 se comprobó mediante un análisis dinámico no lineal tiempo-historia, donde se ajustan a las derivas y exhiben los siguientes porcentajes decrecientes en cada nivel: piso 1: 61%, piso 2: 48%, piso 3: 47%, piso 4: 58% y piso 5: 48% en la dirección "X", en la dirección "Y", piso 1: 29%, piso 2: 32%, piso 3: 43%, piso 4: 52% y piso 5: 34%: 48% en la dirección "X" en la dirección "Y" piso 1: 29%,piso2:32%,piso3:43%,piso4:52% y piso 5:34% e Ica 2007, en la dirección "X" p.1: 45%,p.2:83%,p.3:72%,p.4:63% y p.5:53% en la dirección "X" en la dirección "Y" p.1: 64%,p.2:79%,p.3:58%,p.4:61% y p.5:59%.

Los mayores desplazamientos registrados en el terremoto de Lima de 1966 fueron de 16,32 cm, en el terremoto de Ica de 2007 fueron de 10,20 cm, y las aceleraciones máximas registradas con disipadores SLB fueron de 6,78 cm. En cuanto al porcentaje de disipación, tenemos en la dirección "X" de 68,50% y en la dirección "Y" de 67,10%. En los períodos fundamentales, tenemos la reducción en el modo 1 de 0,23 a 0,15 segundos, en el modo 2 de 0,20 a 0,12 segundos, y en el modo 3 de 0,12 a 0,05 segundos. Lima 1966 tiene 20,15 m/s², Ica 2007 tiene 23,81 m/s², y con disipadores SLB tenemos 12,1 m/s².

VI. RECOMENDACIONES:

Dado que tenemos múltiples generaciones de disipadores SLB, se aconseja utilizar el software DissipaSLB 4Gen V21.1.1 para calcular todas las iteraciones potenciales en función de las derivas que tenemos para cada nivel.

Antes de iniciar el proceso de predimensionamiento, se aconseja realizar un levantamiento topográfico de la propiedad objeto de estudio. Esto permitirá realizar una proyección más precisa y asegurar que se sigue la norma ACI 318-19, cumpliendo todos los estándares mínimos en cuanto a regularidad de planta, simetría y otros aspectos.

Dado que nuestra nación tiene una alta actividad sísmica, debería ser posible elegir registros sísmicos de otras naciones y aplicarlos a la estructura, o sugerir registros para el lugar donde se va a evaluar la estructura y poder complementarlo con un análisis estático no lineal Push Over.

Una sugerencia interesante sería evaluar y comparar los tipos de disipadores más populares (disipadores de fluido viscoso, Adas y chevron) con los tipos de SLB.

REFERENCIAS

- CHIFLA, Alexis. Análisis comparativo del comportamiento estructural de un edificio de hormigón armado convencional y con el uso de disipadores de energía Shear-Link Bozzo SLB. Tesis (Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2023. 150pp.
- VILCA, Dorland. Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022. Tesis (Ingeniería Civil). Lima. Universidad Cesar Vallejo. 152pp.
- ENCISO, Frank. Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo. Tesis (Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, 2019. 187pp.
- QUISPE, Cristhian y GARCÍA, Paul. Reforzamiento Sísmico mediante el uso de Disipadores Histeréticos tipo Shear Link Bozzo en un edificio de 14 niveles en la ciudad de Lima. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 138pp.
- NARVÁEZ Espinoza, Mario. Análisis Comparativo Técnico-Económico de una Edificación de 12 pisos, empleando Amortiguadores de Fluido Viscoso y Disipadores Histeréticos. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. 119pp.
- PAREDES Chiquilín, Eber. Diseño Estructural de un Edificio de 8 Niveles con Disipadores de Energía, Trujillo-La Libertad, 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 138pp.
- LOPEZ, Stewart y PLASENCIA, Carlos. Diseño Estructural del Edificio Multifamiliar las Flores del Golf de 9 Niveles empleando Disipadores de Energía "Shear Link Bozzo". Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 189pp.
- MENA Ramírez, Adriana. Diseño Estructural de un Edificio de Cinco plantas con Estructura Metálica, utilizando Disipadores Sísmicos SLB. Tesis (Ingeniería Civil). Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, 2019. 218pp.

- BOZZO Fernández, Guillermo. Simulación de un Ensayo en mesa Vibrante de una Estructura con Dispositivos de Disipación Sísmica para Viviendas de Bajo Coste. Tesis (Ingeniería Civil). Barcelona: Escola Técnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals Ports, 2018.69pp.
- OCHAETA Gonzales, Farestel. Los Fundamentos del Diseño Aplicados a la Arquitectura. Tesis (Arquitecto). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004.76pp.
- PISCAL Arévalo, Carlos. New Design Considerations for Seismic Isolated Buildings in Colombia. Tesis (Doctor en Ingeniería Civil). Barcelona:Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech,2018.135pp.
- GÓMEZ, Walter y LOAYZA, Yañez.Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de Salud del distrito de Ayacucho. Tesis (Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.102pp.
- MARTÍNEZ Cuevas, Sandra.Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica basada en tipologías Constructivas y disposicion urbana de la Edificacion Aplicacion en la ciudad de Lorca, region de Murcia Tesis (Arquitecto). Murcia: Universidad Politécnica de Madrid,2014.287pp.
- MOSQUEIRA, Miguel y TARQUE, Sabino. Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú,2005.142pp.
- PINTO Coaquira, Grober. Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con Métodos Convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020. Tesis (Ingeniería Civil). Lima:Universidad Cesar Vallejo,2020.99pp.
- QUISPE, Walter y MOLLUNI, Jorge. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones públicas de concreto armado en la zona urbana del distrito de Ocuwiri, prov. Lampa, reg. Puno – 2017 Tesis (Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2018.126pp.
- ROCHEL, Roberto. Analisis y Diseño Sismico de Medellín: Universidad: EAFIT,2012[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. ISBN: 978-958- 720-117-8.

- CIMELLARO, Gian y MARASCO, Sebastiano. Introduction to Dynamics of Structures and Earthquake Engineering.U.S. A: Springer,2018[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. ISBN: 978-3-319-72540-6
- BOZZO Rotondo, Luis.Analisis y Diseño utilizando Disipadores Sísmicos Tipo SLB.Bacerlona,2019.92pp.
- ESQUIVEL, Alejandro y ABARCA, Ricardo.Protección Sísmica de Estructuras. Santiago de Chile:Corporación de Desarrollo Tecnológico,2011[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. ISBN: 978- 956-7911-19-6.
- GENNER Villareal, Castro.Analisis Estructural. [En línea]. Lima, 2009.327pp.
- KASSIMALI,Aslam.Analisis Estructural. [En línea]. 5.ª ed.U.S.A.:Cengage Learning Editores S.A.,2015[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. ISBN:6076196408
- HIBBELER, Russell.Structural Analysis. 8.ª ed. Pearson,2009[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 719pp.ISBN: 13:978-0-13-257053-4
- BARTOLOMÉ, Angel.Analisis de Edificios.Lima 1998.805pp. ISBN: 9972-42-112-0
- DELGADO Contreras, Genaro.Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. EDICIVIL S.R.L.,2001[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].226pp.
- RIVERA Vargas, Darío.Ealuación Simplificada de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes Urbanos.CENAPRED,2007. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021].59pp.
- GUEGUEN, Philippe. Seismic Vulnerability of Structures. ISTE,2013. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021].520pp. ISBN: 978-1-84821-524- 5
- HERNADEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 5.ª ed.Mc Graw Hil,2010[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].324pp.
- NEL Quezada, Nel. Metodología de la Investigación. 1.ª ed.Empresa Editora Macro E.I.R.L.,2010[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].258pp.

- BORJA SUAREZ, Manuel.Metdologia de la Investifacion Cientifica. [En línea],2016. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021].38pp.
- ALVA HURTADO, Jorge. Dinámico de Suelos]. UNI,2016. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 220p.
- BERTERO, Vitelmo.Diseño Basado por Desempeño.ASCE,1992. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021].45pp.
- ICG. E.050 suelos y cimentaciones 2018. RNE,2018[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 46pp.
- ICG. Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. RNE,2018[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 28pp.
- ICG. Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. RNE,2018[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 20pp.
- NORMA ASCE.Requisitos de diseño Sismico de Estructuras con Sistemas de Amortiguación.ASCE7-10[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 09pp.
- HAZUS MH2.1. Multi-hazard Loss Estimation Methodoloty.Eartbuake Model.1999[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 718pp.
- NCSE-02. Cálculo y diseño sismorresistente de edificios. Aplicación de la norma. CIMNE IS-56,2005[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].200pp.
- Nonlinear Response of Stuctures with Sliding base Isolation.Barcelona:Techical University of Catalonia,1995[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].20pp.
- Proceso de Análisis y Diseño utilizando Disipadores Sísmicos tipo SLB. Lima: Proyectos S.L., 1995[fecha de consulta:17 de Julio de 2021].39pp.
- Vulnerability Reduction in Essential Occupancy Reinforced Concrete Structures: Hospitals, Located in Ecuador's High Seismic Hazard Areas. [En línea]. Quito: SCIELO [fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 15pp. ISSN 1390-0129.
- Metodologías de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificios: un estado del Conocimiento. UCLA [fecha de consulta:17 de Julio de 2021].26pp.
- Methodology for the evaluation of seismic vulnerability in reinforced concrete buildings. CIENCIA Y SOCIEDAD. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021]21pp.

•Determination of the performance level of a residential building based on reinforced concrete walls and designed according to Chilean codes.CSM.[fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 15pp.

•VIELMA Perez, Juan.Contribuciones a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios. CIMN,2014. [fecha de consulta:17 de Julio de 2021]. 201pp.ISBN 978-84-941686-9-7.

ANEXOS



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 05 NIVELES SIN Y CON DISIPADORES HISTERÉTICOS"

| Nº | VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|----------------------------------|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | VARIABLE INDEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Diseño Estructural | | | | | | | |
| 1 | DIMENSION 1: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Estudios básicos | | | | | | | |
| 2 | DIMENSION 2: | | | | | | | |
| | Análisis Sismorresistente | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 3 | DIMENSION 3: | | | | | | | |
| | Modelamiento | | | | | | | |
| | VARIABLE DEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Disipadores Histeréticos | | | | | | | |
| 1 | DIMENSION 1: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Shear Link Bozzo | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg Dr. Luis Miguel Bozzo Rotondo DNI: 10839640

Especialidad del validador: Ingeniería Civil Estructural

13 de Junio del 2021

**LUM BOZZO ESTRUCTURAS
Y PROYECTOS, S.L.
B - 63.119.549**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Firma del Experto Informante.

Anexo 1: Firma de validación del instrumento: Dr Luis Miguel Bozzo Rotondo.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 05 NIVELES SIN Y CON DISIPADORES HISTERÉTICOS"

| N° | VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|----------------------------------|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | VARIABLE INDEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Diseño Estructural | | | | | | | |
| 1 | DIMENSION 1: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Estudios básicos | | | | | | | |
| 2 | DIMENSIÓN 2: | | | | | | | |
| | Análisis Sismorresistente | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 3 | DIMENSIÓN 3: | | | | | | | |
| | Modelamiento | | | | | | | |
| | VARIABLE DEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Disipadores Histeréticos | | | | | | | |
| 1 | DIMENSIÓN 1: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Shear Link Bozzo | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg Juan Alfredo Manchego Meza DNI: 45135839

Especialidad del validador: Ingeniería Civil Estructural

11 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Manchego Meza Juan A.
Mg. ING. CIVIL
C.I.P. N° 200810

Firma del Experto Informante.

Firma del Experto Informante.

Anexo 2: Firma de validación del instrumento: Mg Juan Alfredo Manchego Meza.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 05 NIVELES SIN Y CON DISIPADORES HISTERÉTICOS"

| N° | VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | VARIABLE INDEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Diseño Estructural | | | | | | | |
| 1 | DIMENSIÓN 1: Estudios básicos | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 2 | DIMENSIÓN 2: Análisis Sismorresistente | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 3 | DIMENSIÓN 3: Modelamiento | | | | | | | |
| | VARIABLE DEPENDIENTE: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Disipadores Histeréticos | | | | | | | |
| 1 | DIMENSIÓN 1: Shear Link Bozzo | Si | No | Si | No | Si | No | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. TACZA ZEVALLOS, John Nelinho DNI: 10054349

Especialidad del validador: Ingeniería Civil Estructural

12 de Junio del 2021

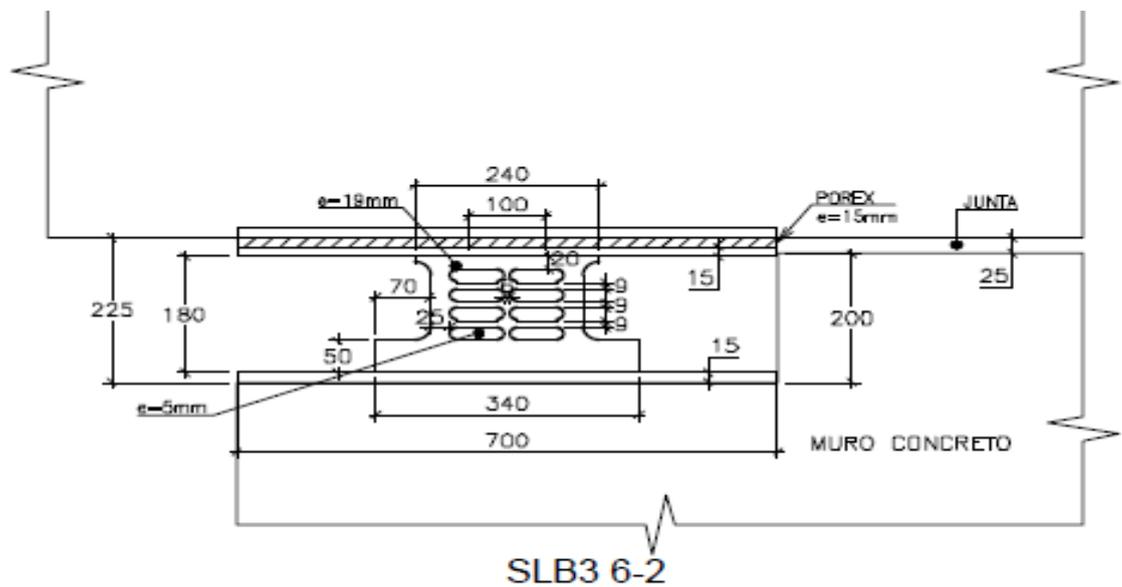


¹Pertinencia: El ítem corresponde al c
²Relevancia: El ítem es apropiado pa
componente o dimensión específica d
³Claridad: Se entiende sin dificultad a
ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems
planteados son suficientes para medir la dimensión

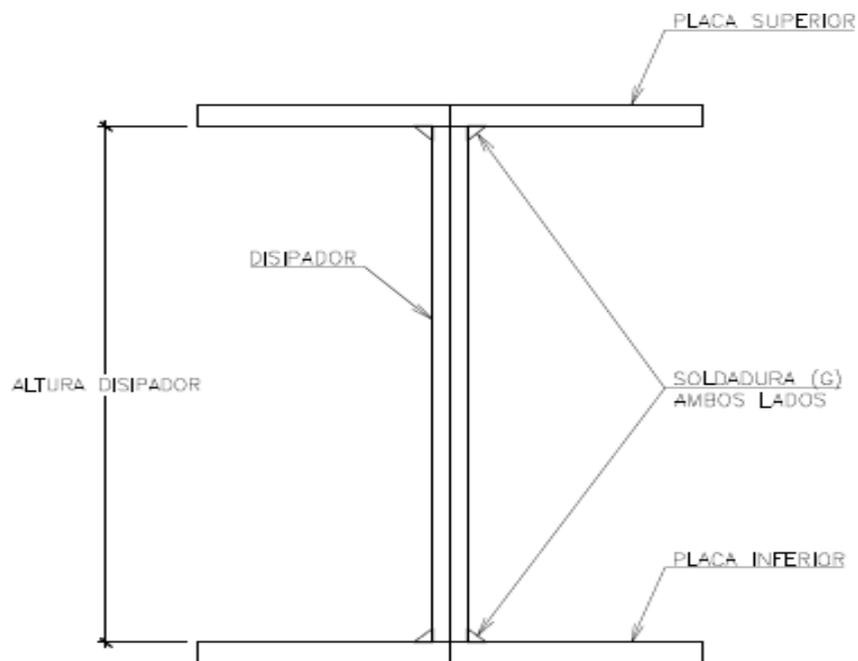
Firma del Experto Informante.

Anexo 3: Firma de validación del instrumento: Dr Tacza Zevallos,
Jhon Nelinho.



DETALLE A PARA SLB3 6-2

ELEVACION

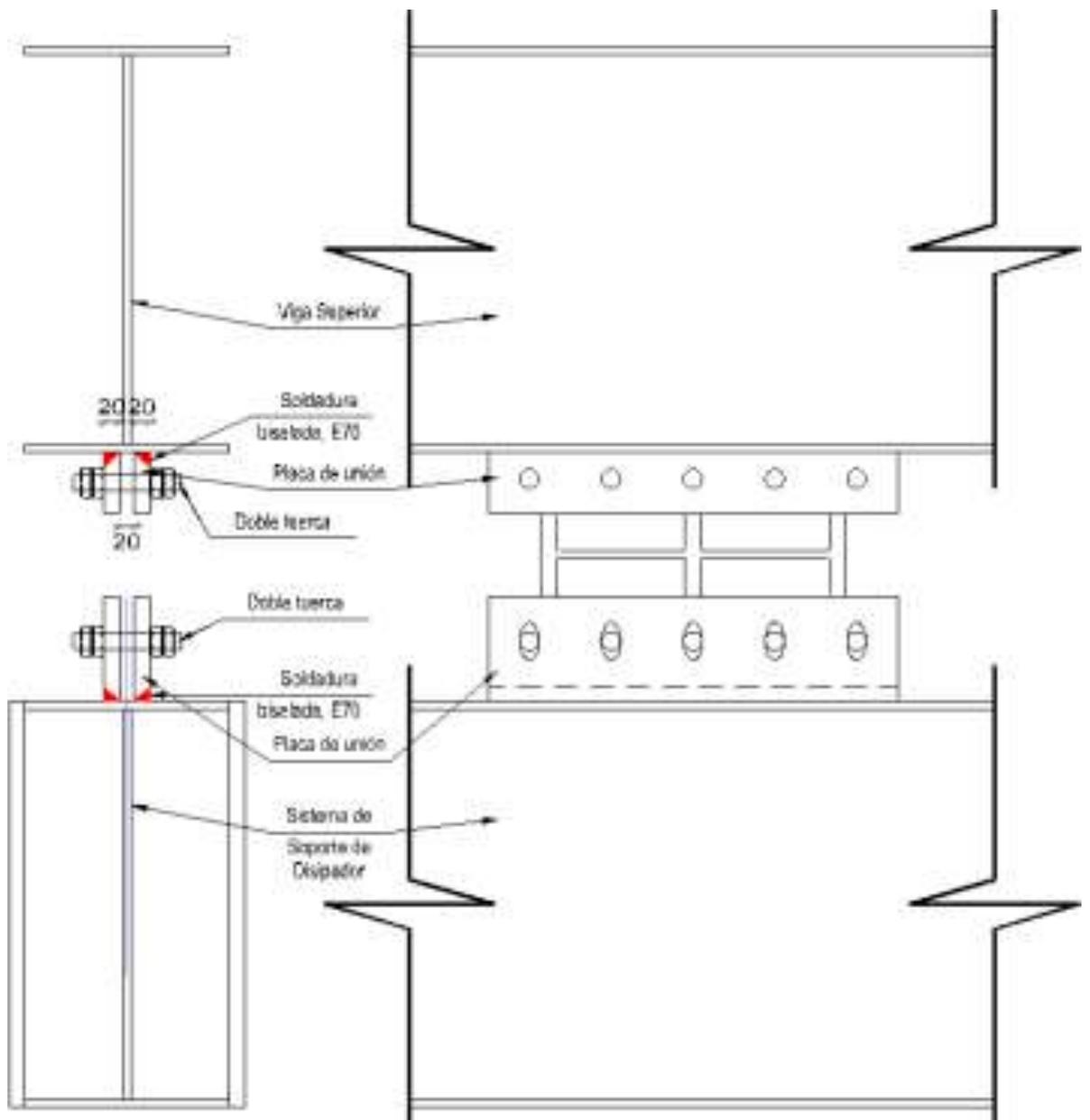


DETALLE 3-SOLDADURA EN DISIPADORES

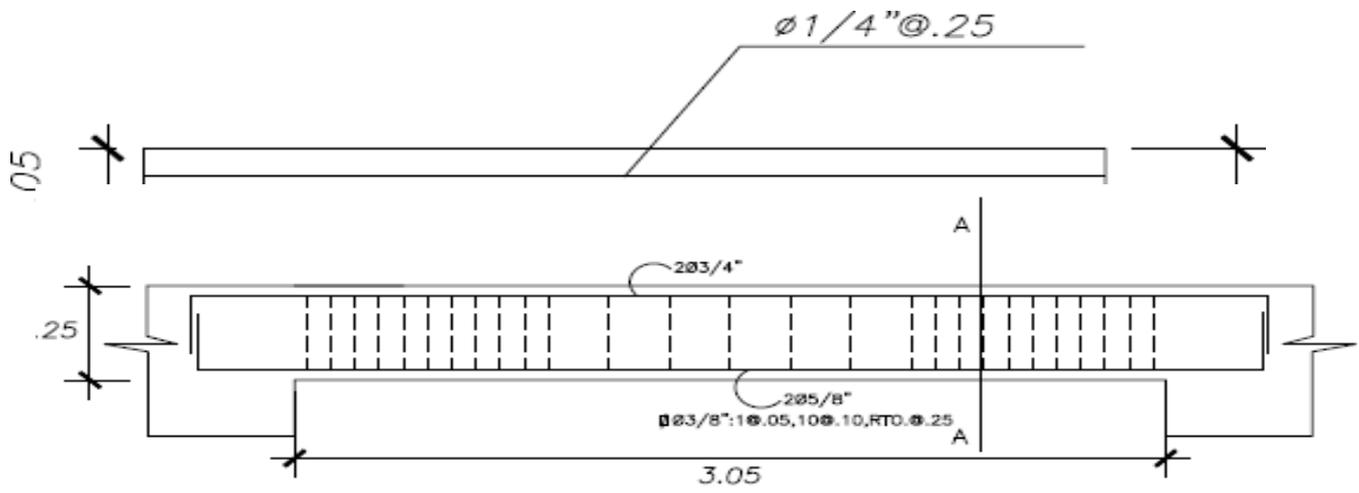
ELEVACION

S/E

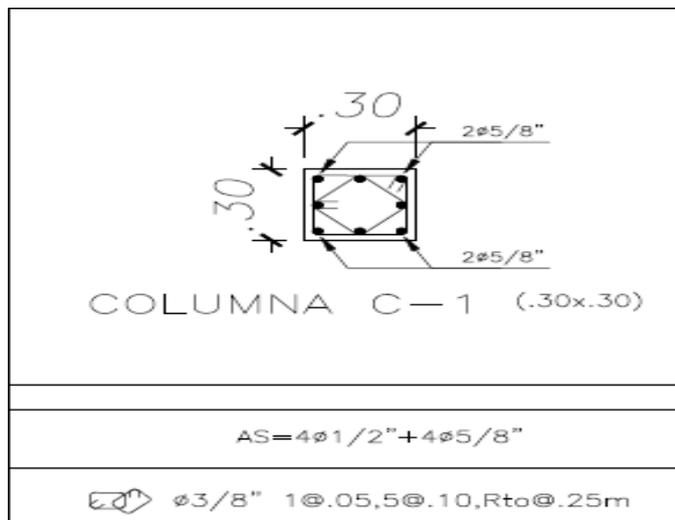
Anexo 4: Detalle "A" y Detalle "3" de los Disipadores SLB.



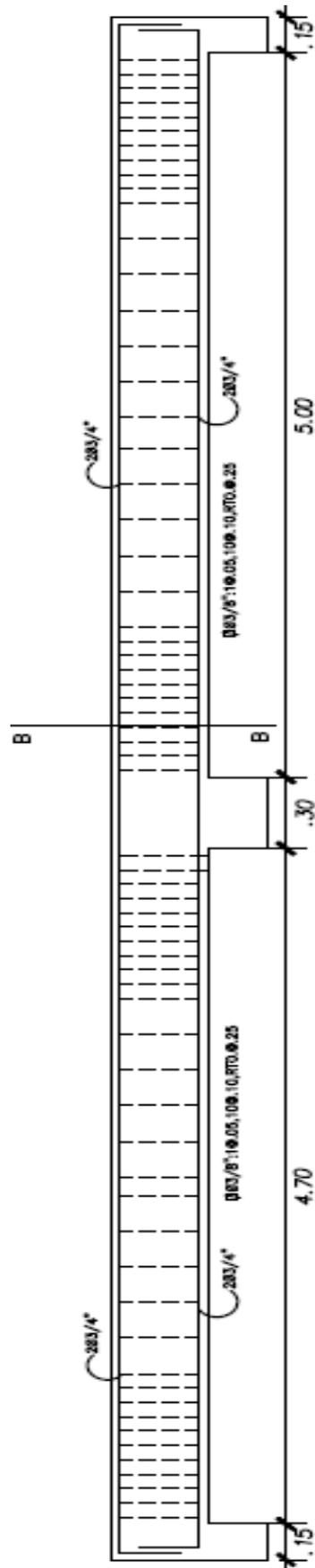
Anexo 5: Proceso de instalación del disipador SLB.



VIGA VS-01 (.25x.25)



Anexo 6: Diseño de los elementos estructurales



VIGA V-02 (.25x.45)

Anexo 7: Diseño de Viga Principal

ACELERACION ESPECTRAL

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

| Tabla N° 4 PERIODOS "T _p " Y "T _L " | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _p (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |

| Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

| | |
|--|------------------|
| Z: Factor de zona | 0.45 |
| U: Factor de uso o importancia | 1.00 |
| S: Factor de amplificación del suelo | 1.05 |
| TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s) | 0.60 |
| TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s) | 2.00 |
| RX: Coeficiente de reducción sísmico en X | 5.40 |
| RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y | 5.67 |
| FACTOR=ZUS_g/R - DIRECCION X | 0.8583760 |
| FACTOR=ZUS_g/R - DIRECCION Y | 0.8176000 |

| | |
|-----|---|
| 2.5 | <p>Factor de Amplificación Sísmica (C)</p> <p>De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:</p> $T < T_p \quad C = 2,5$ $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$ <p>T es el periodo según se define en el numeral 4.5.4 o en numeral 4.6.1.</p> <p>Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.</p> |
|-----|---|

Anexo 8: Aceleración Espectral

| <i>SISMO XX</i> | | |
|-----------------|-------|----------------------|
| T(periodo) | C | Sa PSEUDOESPECTRO |
| 0.0 | 2.500 | 2.146 |
| 0.1 | 2.500 | 2.146 |
| 0.2 | 2.500 | 2.146 |
| 0.3 | 2.500 | 2.146 |
| 0.4 | 2.500 | 2.146 |
| 0.5 | 2.500 | 2.146 |
| 0.6 | 2.500 | 2.146 |
| 0.7 | 2.143 | 1.839 |
| 0.8 | 1.875 | 1.609 |
| 0.9 | 1.667 | 1.431 |
| 1.0 | 1.500 | 1.288 |
| 1.1 | 1.364 | 1.171 |
| 1.2 | 1.250 | 1.073 |
| 1.3 | 1.154 | 0.990 |
| 1.4 | 1.071 | 0.920 |
| 1.5 | 1.000 | 0.858 |
| 1.6 | 0.938 | 0.805 |
| 1.7 | 0.882 | 0.757 |
| 1.8 | 0.833 | 0.715 |
| 1.9 | 0.789 | 0.678 |
| 2.0 | 0.750 | 0.644 |
| 2.1 | 0.680 | 0.584 |
| 2.2 | 0.620 | 0.532 |
| 2.3 | 0.567 | 0.487 |
| 2.4 | 0.521 | 0.447 |
| 2.5 | 0.480 | 0.412 |
| 2.6 | 0.444 | 0.381 |
| 2.7 | 0.412 | 0.353 |
| 2.8 | 0.383 | 0.328 |
| 2.9 | 0.357 | 0.306 |
| 3.0 | 0.333 | 0.286 |
| 3.1 | 0.312 | 0.268 |
| 3.2 | 0.293 | 0.251 |
| 3.3 | 0.275 | 0.236 |
| 3.4 | 0.260 | 0.223 |
| 3.5 | 0.245 | 0.210 |
| 3.6 | 0.231 | 0.199 |
| 3.7 | 0.219 | 0.188 |
| 3.8 | 0.208 | 0.178 |
| 3.9 | 0.197 | 0.169 |
| 4.0 | 0.188 | 0.161 |

Anexo 9: Aceleración Espectral Sismo en "X"

| SISMO YY | | |
|------------|-------|----------------------|
| T(periodo) | C | Sa PSEUDOESPECTRO |
| 0.0 | 2.500 | 2.044 |
| 0.1 | 2.500 | 2.044 |
| 0.2 | 2.500 | 2.044 |
| 0.3 | 2.500 | 2.044 |
| 0.4 | 2.500 | 2.044 |
| 0.5 | 2.500 | 2.044 |
| 0.6 | 2.500 | 2.044 |
| 0.7 | 2.143 | 1.752 |
| 0.8 | 1.875 | 1.533 |
| 0.9 | 1.667 | 1.363 |
| 1.0 | 1.500 | 1.226 |
| 1.1 | 1.364 | 1.115 |
| 1.2 | 1.250 | 1.022 |
| 1.3 | 1.154 | 0.943 |
| 1.4 | 1.071 | 0.876 |
| 1.5 | 1.000 | 0.818 |
| 1.6 | 0.938 | 0.766 |
| 1.7 | 0.882 | 0.721 |
| 1.8 | 0.833 | 0.681 |
| 1.9 | 0.789 | 0.645 |
| 2.0 | 0.750 | 0.613 |
| 2.1 | 0.680 | 0.556 |
| 2.2 | 0.620 | 0.507 |
| 2.3 | 0.567 | 0.464 |
| 2.4 | 0.521 | 0.426 |
| 2.5 | 0.480 | 0.392 |
| 2.6 | 0.444 | 0.363 |
| 2.7 | 0.412 | 0.336 |
| 2.8 | 0.383 | 0.313 |
| 2.9 | 0.357 | 0.292 |
| 3.0 | 0.333 | 0.273 |
| 3.1 | 0.312 | 0.255 |
| 3.2 | 0.293 | 0.240 |
| 3.3 | 0.275 | 0.225 |
| 3.4 | 0.260 | 0.212 |
| 3.5 | 0.245 | 0.200 |
| 3.6 | 0.231 | 0.189 |
| 3.7 | 0.219 | 0.179 |
| 3.8 | 0.208 | 0.170 |
| 3.9 | 0.197 | 0.161 |
| 4.0 | 0.188 | 0.153 |

Anexo 10: Aceleración Espectral Sismo en “Y”

FOTOS DEL EMS- CHACLACAYO



Anexo 11: Fotos del EMS Chaclacayo C-1



Anexo 12: Fotos del EMS Chaclacayo C-1



Anexo 13: Fotos del EMS Chaclacayo C-1



Anexo 14: Fotos del EMS Chaclacayo C-1

| TÍTULO | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|---------------------------|---|--------------------|--|--------------------------|------------------------------|
| Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de 05 niveles sin y con disipadores histeréticos en Chaclacayo 2021 | | | | | | | | | |
| PROBLEMA | OBEJTIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | | Escala de Medición | METODOLOGÍA | | |
| Problema General | Obejtivo General | Hipótesis General | Variable Independiente | Dimensiones | Indicadores | Razón | Tipo de estudio: | | |
| ¿En que medida se diferencia el diseño estructural del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histereticos en Chaclacayo 2021? | Determinar el diseño estructural del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histereticos en Chaclacayo 2021. | La implementación de los disipadores histereticos en la edificacion de 05 niveles Chaclacayo 2021 presentara un mejor desempeño sismico. | Diseño Estructural | Estudios básicos | Estudio de Mecánica de Suelos | | Aplicada | Diseño de investigación: | |
| | | | | Análisis Sismorresistente | Predimensionamiento | | | | No experimental- Transversal |
| | | | | | Metrados de carga | | | | |
| | | | | Modelamiento | Análisis Estático | Nivel: | | | |
| Análisis Dinámico | Descriptivo | | | | | | | | |
| Población: | | | | | | | | | |
| Problemas Específicos | Objetivos Específicos | Hipotesis Específicas | Variable Dependiente | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición | Esta constituida por edificaciones de concreto armado que tengan un sistema estructural de porticos de 05 niveles en Chaclacayo. | | |
| ¿Cuál es la diferencia de deriva del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histereticos? | Calcular la diferencia de derivas del edificio de 05 niveles sin y con disipadores histereticos | El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentará menores derivas según lo solicitado por la norma E0.30 | Disipadores Histereticos | Shear Link Bozzo | Iteración Directa | Razón | Muestra: | | |
| ¿En cuanto varían el periodo de vibración de la edificación de 05 niveles sin y con disipadores histereticos? | Calcular el periodo fundamental de vibraciones de la edificación de 05-nivel y con disipadores histeréticos | El comportamiento de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB presentara menores periodos de vibración. | | | | | Edificio de 05 niveles en Chaclacayo. | | |
| | | | | | | | Muestreo: | | |
| ¿Cuál será el porcentaje de energía disipada de la edificación de 05 niveles con disipadores histereticos? | Calcular el porcentaje de energía disipada de la edificación de 05 con disipadores histeréticos | El análisis de la edificación de 05 niveles con disipadores SLB reducirán el porcentaje de energía disipada de la estructura. | | | Análisis Dinámico No Lineal Tiempo Historia | | No probabilístico por conveniencia | | |

Anexo 15: Matriz de consistencia

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE N° : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1 PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno

PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 33 : 28

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%) | Malla | | Peso retenido | % Retenido | % Retenido acumulado | % Que pasa |
|---|----------|---------------|---------------|------------|----------------------|------------|
| | N° | Abertura (mm) | | | | |
| | 3" | 76.200 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 2" | 50.800 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 1" | 25.400 | 125.6 | 15.7 | 15.7 | 84.3 |
| | 3/4" | 19.000 | 104.3 | 13.0 | 28.7 | 71.3 |
| | 3/8" | 9.500 | 49.0 | 6.1 | 34.8 | 65.2 |
| | N° 4 | 4.760 | 62.6 | 7.8 | 42.7 | 57.3 |
| | N° 10 | 2.000 | 136.5 | 17.1 | 59.7 | 40.3 |
| | N° 20 | 0.840 | 167.4 | 20.9 | 80.6 | 19.4 |
| | N° 40 | 0.425 | 69.7 | 8.7 | 89.3 | 10.7 |
| | N° 60 | 0.260 | 28.8 | 3.6 | 92.9 | 7.1 |
| | N° 140 | 0.106 | 19.1 | 2.4 | 95.3 | 4.7 |
| | N° 200 | 0.075 | 2.4 | 0.3 | 95.6 | 4.4 |
| | - N° 200 | ASTM D 1140 | - | 4.4 | 100.0 | - |

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"

Grava (Ret N° 4) : 42.7 %
Arena : 52.9 %
Fino (Pas. N° 200) : 4.4 %

NTP 339.127, "Contenido de Humedad"

Cont. De humedad : 0.60 %

NTP 339.129 "Límites de Atterberg"

Límite Líquido (L.L.) : NP
Límite Plástico (L.P.) : NP
Índice Plástico (I.P.) : NP

NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)

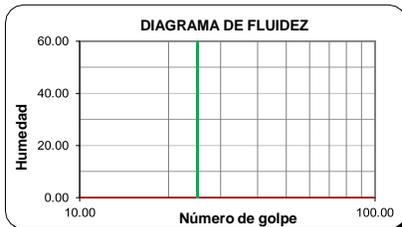
SP
Arena pobremente gradada con grava

ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)

A-1-a

Descripción (AASHTO)

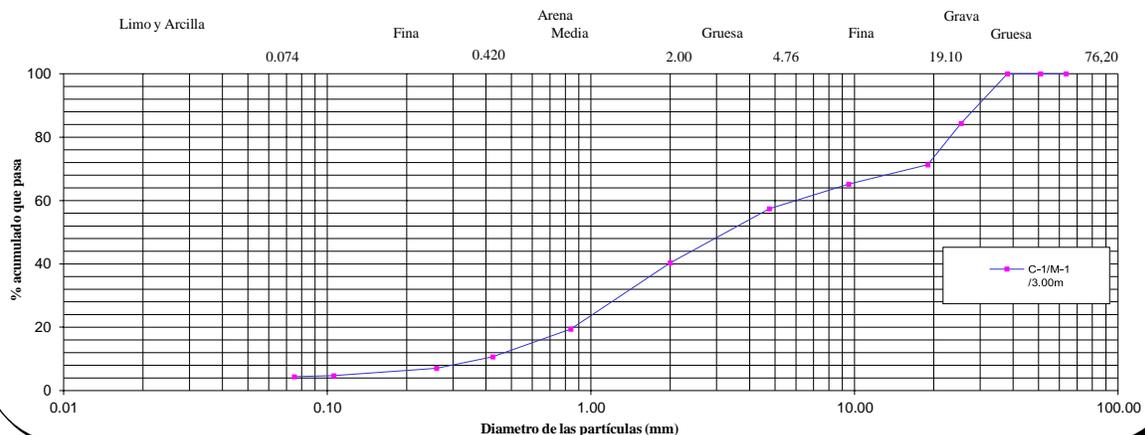
BUENO



OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
- Ensayo efectuado al sue lo natural.
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,
Celular : 949704705, 987524080

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
 PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con
 : Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021
 ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC
 lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-1/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 339.127

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

| DENOMINACIÓN | CONTENIDO DE HUMEDAD | |
|--------------------------------------|----------------------|-------|
| | E - 1 | E - 2 |
| Cápsula N° | 258.0 | 270.0 |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 386.4 | 371.5 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 384.6 | 369.5 |
| Peso del Agua (g) | 1.8 | 2.0 |
| Peso de la tara (g) | 64.6 | 62.2 |
| Peso del suelo seco (g) | 320.0 | 307.3 |
| Contenido de Humedad (RESULTADO) (%) | 0.56 | 0.64 |
| | 0.60 | |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado global natural.

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,

Celular : 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021
: 30 de junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-1/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

ASTM D 1140
MTC E 202

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200

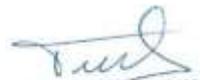
| DESCRIPCION | UNIDADES | DATOS |
|---|----------|------------|
| Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado | (gr) | 1384.4 |
| Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado | (gr) | 1326.0 |
| Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado | (%) | 4.4 |

COMENTARIOS:

-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Víctor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-1/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno

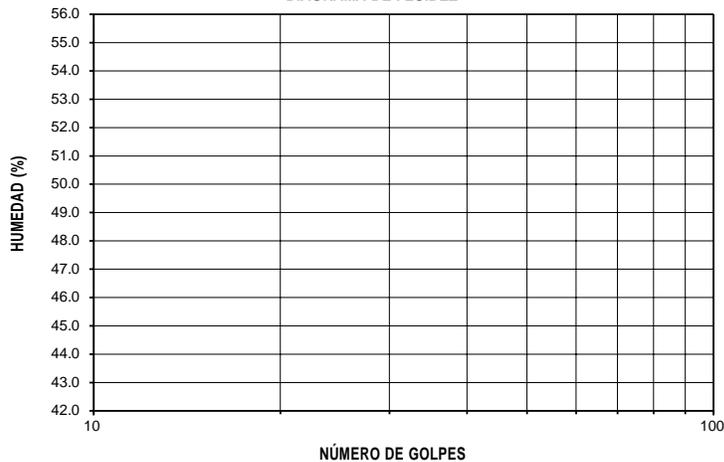
PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

| DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Ensayo N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Cápsula N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | -- | -- | -- | -- | | |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%) **NP**

LÍMITE PLÁSTICO (%) **NP**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) **NP**

COMENTARIOS:

- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

OBSERVACION:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CHRISTIAN TOMÁS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

| | | | |
|--------------------|---|-----------|---|
| SOLICITANTE | : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres | EXPEDIENT | : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC |
| PROYECTO | Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos | ESTUDIO | : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 30 de junio del 2021 | UBICACIÓN | : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima |

REFERENCIA DE LA MUESTRA

| | | | |
|----------------|-----------|--------------|-----------------------------|
| IDENTIFICACIÓN | : C-1/M-1 | PRESENTACIÓN | : 01 Sacos de polipropileno |
| DESCRIPCIÓN | : 3.00m | CANTIDAD | : 05 kg aprox. |

PESO UNITARIO MÍNIMO Y MÁXIMO DE SUELOS

| IDENTIFICACIÓN | PESO UNITARIO MÍNIMO NTP 339.138 (1 999) (g/cm ³) | PESO UNITARIO MÁXIMO NTP 339.137 (1 999) (g/cm ³) |
|----------------|---|---|
| C-1/M-1 | 1.64 | 1.86 |

DENSIDAD RELATIVA (%)

$$D_R = \frac{\rho_{max}(\rho_d - \rho_{min})}{\rho_d(\rho_{max} - \rho_{min})} \times 100$$

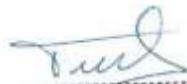
Donde:

D_R : Densidad relativa (%)
 ρ_d : Densidad del suelo en el terreno (Kg/m³)
 ρ_{min} : Densidad seca mínima (Kg/m³)
 ρ_{max} : Densidad seca máxima (Kg/m³)

| IDENTIFICACIÓN | DENSIDAD RELATIVA (%) | DENSIDAD DEL SUELO EN EL TERRENO (g/cm ³) |
|----------------|-----------------------|---|
| C-1/M-1 | 50% | 1.74 |
| | 60% | 1.77 |
| | 70% | 1.79 |
| | 80% | 1.81 |

OBSERVACIONES:

- Muestra Tomada e Identificada por Personal Tecnico de Laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural seco.
- Ensayo efectuado al suelo pasante la malla 1"(19.000mm⁹)



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

IMFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

| | | | |
|----------------------|---|----------------------------|---|
| SOLICITANTE : | Sr. Victor Yancarlo Medina Torres | EXPEDIENTE N° : | 196-2021/LAB GECAT INGENIE |
| PROYECTO : | Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos | FECHA DE RECEPCIÓN: | Lima, 30 de Junio del 2021 |
| ESTUDIO : | Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación | UBICACIÓN : | Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima |

REFERENCIA DE LA MUESTRA

| | | | |
|-----------------------------------|-------|------------------------------------|-------------------------|
| Sondaje : | C-1 | Estado : | Parcialmente saturado |
| Muestra : | M-1 | Veloc. de Ensayo (mm/min) : | 0.50 |
| Profundidad (m) : | 3.00m | Presentación : | 01 saco d polipropileno |
| Clasificación (S.U.C.S.) : | SP | Cantidad : | 6 Kg aprox. |

**NTP 339.171
ASTM - D3080**

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

| DATOS DEL ESPECIMEN | | ESPECIMEN 01 | | ESPECIMEN 02 | | ESPECIMEN 03 | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|-----------------------|---|--|
| | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final | | | | |
| Altura (h) | (cm) | 2.00 | 1.98 | 2.00 | 1.97 | 2.00 | 1.95 | | | | |
| Diámetro (f) | (cm) | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | | | | |
| Densidad Seca (g _s) | (g/cm ³) | 1.79 | 1.92 | 1.79 | 1.90 | 1.79 | 1.95 | | | | |
| Humedad (w) | (%) | 1.50 | 14.20 | 2.30 | 14.60 | 1.60 | 12.90 | | | | |
| Esfuerzo Normal | (Kg/cm ²) | 1.00 | | 2.00 | | 4.00 | | | | | |
| ESPECIMEN 01 | | | | ESPECIMEN 02 | | | | ESPECIMEN 03 | | | |
| Deform. Tangencial (%) | Deform. Vertical (mm) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Deform. Vertical (mm) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Deform. Vertical (mm) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.21 | 0.05 |
| 0.10 | 0.02 | 0.08 | 0.08 | 0.10 | 0.03 | 0.16 | 0.08 | 0.10 | 0.03 | 0.32 | 0.08 |
| 0.20 | 0.03 | 0.12 | 0.12 | 0.20 | 0.04 | 0.24 | 0.12 | 0.20 | 0.05 | 0.50 | 0.12 |
| 0.35 | 0.04 | 0.16 | 0.16 | 0.35 | 0.05 | 0.32 | 0.16 | 0.35 | 0.07 | 0.64 | 0.16 |
| 0.50 | 0.04 | 0.19 | 0.19 | 0.50 | 0.07 | 0.37 | 0.19 | 0.50 | 0.09 | 0.76 | 0.19 |
| 0.75 | 0.05 | 0.23 | 0.23 | 0.75 | 0.08 | 0.44 | 0.22 | 0.75 | 0.12 | 0.90 | 0.22 |
| 1.00 | 0.06 | 0.25 | 0.25 | 1.00 | 0.09 | 0.49 | 0.24 | 1.00 | 0.15 | 0.99 | 0.25 |
| 1.25 | 0.07 | 0.27 | 0.27 | 1.25 | 0.11 | 0.53 | 0.27 | 1.25 | 0.17 | 1.05 | 0.26 |
| 1.50 | 0.08 | 0.30 | 0.30 | 1.50 | 0.12 | 0.57 | 0.29 | 1.50 | 0.18 | 1.15 | 0.29 |
| 1.75 | 0.09 | 0.33 | 0.33 | 1.75 | 0.13 | 0.61 | 0.31 | 1.75 | 0.20 | 1.21 | 0.30 |
| 2.00 | 0.10 | 0.35 | 0.35 | 2.00 | 0.14 | 0.65 | 0.33 | 2.00 | 0.21 | 1.33 | 0.33 |
| 2.50 | 0.10 | 0.38 | 0.38 | 2.50 | 0.16 | 0.71 | 0.36 | 2.50 | 0.23 | 1.44 | 0.36 |
| 3.00 | 0.11 | 0.40 | 0.40 | 3.00 | 0.17 | 0.75 | 0.38 | 3.00 | 0.24 | 1.55 | 0.39 |
| 3.50 | 0.12 | 0.42 | 0.42 | 3.50 | 0.18 | 0.81 | 0.41 | 3.50 | 0.26 | 1.75 | 0.44 |
| 4.00 | 0.13 | 0.45 | 0.45 | 4.00 | 0.20 | 0.88 | 0.44 | 4.00 | 0.28 | 1.84 | 0.46 |
| 4.50 | 0.14 | 0.48 | 0.48 | 4.50 | 0.21 | 0.94 | 0.47 | 4.50 | 0.30 | 1.96 | 0.49 |
| 5.00 | 0.15 | 0.52 | 0.52 | 5.00 | 0.22 | 1.01 | 0.51 | 5.00 | 0.33 | 2.06 | 0.52 |
| 6.00 | 0.16 | 0.57 | 0.57 | 6.00 | 0.23 | 1.10 | 0.55 | 6.00 | 0.36 | 2.24 | 0.56 |
| 7.00 | 0.16 | 0.61 | 0.61 | 7.00 | 0.25 | 1.20 | 0.60 | 7.00 | 0.39 | 2.44 | 0.61 |
| 8.00 | 0.17 | 0.65 | 0.65 | 8.00 | 0.26 | 1.27 | 0.64 | 8.00 | 0.42 | 2.59 | 0.65 |
| 9.00 | 0.18 | 0.67 | 0.67 | 9.00 | 0.27 | 1.31 | 0.65 | 9.00 | 0.44 | 2.66 | 0.66 |
| 10.00 | 0.19 | 0.67 | 0.67 | 10.00 | 0.28 | 1.31 | 0.66 | 10.00 | 0.45 | 2.67 | 0.67 |
| 11.00 | 0.20 | 0.67 | 0.67 | 11.00 | 0.30 | 1.31 | 0.66 | 11.00 | 0.46 | 2.67 | 0.67 |
| 12.00 | 0.22 | 0.67 | 0.67 | 12.00 | 0.31 | 1.31 | 0.66 | 12.00 | 0.47 | 2.67 | 0.67 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
 - * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
 - * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.
- Fecha de Emisión: Lima, 03 de Julio del 2021

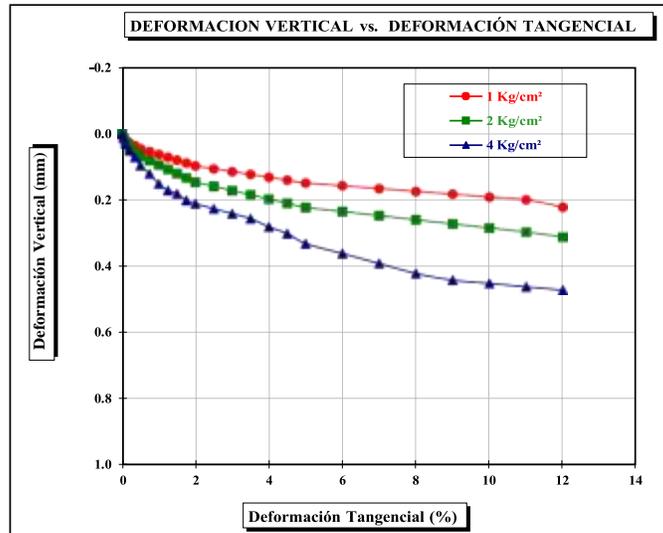
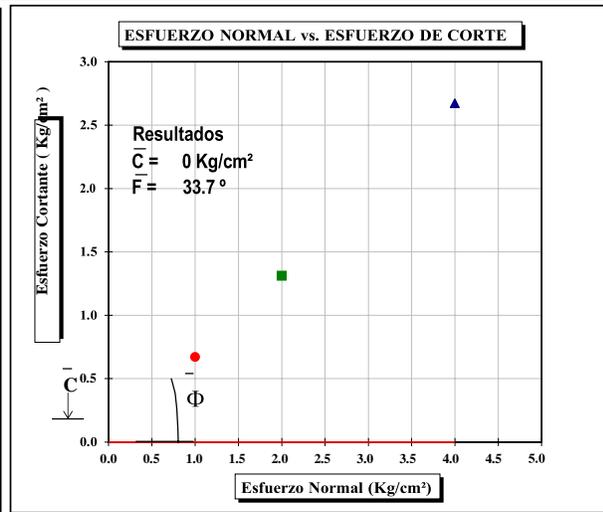
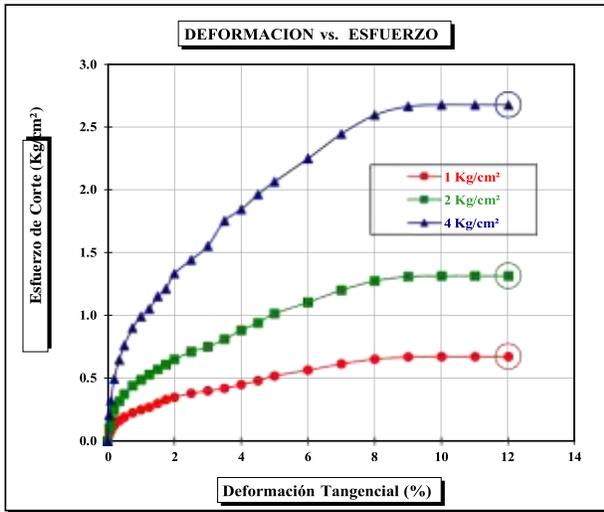


CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

INFORME DE ENSAYO

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO | | | |
|--|---|----------------------------------|--|
| SOLICITANTE | : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores | EXPEDIENTE N° | : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC |
| PROYECTO | : Histeréticos | FECHA DE RECEPCIÓN | : Lima, 30 de Junio del 2021 |
| ESTUDIO | : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación | UBICACIÓN | : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 : 10 de chaclacayo - Lima |
| REFERENCIA DE LA MUESTRA | | | |
| Sondaje | : C-1 | Estado | : Parcialmente saturado |
| Muestra | : M-1 | Veloc. de Ensayo (mm/min) | : 0.50 |
| Profundidad (m) | : 3.00m | Presentación | : 01 saco d polipropileno |
| Clasificación (SUCS) | : SP | Cantidad | : 6 Kg aprox. |
| NTP 339.171 ASTM - D3080 | CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS | | |



CHRISTIAN TOMAS
 GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238805

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
 - * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
 - * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.
- Fecha de Emisión: Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

| | | | |
|-------------|---|-----------------|--|
| SOLICITANTE | : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres | EXPEDIENTE | : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC |
| ESTUDIO | : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación | FECHA RECEPCIÓN | : Lima, 30 de Junio del 2021 |
| PROYECTO | : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos | UBICACIÓN | : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima |

| REFERENCIA DE LA MUESTRA | CONDICIONES AMBIENTALES |
|--|-----------------------------|
| IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1 | TEMP. AMBIENTE (°C) : 22 °C |
| DESCRIPCIÓN : 3.00m | TEMP. MUESTRA (°C) : 22 °C |
| PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno | HUM. RELATIVA : 67 % |
| CANTIDAD : 05 kg aprox. | |

NTP 339.152

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

| IDENTIFICACIÓN | SALES SOLUBLES (ppm) | SALES SOLUBLES (%) |
|------------------|----------------------|--------------------|
| C-1/M-1 3.00m | 2047 | 0.2047 |

OBSERVACIONES:

- Muestra Tomada e Identificada por el Solicitante.
- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión

: Lima, 03 de Julio del 2021



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Víctor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo, MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

| REFERENCIA DE LA MUESTRA | CONDICIONES AMBIENTALES |
|--|-----------------------------|
| IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1 | TEMP. AMBIENTE (°C) : 25 °C |
| DESCRIPCIÓN : 3.00m | TEMP. MUESTRA (°C) : 24 °C |
| PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polietileno | HUM. RELATIVA : 73 % |
| CANTIDAD : 05 kg aprox. | |

NTP 339.177

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

| IDENTIFICACIÓN | CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm) | CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (%) |
|------------------|--|--|
| C-1/M-1 3.00m | 574 | 0.0574 |

- Correlación entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: : T.G.A.
Rev.: : C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

| | | | |
|-------------|---|-----------------|--|
| SOLICITANTE | : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres | EXPEDIENTE | : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC |
| PROYECTO | : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos | FECHA RECEPCIÓN | : Lima, 30 de Junio del 2021 |
| ESTUDIO | : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación | UBICACIÓN | : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima |

| REFERENCIA DE LA MUESTRA | CONDICIONES AMBIENTALES |
|--|-----------------------------|
| IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1 | TEMP. AMBIENTE (°C) : 20 °C |
| DESCRIPCIÓN : 3.00m | TEMP. MUESTRA (°C) : 24 °C |
| PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno | HUM. RELATIVA : 73 % |
| CANTIDAD : 05 kg aprox. | |

NTP 339.178

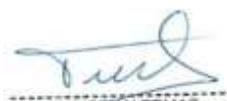
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

| IDENTIFICACIÓN | SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO4 (ppm) | SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO4 (%) |
|------------------|--|--------------------------------------|
| C-1/M-1 3.00m | 406 | 0.0406 |

- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238605

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE N° : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-2/M-1 PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno

PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 33 : 28

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%) | Malla | | Peso retenido | % Retenido | % Retenido acumulado | % Que pasa |
|---|----------|---------------|------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | N° | Abertura (mm) | | | | |
| | 3" | 76.200 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 2" | 50.800 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| | 1 1/2" | 38.100 | 268.0 | 33.2 | 33.2 | 66.8 |
| | 1" | 25.400 | 162.6 | 20.2 | 53.4 | 46.6 |
| | 3/4" | 19.000 | 0.0 | 0.0 | 53.4 | 46.6 |
| | 3/8" | 9.500 | 9.3 | 1.2 | 54.5 | 45.5 |
| | N° 4 | 4.760 | 16.3 | 2.0 | 56.6 | 43.4 |
| | N° 10 | 2.000 | 50.7 | 6.3 | 62.9 | 37.1 |
| | N° 20 | 0.840 | 124.0 | 15.4 | 78.2 | 21.8 |
| | N° 40 | 0.425 | 90.0 | 11.2 | 89.4 | 10.6 |
| | N° 60 | 0.260 | 46.1 | 5.7 | 95.1 | 4.9 |
| | N° 140 | 0.106 | 34.6 | 4.3 | 99.4 | 0.6 |
| | N° 200 | 0.075 | 4.0 | 0.5 | 99.9 | 0.1 |
| | - N° 200 | ASTM D 1140 | - | 0.1 | 100.0 | - |

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"

Grava (Ret N° 4) : 56.6 %
Arena : 43.3 %
Fino (Pas. N° 200) : 0.1 %

NTP 339.127, "Contenido de Humedad"

Cont. De humedad : 4.04 %

NTP 339.129 "Límites de Atterberg"

Límite Líquido (L.L.) : NP
Límite Plástico (L.P.) : NP
Índice Plástico (I.P.) : NP

NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)

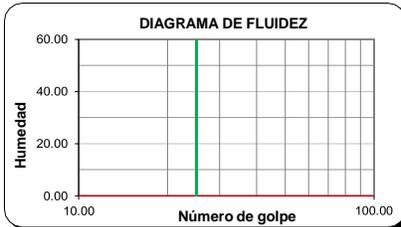
GP
Grava pobremente gradada con arena

ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)

A-1-a

Descripción (AASHTO)

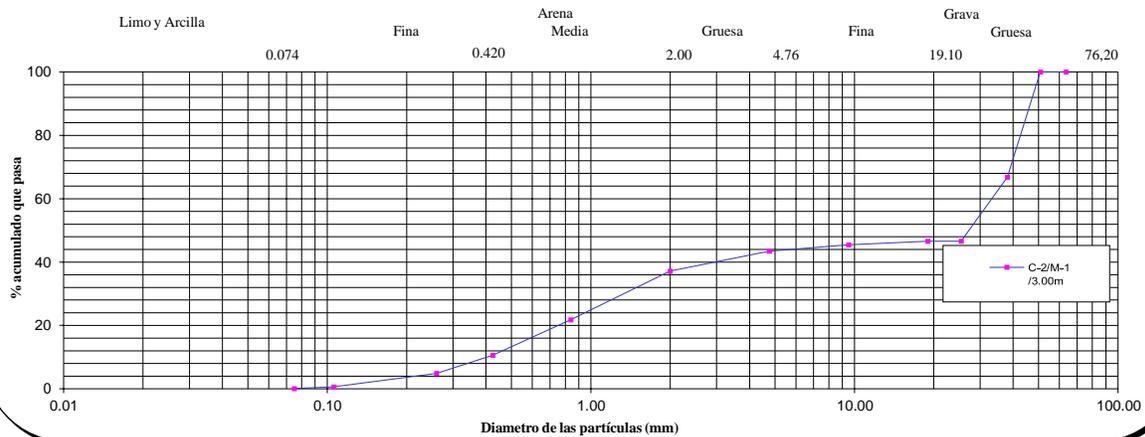
BUENO



OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
- Ensayo efectuado al sueo natural.
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

CURVA GRANULOMETRICA



Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC
 PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con
 : Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021
 ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC
 lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-2/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

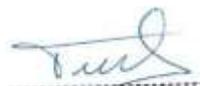
NTP 339.127

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

| DENOMINACIÓN | CONTENIDO DE HUMEDAD | |
|--------------------------------------|----------------------|-------|
| | E - 1 | E - 2 |
| Cápsula N° | 174.0 | 32.0 |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 514.3 | 504.0 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 497.0 | 486.7 |
| Peso del Agua (g) | 17.3 | 17.3 |
| Peso de la tara (g) | 64.6 | 62.2 |
| Peso del suelo seco (g) | 432.4 | 424.5 |
| Contenido de Humedad (RESULTADO) (%) | 4.00 | 4.08 |
| | 4.04 | |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado global natural.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt. 6,

Celular: 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

| | | | |
|-------------|---|-----------------|---|
| SOLICITANTE | : Sr. Victor Yancarlo Medina Torres | EXPEDIENTE | : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC |
| PROYECTO | : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos | FECHA RECEPCIÓN | : Lima, 30 de Junio del 2021 |
| ESTUDIO | : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación | UBICACIÓN | : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima |

REFERENCIA DE LA MUESTRA

| | | | |
|----------------|-----------|--------------|----------------------------|
| IDENTIFICACION | : C-2/M-1 | PRESENTACION | : 01 Costal de polietileno |
| PROFUNDIDAD | : 3.00m | CANTIDAD | : 5 kg aprox. |

ASTM D 1140
MTC E 202

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200

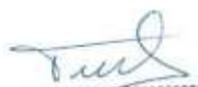
| DESCRIPCION | UNIDADES | DATOS |
|---|----------|------------|
| Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado | (gr) | 1726.9 |
| Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado | (gr) | 1725.0 |
| Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado | (%) | 0.1 |

COMENTARIOS:

-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238005

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Víctor Yancarlo Medina Torres EXPEDIENTE : 196-2021/LAB GECAT INGENIERIA SAC

PROYECTO : Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de 05 niveles sin y con Disipadores Histeréticos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 30 de Junio del 2021

ESTUDIO : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación UBICACIÓN : Trabajadores municipales de chaclacayo MzC lote 9 10 de chaclacayo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-2/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno

PROFUNDIDAD : 3.00m CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

| DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Ensayo N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Cápsula N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | -- | -- | -- | -- | | |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

| | |
|---------------------------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | NP |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

COMENTARIOS:

- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

OBSERVACION:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

Fecha de emisión : Lima, 03 de Julio del 2021

Tec.: T.G.A.

Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.