



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con
la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Alvarez Giraldo, Jesus Alejandro (orcid.org/0000-0002-3380-1782)

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (orcid.org/0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida y su bendición.
A mi madre María, mi tío Alejandro Giraldo,
quienes creyeron en mí y me motivaron a
materializar mis sueños y a toda mi familia un
agradecimiento eterno por su paciencia y
consejos, que me ayudaron a desarrollarme
como profesional y ser una persona de bien.

Agradecimientos

Mi gratitud y admiración a Dios.

A mi madre, María Giraldo y mi tío Alejandro Giraldo por su apoyo.

A mi alma mater, la Universidad Cesar Vallejo, A mi asesora, Dra. Cecilia, por su profesionalismo y claridad a la hora de impartir sus conocimientos.

A mis amigos, quienes siempre estuvieron a mi lado mostrándome su apoyo y constante motivación.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIÓN	69
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo.....	12
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
Tabla 3. Escala de coeficiente de Kappa.....	16
Tabla 4. Coordenadas UTM de los vértices del terreno.....	20
Tabla 5. Zonificación y usos de suelos.....	22
Tabla 6. Predimensionamiento de losa aligerada y vigas.....	28
Tabla 7. Peso de servicio actuantes en las columnas.....	30
Tabla 8. Tipos de columnas.....	31
Tabla 9. Predimensionamiento de columna C1.....	31
Tabla 10. Predimensionamiento de columna C2.....	32
Tabla 11. Predimensionamiento de columna C3.....	32
Tabla 12. Predimensionamiento de columna C4.....	33
Tabla 13. Consolidado de elementos estructurales, sistema estructural, tipo Dual.....	33
Tabla 14. Espesor mínimo de los muros de carga.....	38
Tabla 15. Data extraída del EMS, diseñar el muro de sótano.....	39
Tabla 16. Presión estática del terreno y su efecto dinámico (PAE).....	40
Tabla 17. Cuadro de resumen para combinación de acero /m2.....	42
Tabla 18. Masa de la platea de cimentación.....	46
Tabla 19. Momento de volteo de la edificación.....	54
Tabla 20. Cortantes, momentos de volteo y derivas por número de sótanos.....	58
Tabla 21. Tabla porcentual, por número de sótano	58
Tabla 22. Presiones dinámicas y su influencia ante la variación de niveles de sótano.....	61

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo de modelamiento de la interacción suelo-estructura.....	08
Figura 2. Efectos de la presencia de sótanos en el periodo de vibración.....	09
Figura.3. Efectos de la presencia de sótanos, ante solicitaciones sísmicas	09
Figura 4. Efectos de la presencia de sótanos ante solicitaciones sísmicas	10
Figura 5. Fuerza cortante en columnas espectro de respuesta	10
Figura 6. Fuerza cortante máxima en algunos pilares, análisis tiempo historia	10
Figura 7. Fórmulas para el cálculo de las masas traslacionales de la platea.....	11
Figura 8. Fórmulas para el cálculo de coeficientes de rigidez y coeficiente elástico.	11
Figura 9. Fórmulas para el cálculo de las amortiguaciones relativas, vibraciones	11
Figura 10. Fórmula de Mononobe-Okabe	12
Figura 11. Distribuciones dinámicas de la tierra medidas directamente	12
Figura 12. Esquema del diseño experimental	14
Figura 13. Reporte estadístico del área de estudio	17
Figura 14. Zonificación y usos de suelos del área de estudio	18
Figura 15. Localización del área de estudio. Fuente: Elaboración propia en ArcGIS	20
Figura 16. Referencia cartográfica, predios	21
Figura 17. Georreferenciación del área de estudio.....	22
Figura 18. Ejecución de la Calicata, View estratos.....	23
Figura 19. Área de estudio, muestra de suelo	23
Figura 20. Vista panorámica, CISMID, UNASAM	25
Figura 21. Características físicas del suelo, hoja 20h	26
Figura 22. Distribución en planta de la edificación analizada.....	27
Figura 23. Esquema de la edificación, en elevación.....	27
Figura 24. Esquema de muros anclados	35
Figura 25. Perforación de cables e inyección de lechada.....	35
Figura 26. Esquema de elevación del muro de sótano y anclaje.....	36
Figura 27. Idealización del diseño de muros de sótano	37
Figura 28. Idealización de muro, diagrama de cortante y flexión	38
Figura 29. Esquema de diagrama de presiones en el muro sin la acción del sismo.....	39
Figura 30. Esquema de empuje en el muro con la acción del sismo.....	40
Figura 31. Esquema de los sótanos, deformada 3D.....	41
Figura 32. Esquema de presiones del terreno.....	41
Figura 33. Esquema de la sobrecarga, carga lineal.....	41
Figura 34. Esquema de modelo de Sismo -Mononobe-Okabe.....	41

Figura 35. Esquema de modelo de deformada.....	41
Figura 36. Esquema de Diagrama de momentos flector.....	41
Figura 37. Esquema de Diagrama de fuerza cortante.....	41
Figura 38. Verificación por flexión, muro de sótano.....	43
Figura 39. Verificación por corte muro de sótanos.....	43
Figura 40. Esquema de platea de cimentación y modelamiento final.....	45
Figura 41. Comparativa de los resultados de las derivas máximas de cada nivel.....	50
Figura 42. Tendencia de variación de la deriva máxima en X de la edificación	50
Figura 43. comparativa de los resultados de las derivas máximas de cada nivel.....	51
Figura 44. Tendencia de variación de la deriva máxima de la edificación en Y	52
Figura 45. Periodo de vibración de la edificación.....	53
Figura 46. tendencia de variación del momento de volteo de la edificación	54
Figura 47. Fuerzas cortantes en la base de los muros de corte.	56
Figura 48. Fuerzas cortantes en la base de las placas.....	57
Figura 49. Tendencia de variación de la cortante basal de la edificación	59
Figura 50. La tendencia de variación de la fuerza cortante en las placas.....	60
Figura 51. Presión que ejerce el terreno, en el muro de sótano.....	62
Figura 52. Incidencia de las presiones dinámicas ante la variación de niveles, sótano....	62
Figura 53. Edificación considerando interacción suelo estructura	63

Resumen

A raíz del crecimiento demográfico, la demanda de espacios por habitar en zonas urbanas es directamente proporcional a dicho crecimiento, por lo cual se hace necesario optimizar los espacios urbanos haciendo uso de sótanos. El objetivo es analizar el efecto de los niveles de sótano de la edificación en el comportamiento sísmico estructural considerando la interacción suelo estructura para la ciudad Huaraz, 2021. La investigación se realizó con el método científico de diseño experimental, el tipo de investigación es aplicada, de nivel explicativo, el enfoque de investigación es cuantitativo y no probabilística. La presente investigación presenta el análisis de una edificación de concreto armado de 06 niveles, 01 semisótano y 03 sótanos, diseñado con sistema estructural de tipo dual, en el cual se variaron el número de sótanos y siguiendo dos tipos de modelamiento: el primero considerando un empotramiento perfecto en la base y el otro considerando la interacción suelo estructura. Se verificó que las propiedades mecánicas del suelo inciden íntegramente en los esfuerzos internos de la super-estructura. Se concluye que los niveles de sótanos influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación, por lo que las derivas, cortantes basales y momentos de volteo se incrementan de manera proporcional.

Palabras clave: Modelo dinámico ruso, presiones estáticas, interacción suelo estructural

Abstract

As a result of demographic growth, the demand for living spaces in urban areas is directly proportional to said growth, which is why it is necessary to optimize urban spaces by using basements. The objective is to analyze the effect of the basement levels of the building on the structural seismic behavior considering the soil-structure interaction for the city Huaraz, 2021. The research was carried out with the scientific method of experimental design, the type of research is applied. At an explanatory level, the research approach is quantitative and non-probabilistic. The present investigation presents the analysis of a reinforced concrete building with 06 levels, 01 semi-basement and 03 basements, designed with a dual-type structural system, in which the number of basements was varied and following two types of modeling: the first considering a perfect embedment in the base and the other considering the soil-structure interaction. It was verified that the mechanical properties of the soil fully affect the internal forces of the superstructure. It is concluded that basement levels progressively influence the seismic response of the building, so drifts, basal shears and overturning moments increase proportionally.

Keywords: Russian dynamic model, static pressures, structural soil interaction

I. INTRODUCCIÓN

A raíz del crecimiento demográfico y el progresivo aumento poblacional, la demanda de espacios por habitar en zonas urbanas, es directamente proporcional. En tal sentido esta investigación pretende plasmar el diseño y su análisis de una edificación de concreto armado, con la variación de niveles de sótano con el objeto de conocer su comportamiento estructural, ante solicitaciones sísmicas. En el ámbito internacional, La implementación de edificaciones de concreto armado con sótanos es de vital importancia ante una actividad sísmica o cualquier otro fenómeno natural, en los países norteamericanos estos elementos sirven como refugio de protección ante los tornados o huracanes que azotan los países del hemisferio norte¹. La demanda de espacios para habitar, en las metrópolis, ciudades urbanizadas, continuamente se encuentra en auge. Por ejemplo, debido a esto surgió en 1979 en Japón los hoteles “cápsula”, los cuales aportan un valor vivencial al usuario, así mismo en los últimos años se han ido acrecentando estos nuevos conceptos de alojamiento al sudeste asiáticos y países de occidente; además EE.UU. no es la excepción, ya que ha introducido este concepto vanguardista de alojamiento en sus áreas metropolitanas². Así mismo, debido a la alta densidad poblacional creciente y la necesidad de estacionamientos en las grandes urbes del país asiático, se concibió la idea de plasmar un estacionamiento subterráneo con varios niveles, incorporando un sistema inteligente en la ciudad de Beijing, con tecnología vanguardista, de primer mundo³. En el ámbito nacional, Desde el punto de vista sísmico, se conoce que el Perú es un país que está ubicado en una zona de gran impacto de movimientos sísmicos en la que continuamente ocurren grandes terremotos, ocasionando pérdidas humanas y destrucción de edificaciones⁴. Existen métodos, técnicas de construcción de sótanos que se plasman en países de primer mundo, en ese sentido se adaptaron métodos a la realidad de nuestro país⁵. En el ámbito local, En su gran mayoría, las personas tienen la tendencia de habitar en zonas urbanas céntricas, de una región, provincia o distrito; esto por motivos laborales, salud, estudio u otras razones. Por ende, la demanda de vivienda o edificaciones en estas zonas céntricas de las regiones es alta según el diario El Comercio⁶. Los precios de alquiler y de compra son directamente proporcionales a la demanda, en ese sentido es crucial que las nuevas construcciones que se edifiquen deben aprovechar al máximo el recurso

suelo y sus espacios, pero brindando la seguridad y su economía de sus habitantes. En nuestra capital Lima existen problemas de estacionamiento en varios distritos debido a la creciente demanda en la adquisición de vehículos, y esta situación se ve reflejado también en mayoría de países de América Latina, dándose este fenómeno en correlación al incremento de ingresos per cápita. Las formas de satisfacer la demanda de infraestructura no son directamente proporcionales al aumento poblacional, es decir, dentro de una urbe no existen espacios adicionales para satisfacer el aumento de las demandas, en ese sentido una alternativa viable a la problemática ha sido el de construir infraestructuras subterráneas, “sótanos” destinadas a albergar vehículos⁷. Como ejemplo de esta problemática se concibió la determinación por parte del municipio de San Isidro de implementar un estacionamiento con tres niveles de planta baja en la extensión de la Av. Ribera Navarrete, este proyecto plasmado se presentó como una solución viable a la insuficiencia de estacionamientos⁸. Tomando las palabras del ex alcalde Manuel Velarde Dellepiane, si la idea se aprobara se respetarían todas las áreas verdes: “Ningún proyecto pasará si implica talar un solo árbol o eliminar un centímetro de áreas verdes”⁹. Bajo esa premisa el enfoque de esta investigación pretende analizar estructuras subterráneas ante solicitudes sísmicas. Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el **siguiente problema general**, ¿En qué magnitud influye los niveles de sótanos en el comportamiento sísmico estructural de un edificio considerando la interacción suelo estructura (ISE) en Huaraz, 2021? Así mismo los **problemas específicos**: ¿En qué magnitud las presiones dinámicas incurren en el comportamiento de la edificación con la variación de niveles de sótano, considerando la ISE?, ¿En qué medida la variación de niveles de sótano, influyen en el comportamiento estructural del edificio, ante solicitudes sísmicas?, ¿En qué magnitud la variación de niveles de sótano influye en los esfuerzos generados de la edificación? **Justificación Teórica**: Se pretende dar a conocer cómo se comporta una edificación con varios niveles de sótano, considerando la ISE en los análisis, ya que mediante este modelamiento obtenemos un diseño más cercano a la realidad, ante la ocurrencia de una solicitud sísmica. **Justificación social**: Este tipo de construcciones subterráneas constituye una base sustancial en el camino de construir edificios aprovechando al máximo el área de terreno, así también por un tema de mayor seguridad ante fenómenos como sismos, huracanes y un reordenamiento vehicular inteligente. **Justificación económica**: Desde la

perspectiva económica, las construcciones con niveles de sótanos tienen múltiples propósitos, para lo cual al hacer uso genera un beneficio económico adicional. En tal sentido el informe de investigación coadyuvará a aprovechar el área de terreno al máximo, así mismo también el reordenamiento eficiente de vehículos en zonas urbanas. **Justificación ambiental:** Para los proyectos en los cuales se plasman a nivel subterráneo con sótanos, los aspectos ambientales son diversos; desde la perspectiva física, la determinación de los impactos ambientales asociados a vibraciones, emisiones gaseosas producto de maquinarias, ruido, movimiento de tierras, etc. **Objetivo general:** Analizar el efecto de los niveles de sótano de la edificación en el comportamiento sísmico estructural considerando la interacción suelo estructura - Huaraz 2021. **Objetivos específicos:** Computar las presiones dinámicas del edificio con la variación de niveles de sótano, considerando la ISE. Cuantificar la influencia de los niveles de sótano, en la respuesta sísmica de la edificación. Determinar los esfuerzos internos generados con la variación de niveles de sótano, inducidos por acciones sísmicas. **Hipótesis general:** Los niveles de sótano influyen directamente en el comportamiento sísmico estructural del edificio, considerando la interacción suelo estructura - Huaraz 2021; Así mismo las Hipótesis específicas La presión dinámica máxima de la tierra se incrementa con la profundidad, por tanto, la variación de niveles de sótano considerando la ISE influye en el comportamiento del edificio. Los niveles de sótano influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación. Conocer las magnitudes de los esfuerzos internos considerando el análisis con ISE y sótanos, coadyuva a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales y como teorías tenemos lo siguiente: **A Nivel Internacional:** Tenemos a *Hashash, Youssef; Dashti, Shideh; Walker, Martin; Ellison, Kirk; Gillis, Kenneth; Basarah, Yuamar y Musgrove, Michael. (2018)*. El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de un edificio adyacente de media o gran altura sobre la respuesta sísmica de una estructura de túnel de corte y cobertura y una excavación arriostrada en experimentos de centrifugación y simulaciones numéricas; obteniendo resultados de que los edificios adyacentes transmiten grandes cargas laterales a las estructuras subterráneas durante el movimiento del suelo y que la distribución de la carga no es lineal con la profundidad. La carga es proporcional al cizallamiento de la base del edificio y depende de los detalles geométricos tanto de la estructura subterránea como de los cimientos del edificio; la conclusión es que la presencia

de estructuras adyacentes de altura media y alta aumentaba los incrementos de empuje dinámico en el lado del edificio del túnel en aproximadamente un 13% y un 66%, respectivamente¹⁰. **Naveed, Anwar; Abinayaa, Uthayakumar y Fawad, Najam (2019)** hicieron un estudio sobre la Importancia de la interacción suelo-estructura (ISE) en la respuesta sísmica de edificios, consideran que la base de la edificación se puede idealizar con condiciones de soporte fijas, desechando el efecto de la ISE, sin embargo estudios vanguardistas demuestran que la consideración ISE en el análisis sísmico de las estructuras, puede afectar importantemente las demandas sísmicas previstas y el rendimiento estructural resultante; tuvo como objetivo abordar problemas en el área de la ISE y sus efectos sobre la respuesta dinámica y el comportamiento sísmico de los edificios; además, pretende demostrar la importancia de considerar los efectos de la ISE en el modelado y análisis estructural, tomando como muestra una edificación de cuarenta pisos, se demuestra el efecto de considerar ISE sobre el desempeño sísmico; obteniendo como resultados que, dependiendo del enfoque de modelado utilizado, la consideración de los efectos de la ISE puede afectar el desempeño sísmico pronosticado en diversos grados. Se concluye que la relevancia de considerar los efectos de la ISE en el modelado y análisis estructural al tiempo que se proporcionan conocimientos clave sobre aplicaciones prácticas en proyectos reales¹¹. **Alomari, Jamal. (2019)** tuvo como objetivo estudiar el efecto del piso del sótano y la interacción de la estructura del suelo sobre la respuesta dinámica de los edificios, haciendo uso del software SAP2000. El primer marco es un marco 3-d de 5 pisos sin incluir la masa de suelo debajo de la base de la balsa y sin un piso de sótano. El segundo marco es el mismo marco con un piso de sótano y teniendo en cuenta la masa de suelo debajo de la base de la balsa y alrededor de las paredes del piso del sótano. El tercer marco es el mismo marco teniendo en cuenta la masa de suelo debajo de la base de la balsa, pero sin el piso del sótano; obteniendo resultados plasmando un contraste en los periodos fundamentales de vibración de los casos 1 y 3 (0.477s y 0.529s) indica que la ISE añade flexibilidad a la estructura del edificio; se concluye si consideramos a la ISE y los niveles de sótanos en el análisis dinámico, y haciendo un contraste con las estructuras de base rígida (fija), los cambios en los valores de periodos de vibración, esfuerzos cortantes de los pilares, derivas y las respuesta de otras estructuras son demasiados grandes para ser ignorados¹². Tenemos a **Escobar, Pablo (2019)**, cuyo trabajo tuvo como

objetivo estudiar la interacción suelo-estructura de una vivienda multifamiliar de 7 plantas, en tal sentido se modelaron dos estructuras, una considerando una base rígida, y el segundo modelo se plasmó tomando en cuenta la flexibilidad en la base de la estructura, mediante un análisis con el software ETABS 2015 V2; en los resultados de ambos modelos se demostró que existe una minoración de fuerzas sísmicas, incremento de periodo natural, incremento de desplazamientos en tal sentido que considerando la ISE se consigue un diseño más próximo a la realidad. Se concluye que, al hacer usos de la ISE, los periodos de vibración incrementan hasta un 27%, y por consiguiente incrementan las derivas y merman los esfuerzos internos¹³. **Angulo, Jesús (2017)** tuvo como objetivo plasmar un análisis sísmico de un edificio de siete plantas con sótano, así mismo contrastar la edificación con sus variantes, para esto aplicó tres métodos de estudio: Edificación sin nivel de planta baja y con apoyo inmóvil empotrado en el suelo, Edificio empotrado en la cimentación del sótano, y Edificación empotrada en la cimentación del sótano tomando en cuenta suelo flexible. Se obtuvieron resultados de que en el modelo I existe menores fuerzas internas y desplazamientos en los elementos estructurales contrastados con el modelo que incluye la ISE. Tomando en cuenta un prototipo de un edificio con base rígida en el nivel de planta baja se obtuvieron fuerzas y desplazamientos superiores contrastadas con un modelo que incluye la ISE, esto en base a que se genera una mayor fuerza cortante en el modelo II producto de la rigidez de la base, mientras que en el modelo III se genera menor fuerza cortante debido al efecto de la ISE; se concluye que para el desarrollo de un análisis sísmico que tome en cuenta la ISE es crucial que se cuente con estudio de mecánica de suelo que brinde las características del suelo donde se plasmara la construcción, enfocándonos en conseguir los coeficientes de rigidez equivalentes del mismo¹⁴. **Villarreal, Genner (2017)** desarrolló una investigación denominada “Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con plateas de cimentación”, tuvo como objetivo, determinar el método de cálculo de edificaciones con losas de cimentación, tomando en cuenta la flexibilidad del suelo de fundación, cuyo sistema constructivo tiene un uso bastante frecuente en la práctica; se obtuvieron los siguientes resultados, el cómputo sísmico con apoyo de los modelos dinámicos de ISE, nos señala que la flexibilidad de la base de fundación incide de modo directo en la determinación de los parámetros de cálculo; se concluye que el uso del modelo dinámico de la Norma rusa es el que mejor se adapta al entorno peruano,

para el contexto específicamente interacción suelo-plata-superestructura¹⁵. **Amosova, L. y Dolgoplov, V. (2020)** tuvieron como objetivo estudiar el cálculo del comportamiento interactivo entre suelos y estructuras de marco, las cargas de cimentación obtenidas del análisis de la estructura se llevan a cabo sin tener en cuenta el hundimiento del suelo, y los asentamientos de cimentación se estiman asumiendo una estructura perfectamente flexible. Se obtuvieron los siguientes resultados, que la redistribución de la carga cambia significativamente la naturaleza y reduce las diferencias en los cálculos; además, se encontró que las cargas sobre los soportes aumentan o disminuyen debido a la consideración de la influencia de la interacción entre el suelo y la estructura. Se concluye que, descuidar la interacción entre suelos y estructuras puede llevar a que la estructura sea insegura o innecesariamente costosa. Por eso, las estructuras y sus suelos de soporte deben considerarse como un solo sistema¹⁶. **Resende, Bruna; Souza Henor y Gomes Adriano (2018)** tuvieron como objetivo estudiar el análisis de la influencia del suelo en el desempeño térmico de dichos cuartos subterráneos en un edificio a nivel del suelo, vía el software EnergyPlus. Se obtuvieron resultados de que cuando el efecto del suelo es considerado en los análisis térmicos de la edificación, la temperatura interna de las habitaciones subterráneas se eleva hasta un 8,9% en el verano, y se reduce hasta un 5,3% en el invierno. Se concluye que la relevancia de considerar el suelo en las evaluaciones de rendimiento térmico de un edificio a nivel del suelo se convierte en un componente esencialmente relevante para las edificaciones brasileras que habitualmente no disponen de aislamiento térmico¹⁷. **Bouchot, Emie y Delatour, Jean (2016)** elaboraron una investigación denominado, “Reciclaje del agua en su sótano”; tuvo como objeto la construcción de un sistema para tratar agua al interior de la vivienda, en base a que algunos países desarrollados o en desarrollo sufren la escasez de agua, una muestra es el estado de California en EE.UU. cuyo país experimenta sequías severas, por tal motivo ha llevado a la perforación de acuíferos subterráneos; se obtuvieron resultados de que la fricción contra las paredes es la razón principal por la que la velocidad es casi nula a lo largo de las paredes. Se concluye que el flujo supuestamente será uniforme en la parte superior, relativamente lento en la unión de la esquina entre las partes del cono y el cilindro, y aumentará gradualmente al acercarse a la salida desde todas las direcciones posibles¹⁸. Artículos científicos **Gerailim Mikola Roozbeh; Candia Gabriel; Sitar Nicolás (2016)** tuvieron como objetivo estudiar las presiones

sísmicas de la tierra sobre estructuras de contención y muros de sótanos con el propósito de comprender la distribución y la cantidad de presiones sísmicas de la tierra en las estructuras de retención en voladizo. Obteniendo como resultados, en base a las observaciones generales que la presión sísmica de la tierra aumenta monótonicamente con la profundidad. Se concluye que la importancia de los resultados de esta investigación se aplique directamente a materiales secos sin cohesión y de densidad media¹⁹. **Yetty, Saragi; Masyhur, Irsyam y Roesyanto, Hendriyawan (2020)** tuvieron como objetivo estudiar la interacción de la estructura y el suelo en el muro del sótano con variantes en la distancia y profundidad del sótano en la clase de suelo SE. Tuvo como propósito la determinación de la presión lateral del suelo en el muro de sótano como consecuencia de un terremoto. El análisis de la ISE, se realiza modelando el suelo “suelo blando” local con variaciones en la profundidad del sótano y la distancia del sótano adyacente para obtener la distribución de presión lateral debido a la carga dinámica. Obteniendo resultados del valor de desplazamiento superficial $\neq 0$, cuyo valor aumenta hasta que el mayor valor de desplazamiento se encuentra a 20m de profundidad y se reduce a cero en la profundidad del lecho rocoso. Se concluye que el parámetro más influyente para el desplazamiento del suelo es la distancia del sótano y luego la profundidad del sótano. El parámetro más influyente en las fuerzas laterales es la profundidad del sótano seguido de la distancia del sótano²⁰. **Dabhil; Agrawal y Patel (2020)** tuvieron como objetivo desarrollar el estudio de Interacción de la estructura y suelo para dicho sistema de sótano de la construcción de pisos de malta para diferentes suelos, realizando un análisis estático en el software ETABS. Se evaluó y analizó una edificación con sus variantes en diferentes áreas de sótano, en niveles de plantas, así mismo con distintos tipos de suelo para el análisis dinámico. Obteniendo resultados para el desplazamiento del edificio, encontrándose de que para la base fija, la base rocosa y la base del suelo firme el desplazamiento muestra un valor bajo en comparación con la base del suelo blando y la base del suelo medio. Se concluyó que a medida que aumentamos el área del sótano, el cortante y el momento base disminuyen y el desplazamiento, la desviación del piso y el periodo de tiempo aumentan²¹. Y como **bases teóricas:** relacionadas a las variables tenemos los siguientes: Cuando hablamos de interacción suelo-estructura, nos referimos a un trabajo en conjunto suelo-cimentación-superestructura. Se hará uso del Modelo Dinámico (MD) de la norma

rusa (SNIP, 2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente. Así mismo para el cómputo de las presiones de los muros perimetrales se empleará del método de Mononobe-Okabe; consecuentemente la escala de medición es de tipo razón, en tal sentido se cuantificarán los indicadores mediante un análisis sísmico a la edificación, haciendo usos del software ETABS en su versión v19.

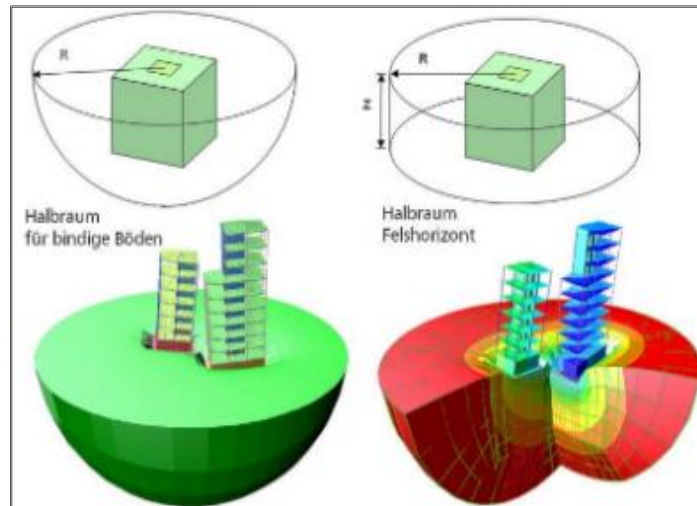


Figura 1. Ejemplo de modelamiento de la interacción suelo-estructura.
Fuente: rib-software.

En el escenario contemporáneo, debido a la menor disponibilidad del suelo, las construcciones se orientan en rumbo vertical, en tal sentido se realizará el dimensionamiento del conjunto de elementos de la edificación del sistema dual, su escala de medición es de tipo razón, en tal sentido se cuantificarán los indicadores haciendo uso de herramientas de cálculo, Excel, ETABS, GEO5, considerando para el análisis el coeficiente de rigidez equivalente del suelo de la zona de estudio. Jamal Ahmad Alomari, Amman Jordania, en su investigación efecto de sótanos en el periodo de vibración y otras respuestas sísmicas de los marcos CR. Plasmaron un análisis de una estructura del edificio, que incluía dos sótanos, contrastando con el edificio sin sótanos y haciendo una comparación evaluaron resultados de desplazamientos en el techo, la cortante en la base, el periodo de vibración, etc. (Ver figura 2,3,4,5,6). Con el objeto de estudiar el efecto de la presencia de los sótanos y la ISE en el comportamiento dinámico, se consideraron tres pórticos de edificios cada uno con características diferenciales.

M1: Estructura exteriorizando las juntas y los números de miembros en el plano.

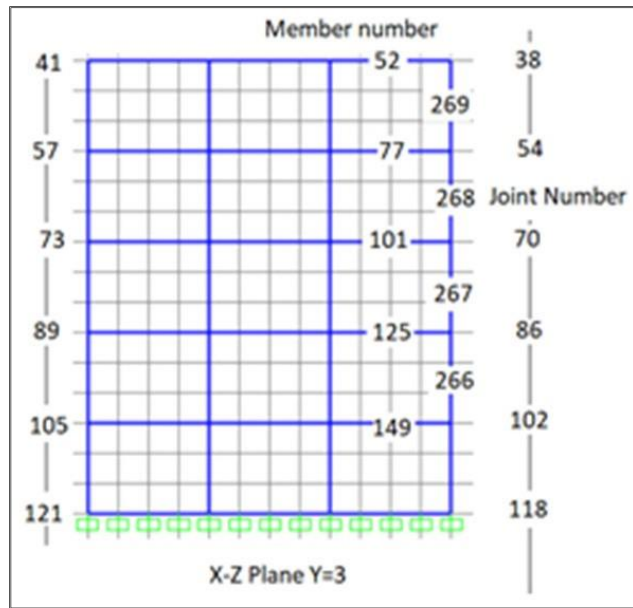


Figura 2. Efectos de la presencia de sótanos, en el periodo de vibración.
Fuente: rib-software.

M2: Estructura del edificio, incluyendo el suelo debajo de los cimientos y el número de miembros en el plano.

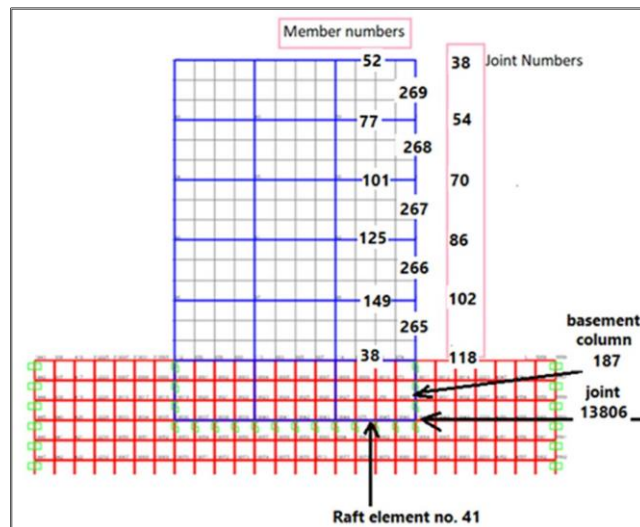


Figura 3. Efectos de la presencia de sótanos, ante solicitaciones sísmicas.
Fuente: rib-software.

M3: Estructura del edificio considerando el suelo bajo la cimentación.

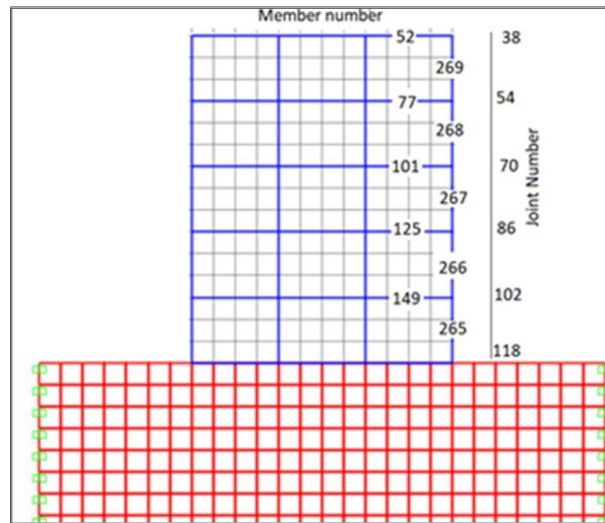


Figura 4. Efectos de la presencia de sótanos ante solicitaciones sísmicas.
Fuente: rib-software.

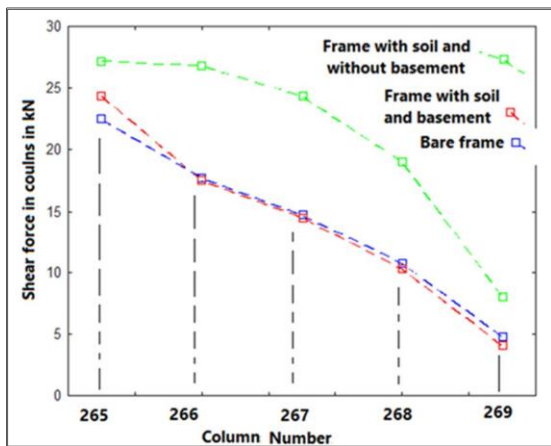


Figura 5. Fuerza cortante en columnas espectro de respuesta.
Fuente: Investigación de la Universidad Al-Ahliyya Amman.

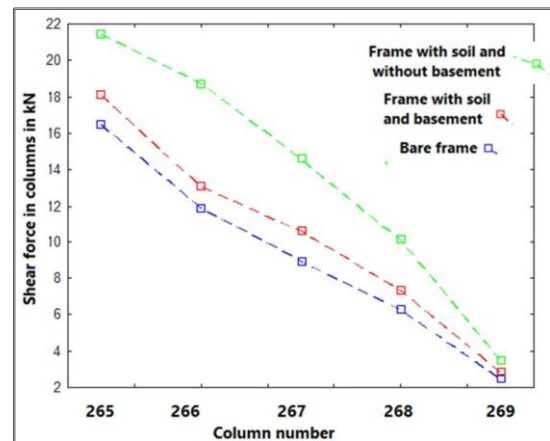


Figura 6. Fuerza cortante máxima en algunos pilares, análisis tiempo historia.
Fuente: Investigación de la Universidad Al-Ahliyya Amman.

Fórmulas, para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente:

$$M_t = M_x = M_y = M_z = \frac{P_{platea}}{g} = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot c}{g} \quad (\text{T} \cdot \text{s}^2/\text{m})$$

$$M_{\varphi_x} = M_t d^2 + I_{mx} = M_t \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_t b^2}{12} \quad (\text{T} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m})$$

$$M_{\varphi_y} = M_t d^2 + I_{my} = M_t \left(\frac{c}{2}\right)^2 + \frac{M_t a^2}{12} \quad (\text{T} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m})$$

$$M_{\psi_z} = I_{mz} = \frac{M_t (a^2 + b^2)}{12} \quad (\text{T} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m})$$

Figura 7. Fórmulas para el cálculo de las masas traslacionales respecto a los ejes centroidales y las masas rotacionales respecto a los ejes de contacto suelo-platea.

Fuente: Ph.D. Genner Villarreal Castro, ISSE.

$$K_z = C_z A \quad ; \quad K_x = C_x A \quad ; \quad C_x = 0,7 C_z$$

$$K_\phi = C_\phi I_\phi \quad ; \quad K_\psi = C_\psi I_\psi \quad ; \quad C_\phi = 2 C_z \quad ; \quad C_\psi = C_z$$

$$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$$

Figura 8. Fórmulas para el cálculo de coeficientes de rigidez y coeficiente elástico, Norma Rusa SNIP (2.02.05-87).

Fuente: Ph.D. Genner Villarreal Castro, ISSE.

$$\beta_x = 0,6 \beta_z$$

$$\beta_{\varphi_x} = \beta_{\varphi_y} = 0,5 \beta_z$$

$$\beta_{\psi_z} = 0,3 \beta_z$$

Figura 9. Fórmulas para el cálculo de las amortiguaciones relativas para las vibraciones horizontales y rotacionales.

Fuente: Ph.D. Genner Villarreal Castro, ISSE.

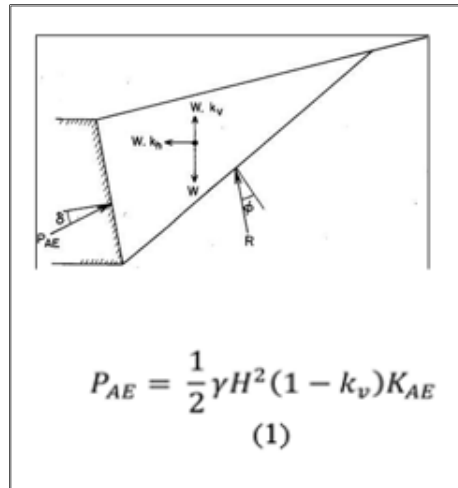


Figura 10. Fórmula de Mononobe-Okabe.

Fuente: Revista de física: serie de conferencias, Art. Yetty Saragi.

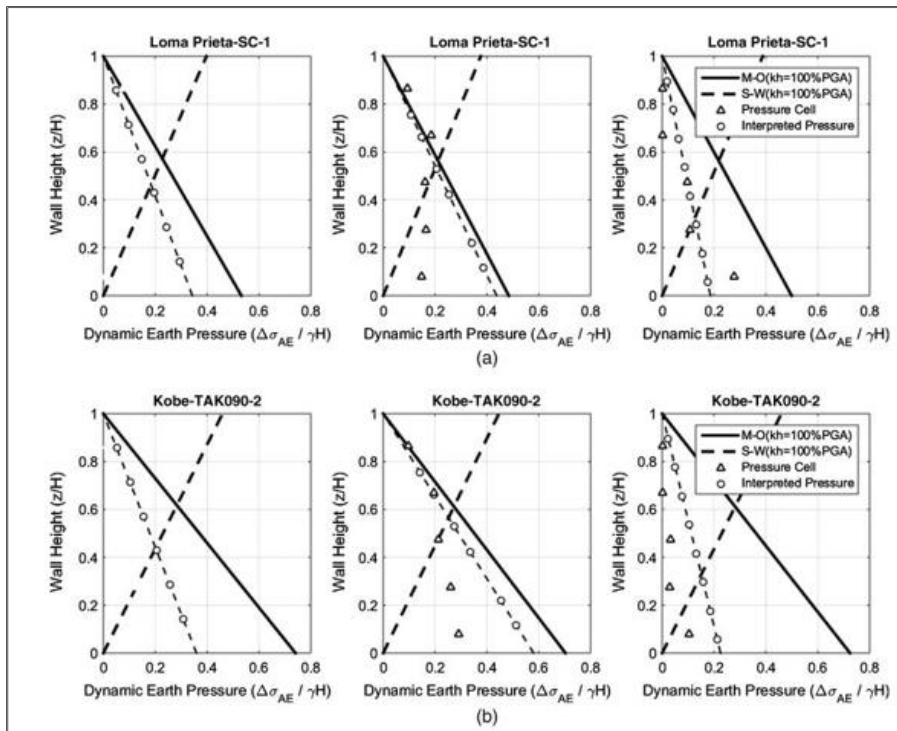


Figura 11. Distribuciones dinámicas de la tierra medidas directamente e interpretadas a partir de los sensores de presión y el extensómetro, los datos de la célula de carga y la estimación de M-O y S-W en muros de sótano.

Fuente: Art. Gerailim Mikola Roozbeh; Candia Gabriel; Sitar Nicolás

Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	V _s	N ₆₀	S _u
S0	>1500 M/S	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 Kpa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S3	<180 M/S	<15	25kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: E-030, Norma Sismorresistente.

II. METODOLOGÍA

Tipo, enfoque y diseño de investigación: Tipo de la investigación La investigación aplicada requiere de los descubrimientos y avances de la investigación básica, en tal sentido está vinculado con la básica. Además, busca la aplicación de conocimientos previos adquiridos²²; por tanto, implica el conocer para actuar, hacer, construir y modificar²³. La presente investigación es de tipo aplicada, ya que recurre a conocimientos previos, para conocer, solucionar y aplicar conocimiento a problemas que la sociedad demanda. En esta investigación se busca conocer las derivas, fuerzas, periodos, etc. de una edificación con niveles de planta baja y sin planta baja, en ese sentido hace usos de conocimientos previos y a la vez se enriquece más. **Enfoque de la investigación:** El enfoque cuantitativo es sucesivo y probatorio, cada etapa antecede al consecutivo, el orden es inexorable, aunque podemos redefinir alguna etapa²⁴. La presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, en base a que los indicadores midieron el comportamiento estructural ante una sollicitación sísmica, consecuentemente la información recabada tiene carácter cuantificable, por tanto, las matrices de operacionalización y de consistencia sustentaron lo referido. **Diseño de la investigación** El diseño experimental se basa en maniobrar intencionalmente la variable independiente de un prototipo para observar y cuantificar sus efectos en la variable dependiente²⁵. De acuerdo a la técnica de contrastación, el diseño es de tipo cuasi experimental, en base a que en la investigación se seleccionó grupos previamente establecidos (criterio del investigador); así mismo, se pretendió tomar una acción y ver el resultado, manipulando la variable independiente “sótanos”, se midió el efecto que tiene sobre la variable dependiente “comportamiento sísmico estructural de un edificio con la ISE”.

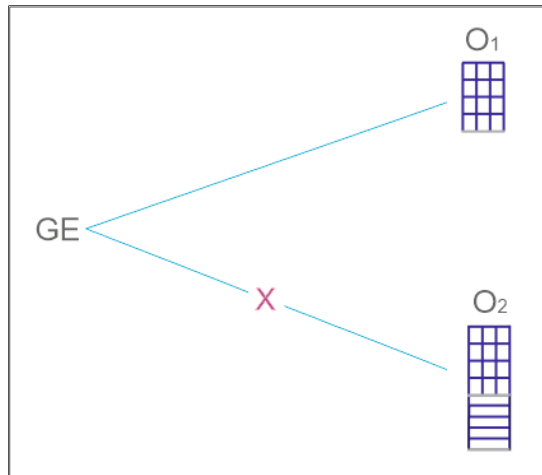


Figura 12. Esquema del diseño experimental.
Fuente: Elaboración propia.

Donde:

GE: Grupo experimental.

O1: Observación experimental 1 (Medición del comportamiento sísmico estructural sin considerar la acción de la variable experimental).

O2: Observación experimental 2 (Medición del comportamiento sísmico estructural considerando la acción de la variable experimental).

X: Variable experimental (Niveles de sótano).

Nivel de investigación En la investigación correlacional, el investigador mide dos variables, las cuales constituyen una relación estadística, (correlación)²⁶. La presente investigación es de carácter correlacional, por tanto, trata de descubrir como varía el comportamiento estructural de la edificación en relación a intensidad, movimiento y dirección ante solicitaciones sísmicas, a medida que se incluyen varios niveles de sótano. **Variables y categorías: Variable Independiente**, La variable independiente (VI) es la controlada, la que varía para analizar sus efectos en la otra variable (VD)²⁷. En el presente estudio, la variable independiente está representada por los sótanos, se evaluó su capacidad de incidencia en el comportamiento estructural de la variable dependiente (ver Anexo 01). **Variable dependiente**, La variable dependiente (VD) es la variable que se investiga y se mide²⁸. En el presente estudio, la variable dependiente viene a ser el comportamiento sísmico estructural del edificio con la interacción suelo-estructura (ver Anexo 01).

Población y muestra: La población o también llamado universo, es el grupo total de objetos o individuos que tienen ciertas características comunes visualizables²⁹.

Generalmente es inviable estudiar a la población de manera integral, esa inviabilidad surge por motivos de costo, disponibilidad, tiempo, recursos; por tanto, para poder estudiarla tiene que estar demarcada en tiempo y espacio³⁰. En el presente estudio se considera una población infinita, en base a que puede existir muchos diseños que se pueden hacer, edificaciones de 6 plantas con un semisótano y 3 niveles de sótano de concreto armado (ver Anexo 9). **Muestra**, la muestra viene a ser una fracción de la población que se elige para la obtención de la información³¹. Para nuestro caso, la muestra está representada por la edificación de concreto armado indicada anteriormente. Las características de la muestra están en base al plano de parámetros urbanísticos (zonificación y usos de suelos), donde se observó que, en el sector de Villon Alto, corresponde la zonificación RDA R5: zonificación residencial para fines de edificación (ver figura 13,14) delimita a un número de 6 pisos como máximo. **Muestreo** el muestreo no probabilístico se define como un procedimiento en el cual se selecciona de manera totalmente arbitraria a los sujetos informantes³². Por tanto, la presente investigación es no probabilística, en base a que se trabajó a criterio del investigador para determinar la muestra, tomándose en base a los criterios de ubicación, características de los planos de zonificación, variables que interactuaron desde la etapa de su concepción hasta los resultados finales. **Unidad de análisis**, también denominado unidad elemental, se entiende a cada uno de los componentes de un conjunto que se desea examinar³³. La unidad de estudio fue determinada por la categoría de la edificación tipo A1, de 6 plantas y 3 niveles de sótano, compuesta por un sistema dual, ubicado en la ciudad de Huaraz, departamento de Ancash (ver Anexo 09). **Técnicas e instrumentos de recolección de datos** Representa las maneras o formas de obtener la información³⁴. **Técnicas** Grupo de procedimientos y reglas que permiten al investigador constituir un nexo con el objeto de la investigación³⁵. La presente investigación empleo la técnica de observación directa para el proceso de acopio de información, como también para el análisis de resultados y discusión de los mismos. **Instrumentos**, representa un mecanismo que usa el indagador para recoger y registrar la información³⁶. En la actual investigación se hizo uso del instrumento de fichas de recolección de datos, software Etabs, hojas de cálculo que desarrolló el investigador, y le dio validez por juicio de expertos, (ver tabla 2).

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Descripción	Técnicas	Instrumento
Cuantía de niveles de sótanos	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Masa del sótano	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Presión dinámica del terreno	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (E.050)
Esfuerzos	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Coefficiente de Rigidez Equivalente	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (SNIP - 2.02.05-87; NTP 339 171)
Aceleración del suelo	Recopilación documental	Ficha de resultados de laboratorio (E.030)
Ratio	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Desplazamiento horizontal relativo	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Periodo de vibración	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Momentos	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Desplazamientos	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Fuerzas axiales	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Cortante basal	Observación experimental	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Validez Precisa al grado en que un instrumento mide verdaderamente la variable que desea medir, así mismo la validez debe asegurar la credibilidad y la autenticidad del estudio³⁷. A efectos del mismo, los instrumentos de investigación plasmados fueron validados por juicio de profesionales especialistas. El instrumento aplicado a los especialistas, dio como fuerza el valor de 0.874; de acuerdo a Oseda (2011), la fuerza de acuerdo es “Excelente validez” (ver Tabla 3).

Tabla 3. Escala de coeficiente de Kappa

< 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1.00	Validez Perfecta

Fuente: Reproducida de Oseda (2011).

Procedimientos. El procedimiento que se ha seguido fue de manera metódica, y en función a los indicadores, se visitó la municipalidad provincial de Huaraz solicitando el plano de zonificación de uso de suelos, los parámetros urbanísticos del área de estudio, donde se observó que, en el sector de Villón Alto, correspondiente a una zonificación RDA R5 – ZCV, Área de estructuración Urbana “IF”, zonificación residencial, “Comercial”, para fines de edificación, (ver figura 14), delimita a un número de 6 pisos como máximo, consecuentemente estando en la zona de estudio (ver figura 15, 16, 17).



Figura 13. Reporte estadístico del área de estudio.
Fuente: SIGRID.

se tomaron los datos de la georreferenciación vía GPS y se procedió a delimitar el área en estudio. Posteriormente se realizó el estudio de mecánica de suelos para conocer la capacidad portante, peso específico y las características del terreno en base a la clasificación de la Norma E.030; en tal sentido, conociendo las características de las mismas, se calculó el coeficiente de rigidez equivalente haciendo uso del M.D. de la norma rusa (SNIP, 2.02.05-87). Para la conformación estructural de los elementos de la edificación, se tomó en consideración las presiones sísmicas de la tierra sobre las estructuras de muros de sótanos, cuya fórmula se presenta en (ver figura 10), considerando el tipo de suelo S2 intermedio según la norma E.030, correspondiente a la zona de estudio (ver anexo 9), Así mismo, se plasmó el predimensionamiento de los elementos estructurales, haciendo uso de las normas peruanas E.060, E.050, E.030, E.020, haciéndose uso del siguiente conjunto de libros de apoyo: “Análisis Estructural”, del Ph.D. Genner

Villarreal Castro; “Diseño en Concreto Armado”, del ing. Roberto Morales Morales; y “Apuntes del Curso Concreto Armado I”, del ing. Gianfranco Ottazzi Pasino. Ya contando con los cálculos y los prediseños, se realizó los dibujos de los siguientes planos en el software AutoCad: plano de ubicación, plano de estructuras, plano de arquitectura, planos de elevación, (Ver Anexo 9). Sucesivamente se modeló la edificación con la variación de niveles de sótano haciendo uso de las normas peruanas antes mencionadas (ver Anexo 9), y de los artículos científicos vanguardistas revisados. El presente modelado se trabajó considerando la interacción suelo-estructura (Ver figura 21,22,39) para el sistema de sótanos utilizando el análisis estático en ETABS v19 asumiendo un tipo de suelo S2.

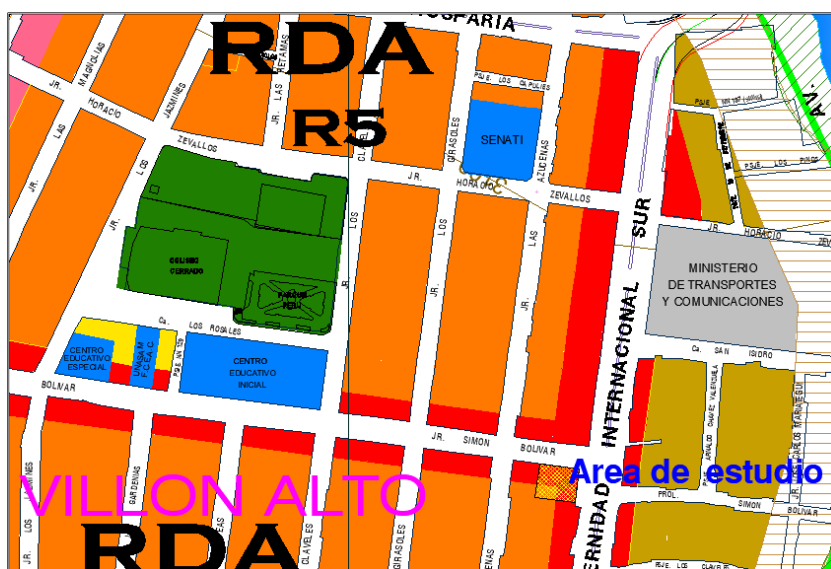


Figura 14. Zonificación y usos de suelos del área de estudio, RDA5 – ZCV
Fuente: Municipalidad Provincial de Huaraz.

Método de análisis de datos Se conoció el comportamiento sísmico estructural de la edificación con la variación de niveles de sótano, plasmando en los análisis estático y dinámico a la estructura con apoyo del software ETABS v19, y hojas de cálculo de Excel, analizándose los resultados alcanzados que indicaron la variación de los parámetros y la influencia de los mismos, haciendo uso de la Norma Sismorresistente (E.030, 2018). **Aspectos éticos:** El entusiasmo y la curiosidad del investigador por explorar y adquirir conocimiento nuevo es creciente, debido a que los estudios plasmados, guardados y publicados son vulnerables de que otras personas tomen su autoría, la ética juega un rol crucial en adherirse a los criterios

básicos de conducta científica³⁸. La investigación fue realizada siguiendo los lineamientos de la norma internacional ISO 690:2010(E), la cual permitió realizar citas y referencias apropiadas para combatir el plagio y garantizar la legitimidad; además se hizo uso de artículos científicos nacionales e internacionales, revistas, tesis y reglamentos relacionadas al tema en estudio, adquiridas de fuentes confiables como repositorios de universidades, tanto del interior como del exterior. La información requerida para el desarrollo de la investigación fue recopilada, de un conjunto de normas y sus reglamentos, como lo son la norma E.060, E.050, E.030, E.020 (ver anexo 9). Dichos documentos cuentan con la validez en Perú. Por otra parte, para la validez y confiabilidad, la investigación fue elevada a la plataforma Turnitin (ver anexo 6), con el objeto de conocer el grado de genuinidad y autoría. Finalmente, en el presente proyecto el investigador se compromete a respetar la propiedad intelectual, y la autenticidad de la información y resultados.

III. RESULTADOS

Zona de estudio

El área a investigar se encuentra ubicado en la provincia de Huaraz, en la Av. Confraternidad Internacional Sur (Mz. 165 Lt. 02,03), (ver figura 15), referencia cartográfica (ver figura 16) a una altura promedio de 3083 m.s.n.m. (ver Anexo 9).

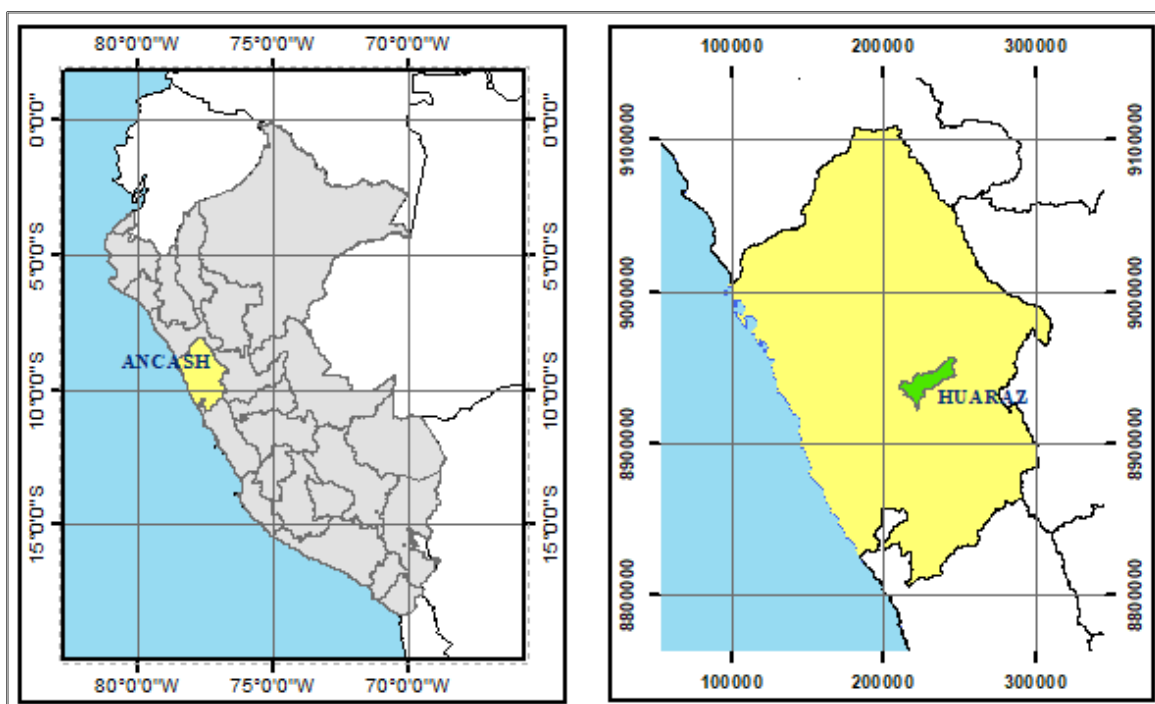


Figura 15. Localización del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia en ArcGIS.

Tabla 4. Coordenadas UTM de los vértices del terreno

COORDENADAS DE LOS VERTICES PSAD 56					
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	P1 - P2	13.20	91°6'12"	222594.3578	8944854.9218
P2	P2 - P3	1.80	88°52'46"	222581.2633	8944856.6010
P3	P3 - P4	22.50	88°57'8"	222579.4783	8944856.8322
P4	P4 - P5	1.80	91°3'57"	222582.7759	8944879.0889
P5	P5 - P6	13.19	91°4'22"	222584.5609	8944878.8566
P6	P6 - P1	22.49	88°56'39"	222597.6471	8944877.1674

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Referencia cartográfica, predios.
Fuente: SIGRID, CENEPRED, (Portal web, Nacional).

Trabajos previos

La presente investigación experimental se realizó bajo un enfoque científico, ilustrando desde su concepción los trabajos previos que se ejecutaron. La Municipalidad Provincial de Huaraz proporcionó el plano de zonificación y uso de suelos, parámetros urbanísticos, donde precisa que en el sector del área de estudio corresponde a una zonificación RDA R5, Zonificación residencial para fines de edificación (ver figura 14), que delimita a un número de 6 plantas como límite (ver Tabla 5).

Estando en la zona de estudio y con el uso del GPS se procedió a la georreferenciación de los vértices y centroide del área de trabajo (ver figura 16), (ver anexo 9).

Para el proceso de diseño en concreto armado se hizo uso de la normativa peruana (RNE), y normativas extranjeras como el ACI (ver Anexo 9), aceptadas por la reglamentación peruana.

Se generaron los planos de Ubicación y localización, arquitectura (2D,3D) estructuras, elevaciones, corte A-A, Semisótano, sótano (ver Anexo 9) Los planos y el instrumento presentado fueron validados por juicio de expertos.



Figura 17. Georreferenciación del área de estudio
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Zonificación y usos de suelos

Zonif.	Uso	Densidad neta (hab/ha)	Área mínima de lote (m)	Frente mínimo de lote (m)	Altura máxima de edificación pisos	Área libre %	Áreas verdes (% de al)	Coefficiente de edificación	estacionamiento 1 vehículo cada/d
RDA R5	Multifamiliar	2250	160	10	1.5(a+r)5p**	30	50	3.25	2 viviendas
	Multifamiliar (*)	2250	160	15	1.5(a+r)6p**	30	50	3.5	2 viviendas
	Conjunto residencial	2250	450	15	6p**	30	50	4.0	2 viviendas
RDM R4	Unifamiliar	1300	90	6	4	30	50	2.1	1 vivienda
	Multifamiliar	1300	120	6	4	30	50	2.8	2 viviendas
	Multifamiliar (*)	1300	120	6	1.5(a+r)	30	50	3.5	2 viviendas
	Conjunto residencial	2250	450	8	1.5(a+r)	30	50	3.5	2 viviendas
RDM R3	Unifamiliar	1300	160	8	3	30	50	2.1	1 vivienda
	Multifamiliar	1300	160	8	4	40	50	2.8	2 viviendas
	Conjunto residencial	1300	450	8	4	40	50	3.5	1 vivienda

Fuente: Municipalidad Provincial de Huaraz.

A continuación, se hizo la calicata con el objeto de conocer características físicas mecánicas del suelo, bajo ese lineamiento se procedió a hacer la excavación encontrando dos estratos de suelo (capas), (ver figura 18).



Figura 18. Ejecución de la Calicata, View estratos.
Fuente: Elaboración propia.

En efecto la calicata tuvo una profundidad de tres metros, en la cual se extrajo la muestra inalterada de suelo, (ver figura 18,19) trabajándose in situ bajo un criterio normativo, G-050, Ley 29783 ley de seguridad y salud en el trabajo (Ver anexo 9).



Figura 19. Área de estudio, muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se llevó la muestra al laboratorio para los análisis respectivos del estudio de suelos (ver figura 19), “Análisis de Laboratorio de Suelos”.

Continuando con los trabajos de gabinete, conociendo las características de suelo (Ver anexo 9), en base al informe de laboratorio se procedió al cálculo del coeficiente de rigidez equivalente, haciendo uso del M.D. de la norma rusa (SNIP, 2.02.05-87), este último se trabajó en base al libro de “interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con plateas de cimentación” del Ph.D. Genner Villarreal Castro (ver tabla 18), (ver anexo 9). Posteriormente se efectuó el cálculo de las presiones que ejerce el suelo en el muro del sótano, haciendo uso del mononobe-okabe, (ver tabla 15).

Para el diseño de la edificación correspondiente a un sistema estructural de tipo dual de concreto armado, se consideró una edificación de seis plantas un semisótano y tres niveles de planta baja. Primeramente, se efectuó el predimensionamiento de los muros de corte en X e Y, de las columnas céntricas y excéntricas, de las vigas principales y secundarias, y de las losas aligeradas. En el predimensionamiento se consideró el análisis estático, compresión, flexión y torsión según corresponda el elemento estructural.

Paralelamente se vino trabajando, bajo el título de la presente investigación, Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano “proceso de diseño y cálculo de la edificación”, entender el comportamiento de una edificación, ante sollicitaciones sísmicas fue relevante, esto involucro conocer un conglomerado de factores, criterios normativos, recopilación documental, experiencia empírica, por parte de ingenieros.

Plasmado una recopilación documental, de diversos estudios realizados a raíz de sismo del 31 de mayo de 1970, Huaraz -Ancash y valiéndose de las normativas peruanas (ver anexo 9), se logró tener un panorama más claro de los estratos del subsuelo de la ciudad de Huaraz, por ende, del área de estudio.

En efecto, a raíz del terremoto suscitado en nuestro País donde perdieron la vida 50.000 personas, desaparecieron 20.000 y quedaron heridos 150.000 la entidad CRYRZA, Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción de la zona afectada, plasmo un conjunto de estudios técnicos entre los años 1970, 1972, (Ver anexo 9), estudios de geología, geofísica, microtrepidaciones y evaluación de daños sísmico, estos estudios coadyuvan a conocer los estratos de subsuelo, ya sea con fines de cimentación u otros.(Ver anexo 9).

Respecto de las características físicas y mecánicas del subsuelo, se realizaron perforaciones a pozo abierto, a profundidades de hasta seis metros (Ver anexo 9), en ese lineamiento y con el objeto de conocer la propiedad dinámica de los subsuelos, los ensayos de microtrepidación se llevaron a cabo, (Ver anexo 9).

En ese sentido el CISMID “Laboratorio geotécnico de la UNI”, juntamente con la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de la ciudad de Huaraz, (Ver figura 20),(ver anexo 9).



Figura 20. Vista panorámica, CISMID, UNASAM.

Fuente: Wikipedia, “cismid.uni.edu.pe”.

desarrollaron un programa complementario de investigación del subsuelo entre los años 1991 – 1992, donde se ejecutaron una serie de estudios, Sondajes de penetración estándar, Cono Holandés, y calicatas, también se instalaron piezométricos para medir el nivel freático (ver anexo 9) y ensayo de microtrepidaciones, estos estudios posibilitó actualizar los conocimientos de los estratos del subsuelo de y proponer una nueva interpretación de la microzonificación sísmica de la ciudad de Huaraz,(ver anexo 9).

En efecto estos estudios plasmados en los años 1970-1972 sobre geología, geofísica, mecánica de suelos, microtrepidaciones y evaluación de daños, por CRYRZA, (ver anexo 9), la entidad del INDECI (Ver anexo 8) bajo la dirección a cargo del director Nacional de proyectos, Luis Málaga Gonzales y su asesor técnico principal Julio Kuroiwa Horiuchi, dilucidan en, su estudio denominado Mapa de peligro de la ciudad de Huaraz y sus área de expansión, Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES.

Se realizó la consulta vía correo electrónico a la entidad del INGEMMET, solicitando información respecto de las capas subsuelo, recibiendo información relevante para

finde de la investigación y en el tiempo oportuno, se visitó la página del GEOCATMIN (Ver figura 21),(ver anexo 9).

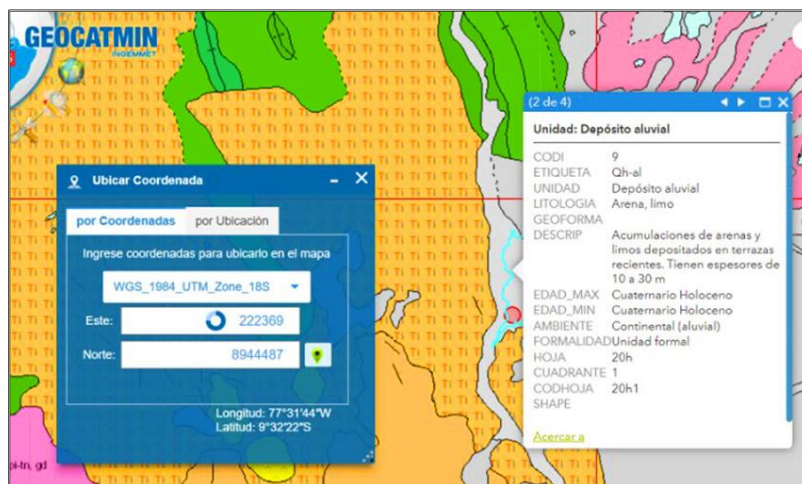


Figura 21. Características físicas del suelo, hoja 20h.
Fuente: INGEMMET.

donde se hizo la búsqueda por coordenadas UTM WGS84, ubicando la hoja 20h, se procedió a descargar la información geológica en formato Shapefile, (ArcGIS), al 100 y 50 mil para la cual describe la estructura de la corteza terrestre, lo cual represento relevante para la investigación.

Estructuración y predimensionamiento de elementos estructurales

La palabra estructuración representa un procedimiento en base a cuál el diseñador (proyectista) elige el conjunto de elementos estructurales a utilizar, así mismo el tipo de sistema estructural y el tipo de cimentación en función a la zona según norma E.030 (ver tabla 6).

En efecto, la estructuración se basa en asegurar a la edificación cierta rigidez en ambos sentidos.

Es relevante que la estructura sea simple y sencilla, en base a que se podrá predecir su comportamiento sísmico con mayor claridad.

Se precisa que los principales criterios estructurales para tener una óptima configuración Sismo-resistente sean:

Simplicidad y simetría, resistencia y ductilidad, hiperestaticidad, monolitismo uniformidad y continuidad en la estructura, Rigidez lateral.

El predimensionamiento de elementos estructurales representa las dimensiones tentativas para tener una referencia para posterior a ser analizadas mediante el uso de software y verificar si realmente cumplen con los mínimos requisitos que

exige la norma E.030 (ver Anexo 9) donde se incluye el máximo desplazamiento y deriva de entrepiso.

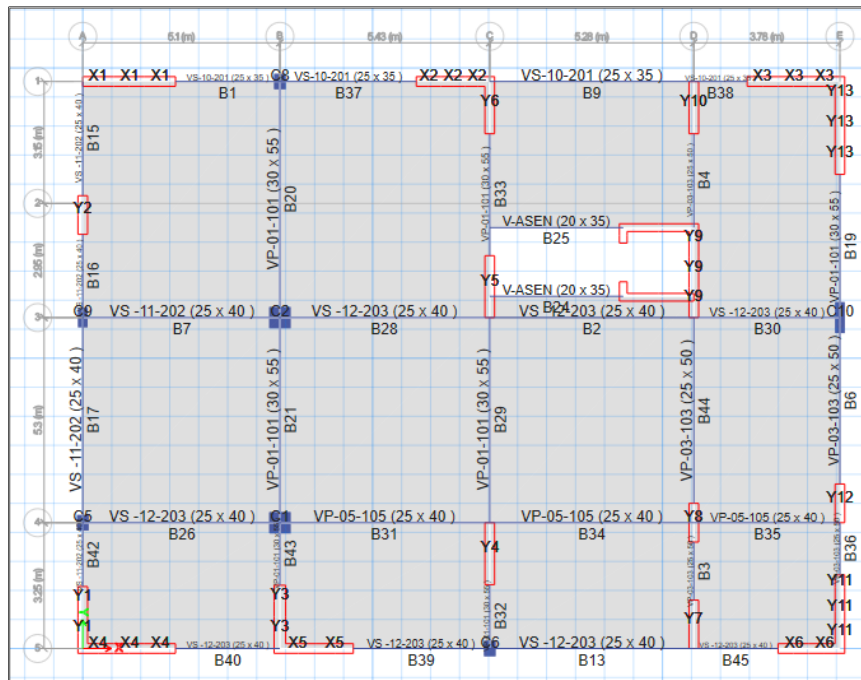


Figura 22. Distribución en planta de la edificación analizada.
Fuente: Elaboración propia.

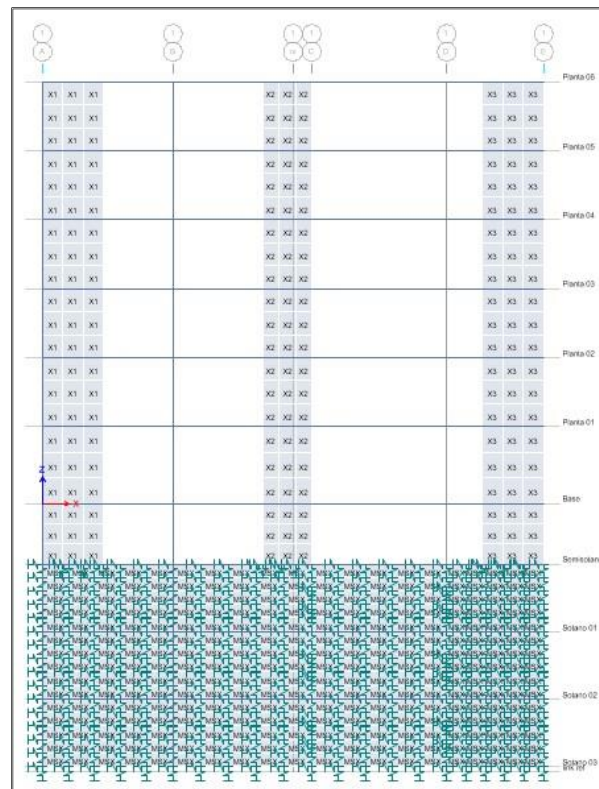


Figura 23. Esquema de la edificación elevación, corte 1 - 1
Fuente: Elaboración propia.

Predimensionamiento de losas y vigas:

Tabla 6. Predimensionamiento de losa aligerada y vigas

Predimensionamiento de losa aligerada				
Consideraciones	<p>Con el objeto de contar con un peralte apropiado, se recurrió a criterios prácticos precisados en el libro del ing. Antonio Blanco, "Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado", 1997.</p> <p>Precisa que:</p> <p style="text-align: center;"><i>Espesor = Luz Libre / 25</i></p> <p>Con la finalidad de evitar verificaciones de deflexiones, las luces están entre 5 y 6.5m</p>			
La losa se ensamblará en la dirección que tenga la menor distancia entre apoyos.				
$h = \frac{L}{25}$	L = 5.13	H = 0.21	H = 0.25m (RNE)	
Predimensionamiento de vigas principales y secundarias				
Tienen por objetivo sostener el peso de la losa aligerada, que juntamente con las columnas constituyen los pórticos principales.				
VIGA: VP-01 (101)				
$h_{vp} = \frac{L}{9} @ \frac{L}{12}$	Ln =5.40m	0.60 - 0.45	H = 0.53	H = 0.55m
$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$		0.275 - 0.37	B = 0.32	B = 0.30m
VIGA : VP-02 (102)				
$h_{vp} = \frac{L}{9} @ \frac{L}{12}$	Ln =5.83m	0.65 - 0.49	H = 0.57	H = 0.55
$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$		0.275 - 0.37	B = 0.32	B = 0.25
VIGA: VP-03 (103)				
$h_{vp} = \frac{L}{9} @ \frac{L}{12}$	Ln =5.58m	0.62 - 0.47	H = 0.54	H = 0.50
$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$		0.25 - 0.333	B = 0.29	B = 0.25
VIGA: VP-04 (104)				
$h_{vp} = \frac{L}{9} @ \frac{L}{12}$	Ln =5.93m	0.66 - 0.49	H = 0.58	H = 0.55
		0.275 - 0.37	B = 0.32	B = 0.25


$$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$$

VIGA: VP-05 (105)				
$h_{vp} = \frac{L}{9} @ \frac{L}{12}$	Ln =2.75m	0.31 – 0.23	H = 0.27	H = 0.40
$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$		0.2 – 0.27	B = 0.23	B = 0.25
VIGA: VS - 10 (201)				
$h_{vs} = \frac{L}{13} @ \frac{L}{15}$	Ln =5.00m	0.38 – 0.38	H = 0.36	H = 0.35
$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$		0.175 – 0.23	B = 0.20	B = 0.25
VIGA: VS-11 (202)				
$h_{vs} = \frac{L}{13} @ \frac{L}{15}$	Ln =4.7m	0.36 – 0.31	H = 0.34	H = 0.40
$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$	Ln =4.7m	0.20 – 0.27	H = 0.233	H = 0.25
VIGA: VS-12 (203)				
$h_{vs} = \frac{L}{13} @ \frac{L}{15}$	Ln =5.5m	0.39 – 0.34	H = 0.36	H = 0.40
$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$		0.20 – 0.27	B = 0.23	B = 0.25
VIGA: VS-13 (204)				
$h_{vs} = \frac{L}{13} @ \frac{L}{15}$	Ln =5.13m	0.39 - .34	H = 0.37	H = 0.40
$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$		0.20 – 0.27	B = 0.23	B = 0.25

Fuente: Elaboración propia.

Predimensionamiento de columnas:

Tabla 7. Peso de servicio actuantes en las columnas

1. Según la sumatoria de pesos de servicio actuantes a columnas													
CARGA PERMANENTE:		Sem-01	Sot-01	Sot-02	Sot-03	N-01	N-02	N-03	N-04	N-05	N-06	Azotea	Σ Total
Peso de aligerado		350.00	-	-	-	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00		2450.00
Peso de losa maciza		-	480.00	480.00	480.00	-	-	-	-	-	-		1440.00
Muros de corte		60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00		600.00
Tabiquerías		120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00		1200.00
Peso de acabados		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		1000.00
Peso vigas		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		1000.00
Peso de columnas		60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00		600.00
		790.00	920.00	920.00	920.00	790.00	790.00	790.00	790.00	790.00	790.00	WD=	8290.00 kg/m²
	Piso 0	Sem-1 - Estac.	Sot-2 - Estac.	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Vivienda	Azotea	SUMA
SOBRECARGA:		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	150.00	2150.00 kg/m ²
	cm+cv=	990.00	1120.00	1120.00	1120.00	990.00	990.00	990.00	990.00	990.00	990.00	WL=	2150.00 kg/m²
												WD+WL=	10440.00 kg/m²
2. Considerando valor aproximado según otros autores										Hasta			
										Peso kg.	Nº niveles		
										1000	10	WD+WL =	10000.00 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Tipos de columnas.

ÍTEM	Tipo	Descripción
01	C ₁	Columna Interior
02	C ₂	Columna extrema de pórtico (Eje 1)
03	C ₃	Columna extrema de pórtico (Eje 5)
04	C ₄	Columna esquinera (No existen esquineras)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Predimensionamiento de columna C1

COLUMNA C1	A	3.34	P. DE GRAVEDAD	Pg = (Wd + WI)*At =	187708.00		
	L	5.62					
	AT	18.771					
	Área tributaria (m ²)						
Formula		Coefficientes		b * t	2949.697 cm ²		
$b*t = \frac{P}{n*f_c}$		P = 1.10 Pg					
		n = 0.25					
		f'c = 280 Kg/cm ²					
$\frac{t}{b} \leq 2$	b	30	40	50	55	Dimensión final	
	t	98.32	73.74	58.99	53.63		b = 55.00 cm
	t/b	3.28	1.84	1.18	0.98		t = 55.00 cm
	Considerando tres sótanos y un semisótano						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Predimensionamiento de columna C2

COLUMNA C2	A	2.82	P. DE GRAVEDAD	Pg = (Wd + WI)*At =	92496.00 Kg		
	L	3.28					
	AT	9.25					
	Área tributaria (m ²)						
Fórmula		Coefficientes		b * t	1651.714 cm ²		
$b*t = \frac{P}{n*fc}$		P = 1.25 Pg					
		n = 0.25					
		f'c = 280 Kg/cm ²					
$\frac{t}{b} < 2$	b	25	30	35	40	Dimensión final	
	t	66.07	55.06	47.19	41.29		b = 30.00 cm
	t/b	2.64	1.84	1.35	1.03		t = 55.00 cm
	Considerando tres sótanos y un semisótano						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Predimensionamiento de columna C3

COLUMNA C3	A	1.09	P. DE GRAVEDAD	Pg = (Wd + WI)*At =	49159.00 Kg		
	L	4.51					
	AT	4.92					
	Área tributaria (m ²)						
Fórmula		Coefficientes		b * t	877.84 cm ²		
$b*t = \frac{P}{n*fc}$		P = 1.25 Pg					
		n = 0.25					
		f'c = 280 Kg/cm ²					
$\frac{t}{b} < 2$	b	25	30	35	40	Dimensión final	
	t	35.11	29.26	25.08	21.95		b = 30.00 cm
	t/b	1.40	0.98	0.72	0.55		t = 40.00 cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Predimensionamiento de columna C4

COLUMNA C4	A	1.63	P. DE GRAVEDAD	$P_g (W_d + W_l) \cdot A_t =$	41402.00 Kg		
	L	2.54					
	AT	4.1402					
	Área tributaria (m ²)						
Fórmula		Coefficientes		$b \cdot t$	1108.982 cm ²		
$b \cdot t = \frac{P}{n \cdot f_c}$		$P = 1.5 P_g$					
		$n = 0.20$					
		$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$					
$\frac{t}{b} \leq 2$	b	25	30	35	40	Dimensión final	
	t	44.36	36.97	31.69	27.72		b = 25.00 cm
	t/b	1.77	1.23	0.91	0.69		t = 40.00 cm
	No se consideró la columna C4						

Fuente: Elaboración propia

Consolidado del predimensionamiento, elementos estructurales.

Tabla 13. Consolidado de elementos estructurales, sistema estructural, tipo Dual

DESCRIPCIÓN	CODIGO	UND	TIPO	ANCHO (m)	LARGO/PERALTE (m)
Columna Interior	Col – C1	02	Cuadrada	0.55	0.55
Columna extrema de pórtico principal (Eje 1-1)	Col – C2	02	Rectangular	0.30	0.55
	Col – C2'	01	Rectangular	0.25	0.50
Columna extrema de pórtico secundario interior (Eje 5-5)	Col – C3	01	Rectangular	0.30	0.40
Columna de esquina	Col – C4	-	Rectangular	-	-
Columnetas	C-T	01	Rectangular	0.20	0.40
Vigas principales	V.P – 01 – 101.	-	Rectangular	0.30	0.55
	V.P – 02 – 102	-		0.25	0.50

Vigas secundarias	V.S – 10 – 201	-	Rectangular	0.25	0.35
	V.S – 11 – 202	-		0.25	0.40
	V.S – 12 – 203	-		0.25	0.40
Placas	P – 1	01	Rectangular	0.25	2.40
	P – 2	03		0.25	2.00
	P – 3	03		0.25	1.25
	P – 4	01		0.25	2.30
	P – 5	02		0.25	2.55
	P – 6	04		0.25	1.00
	P – 7	01		0.25	1.50
	P – 8	02		0.25	1.60
	P – 9	01		0.30	1.50
Losas Aligeradas Unidireccionales	L - A	01 07	Rectangular	14.90	19.83 E= 0.20m E = 0.25m
Losa maciza	L - M	02	Rectangular	14.90	19.83 E= 0.15m
Platea de cimentación	P - C	01	Rectangular	15.00	22.80 E = 0.60m

Fuente: Elaboración propia

Muros anclados

En este acápite se dilucidará de manera prolija consideraciones respecto de los sistemas de muros anclados o muros pantalla, sistemas de sostenimientos más empleados en nuestro país.

Los muros anclados son estructuras de concreto armado que se sujetan mediante anclajes post tensados con bulbos profundos (ver figura 24,25,) de manera que transfieren carga de tensión al terreno, los muros anclados tienen múltiples usos, tanto para muros de retención o muros de sótano, los anclajes son empleados para proporcionar una precarga al sistema estructural aplicando tensión a través de

sistemas hidráulicos(ver figura 24,25) al tendón del anclaje por medio de cables de acero de alta renuencia, en tal sentido el cable será unido al suelo por medio de una lechada de cemento. La precarga aplicada tendrá el objeto de mermar el desplazamiento de la estructura, esto con el propósito de evitar asentamientos que puedan suscitar perjuicio en las estructuras cercanas.

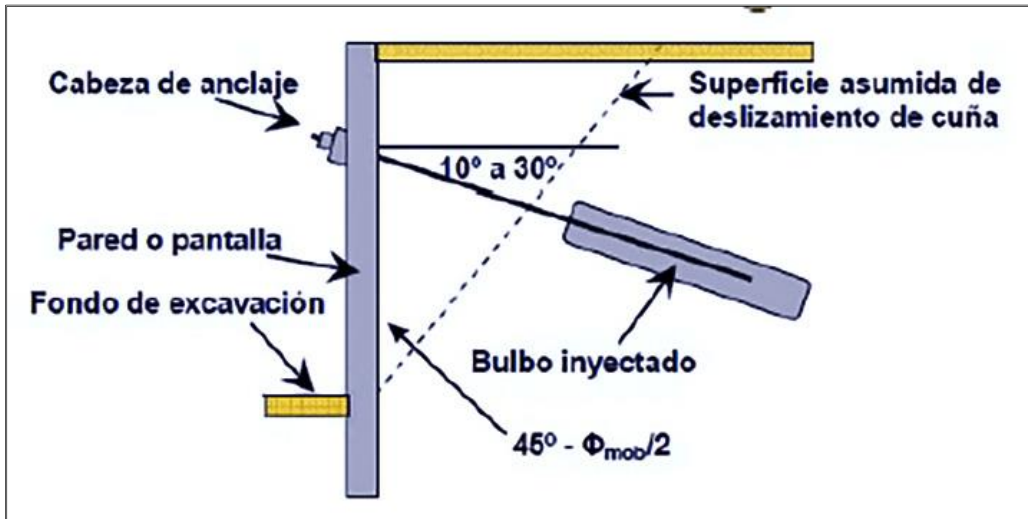


Figura 24. Esquema de muros anclados.
Fuente: www.cordovaingenieros.com.

Proceso constructivo general-muros anclados, de las excavaciones.

Las excavaciones para los sótanos del edificio serán realizadas mediante muros anclados al terreno con cables tensados y bulbo inyectado. los muros serán la estructura definitiva perimetral del edificio, los cuales se construirán con los refuerzos correspondientes a los elementos verticales, tales como las placas involucradas con el perímetro a construir.



Figura 25. Perforación de cables e inyección de lechada.
Fuente: First Run Study y Optimización de procesos en la construcción de muros anclados.

Secuencia constructiva y anclajes al terreno

Los anclajes al terreno se realizarán de acuerdo a los planos (ver figura 24,25) elaborados por el proyectista. La secuencia constructiva de los muros se ejecutará igualmente de acuerdo a lo indicado en los planos.

las uniones entre muros serán mediante superficies rugosas y los anclajes y traslapes de los refuerzos, que serán de no menos de 40 pulg. de diámetros de la barra a traslapar. Los anclajes de los muros no serán tensados hasta que la resistencia del concreto especificada sea alcanzada, pudiéndose usar concreto de mayor resistencia para acelerar este proceso, o usando acelerantes que no contengan cloruros.

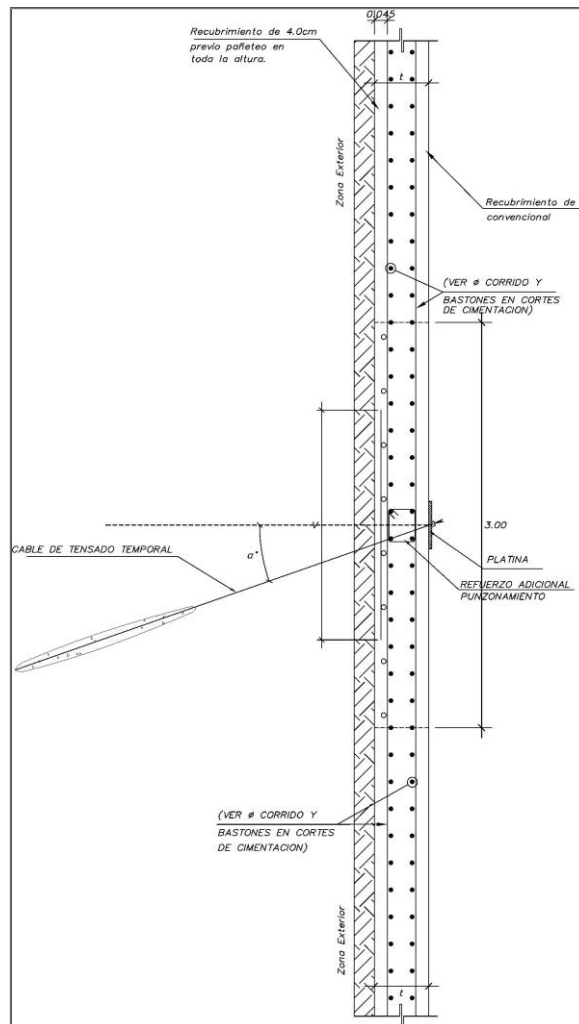


Figura 26. Esquema de elevación del muro de sótano y anclaje. Fuente: Elaboración propia.

Presiones dinámicas del edificio con la variación de niveles de sótano

Presiones estáticas del terreno.

Los muros de sótano son elementos estructurales que tienen como principal propósito contener el empuje o presión lateral del terreno u otro material, (ver figura 27,28) que derivan del terreno colindante o sobrecargas que inciden sobre la misma. La estructura que se investigó está compuesta de tres sótanos y un semisótano, estando ubicada en una zona urbana de alta transitabilidad vehicular. Se plasmará el diseño de una edificación de seis plantas un semisótano y tres sótanos, dichas plantas están especificadas en los planos (ver anexo 9).

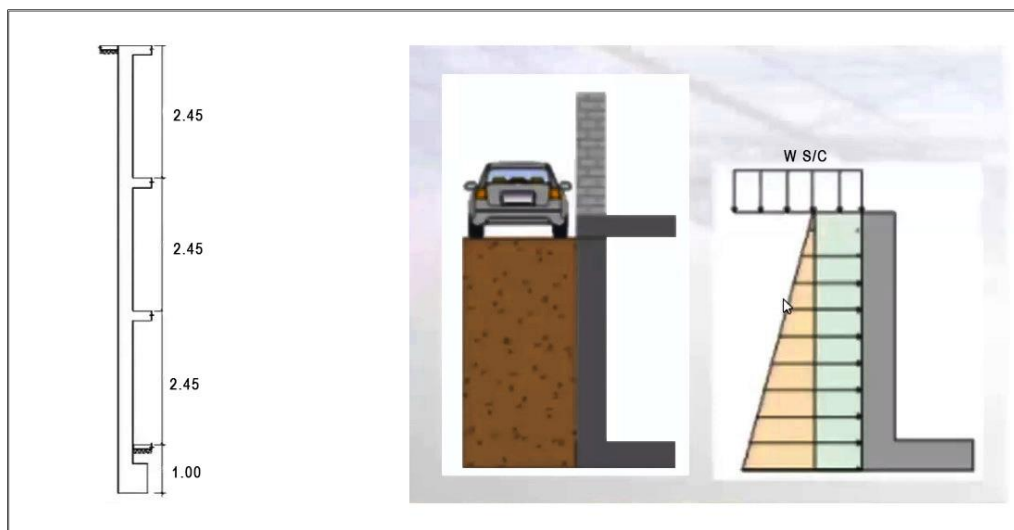


Figura 27. Idealización del diseño de muros de sótano.

Fuente: slideshare.

Es viable el predimensionamiento de los muros de sótano contención haciendo uso de la norma E.060 de concreto armado y (14.5.3.2 ACI 318-11) en cual precisa que para muros de sótanos se tendrá como mínimo de espesor de 20cm, (ver tabla 14) bajo esa premisa y considerando tres niveles de sótano y un semisótano se hizo uso de 30cm de espesor.

Tabla 14. *Espesor mínimo de los muros de carga (CODE)*

Wall type	Minimun thickness	
General	Greater	5.5 in.
	of:	1/24 the lesser of unsupported length and unsupported height
Exterior basement	7.5 in.	
Foundation	7.5 in.	

Fuente: ACI 318-19

Los muros de sótano al igual que los muros de contención reciben presión por el suelo; esta presión se distribuye de manera triangular. Así mismo, también se consideró la sobrecarga por efectos de casas vecinas y la transitividad vehicular (Ver figura 27), en tal sentido se consideró una sobrecarga lineal y esta va afectar como una carga también lineal dentro del el muro del sótano, lo cual se analizará gradualmente.

Para el análisis se partió desde el predimensionamiento para poder comenzar a diseñar, de tal modo que se conoció qué tipo de muro, su espesor y la cantidad de sótanos que se requiere. Se consideró un espesor de $e_m = 25\text{cm}$ inicialmente, ya plasmando las verificaciones por corte y flexión se modificó a 30cm.

Cabe a considerar que los muros de sótano se consideraron bajo el mismo criterio de muros de contención donde no existe estribaje, por tanto, la fuerza cortante lo absorberán en un porcentaje mayor el concreto y el acero transversal.

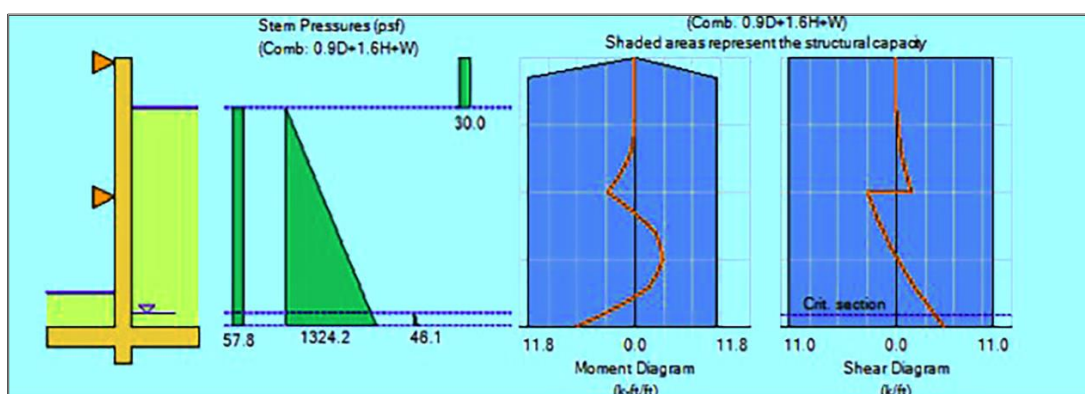


Figura 28. Idealización de muro considerando su diagrama de cortante y flexión.

Fuente: ASDIP - Structural Engineering Software.

Se observa en la imagen que se tiene un muro de sótano y sobrecarga en la parte superior, de esta manera la presión del suelo se distribuye de manera normal,

considerando que la presión de suelo aumenta con la profundidad, la presión del suelo se distribuye de forma triangular.

Posteriormente al realizar el análisis de la distribución de las cargas, tanto rectangulares como triangulares, se procedió a calcular los diagramas de fuerza cortante y de momentos flectores (ver figura 36,37).

Esfuerzos dinámicos

Diseño de muro de sótano mediante el método de Mononobe Okabe, (ver tabla 15)

Tabla 15. Data extraída del EMS, diseñar el muro de sótano

Item	Simbología	Descripción
01	f'c	280 Kg/cm ²
02	f _y	4200 kg/cm ²
03	S/C	1T/piso, Transitabilidad vehicular, Vivienda
04	∅	34.7°
05	Sen ∅	0.569
06	γ _s	1.89 T/m ³
07	K _a	0.274
08	H	7.95m
09	N° sótanos	03
10	e _m	0.30m

Fuente: Elaboración propia

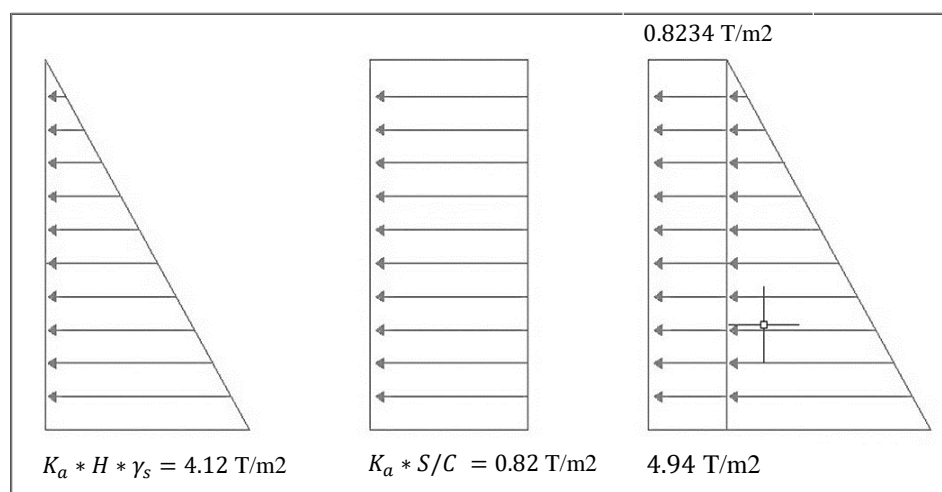


Figura 29. Esquema de diagrama de presiones en el muro sin la acción del sismo.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados Mononobe-Okabe considerando la participación del sismo:

Tabla 16. Presión estática del terreno y su efecto dinámico (PAE)

Presión estática del terreno y su efecto dinámico (PAE)		
Item	Simbología	Descripción
01	\varnothing	34.7
02	δ	0.000
03	i	0.000
04	β	0.000
05	Factor Z	0.35 (NTE – E.030)
06	K_h	0.175
07	K_v	0.117
08	θ	11.206
09	KAE	0.399
10	$KAE(1 - k_v)$	0.352

Fuente: Elaboración propia

$$((KAE * (1 - k_v)) - K_a) * H * \gamma_s = 1.17 \text{ T/m}^2$$

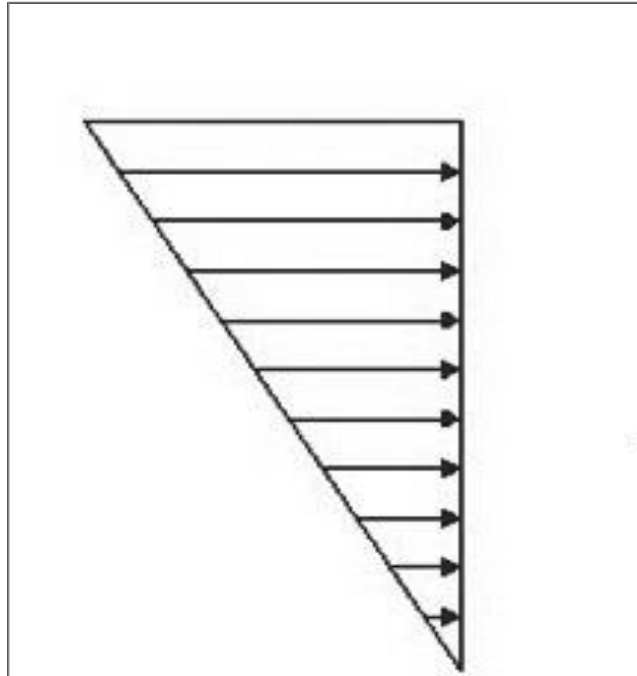


Figura 30. Esquema de empuje en el muro, con la acción del sismo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Cuadro resumen para combinación de acero /m²

MALLAS	ÁREA DE ACERO	∅ Mn (Cara Int.)	∅ Mn (Cara Ext.)
∅ 1/2" @0.2	6.45 cm ²	6.69T-m	5.35T-m
Malla+∅ 8mm@0.2	8.95 cm ²	9.20T-m	7.34T-m
Malla+∅ 8mm@0.4	7.70 cm ²	7.95T-m	6.35T-m
Malla+∅ 1/2" @0.2	12.90 cm ²	13.10T-m	10.41T-m
Malla+∅ 1/2" @0.4	9.68 cm ²	9.93T-m	7.92T-m
Malla+∅ 5/8" @0.2	16.35 cm ²	16.41T-m	13.01T-m
Malla+∅ 5/8" @0.4	11.40 cm ²	11.63T-m	9.26T-m

Fuente: Elaboración propia.

Verificación por flexión

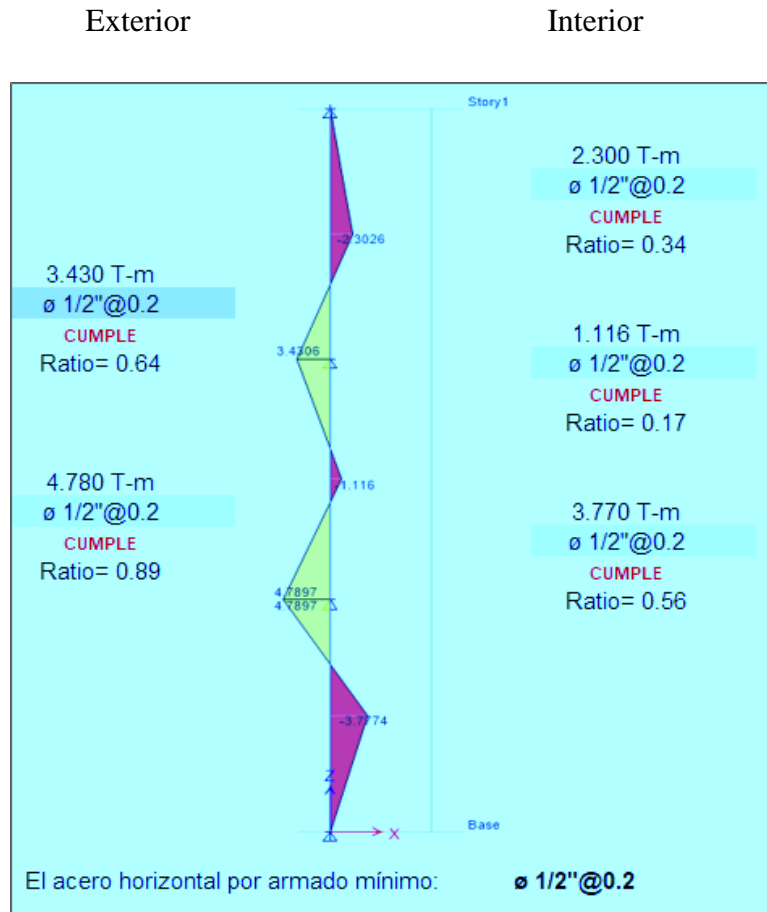


Figura 38. Verificación por flexión, muro de sótano
Fuente: Elaboración propia.

Verificación por corte

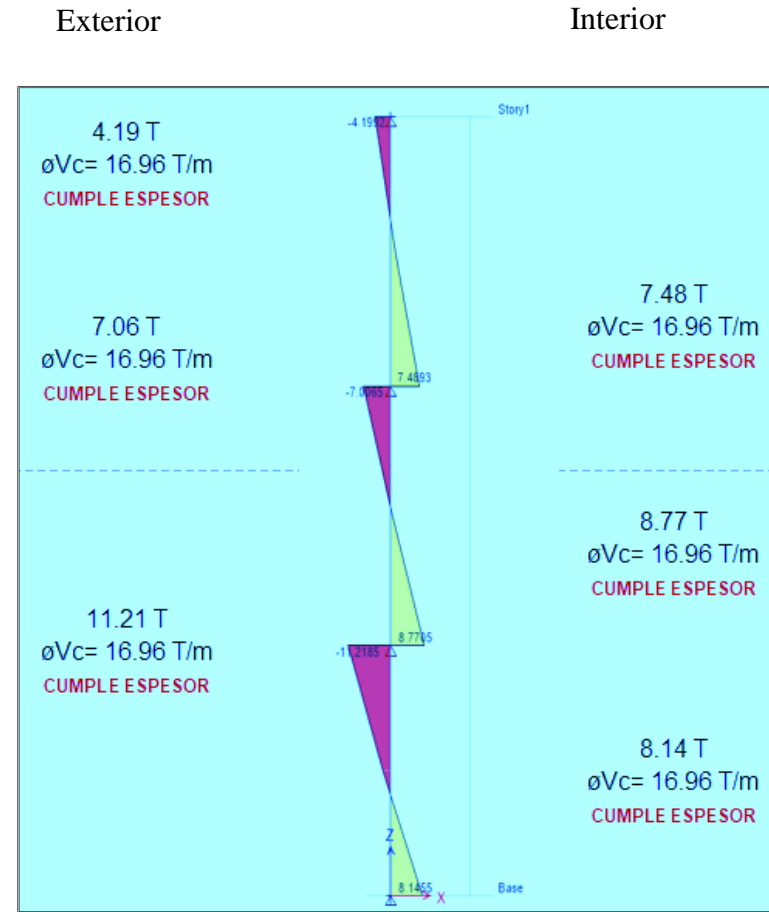


Figura 39. Verificación por corte muro de sótanos.
Fuente: Elaboración propia

Influencia de los niveles de sótano en la respuesta sísmica:

Coeficiente rigidez equivalente

Se hizo uso del modelo dinámico de la norma rusa, SNIP (2.02.05-87), para el cálculo de los coeficientes de rigidez equivalente, en efecto para el análisis de la edificación, considerando la flexibilidad de la base de fundación.

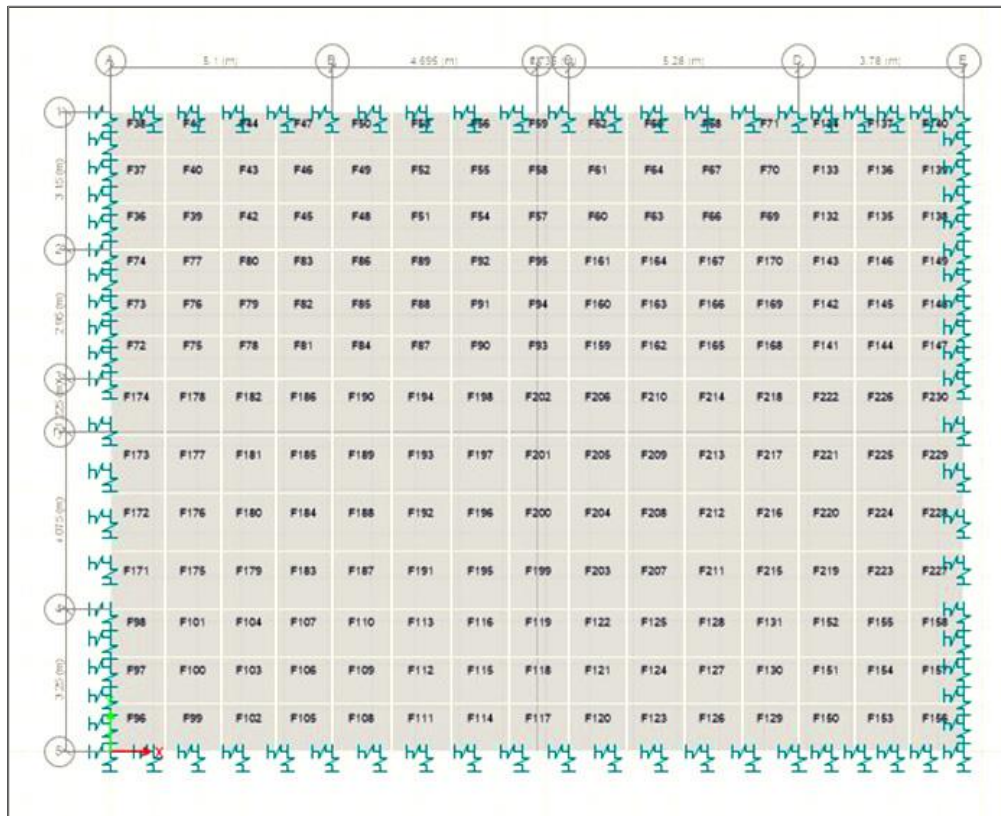
La cimentación fue analizada como un cuerpo absolutamente rígido, en tal sentido se asignó las propiedades obtenidas del estudio de mecánica de suelos.

Parámetros:

$$E_{cimentacion} = 9.1 * 10^8 \text{ Ton}/m^2 \text{ (se asume como absolutamente rígido)}$$

$$\mu_{cimentacion} = 0.20$$

$$\alpha_{cimentacion} = 1.17 \cdot 10^{-5} / ^\circ C$$



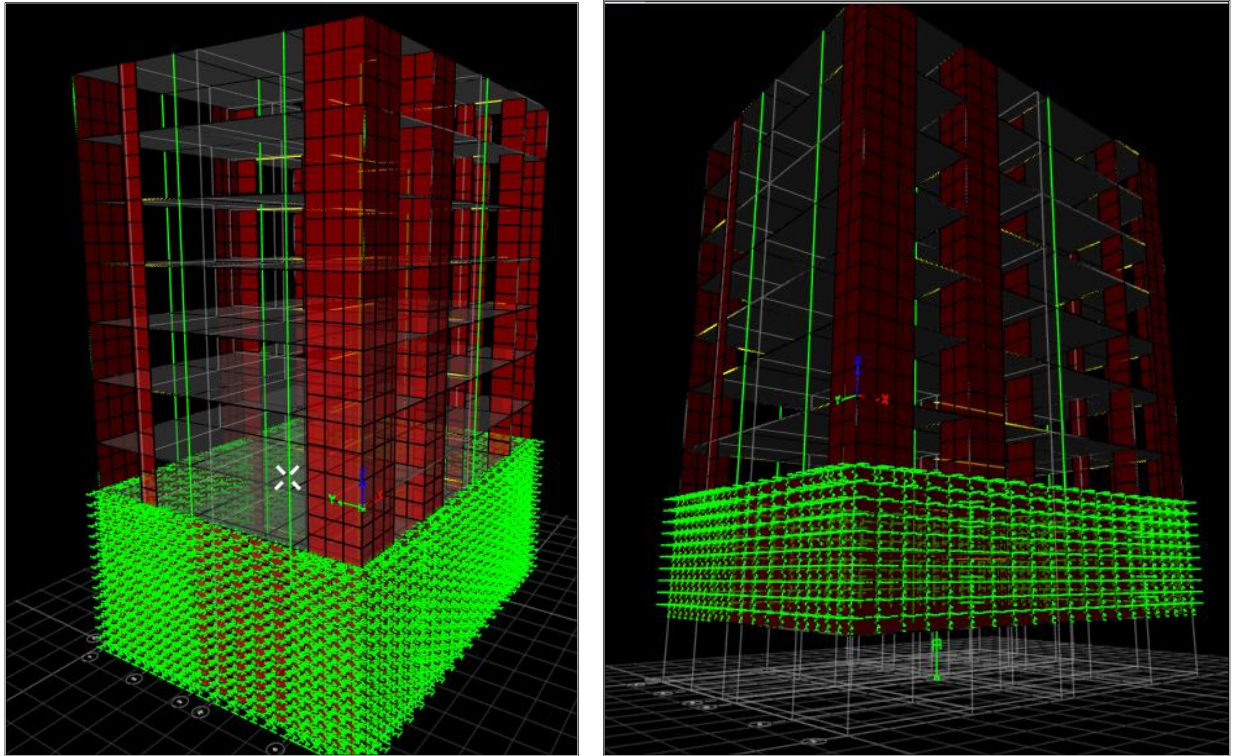


Figura 40. Esquema de platea de cimentación y modelamiento final.
Fuente: Elaboración propia.

Módulo de elasticidad del suelo del EMS:

$$E_s = 6000 \text{ Ton/m}^2$$

Las masas traslacionales respecto a los ejes centroidales x, y, z y las masas rotacionales respecto a los ejes de contacto suelo-platea, indicados como x', y', z', se calculan como una lámina rectangular delgada.

Datos de la platea de cimentación:

Ancho:	15.00 m
Largo:	22.80 m
Peralte:	0.60 m
Peso esp. Concreto:	2400 kg/m ³
Acel. Gravedad:	9.81 m/s ²

$$\Rightarrow \text{Área} = 342.00 \text{ m}^2$$

Cálculo de las masas de la platea:

$$M_t = M_x = M_y = M_z = \frac{P_{platea}}{g} = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot c}{g}$$

Por tanto:

$$P_{\text{platea}} = 492480 \text{ kg} = 492.48 \text{ Ton}$$

$$\Rightarrow M_t = 50.20 \text{ Ton}$$

Donde:

P_{platea} – Peso de la platea

γ – Peso específico de concreto, como material de la platea.

d – Distancia desde el centro de gravedad de la masa de la platea hasta la superficie de contacto en el suelo de fundación.

I_{mx} , I_{my} , I_{mz} – Momento de inercia de la masa respecto a X, Y, Z

- Cálculo de los momentos de inercia de la platea:

$$I_x = 6412.500 \text{ m}^4$$

$$I_y = 14815.440 \text{ m}^4$$

$$I_z = 21227.940 \text{ m}^4$$

$$M\varphi x' = M_t * d^2 + I_{mx} = M_t \left(\frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_t * b^2}{12}$$

$$\Rightarrow M\varphi x = 2179.26 \text{ Ton.s}^2/\text{m}$$

$$M\varphi y' = M_t * d^2 + I_{my} = M_t \left(\frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_t * a^2}{12}$$

$$\Rightarrow M\varphi y' = 945.80 \text{ Ton.s}^2/\text{m}$$

$$M\psi z' = \tilde{M}_{mz} = \frac{M_t (a^2 + b^2)}{12}$$

$$\Rightarrow M\psi z' = 3116.03 \text{ Ton.s}^2/\text{m}$$

Tabla 18. Masas de la platea de cimentación

M_x	M_y	M_z	$M\varphi x'$	$M\varphi y'$	$M\psi z'$
Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m
50.20	50.20	50.20	2179.26	945.80	3116.03

Fuente: elaboración propia

Cálculo de los coeficientes:

Cálculo el coeficiente de compresión elástico uniforme:

$$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$$

b_0	1.2	m^{-1}
E	6000	Ton/ m^2
A_{10}	10	m^2
A	342	m^2

$$\Rightarrow C_z = 7025.98 \text{ Ton}/m^2$$

Determinamos los coeficientes de desplazamiento elástico uniforme, compresión elástica no uniforme y desplazamiento elástico no uniforme:

$$\begin{aligned} C_x &= 0,7C_z \\ C_{\varphi x} &= C_{\varphi y} = 2C_z \\ C_{\psi z} &= C_z \end{aligned}$$

Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme

$$C_x = 0.7 C_z = 4918.185$$

Coeficientes compresión elástico no uniforme.

$$C_{\varphi x} = C_{\varphi y} = 2 C_z = 14051.957$$

Desplazamiento elástico no uniforme:

$$C_{\psi z} = C_z = 7125.978$$

Coeficientes de rigidez:

$$K_x, K_y, K_z, K_{\varphi x}, K_{\varphi y}, K_{\psi z}$$

$$K_x = K_y = C_x A$$

$$K_z = C_z A$$

$$K_{\varphi x} = C_{\varphi x} I_x$$

$$K_{\varphi y} = C_{\varphi y} I_y$$

$$K_{\psi z} = C_{\psi z} I_z$$

Coeficiente de rigidez de desplazamiento elástico uniforme:

$$\Rightarrow K_x = K_y = 1682019.2175 \text{ T/m}$$

Compresión elástico uniforme:

$$\Rightarrow K_z = 2402884.5964$$

Compresión elástica no uniforme:

$$K_{\varphi x} = 90108172.3655 \text{ ton/m}$$

$$K_{\varphi y} = 208185921.4332 \text{ ton/m}$$

$$K_{\psi z} = 149147046.8994 \text{ ton/m}$$

Ahora calculamos las características de la amortiguación relativa para las vibraciones verticales β_z :

Donde:

$$\beta_z = 2 \cdot \sqrt{\frac{E}{C_z p_m}}$$

Donde:

C_z - coeficiente de compresión elástica uniforme

p_m - Presión estática media en la base de la cimentación

$$\beta_z = 0.461 \leq 16.1$$

$$p_m \leq \gamma_{ts} R$$

γ_{ts} = coeficiente de la condición de trabajo del suelo de fundación; se asumió 0.7 por las características del EMS propios de la investigación.

$$\begin{aligned} \gamma_{ts} &= 0.7 \\ q_{adm} &= R = 23 \quad \text{T/m}^2 \end{aligned}$$

R - resistencia o capacidad portante del suelo de fundación.

Calculamos las amortiguaciones relativas para las vibraciones horizontales y rotacionales:

$$\beta_x = 0,6\beta_z$$

$$\beta_{\varphi x} = \beta_{\varphi y} = 0,5\beta_z$$

$$\beta_{\psi z} = 0,3\beta_z$$

$$\beta_x = 0.2764$$

$$\beta_{\varphi x} = B_{\varphi y} = 0.2303$$

$$\beta_{\psi z} = 0.1382$$

Las características de amortiguamiento del suelo de fundación, se determinan por:

Donde:

β - Amortiguación relativa.

K - coeficientes de rigidez.

M - masa de la platea de cimentación

$$B_x = B_y = 5079.2057 \text{ T.s/m}$$

$$B_z = 10118.0198 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\varphi x} = 204115.5343 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\varphi y} = 204392.6160 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\psi z} = 188407.6476 \text{ T.s/m}$$

$$B_x = B_y = 2\beta_x \sqrt{K_x M_x}$$

$$B_z = 2\beta_z \sqrt{K_z M_z}$$

$$B_{\varphi x} = 2\beta_{\varphi x} \sqrt{K_{\varphi x} M_{\varphi x}}$$

$$B_{\varphi y} = 2\beta_{\varphi y} \sqrt{K_{\varphi y} M_{\varphi y}}$$

$$B_{\psi z} = 2\beta_{\psi z} \sqrt{K_{\psi z} M_{\psi z}}$$

Desplazamiento horizontal relativo

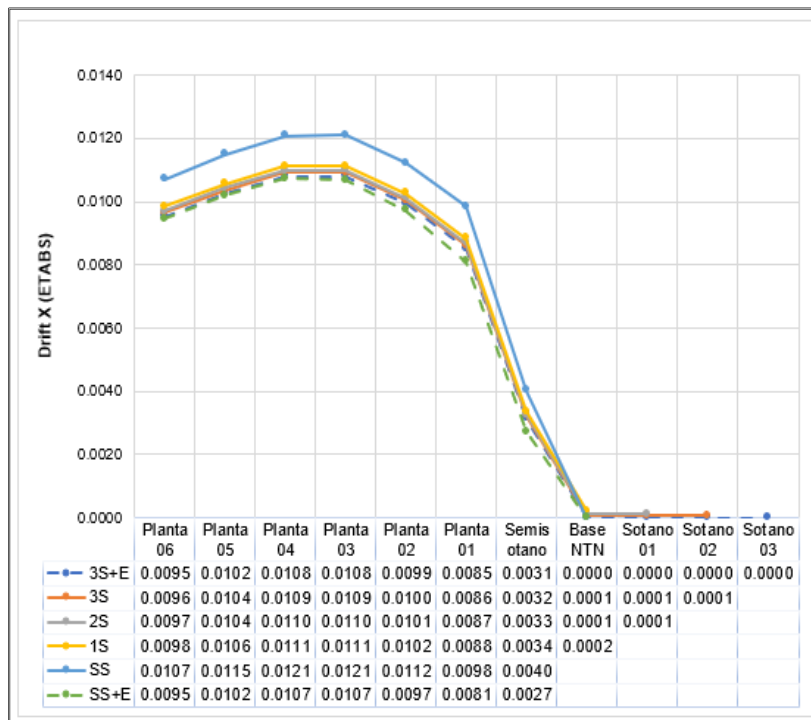


Figura 41. Comparativa de los resultados de las derivas máximas de cada nivel Fuente: Elaboración propia.

En la figura 41 se muestra la variación de las derivas máximas en el eje X en cada nivel de la edificación para cada tipo de análisis, observándose que se presenta el mayor valor en el nivel de la planta 03 para los 06 tipos de análisis considerados.

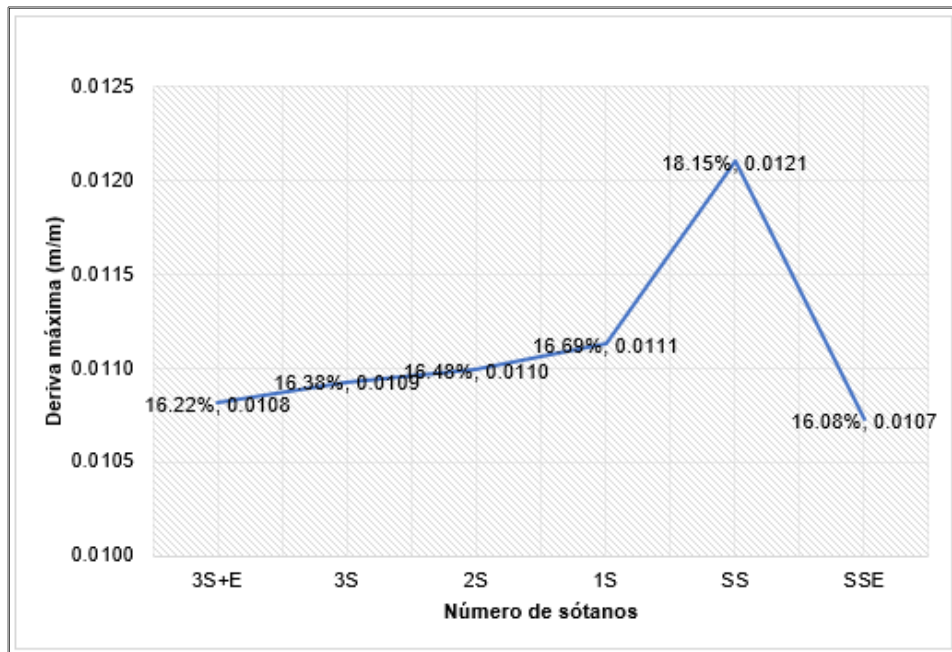


Figura 42. Gráfica de la tendencia de variación de la deriva máxima en X de la edificación según el número de sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 42 la variación entre el número de sótanos y la deriva máxima (m/m) en el eje X ubicada en el nivel 03 para cada tipo de análisis, destacando que el mayor valor de 0.0121 representa un 18.15% en el modelo sin sótanos (SS), así mismo la gráfica sigue un comportamiento ascendente, con tres sótanos, dos sótanos y un sótano con (ISE), consecuentemente las menores derivas se encuentran en los extremos como se puede observar en la figura 42, existe una tendencia del aumento de las derivas con respecto al aumento del número de sótanos. Por lo tanto, se observa que los niveles de planta baja, considerando la (ISE), contribuyen a disminuir las derivas progresivamente conforme aumenta el número de sótanos.

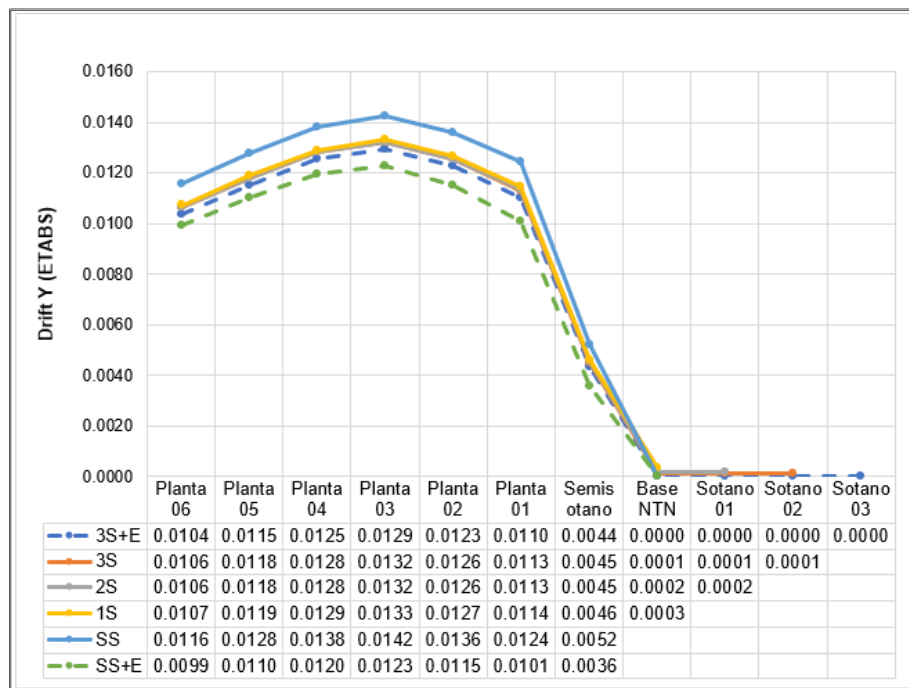


Figura 43. Comparativa de los resultados de las derivas máximas de cada nivel
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 43 se muestra la variación de las derivas máximas en el eje Y en cada nivel de la edificación para cada tipo de análisis, observándose que se presenta el mayor valor en el nivel de la planta 03 para los 06 tipos de análisis considerados.

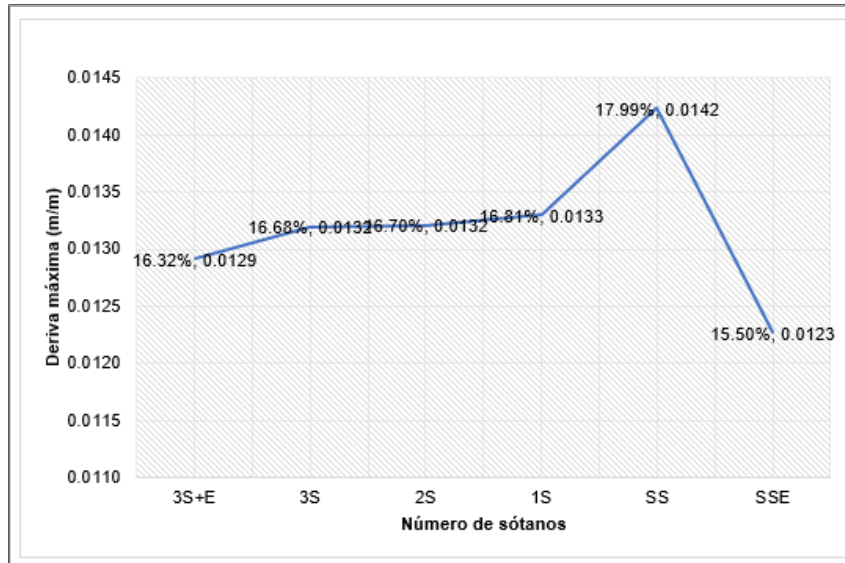


Figura 44. Muestra la tendencia de variación de la deriva máxima de la edificación en Y según el número de sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 44 el ratio entre el número de sótanos y la deriva máxima (mm) en el eje Y, destacando el mayor valor de 0.0142 m/m representando un 17.99% en el modelo sin sótanos (SS), ese mismo comportamiento se observa en la deriva máxima en X, así mismo la gráfica sigue un comportamiento ascendente, con tres sótanos 16.68%, dos sótanos 16.70% y un sótano de 16.81%, considerando (ISE), consecuentemente las menores derivas se encuentran en los extremos la cual representa la tendencia general para cada análisis.

Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles (Según la Norma E.030):

Analizando las derivas máximas de entrepiso para las dos direcciones de análisis tenemos lo siguiente:

Deriva max. Inelástica en X: $0.004 < 0.007$ (cumple el análisis sin sótano y empotrado para edificio en concreto armado)

Deriva max. Inelástica en Y: $0.0065 < 0.007$ (cumple el análisis sin sótano y empotrado para edificio en concreto armado)

Periodos de vibración

Los periodos de vibración se muestran en la siguiente figura:

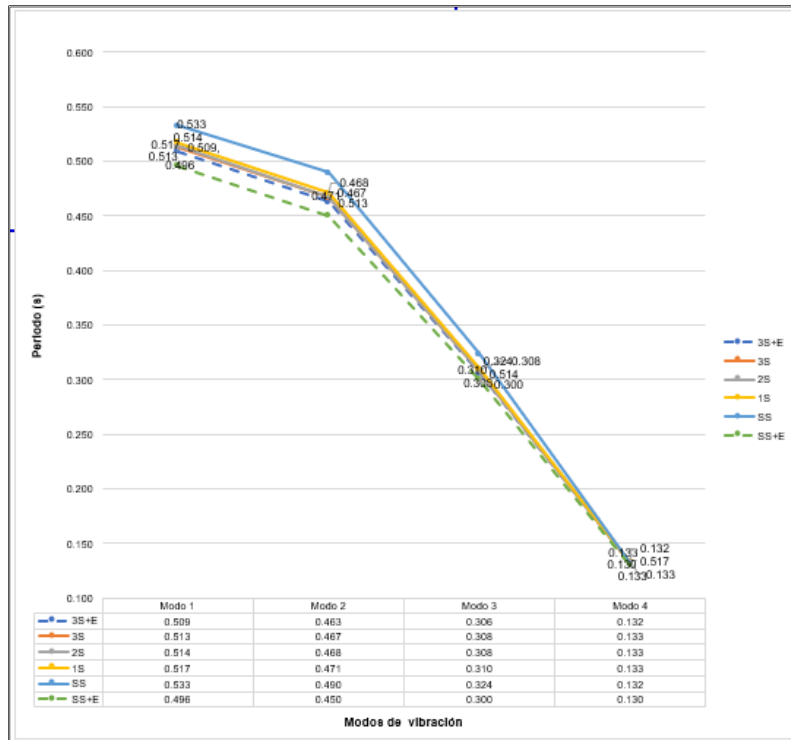


Figura 45. Periodo de vibración de la edificación
Fuente: Elaboración propia.

Analizando la figura 45, el periodo más alto de los cuatro primeros modos de vibración de la edificación por cada modelo planteado tenemos los resultados: con interacción suelo estructura con tres sótanos 0.513(s), con dos sótanos 0.514(s), con un sótano 0.517(s), (S3, S2, S1); se observa que el periodo de vibración es creciente a medida que se disminuye los niveles de sótano, esta variación se ve reflejado producto de la masa y la rigidez de las estructuras analizadas independientemente.

Momento de volteo

Los momentos de volteo de la edificación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19. Momento de volteo de la edificación

Número de sótanos	Momento de volteo	Momento de volteo (%)
	Tonf*m	Tonf*m
3S+E	38914.76	19.13%
3S	43152.85	21.21%
2S	39771.80	19.55%
1S	34018.81	16.72%
SS	25893.91	12.73%
SSE	21655.82	10.65%
Total	203407.95	100.00%

Fuente: Elaboración propia

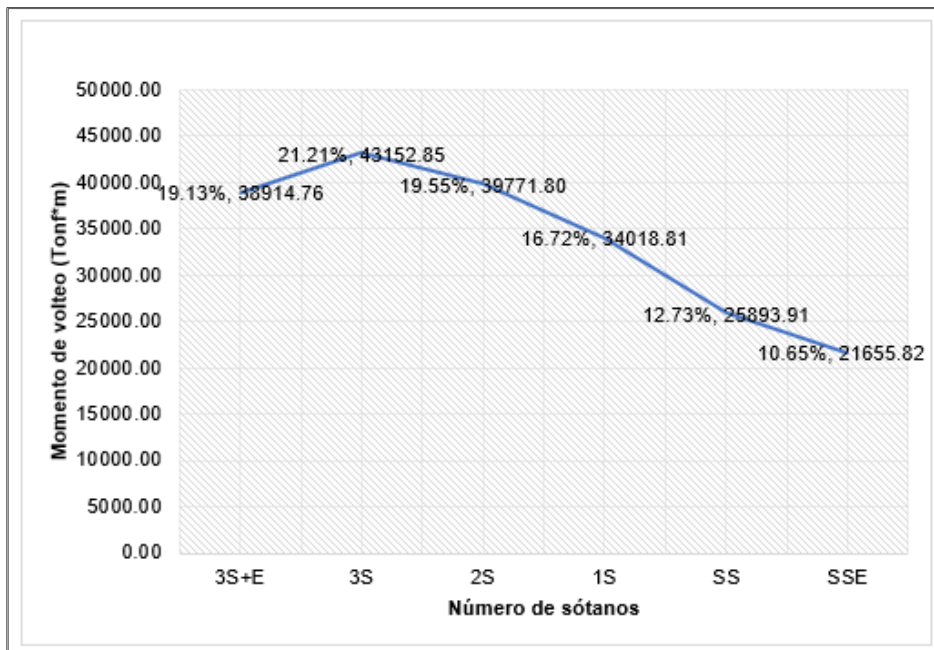


Figura 46. Gráfica de la tendencia de variación del momento de volteo de la edificación según el número de sótanos

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46 se muestra la tendencia que representa la variación de la magnitud del momento de volteo con el número de sótanos, los resultados de los modelos analizados son 06: Tres sótanos + empotramiento, 38914.76 Tonf. representando un 19.13%, tres sótanos 43152.85 Tonf. representa 21.21%, dos sótanos 39771.80 Tonf. representa 19.55%, un sótano 34018.81 Tonf. representa 16.72%, sin sótano 25893.91 Tonf. representa 12.73%, sin sótano + empotrado 21655.82Tonf.

representa 10.65%. En efecto la gráfica muestra un comportamiento semejante a la cortante, se observa que con tres sótanos considerando base rígida se tiene un 19.13% de momento de volteo, el pico más alto representa un 19.55% con tres sótanos y con (ISE), a medida que disminuye el número de sótanos, el momento de volteo también disminuye, y continua ese comportamiento sin sótano con 12.73%, y sin sótano con base rígida 10.65%.

Influencia de los niveles de sótano en los esfuerzos generados.

Cortante basal.

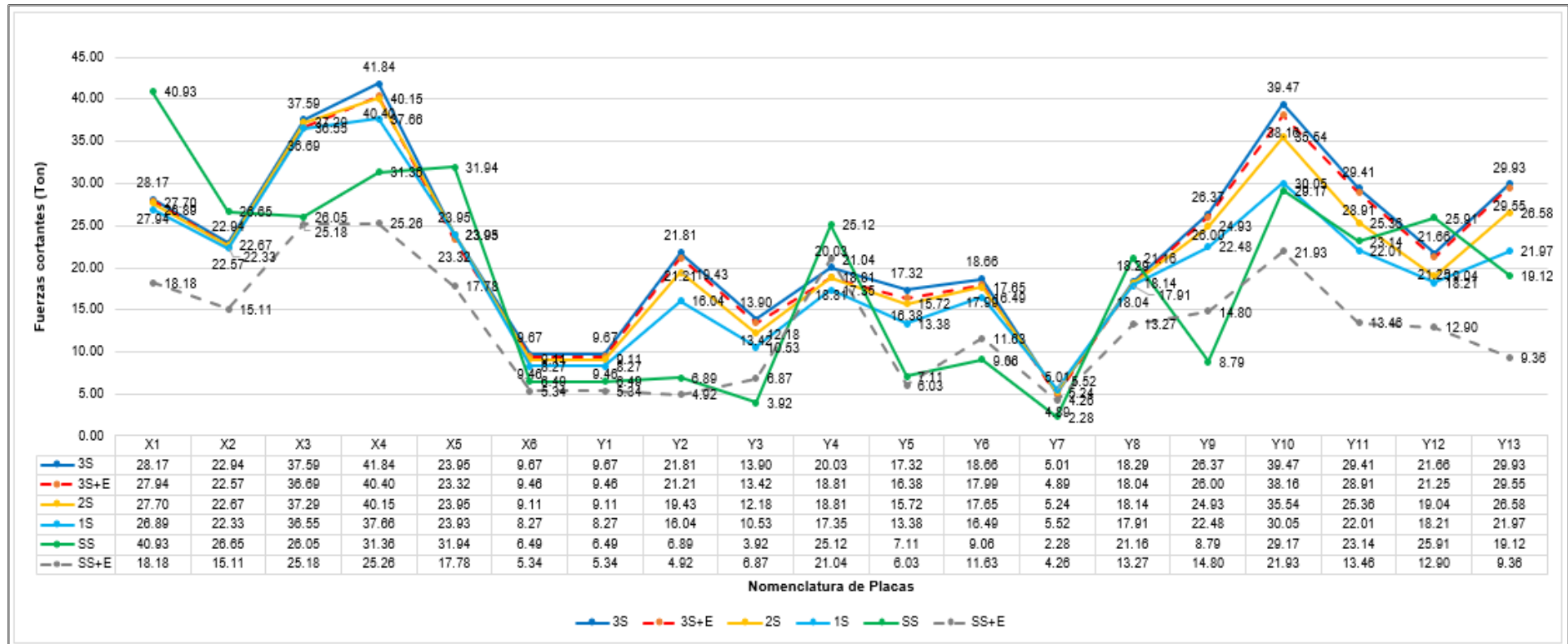


Figura 47. Fuerzas cortantes en la base de los muros de corte.

Fuente: Elaboración propia

La figura 47 muestra la comparación de los resultados de las fuerzas cortantes actuantes en los muros de corte. La línea continua muestra la variación real para cada elemento, por otra parte, la línea punteada muestra la tendencia general para cada análisis. La figura relaciona las nomenclaturas de las placas en X y Y vs la fuerza cortante en el eje de las ordenadas, en el elemento X1, con un

sótano, dos sótanos y tres sótanos con (ISE) la fuerza cortante se incrementa progresivamente. El elemento X4 representa un pico máximo de cortante de 41.84 Ton, esto resulta como producto de lo modos de vibración asignados a la estructura; el elemento X4 se ubica en el vértice inferior izquierdo. Los modos de vibración tienen un efecto torsional debido a que la estructuración del edificio es irregular, producto de la distribución arquitectónica de la edificación. Así mismo, en el elemento Y10 se muestra un pico de 39.47 Ton el cual se ubica en el vértice de la parte superior derecha, este efecto es también producto de un efecto torsional debido a las características propias de la edificación.

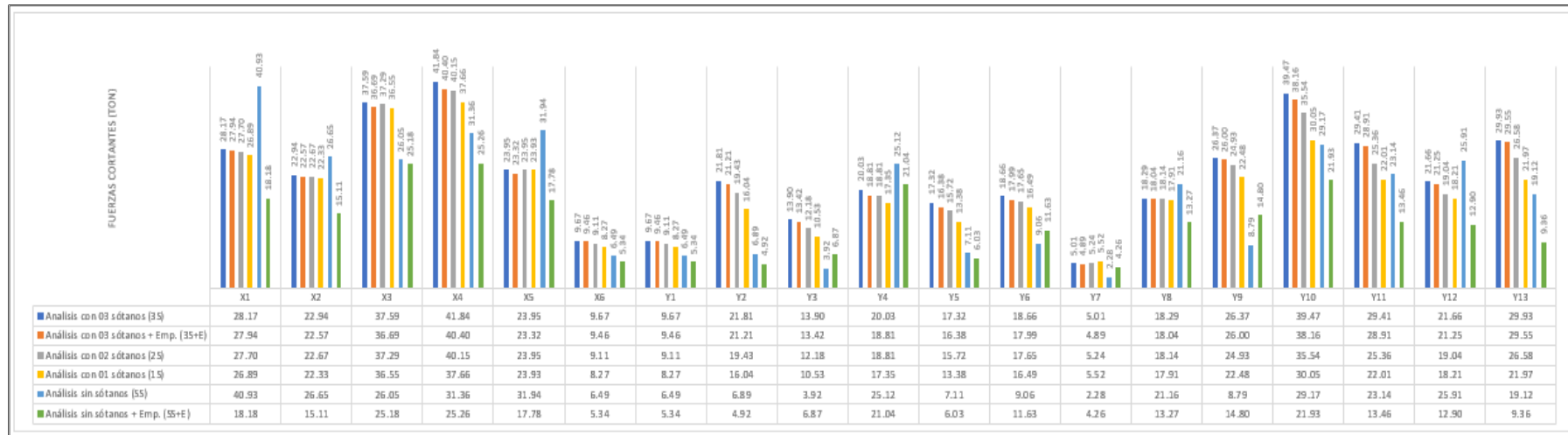


Figura 48. Fuerzas cortantes en la base de las placas.

Fuente: Elaboración propia

La figura de barras muestra la comparación de las fuerzas actuantes en los elementos estructurales en la base de las placas. Se observa que en los elementos X1 hasta X6 existe un comportamiento de aumento de cortante a medida que se incrementa los niveles de sótano para los casos con interacción suelo estructura, (1S,2S,3S - ISE), así mismo se observa que para los elementos

Y6,Y8,Y9,Y10,Y11,Y12, excepto el Y7 el incremento de la fuerza cortante es directamente proporcional al incrementar el número de sótanos.

Tabla 20. Cortantes basales, momentos de volteo y derivas máximas por número de sótanos

Número de sótanos	Cortante basal	Momento de volteo	Deriva máxima en X	Deriva máxima en Y	Fuerza cortante promedio. en placas
	Tonf	Tonf*m	Δ_{max} (X)	Δ_{max} (Y)	Tonf
3S+E	148.51	38914.76	0.0108	0.0129	22.34
3S	194.35	43152.85	0.0109	0.0132	22.93
2S	186.71	39771.80	0.0110	0.0132	21.50
1S	174.31	34018.81	0.0111	0.0133	19.78
SS	156.02	25893.91	0.0121	0.0142	18.51
SSE	146.53	21655.82	0.0107	0.0123	13.30
Total	1006.44	203407.95	0.0667	0.0791	118.36

Fuente: Elaboración propia

Si tomamos como referencia el cortante total basal de los seis modelos para poder medir la influencia que tiene cada tipo de análisis obtenemos los siguientes resultados de sus incidencias (% = cortante del análisis i / suma de los cortantes de los 06 análisis).

Tabla 21. Tabla porcentual, por número de sótano

Número de sótanos	Cortante basal (Tonf) (%)	Momento de volteo (%)	Deriva máxima en X (%)	Deriva máxima en Y (%)	Fuerza cortante promedio en las placas (%)
	Tonf	Tonf*m	Δ_{max} (X)	Δ_{max} (Y)	Tonf
3S+E	14.76%	19.13%	16.22%	16.32%	18.87%
3S	19.31%	21.21%	16.38%	16.68%	19.37%
2S	18.55%	19.55%	16.48%	16.70%	18.17%
1S	17.32%	16.72%	16.69%	16.81%	16.71%
SS	15.50%	12.73%	18.15%	17.99%	15.63%
SSE	14.56%	10.65%	16.08%	15.50%	11.24%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

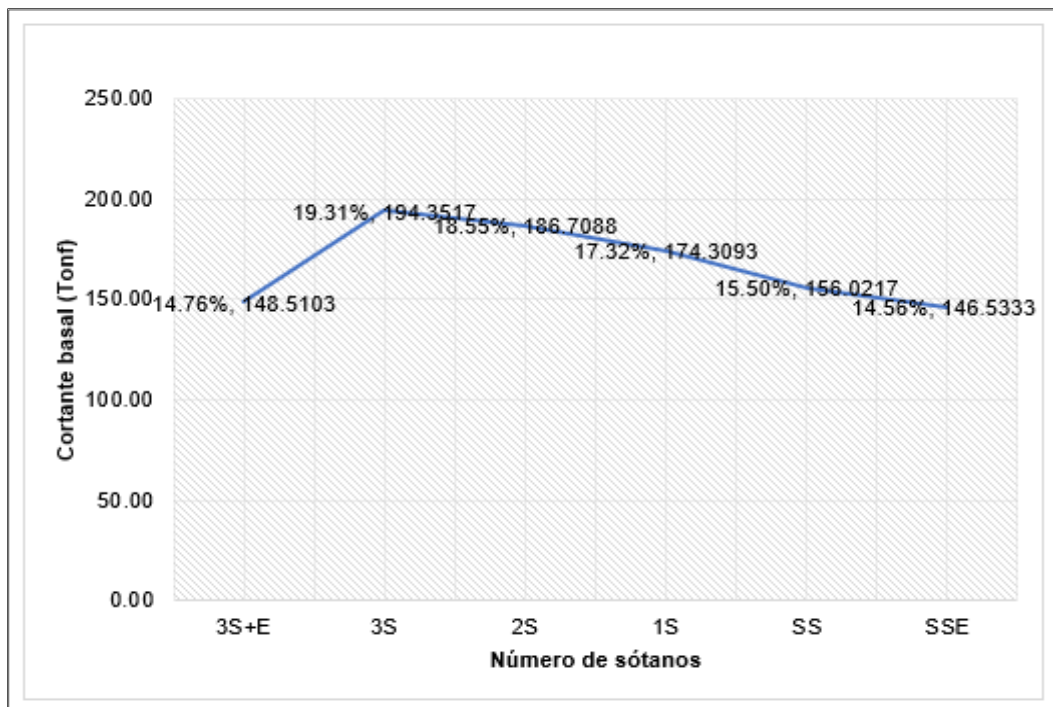


Figura 49. Tendencia de variación de la cortante basal de la edificación según el número de sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 49 se muestra la gráfica de tendencia que representa la variación de las cortantes basales con respecto a los análisis efectuados con diferentes números de sótano y también tomando en cuenta la diferencia entre análisis con ISE y con empotramiento, siendo los resultados de los 06 modelos analizados los siguientes: tres sótanos + empotramiento, 148.51 Tonf. representando un 14.76%, tres sótanos 194.35 Tonf. representa 19.31%, dos sótanos 186.71 Tonf. representa 18.55%, un sótano 174.31 Tonf. representa 17.32%, sin sótano 156.02Tonf. representa 15.50%, sin sótano + empotrado 146.53Tonf. representa 14.56%, en efecto la cortante basal con tres sótanos con base rígida, representa un 14.76%, consecuentemente considerando la interacción suelo estructura, a tres sótanos, dos sótanos y un sótano, resulta que la fuerza cortante es directamente proporcional al número de sótanos, seguidamente considerando a la edificación sin sótanos continúa mermando la fuerza cortante a un 15.5%, y por último considerando sin sótanos con base empotrada, representa el 14.56%.

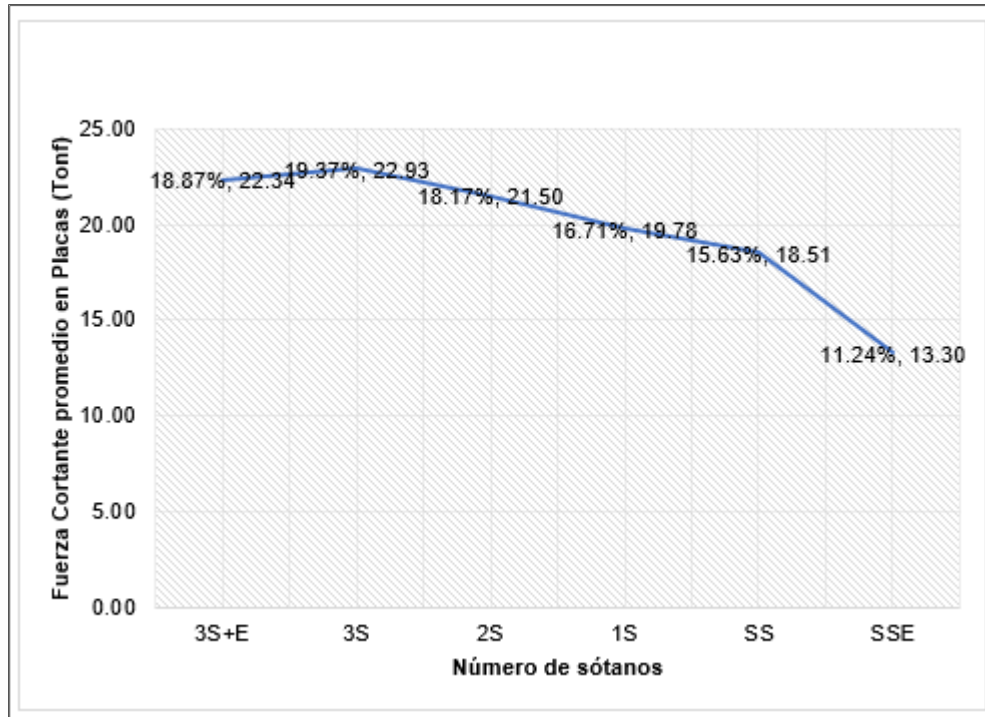


Figura 50. Gráfica de la tendencia de variación de la fuerza cortante en las placas de la edificación según el número de sótanos
Fuente: Elaboración propia.

La figura 50 muestra la tendencia de los valores de las cortantes, que son directamente proporcionales al número de sótanos. Considerando los extremos como tendencia general para cada análisis, el modelo de la edificación con tres sótanos tiene una magnitud de fuerza cortante promedio de 22.93 Tonf que representa el 19.37%; con dos sótanos es 21.50 Tonf, que representa el 18.17%; con un sótano es de 18.51 Tonf, que representa el 16.71%. Este efecto resulta del análisis de una edificación de seis plantas con semisótano y tres sótanos, considerándose además como un sistema estructural de tipo Dual.

Contrastación de hipótesis

Contraste de hipótesis: La presión dinámica y su influencia en el comportamiento del edificio.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis

H_0 : La presión dinámica máxima de la tierra se incrementa con la profundidad, por tanto, la variación de niveles de sótano considerando la ISE no influye en el comportamiento del edificio.

H_a : La presión dinámica máxima de la tierra se incrementa con la profundidad, por tanto, la variación de niveles de sótano considerando la ISE influye en el comportamiento del edificio.

Presiones estáticas del terreno

El valor de las presiones dinámicas se incrementa a medida que se aumenta los niveles de sótano. Al considerar 1 sótano la presión dinámica es de 1.32 ton/m², representando un 16.24%; con dos sótanos la presión dinámica es de 2.7 Ton/m², representando un 33.12%; con tres sótanos la presión dinámica es 4.12 Ton/m², representando un 50.64%. Es decir que a medida que se incrementa los niveles de sótano, la presión dinámica del terreno influye progresivamente. (Ver tabla 22 y Figura 50,51).

Tabla 22. Presiones dinámicas y su influencia ante la variación de niveles de sótano

Valores	Unidades	Niveles de sótano			
		0	1	2	3
Numero de sótanos	Und	0	1	2	3
Profundidad	m	0	2.55	5.2	7.95
Presiones dinámicas	Tn/m ²	0	1.32	2.7	4.12
Porcentaje de influencia	%	0.00%	16.24%	33.12%	50.64%

Fuente: Elaboración propia

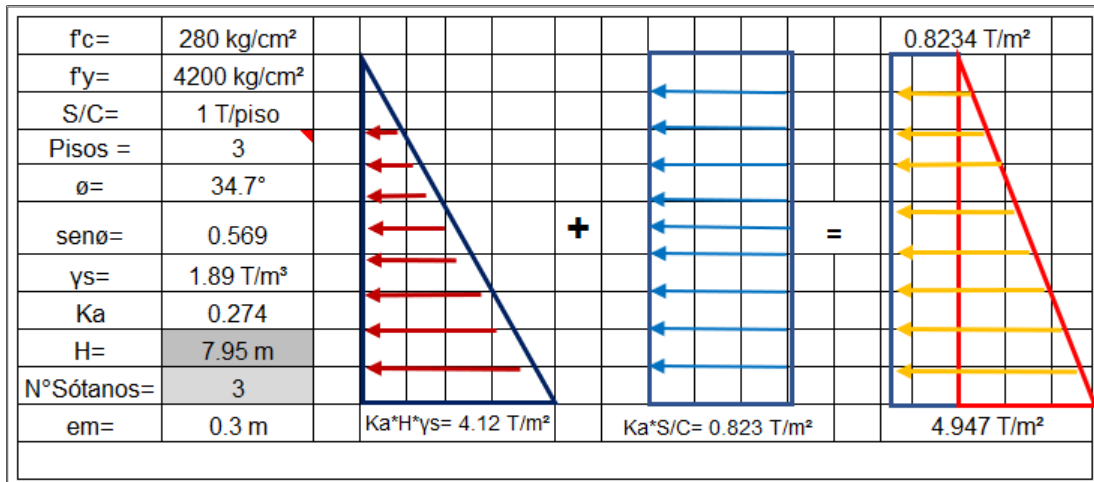


Figura 51. Presión que ejerce el terreno, en el muro de sótano.
Fuente: Elaboración propia.

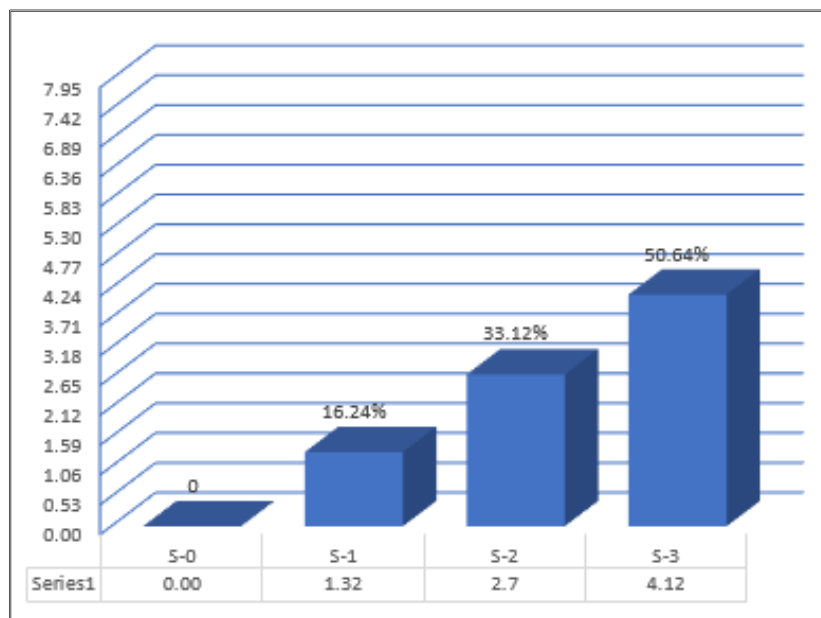


Figura 52. Incidencia de las presiones dinámicas ante la variación de niveles de sótano.
Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que al aumentar los niveles de sótano las presiones dinámicas también se incrementan progresivamente influyendo en el comportamiento de la edificación.

Contraste de hipótesis: Influencia de los niveles de sótano en la respuesta sísmica

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : Los niveles de sótano no influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

H_a : Los niveles de sótano influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

Coeficiente de Rigidez equivalente

Forman parte relevante de la investigación, en base a que el suelo representa un elemento de cálculo mas no un factor, por ende, su realismo es genuino, frente al método convencional.

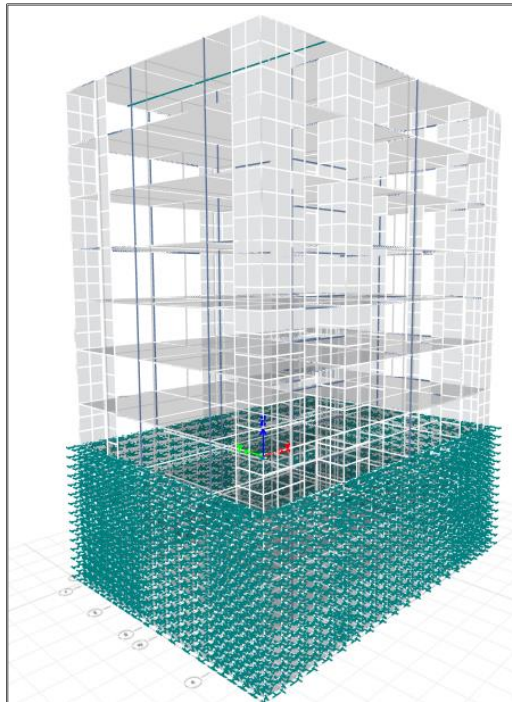


Figura 53. Edificación considerando interacción suelo estructura (amortiguador en el centro de la platea de cimentación) en los sótanos. Fuente: Elaboración propia.

Coeficientes de rigidez equivalente

$$B_x = \beta_y = 5079.2056 \text{ T.s/m}$$

$$B_z = 10118.01985 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\varphi x} = 204116.8263 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\varphi y} = 204393.6121 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\psi z} = 188407.6476 \text{ T.s/m}$$

Desplazamiento horizontal relativo

Existe una tendencia de disminución de las derivas con respecto al aumento del número de sótanos, en tal sentido, 1 sótano representa el 16.69% de deriva, 2 sótanos representan 16.48% de deriva, 3 sótanos representan el 16.38% de deriva. Por lo tanto, para los tres casos analizados, se observa que los niveles de planta baja, considerando la (ISE), contribuyen a disminuir las derivas progresivamente conforme aumenta el número de sótanos, deriva máxima en x vs. Número de sótanos (Ver figura 41,42,43).

Existe una tendencia de disminución de las derivas con respecto al aumento del número de sótanos, en tal sentido, 1 sótano representa el 16.81% de deriva, 2 sótanos representan 16.70% de deriva, 3 sótanos representan el 16.68% de deriva. Por lo tanto, para los tres casos analizados, se observa que los niveles de planta baja, considerando la (ISE), contribuyen a disminuir las derivas progresivamente conforme aumenta el número de sótanos, deriva máxima en (Y) vs. Número de sótanos (Ver figura 43,44).

Periodos de vibración

El periodo fundamental de vibración de la edificación incrementa a medida que se disminuyen los niveles de sótano con interacción suelo estructura con tres sótanos 0.513(s), con dos sótanos 0.514(s), con un sótano 0.517(s), (S3, S2, S1). Esta variación se ve reflejado producto de la masa y la rigidez de las estructuras analizadas independientemente, (Ver figura 45).

Momento de volteo

El momento de volteo de la edificación, muestra un comportamiento semejante a la cortante, considerando precisamente, con tres sótanos 43152.85 Tonf. que representa 21.21%; con dos sótanos 39771.80 Tonf. que representa 19.55%; con un sótano 34018.81 Tonf. que representa 16.72% de momento de volteo en los casos con (ISE), por tanto, a medida que disminuye el número de sótanos, el momento de volteo también disminuye, (Ver tabla 19 y Figura 46).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna. (H_a), demostrando que los niveles de sótano influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

Contraste de hipótesis: Esfuerzos generados en la base de la estructura.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : Conocer las magnitudes de los esfuerzos internos considerando el análisis con ISE y sótanos, no coadyuva a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales.

H_a : Conocer las magnitudes de los esfuerzos internos considerando el análisis con ISE y sótanos, coadyuva a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales.

Cortante basal

La cortante en la cimentación de la edificación incrementa a medida que se aumentan los niveles de sótano. Al incrementar 1 sótano se tiene que existe una influencia de 17.32% en el valor de la cortante en la cimentación, al incrementar 2 sótanos su influencia es de 18.55%, y con 3 sótanos es de 19.31%, por lo que se demuestra que los niveles de sótano influyen progresivamente en el valor de la cortante en la cimentación, por lo tanto conociendo la magnitud de la cortante coadyuvara a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación, (Ver tabla 20,21 y Figura 47,48,49,50).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), Se demostró que conocer los esfuerzos internos (cortante basal), considerando el análisis con ISE y sótanos, coadyuva a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales. En efecto producto de la acción sísmica en la edificación, la cortante basal tiene un rol preponderante en toda la estructura. Plasmando un análisis en la edificación, si los valores obtenidos superan los valores máximos establecidos por la normativa E.030 sismo-resistente en su Cap. 5 Art. 32 desplazamientos laterales relativos, donde se precisa que para concreto armado es de 0.007 el límite de la distorsión de entrepiso, se tendrá que replantear la estructuración y dimensionamiento de elementos estructurales, tales como secciones de los elementos principales. En efecto rigidizar la estructura, para que los parámetros se encuentren dentro del marco de la normativa, en tal sentido se demuestra que la cortante basal influye progresivamente en la estructuración y dimensionamiento de los elementos estructurales etc.

IV. DISCUSIÓN

Gerailim Mikola Roozbeh; Candia Gabriel; Sitar Nicolás (2016) en su investigación “presiones sísmicas de la tierra sobre estructuras de contención y muros de sótano en suelos sin cohesión”, los investigadores realizaron dos experimentos de laboratorio Rooz 01, Rooz 02 a escala de prototipo, el primer experimento consistía en dos estructuras de muro de contención de base rígida y flexible sin desplazamiento; el segundo experimento de centrifugación Rooz02 consistió en un voladizo en forma de U, sin desplazamiento. El objeto fue calcular las presiones sísmicas de la tierra sobre estructuras de muros sótano En el post análisis los investigadores demuestran que los incrementos de la presión sísmica de la tierra aumentan con la profundidad de forma coherente con la distribución estática de la tierra. Contrastando los resultados de Gerailim et al. (2016) con la presente investigación, en efecto se tiene que las presiones estáticas del terreno aumentan de manera proporcional a la profundidad de análisis y la fuerza de sismo; obteniendo un empuje activo $K_a = 4.12 \text{ t/m}^2$, $S/C = 0.82 \text{ t/m}^2$, y la acción sísmica de 1.17 t/m^2 M-O; así mismo se calculó los esfuerzos dinámicos con el software Etabs v.2019, cuyos datos arrojados son momento flector Max 4.8 t/m y fuerza cortante Max. -11.2 t/m .

Alomari, Jamal. (2019) Estudió el efecto de la presencia de sótanos en el periodo de vibración y otras respuestas sísmicas de los marcos C.R. La investigación tuvo como enfoque estudiar el efecto del piso del sótano y la interacción de la estructura del suelo sobre la respuesta dinámica de los edificios, haciendo uso del software SAP2000. Llevaron a cabo un análisis de una estructura de edificación que incluía dos sótanos, comparando los resultados con el edificio sin sótano, observó que, debido a la presencia de los sótanos, los desplazamientos de techo y los cortantes de la base disminuyeron; el periodo de vibración del edificio con sótanos fue menor que el edificio sin sótanos. Esta investigación fue plasmada por el autor Jamad Ahmad Alomari, de la universidad Al-Ahliyya Amman de Jordania, el autor modela, analiza la edificación con sótanos considerando la interacción suelo estructura en sincronía con su normativa. En este caso, Alomari (2019) considera la normativa de análisis propio de su país para un edificio regular de 04 niveles y un modelamiento de suelo tipo maya, lo cual muestra resultados coherentes propios

para aquella ubicación y de un edificio regular idealizado. Sin embargo, en la presente investigación se tomó en cuenta el modelo dinámico de ISE de la normativa rusa presentado por Villarreal (2017), el cual tampoco considera un análisis real propio de nuestra zona de estudio, ni la presencia de sótanos. Bajo esta premisa, nuestra normativa peruana no contempla un análisis con interacción sísmica ISE, siendo relevante para nuestro País que es altamente sísmico. Trabajando bajo la normativa E.030 sismorresistente se obtuvo resultados que difieren con el artículo de Alomari (2019) en mención, precisando que la cortante basal en la cimentación, es directamente proporcional al disminuir el número de sótanos. Para el presente estudio, los modelos o prototipos considerados para el análisis son: Tres sótanos + empotramiento, 148.51 Tonf representando un 14.76%, tres sótanos 194.35 Tonf. representa 19.31%, dos sótanos 186.71 Tonf. representa 18.55%, un sótano 174.31 Tonf. representa 17.32%, sin sótano 156.02 Tonf. representa 15.50%, sin sótano + empotrado 146.53Tonf. representa 14.56%, además de una estructuración real proveniente de una arquitectura proyectada para la zona de estudio.

Escobar, Pablo (2019), En su investigación tuvo como objetivo estudiar la interacción suelo-estructura de una vivienda multifamiliar de 7 plantas, en tal sentido se modelaron dos estructuras, uno considerando una base rígida, y el segundo modelo se plasmó tomando en cuenta la flexibilidad en la base de la estructura, mediante un análisis con el software ETABS v.2015. Donde observó los resultados de ambos modelos, y demostró que cuando se considera la ISE existe una minoración de esfuerzos sísmicos, incremento de periodo natural, e incremento de desplazamientos, en tal sentido que considerando la ISE se consigue un diseño más próximo a la realidad. Contrastando los resultados obtenidos por Escobar (2019) con la presente investigación, ambos estudios contemplan que para el desarrollo de un análisis sísmico se considere al suelo como un elemento de cálculo, (Interacción suelo-estructura), y por ende hacer uso de un modelo dinámico para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente.

Gopal Dabhi1; Vimlesh V. Agrawal2; Vishal B. Patel3 (2020), En el presente estudio, tuvieron como objetivo estudiar las diferentes áreas del sistema de sótano, los diferentes números de pisos y las diferentes condiciones del suelo como rocoso, suelo duro, suelo medio y suelo blando se consideraron para el análisis dinámico (Análisis de tiempo historia) y estático utilizando el software Etabs. El análisis de la condición base fija también se llevó a cabo para la misma, se registraron los parámetros de resorte (Modulo de cizallamiento, relación poisson), se realizó el cálculo en base a las pautas de FEMA-356, para las diferentes condiciones del suelo, se compararon varios resultados como el cortante base, el momento base, el desplazamiento, la deriva del piso y el período de tiempo con la condición base fija. Se encontró que para los edificios de 3 pisos no hubo cambios en los resultados para las diferentes condiciones del suelo. Para los edificios de 6,9 y 12 pisos resultan casi iguales para los estratos rocosos, estratos duros y base fija, y diferentes para suelos medios y blandos. A medida que aumentamos el área del sótano, el cortante y el momento base disminuyen, y el desplazamiento, la desviación del piso y el período de tiempo aumentan.

- Hasta el edificio de 3 pisos, no hay cambios en el cortante base y el momento base en ningún sistema de sótano porque el período de tiempo está dentro de los criterios, por lo que el valor s_a / g para todos los casos es el mismo. Por tanto, el cortante base y el momento base son iguales.
- Hasta el edificio de 6 pisos hay el mismo valor de cizallamiento base y momento base en base fija, estratos rocosos y condición del suelo denso, pero cambios menores para condiciones de suelo medio y blando.
- Para el edificio de 9 pisos, a medida que aumentamos el área del sótano, el cizallamiento base y el momento base aumentan para todos los casos y el período de tiempo disminuye.
- El período de tiempo de construcción de más de 12 pisos es el mismo en ambos sistemas de sótano, pero aumenta el corte y el momento base de la base.
- A partir del análisis se ha encontrado que hasta el edificio del edificio de 3 pisos no hay efecto de SSI y para el de 6 pisos el cambio menor en el resultado. Por lo tanto, podemos concluir que podemos descuidar el análisis ssi hasta el edificio de 6 pisos.

- Las fuerzas en la superestructura, la base y la masa del suelo se alteran significativamente debido al efecto de la interacción de la estructura del suelo. Para una estimación precisa de las cantidades de fuerza de diseño, es necesario considerar el efecto de interacción.

Análisis para las distintas variaciones:

Nº PISOS	TIPO DE SUELO	CALCULOS
3 PISOS	SUELO ROCOSO	CORTANTE BASAL
6 PISOS	SUELO DURO	MOMENTO EN LA BASE
9 PISOS	SUELO MEDIO	DESPLAZAMIENTO
12 PISOS	SUELO BLANDO	DERIVA DEL PISO
		PERIODO

Descripción del edificio - detalles geométricos y condiciones de carga:

SISTEMAS	DIMENSIONES	AREA SOTANO	ESPEJOR LOSA (mm)	VIGA (mm)	COLUMNA CENTRAL (mm)	COLUMNA RESTO (mm)	ESPEJOR PARED SOTANO-RCC (mm)	CARGA VIVA (KN/m ²)	CARGA ACAVADO DE PISO (KN/m ²)
Sistema de sótano 01	10 X 10	10 X 10	150	300 X 600	(500 X 500)	420 X 420	200	3	0.5
Sistema de sótano 02	10 X 10	20 x 20	150	300 X 600	(500 X 500)	420 X 420	200	3	0.5

Datos de la investigación que se realizó:

Considerando el efecto de los niveles de sótano de la edificación en el comportamiento sísmico estructural considerando la interacción suelo estructura y base fija (Empotrada).

TIPO DE CIMENTACION	DIMENSIONES	ESPEJOR	TIPO DE SUELO	CAPACIDAD ADMISIBLE	MODELO DINAMICO	ANALISIS	CASOS ANALIZADOS - VARIACIONES	SISTEMA ESTRUCTURAL
LOSA DE CIMENTACION	15 X 22.8	0.6 m	GP-GC	2.30 Kg/cm ²	Norma Rusa (SNIP, 2.02.05-87)	Interacción suelo estructura (ISE); Empotramiento	3S+(E), 3S+(ISE), 2S+(ISE), 1S+(ISE), SS+(ISE), SS+(E)	DUAL

Consolidado de los resultados, de los seis análisis efectuados a la edificación, compuesta por seis plantas, un semisótano y tres niveles de sótano.

Resultados de los cálculos realizados: Cortantes basales, momentos de volteo y derivas máximas por número de sótanos.

Número de sótanos	Cortante basal	Momento de volteo	Deriva máxima en X	Deriva máxima en Y	Fuerza cortante prom. en placas
	Tonf	Tonf*m	$\Delta_{max}(X)$	$\Delta_{max}(Y)$	Tonf
3S+E	148.51	38914.76	0.0108	0.0129	22.34
3S	194.35	43152.85	0.0109	0.0132	22.93
2S	186.71	39771.80	0.0110	0.0132	21.50
1S	174.31	34018.81	0.0111	0.0133	19.78
SS	156.02	25893.91	0.0121	0.0142	18.51
SSE	146.53	21655.82	0.0107	0.0123	13.30

V. CONCLUSIONES

1. Las observaciones sobre el comportamiento de los muros de sótano y las estructuras de contención en terremotos recientes muestran que los fallos de los muros de sótano o de excavación profundas en los terremotos son raros, incluso si las estructuras no fueron diseñadas para la magnitud real de la carga del terremoto. Para tales efectos y con el objeto de conocer la presión estática del terreno del área de estudio, se realizaron los cálculos, obteniendo un empuje activo $K_a = 4.12 \text{ t/m}^2$, $s/c = 0.82 \text{ t/m}^2$, considerando la acción sísmica de 1.17 t/m^2 M-O, así mismo se calculó los esfuerzos dinámicos con el software Etabs v.2019, los datos arrojados son, momento flector Max 4.8 t/m y fuerza cortante Max. -11.2 t/m .

El análisis de las presiones sísmicas de la tierra sobre las estructuras de contención resulta importante por el hecho de que implica una interacción dinámica entre el suelo y la estructura que no se presta a una simplificación fácil utilizando el equilibrio límite. Sin embargo, dicha simplificación es la esencia del método de análisis de equilibrio límite más utilizado. En efecto, cotejando las propiedades mecánicas del suelo, se verificó que inciden íntegramente en los esfuerzos internos de la super-estructura, así mismo, se realizó la optimización en el modelamiento ISE utilizando la Normativa rusa, la cual según Villareal (2017), es la que mejor se ajusta a la realidad peruana.

2. Se realizó el análisis de la edificación considerando el modelo dinámico con interacción suelo-estructura como un factor relevante, además de los modelos convencionales de cálculo con empotramiento perfecto. La respuesta sísmica de la edificación se evaluó en base a los indicadores de derivas de entrepiso, periodos de vibración, cortante basal y momentos de volteo; siendo los resultados de fuerza cortante en la base de la edificación de para cada prototipo, los siguientes: Para el modelo de tres sótanos más empotramiento (3S+E) un valor de 148.51 Tonf , representando un 14.76% de la suma total; el de tres sótanos considerando la interacción suelo-estructura (3S) de 194.35 Tonf , que representa un 19.31% ; el de dos sótanos (2S) 186.71 Tonf , que representa un 18.55% , el de un sótano (1S) de 174.31 Tonf , que representa un 17.32% , el de sin sótano (SS) de 156.02 Tonf , que representa un 15.50% ; y finalmente, el sin sótano más empotramiento (SS+E) de 146.53 Tonf , que representa un 14.56% ;

en tal sentido se concluye que al aumentar el número de niveles de sótano se incrementa el valor de las cortantes basales, debido a que en el modelo dinámico se considera la masa de los niveles de sótano, lo cual incide en un aumento de las acciones sísmicas en la edificación. En cuanto a las derivas de entrepiso, a medida que se incrementa los niveles de sótanos los valores de la deriva se incrementan progresivamente; además que, en la presente investigación se realizó la verificación de las derivas máximas inelásticas de entrepiso consideradas en la Norma E.030, las cuales no superaron el máximo permitido de 0.007 para el caso de edificaciones de concreto armado. Por otro lado, obtuvo que al incrementar los niveles de sótano, los periodos de vibración se acentúan de manera proporcional. Por tanto, se concluye los niveles de sótanos influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

3. Conocer las magnitudes de las fuerzas cortantes basales, coadyuva a un mejor dimensionamiento. En efecto producto de la acción sísmica en la edificación, la cortante basal tiene un rol preponderante en toda la estructura. Plasmando un análisis en la edificación, si los valores obtenidos superan los valores máximos establecidos por la normativa E.030 sismo-resistente en su Cap. 5 Art. 32 desplazamientos laterales relativos, donde se precisa que para concreto armado es de 0.007 el límite de la distorsión de entrepiso, se tendrá que replantear la estructuración y dimensionamiento de elementos estructurales, tales como secciones de los elementos principales. En efecto rigidizar la estructura, para que los parámetros se encuentren dentro del marco de la normativa, en tal sentido conocer la cortante basal es vital para una estructura etc. Cuando se realizó una comparación en el análisis de la edificación considerando la presencia de niveles de sótanos con la interacción suelo estructura (ISE) con la estructura de base fija, resultando notorio los cambios que se suscitan en los valores de las fuerzas actuantes en los diferentes elementos estructurales, las cuales son visiblemente diferentes para ser ignorados, ya que existe una gran cuantía de factores que afectan el alcance del efecto de la interacción suelo-estructura en los niveles de sótano, como por ejemplo el tipo de suelo, la ubicación de la edificación, el tipo de edificación, etc. los cuales inciden en los cálculos de la aceleración sísmica. Por tanto, se concluye que los niveles de

sótanos influyen progresivamente en las fuerzas sísmicos actuantes en los elementos estructurales de la edificación.

4. A partir del análisis se ha encontrado que, si el área de contacto de la estructura es mayor, el efecto de la interacción suelo estructura es directamente proporcional al efecto de ISE.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Incluir el efecto de las presiones dinámicas del terreno en las construcciones de edificaciones que incluyen niveles de sótanos, ya que estos son dispensables para su posterior diseño concreto-acero y procedimientos de construcción. Además, que resulta de suma importancia la consideración de niveles de sótano en aras de un mayor aprovechamiento de áreas dentro de las zonas urbanas.
- 2.** Seguir estudiando, la interacción del trinomio suelo-cimentación-estructura, con el objeto de fórmulas genuinas, justificadas que permitan cuantificar con mayor claridad estos efectos. En este tema se necesitan más trabajos experimentales y casos bien documentados para explorar plenamente la gama de posibles condiciones de suelo y tipos de estructuras de edificación.
- 3.** Conocer las magnitudes de los esfuerzos cortantes coadyuva a una mejor estructuración y dimensionamiento de elementos estructurales. La normativa peruana E.030 -2019 no contempla, el análisis sísmico con el modelo de interacción sísmica suelo-estructura, por lo tanto, se recomienda incluirlo en base a que los análisis son más genuinos, respecto de los efectos de las solicitaciones sísmicas, las cuales repercuten directamente en los diseños estructurales.
- 4.** Para poder estimar con precisión la respuesta de la estructura, es necesario considerar el efecto de la interacción de la estructura del suelo bajo la influencia de cargas tanto estáticas como dinámicas.

REFERENCIAS

1. STATEFARM. *Refugio contra la tormenta: Si vives en un área propensa a clima severo, considera la protección de un cuarto de refugio*. Estados Unidos: Washington D.C, 2008.
2. HUEI-JU. Chena. Capsule hotels: Offering Experiential Value or perceived as risky by tourists? An optimum stimulation level model. *International Journal of Hospitality Management*. [en línea]. 26 de diciembre de 2019, (6). 1-10 [fecha de consulta 23 abril 2019] <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102434>
3. PUEBLO EN LINEA. *Beijing inaugura su primer gran estacionamiento inteligente: función de búsqueda inteligente del vehículo es una de las novedades del nuevo parqueo*. República Popular China: Beijing, 2017.
4. MORALES NELSON, ZAVALA CARLOS. Terremotos en el litoral central del Perú podría ser lima el escenario de un futuro desastre. *Revista Peruana de medicina experimental y salud pública*. Vol. 25, núm. 2, 2008, pp. 217-224. 1726-4642
5. COSAPI. *Construye edificio con sistema top down que permite construir a la vez el sótano y pisos superiores*. Lima: Perú, 2018
6. EL COMERCIO. *Millennials lideran demanda inmobiliaria online para comprar y alquilar viviendas en lo que va del año*. Lima: Perú 2021
7. CASTILLO L. *Evaluación de los estacionamientos subterráneos en Rivera Navarrete*. [en línea]. Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú. [Fecha de consulta 16 mayo 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/11731>
8. MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO, *Estacionamientos Subterráneos en la Av. Rivera Navarrete* [en línea] [fecha de consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <http://msi.gob.pe/portal/proyecto-rivera-navarrete/>
9. ELCOMERCIO. *Proponen hacer otro parqueo subterráneo en San Isidro* [en línea] [fecha de consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://noticias.costosperu.com/noticias/proponen-parqueo-subterraneo-san-isidro/>
10. HASHASH, DASHTI, MUSGROVE, GILLIS, WALKER, ELLISON, BASARAH. Influencia de los edificios altos en la respuesta sísmica de estructuras subterráneas poco profundas. *Revista de Ingeniería Geotécnica y Geoambiental*, 144 (12), 04018097. [Fecha de consulta: 16 mayo 2021]. DOI: 10.1061 / (ASCE) GT.1943-5606.0001963

11. ANWAR, UTHAYAKUMAR, ABINAYAA, NAJAM. Importancia de la interacción suelo-estructura en la respuesta sísmica de edificios. NED University Journal of Research. [fecha de consulta: Enero 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.35453/NEDJR-STMECH-2019-0004>
12. JAMAL A. Efecto de la presencia de sótanos en el período de vibración y otras respuestas sísmicas de R.C. Marcos. [en línea]. Article info, Engineering, Technology & Applied Science Research. Vol. 9, 4712-4717. Universidad Al-Ahliyya Amman [fecha de consulta: octubre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.48084/etasr.3005>
13. ESCOBAR, J. *Análisis y diseño estructural con ISE de una edificación multifamiliar de 7 plantas*. [en línea]. Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. [fecha de consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4334>
14. ANGULO, J. Análisis sísmico de un edificio de siete pisos con sótano utilizando interacción suelo-estructura en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, 2017. [en línea]. Peru: Universidad Cesar Vallejo. [fecha de consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/9925>
15. VILLARREAL GENNER (2017), Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con plateas de cimentación. Lima, 2017. [en línea]. Peru: [fecha de consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.doccity.com/es/2018-libro-interaccion-sismica-suelo-estructura-en-edificaciones-con-plateas-de-cimentacion/3641177/>
16. Amosova L, Dolgoplov V.(2020) cálculo del comportamiento interactivo entre suelos y estructuras de marco.Rusia,2020 [en línea]. POLZUNOVSKY ALMANAK No. 2 T.1 2020 [fecha de consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43165799>
17. RESENDE, SOUZA, GOMES. Análisis de la influencia del suelo en el desempeño térmico de cuartos subterráneos en un edificio a nivel del suelo en São Paulo, Brasil, vía EnergyPlus.[en línea]. 28, 1, pp.164-177. ISSN 0718-3305.DOI:10.4067/S0718-33052020000100164.
18. BOUCHOT E, DELATOUR J. Reciclaje del agua en su sótano, repositorio digital institucional de la Universidad de McGill, Departamento de Ingeniería de Biorecursos. [fecha de consulta: 15 de Abril 2016]. Disponible en: <https://escholarship.mcgill.ca/concern/reports/v405s953p>

19. GERAILI, CANDIA, SITAR. *Presiones sísmicas de la tierra sobre estructuras de contención y muros de sótanos en suelos sin cohesión*. [en línea]. *Revista de Ingeniería Geotécnica y Geoambiental*, (), 04016047–.[fecha de consulta: 2016] DOI: 10.1061 / (ASCE) GT.1943-5606.0001507
20. YETTY, MASYHUR, ROESYANTO Y HENDRIYAWAN. Estudio de la interacción de la estructura del suelo en el muro del sótano con variantes en la distancia y profundidad del sótano en la clase de suelo SE, [en línea]. University of HKBP Nommensen, Sutomo Street No.4A, Medan 20234, Indonesia, [fecha de consulta: 5 Mayo 2020]. DOI: 10.1088/1742-6596/1529/5/052067
21. Dabhil, Agrawal, Patel (2020) Interacción suelo-estructura para el sistema de sótano de un edificio de varias plantas para diferentes condiciones de suelo utilizando el análisis estático en etabs, [en línea]. *Revista internacional de ingeniería civil-junio 2020* [fecha de consulta: 27 Mayo 2021]. DOI: 10.14445 / 23488352 / IJCE-V7I6P109
22. Hoyuky T. metodología de la investigación I. Investigación Aplicada
23. Vargas C, Zoila R. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia Científica. [en línea]. *Educación*, vol. 33, núm. 1, 2009, pp. 155-165. Universidad de Costa Rica San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. ISSN: 0379-7082
24. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar, "Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias" en *Metodología de la investigación*, sexta edición, McGraw Hill Education, pp.2-21. [en línea] [fecha de consulta: México 2014]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
25. ELISENDA M. Planteamiento de estudios experimentales y cuasi experimentales: Fases de la investigación científica. [En línea]. pag.1-20. [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. disponible en: <http://www.ub.edu/disin/sites/default/files/Tema%201%20M5-M6.pdf>
26. Arias E. Investigación correlacional. La investigación correlacional consiste en evaluar dos variables siendo su fin estudiar el grado de correlación entre ellas. [en línea]. [fecha de consulta: 08 diciembre 2020]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-correlacional.html>

27. Wigodski J. Metodología de la investigación. Variable independiente [en línea]. [fecha de consulta: 10 julio 2010]. Disponible en:
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>
28. Estrategias de investigación. Variables de investigación [en línea]. Disponible en:
<https://metodologiaucv.blogspot.com/2016/07/las-variables.html>
29. *Hermosillo S. Seminario de tesis. Marco Metodológico población y muestra* [en línea]. Disponible en:
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT86.pdf
30. Sandoval Jorge. Notas estadísticas: Investigaciones, poblaciones y muestra. [en línea]. Acta medica costarricense. 2007, pp. 11-12 UNA. ISSN: ISSN 0001-6002 Disponible en:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022007000100004
31. LALANGUI D. Tesis. Población y muestra de tesis [en línea]. [fecha de consulta: 24 junio 2018]. Disponible en:
<https://www.emprendimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/>
32. QUESTIONPRO. Muestreo no probabilístico: definición tipos y ejemplos [en línea]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-no-probabilistico/>
33. Galindo E. Unidad de análisis de la población. Metodología de investigación pautas para hacer Tesis [en línea]. [fecha de consulta: 21 marzo 2021]. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html?m=0>
34. Ale y Edgar. Aspectos administrativos tesis hay cronograma. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos [en línea] pp.1-7 [fecha de consulta: 22 setiembre 2025]. Disponible en:
<http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/apops/Obj02/web/media/pdf/Parasabermas.pdf>
35. Ale y Edgar. Aspectos administrativos tesis hay cronograma. técnicas [en línea] pp.1-7 [fecha de consulta: 22 setiembre 2025]. Disponible en:
<http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/apops/Obj02/web/media/pdf/Parasabermas.pdf>

36. Ale y Edgar. Aspectos administrativos tesis hay cronograma. Instrumentos [en línea] pp.1-7 [fecha de consulta: 22 setiembre 2025]. Disponible en:
<http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/apops/Obj02/web/media/pdf/Parasabermas.pdf>
37. Galindo E. Métodos de investigación pautas para hacer tesis. que es la validez en una investigación de tesis [en línea]. [fecha de consulta: 15 junio 2017]. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-validez-en-una-investigacion.html>
38. RAYMOND,GUEVARA,MACHADO, Importancia de la ética en la investigación.
Revista Universidad y Sociedad.2018, vol. 10 no1,1-7. ISSN 2218-3620
39. QUESTIONPRO. Recursos humanos, [en línea] [fecha de consulta: 20 junio 2021]. Disponible en:
<https://www.questionpro.com/es/que-son-los-recursos-humanos.html>
40. UNIVERSIDAD DE COLIMA, el presupuesto en un proyecto de investigación. [en línea] [fecha de consulta: 20 junio 2021] Disponible en:
https://recursos.ucol.mx/tesis/presupuesto_proyecto_investigacion.php
41. BASIC DESIGN GUIDELINES. Intellectual Property Rights [en línea]. [fecha de consulta 8 de diciembre 2021]. Disponible en:
<https://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/eng/doc17534/doc17534-d.pdf>
- 42.MURTY,GOSWAMI,VIJAYANARAYANAN,MEHTA. Earthquake Behaviour of Buildings [en línea]. India: Gujarat State Disaster Management Authority [fecha de consulta 8 diciembre 2021]. Disponible en:
https://www.iitk.ac.in/nicee/IITK-GSDMA/EBB_001_30May2013.pdf

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Anexo 03: Fichas de validación de Instrumento para la recolección de datos

Anexo 04: Resultado de análisis de consistencia interna

Anexo 05: Consentimiento Informado

Anexo 06: Reporte de similitud en software turnitin

Anexo 07: Análisis complementario

Anexo 08: Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación

Anexo 09: Otras evidencias

L1: Plano de ubicación (UL-01)

L2: Plano de Estructuras (E-01)

L3: Plano de Sótano (A-01)

L4: Plano de Semisótano (A-02)

L5: Plano de Arquitectura 1ra planta (A-03)

L6: Plano de Arquitectura 2da planta (A-04)

L7: Plano de Elevación, Corte A-A (A-05)

L8: Plano de Arquitectura 3D (A-06)

L9: Plano de Arquitectura 3D – Corte A-A (A-07)

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

TITULO: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021.

VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA		
V. INDEPENDIENTE SOTANOS	El perímetro de los muros del sótano está diseñado para resistir de manera infalible las cargas de la edificación sobre ellas, así mismo para soportar las fuerzas laterales debido a terremotos. Dependiendo del tipo de suelo, las fuerzas producidas por el terremoto pueden ser muy alta ⁴¹ .	La estructura de los niveles de sótanos se medirá en función de los indicadores, tales como presiones dinámicas, derivas, cortante basal, desplazamientos, se medirá haciendo uso del predimensionamiento y modelado del conjunto de elementos estructurales.	Niveles de sótanos	Cuantía de niveles de sótanos	Razón	Tipo de Investigación:		
						Aplicada o Empírica		
						Nivel de Investigación		
						Correlacional		
								Enfoque:
								Cuantitativo
								Diseño de Investigación
								Experimental de tipo cuasi experimental
					Población			
V. DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA	El comportamiento sísmico de las edificaciones de concreto armado su estudio es relevante, en base a su uso extendido, así mismo de dotarle ductilidad que le permita un comportamiento adecuado durante solicitaciones sísmicas severas. La rigidez puede ser utilizada para minimizar las deformaciones sísmicas y en tal sentido mermar el daño de los elementos estructurales y no estructurales. Las estructuras de concreto armado para que presenten un buen desempeño frente a acciones sísmicas es necesario que posean cierta ductilidad ⁴² . Consideramos las alteraciones que sufren las propiedades del suelo como consecuencia de la acción cíclica del	La variable comportamiento sísmico estructural de un edificio con la interacción suelo estructura se operacionaliza con sus dimensiones e indicadores del sistema estructural aportado de concreto armado.	Presiones dinámicas	Presión Estática del terreno	Razón	Todas las edificaciones diseñadas en concreto armado con sistema dual		
						Muestreo		
						Muestreo no probabilístico		
						Muestra		
						Edificación de concreto armado de seis plantas y tres niveles de sótano		
						Técnica		
			Respuesta sísmica	Coeficiente de Rigidez equivalente	Razón			
				Desplazamiento horizontal relativo	Razón			
				Periodo de vibración	Razón			

	sismo, precisamente la degradación de la resistencia al corte.				Observación directa Observación experimental	
				Momento de volteo	Razón	Instrumento de investigación
			Esfuerzos generados	Cortante basal	Razón	Ficha de recolección de datos

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS, COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL				FECHA 06/21/2021
INVESTIGACION: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO EN HUARAZ, 2021				OBSERVACIÓN
TESISTA: ALVAREZ GIRALDO, JESUS ALEJANDRO				
PARTE I: GENERALIDADES Y UBICACIÓN				
Departamento:	Ancash	Longitud:	-77.52915637	
Provincia:	Huaraz	Altitud:	3077.778	
Distrito:	Independencia	Latitud:	-9.539451042	
Nº	INDICADOR	UND	DESCRIPCIÓN	
PARTE II: NIVELES DE SÓTANO				
1	Número de sótano	(Und)	Influencia de los niveles de sótanos, en el comportamiento de la superestructura, debido a sollicitaciones sísmicas.	
2	Dimensionamiento de columnas	(Cm)	Dimensionamiento y pre dimensionamiento, considerando equilibrio en seguridad y costo.	
3	Dimensionamiento de muros de sótano	(Cm)	Se plasmará el Pre dimensionamiento, elementos estructurales.	
4	Dimensionamiento de plateas de cimentación	(Cm)	Se analizará el contacto dinámico, suelo platea de cimentación, considerando la interacción suelo estructura (ISE).	
5	Profundidad del terreno	(Und)	Se considera que la presión dinámica máxima de la tierra incrementa con la profundidad.	
PARTE III: PRESIONES DINÁMICAS				
6	Esfuerzos	(Kgf/m2)	Resistencia a compresión.	

7	Presión dinámica del terreno	(Kgf/m ²)	Se calculará las presiones del terreno haciendo uso de método de, Mononobe-Okabe.	
8	Presión lateral del suelo en terremotos	(Kgf/m ²)	Presión activa.	
PARTE IV: PARAMETROS GEOMECHANICOS				
9	Velocidad de ondas de corte	(m/s)	Se clasificará los perfiles de suelo, considerando el inc.2.3.1, Norma E.030.	
10	Coefficiente de Rigidez equivalente	(T.m)	Se hará uso del modelo dinámico de la norma rusa SNIP (2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente.	
PARTE V: ANALISIS SISMICO				
11	Fuerzas internas	(Kgf)	Se plasmará el análisis sísmico, considerando la interacción suelo estructura, para el modelado en el software ETABS, así mismo producto del análisis obtendrán valores cuantitativos de los indicadores, para luego ser contrastados haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial.	
12	Fuerzas externas	(Kgf)		
13	Factor de suelo	(E.030)		
14	Periodo de Vibración	(sec)		
15	Distorsión de entrepiso	(mm)		
16	Cortante Basal	(Kgf)		
17	Momentos	(Tonf-m)		
18	Desplazamientos	(mm)		
19	Fuerzas axiales	(kgf)		
20	Control de desplazamientos lateral en ambas direcciones X y Y	(mm)		

Anexo 3: Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos

Lima, 21 de junio de 2021

Ing. Luis Alejandro Giraldo Fortuna

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: **“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Planos (Arquitectura, Estructura, Ubicación)
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO
D.N.I: 42877633



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : Giraldó Fortuna Luis Alejandro
- Grado académico : Titulado
- Título profesional : Ingeniero Civil
- N° de registro CIP : 215534

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación



Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	X		
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
Total			01	14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Giraldo Fortuna Luis Alejandro

Especialista: Metodólogo [] Temático

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 215534

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



Firma y Sello

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS, COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL				FECHA 06/21/2021
INVESTIGACION: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON LA				OBSERVACION
VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO EN HUARAZ, 2021				
TESISTA: ALVAREZ GIRALDO, JESUS ALEJANDRO				
PARTE I: GENERALIDADES Y UBICACIÓN				
Departamento:	Ancash	Longitud:	-77.52915637	
Provincia:	Huaraz	Altitud:	3077.778	
Distrito:	Independencia	Latitud:	-9.539451042	
Nº	INDICADOR	UND	DESCRIPCION	
PARTE II: NIVELES DE SOTANO				
1	Número de sótano	(Und)	Influencia de los niveles de sótanos, en el comportamiento de la superestructura, debido a solicitaciones sísmicas.	
2	Dimensionamiento de columnas	(Cm)	Dimencionamiento y pre dimensionamiento, considerando equilibrio en seguridad y costo.	
3	Dimensionamiento de muros de sótano	(Cm)	Se plasmará el Pre dimensionamiento, elementos estructurales.	
4	Dimensionamiento de plateas de cimentación	(Cm)	Se analizará el contacto dinámico, suelo platea de cimentación, considerando la interacción suelo estructura (ISE).	
5	Profundidad del terreno	(Und)	Se considera que la presión dinámica máxima de la tierra incrementa con la profundidad.	
PARTE III: PRESIONES DINAMICAS				
6	Esfuerzos	(Kg/m ²)	Resistencia a compresión.	
7	Presión dinámica del terreno	(Kg/m ²)	Se calculará las presiones del terreno haciendo uso de método de, Mononobe-Okabe.	
8	Presión lateral del suelo en terremotos	(Kg/m ²)	Presión activa.	
PARTE IV: PARAMETROS GEOMECHANICOS				
9	Velocidad de ondas de corte	(m/s)	Se clasificará los perfiles de suelo, considerando el inc.2.3.1, Norma E.030.	
10	Coefficiente de Rigidez equivalente	(T.m)	Se hará uso del modelo dinámico de la norma rusa SNIP (2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente.	
PARTE V: ANALISIS SISMICO				
11	Fuerzas internas	(Kgf)	Se plasmará el análisis sísmico, considerando la interacción suelo estructura, para el modelado en el software ETABS, así mismo producto del análisis obtendrán valores cuantitativos de los indicadores, para luego ser contrastados haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial.	
12	Fuerzas externas	(Kgf)		
13	Factor de suelo	(E.030)		
14	Periodo de Vibración	(sec)		
15	Distorsión de entepiso	(mm)		
16	Cortante Basal	(Kgf)		
17	Momentos	(Tonf-m)		
18	Desplazamientos	(mm)		
19	Fuerzas axiales	(kgf)		
20	Control de desplazamientos lateral en ambas direcciones X y Y	(mm)		

Lima, 21 de junio de 2021

Ing. Rene Bladimir Reynalte Palacios

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: **“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Planos (Arquitectura, Estructura, Ubicación)
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO
D.N.I: 42877633



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA - HUARAZ
ING° RENE BLADIMIR REYNALTE PALACIOS
PROFESIONAL ESPECIALIZADO EN RECURSOS HÍDRICOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : *Reynalte Palacios Rene*
- Grado académico : *Universitario - Titulado*
- Título profesional : *Ingeniero Agrícola e Civil*
- N° de registro CIP : *96205*

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA - HUARAZ

(Firma)
ING^o RENE BLADIMIR REYNALTE PALACIOS
PROFESIONAL ESPECIALIZADO EN RECURSOS HIDRICOS

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
Total					

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Reynaldo Palacios


Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero en Civil

N° de registro CIP: 96205

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

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA - HUARAZ

 ING° RENE BLAZQUEZ PALACIOS
 PROFESIONAL ESPECIALIZADO EN RECURSOS HÍDRICOS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS, COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL				FECHA 06/21/2021
INVESTIGACION: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO EN HUARAZ, 2021				OBSERVACION
TESISTA: ALVAREZ GIRALDO, JESUS ALEJANDRO				
PARTE I: GENERALIDADES Y UBICACIÓN				
Departamento:	Ancash	Longitud:	-77.52915637	
Provincia:	Huaraz	Altitud:	3077.778	
Distrito:	Independencia	Latitud:	-9.539451042	
Nº	INDICADOR	UND	DESCRIPCION	
PARTE II: NIVELES DE SOTANO				
1	Número de sótano	(Und)	Influencia de los niveles de sótanos, en el comportamiento de la superestructura, debido a sollicitaciones sísmicas.	
2	Dimensionamiento de columnas	(Cm)	Dimencionamiento y pre dimensionamiento, considerando equilibrio en seguridad y costo.	
3	Dimensionamiento de muros de sótano	(Cm)	Se plasmará el Pre dimensionamiento, elementos estructurales.	
4	Dimensionamiento de plateas de cimentación	(Cm)	Se analizará el contacto dinámico, suelo platea de cimentación, considerando la interacción suelo estructura (ISE).	
5	Profundidad del terreno	(Und)	Se considera que la presión dinámica máxima de la tierra incrementa con la profundidad.	
PARTE III: PRESIONES DINAMICAS				
6	Esfuerzos	(Kgf/m2)	Resistencia a compresión.	
7	Presión dinámica del terreno	(Kgf/m2)	Se calculará las presiones del terreno haciendo uso de método de, Mononobe-Okabe.	
8	Presión lateral del suelo en terremotos	(Kgf/m2)	Presión activa.	
PARTE IV: PARAMETROS GEOMECANICOS				
9	Velocidad de ondas de corte	(m/s)	Se clasificará los perfiles de suelo, considerando el inc.2.3.1, Norma E.030.	
10	Coefficiente de Rigidez equivalente	(T.m)	Se hará uso del modelo dinámico de la norma rusa SNIP (2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente.	
PARTE V: ANALISIS SISMICO				
11	Fuerzas internas	(Kgf)	Se plasmará el análisis sísmico, considerando la interacción suelo estructura, para el modelado en el software ETABS, así mismo producto del análisis obtendrán valores cuantitativos de los indicadores, para luego ser contrastados haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial.	
12	Fuerzas externas	(Kgf)		
13	Factor de suelo	(E.030)		
14	Período de Vibración	(sec)		
15	Distorsión de entrepiso	(mm)		
16	Cortante Basal	(Kgf)		
17	Momentos	(Tonf-m)		
18	Desplazamientos	(mm)		
19	Fuerzas axiales	(kgf)		
20	Control de desplazamientos lateral en ambas direcciones X y Y	(mm)		

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA - HUARAZ

ING° RENE BLADIMIR REYNALTE PALACIOS
 PROFESIONAL ESPECIALIZADO EN RECURSOS HÍDRICOS

Lima, 21 de junio de 2021

Ing. Jorge Luis Ninantay Lovaton

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

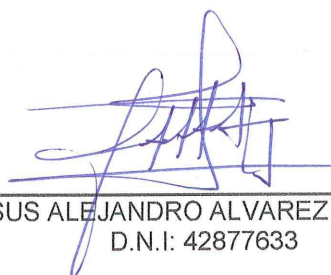
El título del proyecto de investigación es: **“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Planos (Arquitectura, Estructura, Ubicación)
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO
D.N.I: 42877633



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN DE AGUA HUARAZ
ING. JORGE LUIS NINANTAY LOVATON
REG. OIP N° 63173
ADMINISTRADOR GENERAL DE AGUA

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : NINANTAY LOVATON JORGE LUIS
- Grado académico : TITULADO
- Título profesional : ING AGRICOLA y ING CIVIL
- N° de registro CIP : 63173

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

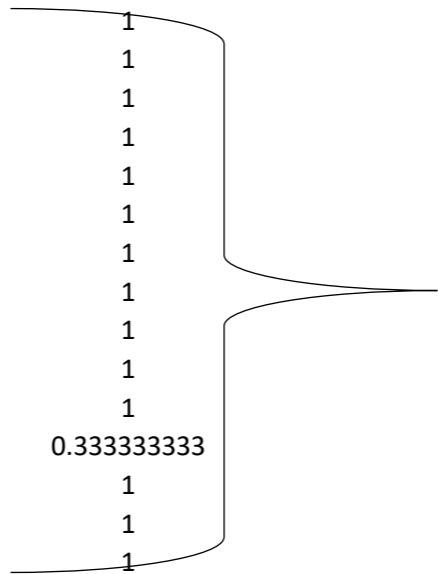

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN DE AGUA HUARAZ

ING. JORGE LUIS NINANTAY LOVATON
REG. CIP Nº 63173
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS, COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL				FECHA 06/21/2021
INVESTIGACION: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO EN HUARAZ, 2021				OBSERVACION
TESISTA: ALVAREZ GIRALDO, JESUS ALEJANDRO				
PARTE I: GENERALIDADES Y UBICACIÓN				
Departamento:	Ancash	Este	8944496.37	
Provincia:	Huaraz	Norte	222357.17	
Distrito:	Independencia	Elevacion	3077.778	
N°	INDICADOR	UND	DESCRIPCION	
PARTE II: NIVELES DE SOTANO				
1	Número de sótano	(Und)	Influencia de los niveles de sótanos, en el comportamiento de la superestructura, debido a solicitaciones sísmicas.	
2	Dimensionamiento de columnas	(Cm)	Dimensionamiento y pre dimensionamiento, considerando equilibrio en seguridad y costo.	
3	Dimensionamiento de muros de sótano	(Cm)	Se plasmará el Pre dimensionamiento, elementos estructurales.	
4	Dimensionamiento de plateas de cimentación	(Cm)	Se analizará el contacto dinámico, suelo platea de cimentación, considerando la interacción suelo estructura (ISE).	
5	Profundidad del terreno	(Und)	Se considera que la presión dinámica máxima de la tierra incrementa con la profundidad.	
PARTE III: PRESIONES DINAMICAS				
6	Esfuerzos	(Kgf/m ²)	Resistencia a compresión.	
7	Presión dinámica del terreno	(Kgf/m ²)	Se calculará las presiones del terreno haciendo uso de método de, Mononobe-Okabe.	
8	Presión lateral del suelo en terremotos	(Kgf/m ²)	Presión activa.	
PARTE IV: PARAMETROS GEOMECAVICOS				
9	Velocidad de ondas de corte	(m/s)	Se clasificará los perfiles de suelo, considerando el inc.2.3.1, Norma E.030.	
10	Coefficiente de Rigidez equivalente	(T.m)	Se hará uso del modelo dinámico de la norma rusa SNIP (2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente.	
PARTE V: ANALISIS SISMICO				
11	Fuerzas internas	(Kgf)	Se plasmará el análisis sísmico, considerando la interacción suelo estructura, para el modelado en el software ETABS, así mismo producto del análisis obtendrán valores cuantitativos de los indicadores, para luego ser contrastados haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial.	
12	Fuerzas externas	(Kgf)		
13	Factor de suelo	(E.030)		
14	Periodo de Vibración	(sec)		
15	Distorsión de entrepiso	(mm)		
16	Cortante Basal	(Kgf)		
17	Momentos	(Tonf-m)		
18	Desplazamientos	(mm)		
19	Fuerzas axiales	(kgf)		
20	Control de desplazamientos lateral en ambas direcciones X y Y	(mm)		

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN DE AGUA - HUARAZ

ING. JORGE LUIS NINANTAY LOVATON
REG. CIP N° 63173
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA



Valores que se reemplazaran en la formula:

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} = 14.33333333$$

$N_c = 15$

$P_0 =$	1
---------	---

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de $P_j(k)$ en la formula:

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k)$$

$P_1(1)$	$P_2(1)$	$P_3(1)$	$P_4(1)$	$P_5(1)$
1	0.93333333	1	0	0.00000000
$P_1(2)$	$P_2(2)$	$P_3(2)$	$P_4(2)$	$P_5(2)$
0	0.06666667	0	1	1

$$\sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 4 \quad 0.32307692$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 0.32307692$$

$P_e =$	0.64459
---------	---------

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 0.874948807$$

Anexo 4: Resultados del análisis de consistencia interna

TITULO: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. INDEPENDIENTE	SOTANOS	Niveles de sótanos	Cuantía de niveles de sótanos	Ficha de recolección de datos
¿En qué Magnitud influye los niveles de sótanos en el comportamiento sísmico estructural de un edificio considerando la interacción suelo estructura - Huaraz 2021?	Analizar el efecto de los niveles de sótano de la edificación en el comportamiento sísmico estructural considerando la interacción suelo estructura - Huaraz 2021.	Los niveles de sótano influyen directamente en el comportamiento sísmico estructural del edificio, considerando la interacción suelo estructura - Huaraz 2021.				Masa del sótano	Ficha de recolección de datos
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. DEPENDIENTE	COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA	Presiones dinámicas	Presiones estáticas del terreno	Ficha de recolección de datos
¿En qué magnitud las presiones dinámicas incurren en el comportamiento de la edificación con la variación de niveles de sótano, considerando la ISE?	Computar las presiones dinámicas del edificio con la variación de niveles de sótano, considerando la ISE.	La presión dinámica máxima de la tierra se incrementa con la profundidad, por tanto, la variación de niveles de sótano considerando la ISE influye en el comportamiento del edificio				Coefficiente de Rigidez equivalente	Ficha de resultados de laboratorio
¿En qué medida la variación de niveles de sótano, influyen en el comportamiento estructural del edificio, ante sollicitaciones sísmicas?	Cuantificar la influencia de los niveles de sótano, en la respuesta sísmica de la edificación.	Los niveles de sótano influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación			Desplazamiento horizontal relativo	Ficha de recolección de datos	
					Respuesta sísmica	Periodo de vibración	Ficha de recolección de datos

<p>En que magnitud la variación de niveles de sótano influyen en los esfuerzos generados de la edificación</p>	<p>Determinar los esfuerzos internos generados con la variación de niveles de sótano, inducidos por acciones sísmicas</p>	<p>Conocer las magnitudes de los esfuerzos internos considerando el análisis con ISE y sótanos, coadyuva a un mejor dimensionamiento de los elementos estructurales.</p>		<p>Esfuerzos generados</p>	<p>Momento de volteo</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>
					<p>Cortante basal</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>

ANEXO 5: No corresponde

ANEXO 6: Reporte de similitud en software turnitin

Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&u=1109699566&o=1724913645&lang=es

feedback studio

JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO | ALVAREZ GIRALDO JESUS ALEJANDRO.pdf

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Ilo-Ilo, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Alvarez Giraldo, Jesus Alejandro
<https://orcid.org/0000-0002-3543-1762>

ASESORA:
Ira Arana Mazono, Genita
<https://orcid.org/0000-0003-2467-294X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructuras

LIMA - PERU
2021

Página: 1 de 72 | Número de palabras: 14864 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

Anexo 7: Análisis complementario

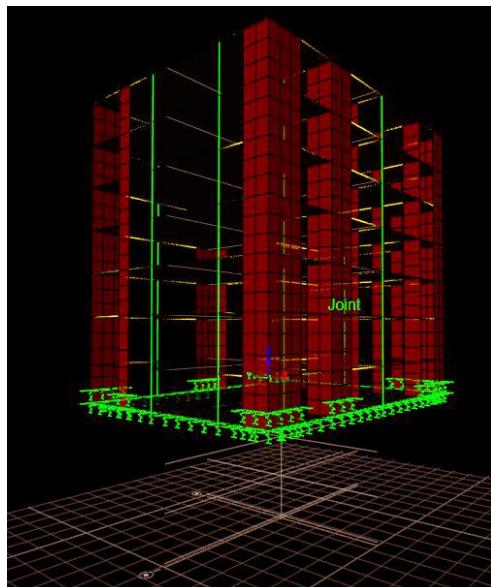


Imagen: Edificio sin sótano
Fuente: Elaboración propia

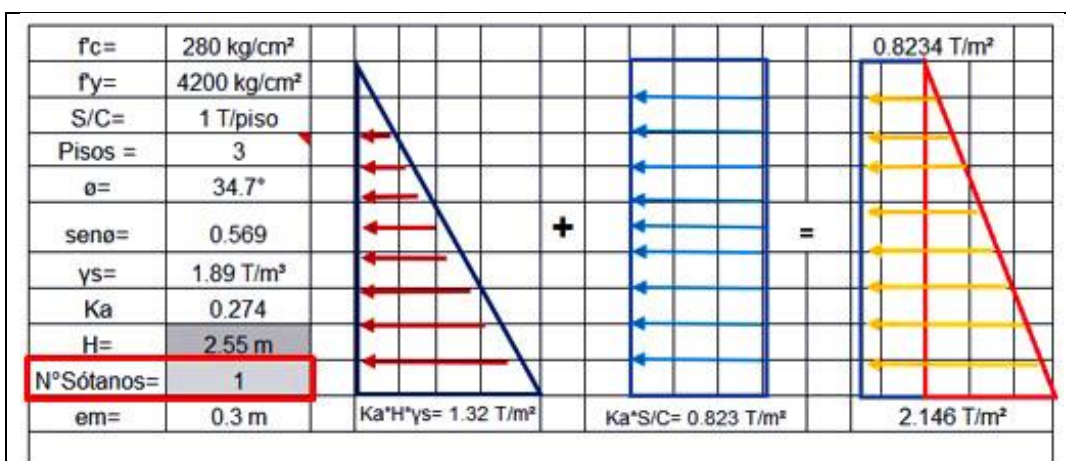


Imagen: Diagrama de presiones 01 sótano
Fuente: Elaboración propia

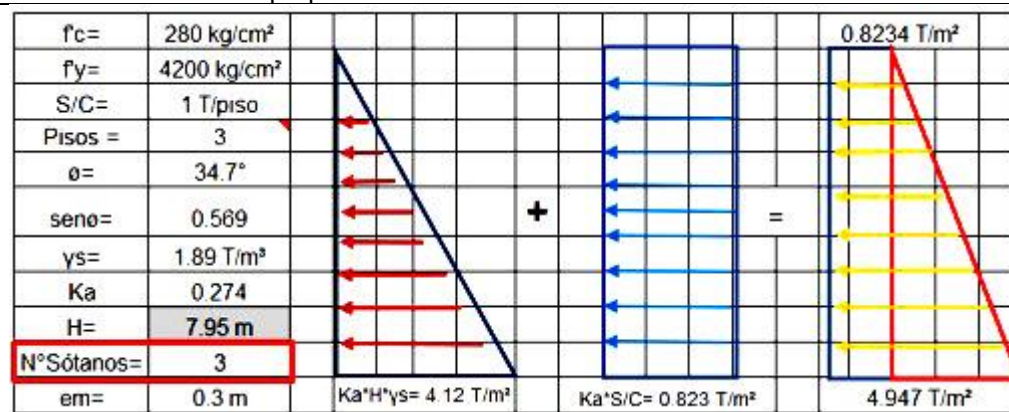


Imagen: Diagrama de presiones 03 sótano
Fuente: Elaboración propia

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN CON 03 SÓTANOS + EMPOTRAMIENTO)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	Σ	%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	117.66	27.94	27.94	6.58%	2.66	1.09	4.76	145.10
Semisotano	X2	Envolvente	187.37	22.57	22.57	5.32%	2.24	0.71	2.75	79.69
Semisotano	X3	Envolvente	120.98	36.69	36.69	8.64%	1.84	1.16	2.10	139.02
Semisotano	X4	Envolvente	171.81	40.40	40.40	9.52%	3.69	1.30	4.14	123.82
Semisotano	X5	Envolvente	230.69	23.32	23.32	5.49%	3.27	1.29	3.02	74.87
Semisotano	X6	Envolvente	119.54	9.46	9.46	2.23%	3.00	0.13	2.89	24.05
Semisotano	Y1	Envolvente	119.54	9.46	9.46	2.23%	3.00	0.13	2.89	24.05
Semisotano	Y2	Envolvente	147.39	21.21	21.21	5.00%	2.03	0.32	2.27	40.46
Semisotano	Y3	Envolvente	82.12	13.42	13.42	3.16%	3.12	0.28	4.03	18.28
Semisotano	Y4	Envolvente	153.91	18.81	18.81	4.43%	0.80	0.35	1.34	50.90
Semisotano	Y5	Envolvente	90.00	16.38	16.38	3.86%	2.38	0.45	2.65	34.73
Semisotano	Y6	Envolvente	128.80	17.99	17.99	4.24%	1.87	0.61	2.21	42.80
Semisotano	Y7	Envolvente	75.92	4.89	4.89	1.15%	1.93	0.10	2.07	8.93
Semisotano	Y8	Envolvente	118.16	18.04	18.04	4.25%	1.13	0.58	1.16	45.58
Semisotano	Y9	Envolvente	203.57	26.00	26.00	6.13%	3.40	1.07	3.93	75.94
Semisotano	Y10	Envolvente	167.19	38.16	38.16	8.99%	2.16	0.76	2.89	65.39
Semisotano	Y11	Envolvente	189.20	28.91	28.91	6.81%	0.99	0.30	1.43	54.42
Semisotano	Y12	Envolvente	218.80	21.25	21.25	5.01%	5.20	0.22	6.77	46.89
Semisotano	Y13	Envolvente	115.98	29.55	29.55	6.96%	1.81	0.20	2.23	49.36
Prom.=			22.34	424.46	100.00%					

ETABS: Tables -> Analysis -> Results -> Wall Results -> Piers Forces

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN CON 01 SÓTANO)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	Σ	%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	115.20	26.89	26.89	7.16%	2.39	1.03	4.30	142.04
Semisotano	X2	Envolvente	168.40	22.33	22.33	5.94%	2.26	0.78	2.73	77.90
Semisotano	X3	Envolvente	117.29	36.55	36.55	9.73%	1.63	1.07	1.86	136.38
Semisotano	X4	Envolvente	183.66	37.66	37.66	10.02%	3.42	1.49	3.77	121.73
Semisotano	X5	Envolvente	218.53	23.93	23.93	6.37%	3.00	1.45	2.72	72.24
Semisotano	X6	Envolvente	114.82	8.27	8.27	2.20%	2.63	0.10	2.64	21.72
Semisotano	Y1	Envolvente	114.82	8.27	8.27	2.20%	2.63	0.10	2.64	21.72
Semisotano	Y2	Envolvente	126.65	16.04	16.04	4.27%	1.95	0.28	2.22	33.05
Semisotano	Y3	Envolvente	109.43	10.53	10.53	2.80%	2.69	0.25	3.59	14.93
Semisotano	Y4	Envolvente	158.75	17.35	17.35	4.62%	0.68	0.35	1.22	48.63
Semisotano	Y5	Envolvente	83.30	13.38	13.38	3.56%	2.27	0.45	2.51	29.72
Semisotano	Y6	Envolvente	128.90	16.49	16.49	4.39%	1.87	0.55	2.25	39.01
Semisotano	Y7	Envolvente	73.23	5.52	5.52	1.47%	1.67	0.12	1.86	9.29
Semisotano	Y8	Envolvente	118.07	17.91	17.91	4.77%	1.25	0.61	1.27	43.82
Semisotano	Y9	Envolvente	204.54	22.48	22.48	5.98%	3.25	1.08	3.77	69.91
Semisotano	Y10	Envolvente	146.96	30.05	30.05	8.00%	1.99	0.75	2.69	56.13
Semisotano	Y11	Envolvente	221.28	22.01	22.01	5.86%	1.04	0.23	1.51	46.09
Semisotano	Y12	Envolvente	257.90	18.21	18.21	4.84%	4.31	0.57	5.82	43.55
Semisotano	Y13	Envolvente	111.65	21.97	21.97	5.85%	1.69	0.21	2.08	39.53
Prom.=			19.78	375.85	100.00%					

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN CON 03 SÓTANOS)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	Σ	%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	117.82	28.17	28.17	6.46%	2.70	1.10	4.83	145.33
Semisotano	X2	Envolvente	188.78	22.94	22.94	5.27%	2.26	0.72	2.78	80.11
Semisotano	X3	Envolvente	121.75	37.59	37.59	8.63%	1.88	1.18	2.13	140.11
Semisotano	X4	Envolvente	172.20	41.84	41.84	9.60%	3.76	1.32	4.22	126.02
Semisotano	X5	Envolvente	232.90	23.95	23.95	5.50%	3.33	1.32	3.09	76.17
Semisotano	X6	Envolvente	119.92	9.67	9.67	2.22%	3.02	0.14	2.90	24.48
Semisotano	Y1	Envolvente	119.92	9.67	9.67	2.22%	3.02	0.14	2.90	24.48
Semisotano	Y2	Envolvente	149.10	21.81	21.81	5.01%	2.06	0.32	2.30	41.45
Semisotano	Y3	Envolvente	80.62	13.90	13.90	3.19%	3.16	0.28	4.09	18.94
Semisotano	Y4	Envolvente	151.26	20.03	20.03	4.60%	0.86	0.37	1.41	52.14
Semisotano	Y5	Envolvente	92.75	17.32	17.32	3.97%	2.43	0.44	2.71	36.22
Semisotano	Y6	Envolvente	129.75	18.66	18.66	4.28%	1.90	0.62	2.23	43.78
Semisotano	Y7	Envolvente	76.44	5.01	5.01	1.15%	1.97	0.10	2.10	9.12
Semisotano	Y8	Envolvente	118.64	18.29	18.29	4.20%	1.15	0.59	1.18	46.12
Semisotano	Y9	Envolvente	205.61	26.37	26.37	6.05%	3.45	1.10	3.96	77.09
Semisotano	Y10	Envolvente	169.36	39.47	39.47	9.06%	2.21	0.78	2.94	67.23
Semisotano	Y11	Envolvente	188.43	29.41	29.41	6.75%	1.01	0.30	1.45	55.27
Semisotano	Y12	Envolvente	221.13	21.66	21.66	4.97%	5.13	0.24	6.69	47.64
Semisotano	Y13	Envolvente	116.50	29.93	29.93	6.87%	1.81	0.20	2.22	49.97
Prom.=			22.93	435.70	100.00%					

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN SIN SÓTANOS)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	Σ	%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	51.16	40.93	40.93	11.64%	1.57	0.91	2.32	185.01
Semisotano	X2	Envolvente	101.73	26.65	26.65	7.58%	1.17	1.09	2.22	82.89
Semisotano	X3	Envolvente	72.96	26.05	26.05	7.41%	1.33	0.86	1.33	107.20
Semisotano	X4	Envolvente	130.05	31.36	31.36	8.92%	3.62	1.88	1.69	112.47
Semisotano	X5	Envolvente	158.55	31.94	31.94	9.08%	2.70	1.40	2.23	87.86
Semisotano	X6	Envolvente	78.11	6.49	6.49	1.85%	0.94	0.11	0.65	21.63
Semisotano	Y1	Envolvente	78.11	6.49	6.49	1.85%	0.94	0.11	0.65	21.63
Semisotano	Y2	Envolvente	100.84	6.89	6.89	1.96%	0.74	0.48	1.99	23.12
Semisotano	Y3	Envolvente	135.15	3.92	3.92	1.12%	1.21	0.12	1.90	11.26
Semisotano	Y4	Envolvente	163.75	25.12	25.12	7.15%	3.13	0.56	4.44	91.54
Semisotano	Y5	Envolvente	71.98	7.11	7.11	2.02%	0.69	0.47	1.76	25.36
Semisotano	Y6	Envolvente	71.79	9.06	9.06	2.58%	1.17	1.12	1.52	30.53
Semisotano	Y7	Envolvente	48.00	2.28	2.28	0.65%	0.78	0.13	0.71	6.64
Semisotano	Y8	Envolvente	82.64	21.16	21.16	6.02%	1.25	0.56	0.90	53.13
Semisotano	Y9	Envolvente	117.42	8.79	8.79	2.50%	1.76	1.45	1.41	60.28
Semisotano	Y10	Envolvente	153.14	29.17	29.17	8.30%	2.70	0.48	4.14	78.98
Semisotano	Y11	Envolvente	248.27	23.14	23.14	6.58%	1.90	0.18	2.89	70.63
Semisotano	Y12	Envolvente	284.34	25.91	25.91	7.37%	2.41	0.62	2.79	73.30
Semisotano	Y13	Envolvente	157.07	19.12	19.12	5.44%	1.91	0.28	2.18	40.94
Prom.=			18.51	351.61	100.00%					

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN CON 02 SÓTANOS)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf		%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	116.63	27.70	27.70	6.78%	2.58	1.07	4.63	144.06
Semisotano	X2	Envolvente	179.68	22.67	22.67	5.55%	2.17	0.70	2.68	79.24
Semisotano	X3	Envolvente	119.97	37.29	37.29	9.13%	1.80	1.14	2.05	138.77
Semisotano	X4	Envolvente	177.17	40.15	40.15	9.83%	3.59	1.39	4.00	124.13
Semisotano	X5	Envolvente	226.67	23.95	23.95	5.86%	3.16	1.29	2.89	74.58
Semisotano	X6	Envolvente	117.48	9.11	9.11	2.23%	2.85	0.11	2.80	23.37
Semisotano	Y1	Envolvente	117.48	9.11	9.11	2.23%	2.85	0.11	2.80	23.37
Semisotano	Y2	Envolvente	139.41	19.43	19.43	4.75%	2.01	0.30	2.26	38.04
Semisotano	Y3	Envolvente	92.59	12.18	12.18	2.98%	2.91	0.27	3.78	16.68
Semisotano	Y4	Envolvente	154.17	18.81	18.81	4.60%	0.77	0.35	1.31	50.43
Semisotano	Y5	Envolvente	88.29	15.72	15.72	3.85%	2.36	0.45	2.62	33.66
Semisotano	Y6	Envolvente	129.45	17.65	17.65	4.32%	1.90	0.59	2.26	41.95
Semisotano	Y7	Envolvente	75.19	5.24	5.24	1.28%	1.86	0.11	2.03	8.83
Semisotano	Y8	Envolvente	118.28	18.14	18.14	4.44%	1.20	0.60	1.21	45.13
Semisotano	Y9	Envolvente	205.20	24.93	24.93	6.10%	3.40	1.08	3.92	74.10
Semisotano	Y10	Envolvente	158.94	35.54	35.54	8.70%	2.10	0.77	2.81	62.65
Semisotano	Y11	Envolvente	202.81	25.36	25.36	6.21%	1.03	0.27	1.48	49.45
Semisotano	Y12	Envolvente	238.25	19.04	19.04	4.66%	4.61	0.38	6.06	43.51
Semisotano	Y13	Envolvente	113.68	26.58	26.58	6.51%	1.73	0.21	2.14	45.53
Prom. =			21.50	408.59	100.00%					

FUERZAS EN ELEMENTOS PLACA (EDIFICACIÓN SIN SÓTANOS + EMPOTRAMIENTO)

Nivel	Placa	Caso de carga	P	V2	V2	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf		%	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente	113.76	18.18	18.18	7.20%	1.74	0.87	3.21	121.54
Semisotano	X2	Envolvente	147.61	15.11	15.11	5.98%	1.81	0.77	1.97	63.40
Semisotano	X3	Envolvente	110.22	25.18	25.18	9.97%	1.16	0.91	1.33	117.01
Semisotano	X4	Envolvente	184.66	25.26	25.26	10.00%	2.45	1.36	2.61	104.31
Semisotano	X5	Envolvente	204.74	17.78	17.78	7.04%	1.70	1.32	1.88	57.19
Semisotano	X6	Envolvente	112.38	5.34	5.34	2.11%	2.50	0.12	2.40	15.59
Semisotano	Y1	Envolvente	112.38	5.34	5.34	2.11%	2.50	0.12	2.40	15.59
Semisotano	Y2	Envolvente	116.69	4.92	4.92	1.95%	1.71	0.18	1.96	12.49
Semisotano	Y3	Envolvente	127.04	6.87	6.87	2.72%	1.40	0.11	1.59	9.54
Semisotano	Y4	Envolvente	196.40	21.04	21.04	8.33%	1.37	0.66	2.10	57.24
Semisotano	Y5	Envolvente	82.00	6.03	6.03	2.39%	2.12	0.32	2.46	15.38
Semisotano	Y6	Envolvente	123.39	11.63	11.63	4.60%	1.61	0.37	1.99	30.54
Semisotano	Y7	Envolvente	68.91	4.26	4.26	1.69%	1.36	0.14	1.57	7.34
Semisotano	Y8	Envolvente	112.13	13.27	13.27	5.25%	0.97	0.50	1.00	35.96
Semisotano	Y9	Envolvente	192.58	14.80	14.80	5.86%	2.66	0.93	3.17	57.25
Semisotano	Y10	Envolvente	157.91	21.93	21.93	8.68%	2.26	0.86	2.79	54.21
Semisotano	Y11	Envolvente	234.56	13.46	13.46	5.33%	1.10	0.16	1.70	30.99
Semisotano	Y12	Envolvente	260.71	12.90	12.90	5.11%	2.35	0.49	2.72	34.03
Semisotano	Y13	Envolvente	130.57	9.36	9.36	3.70%	1.66	0.29	1.80	20.94

Imagen: Fuerzas cortantes, de los diferentes modelos analizados

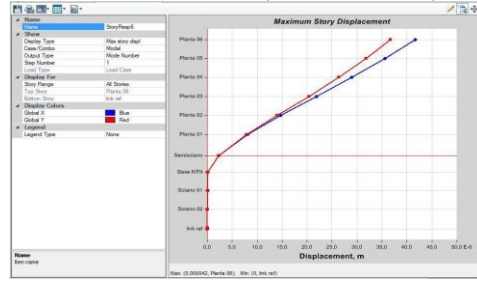
Fuente: Elaboración propia.

MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS + EMP.)



ETABS: Display -> Story Response Plots...

MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS)



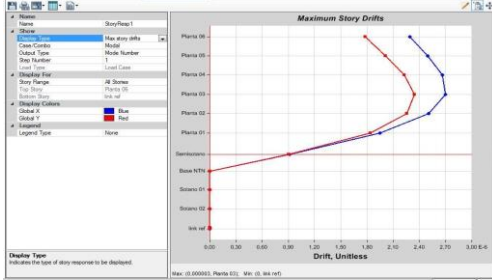
ETABS: Display -> Story Response Plots...

MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO CON 02 SÓTANOS)

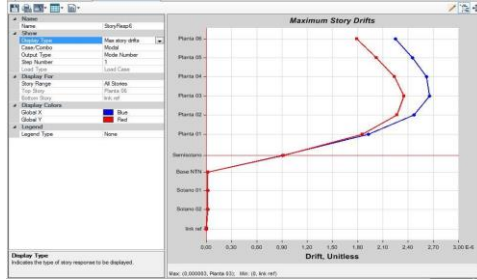


ETABS: Display -> Story Response Plots...

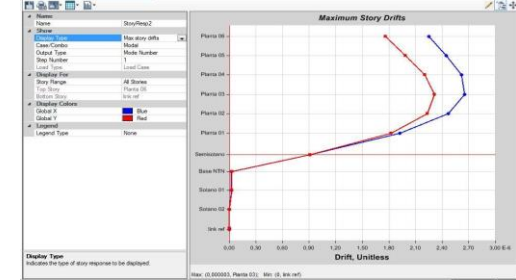
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS + EMP.)



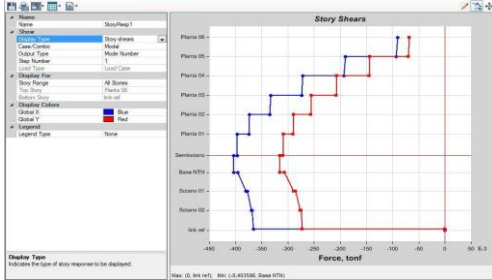
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS)



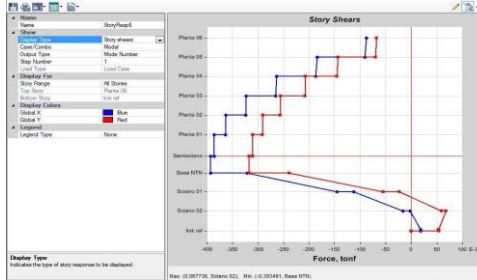
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO CON 02 SÓTANOS)



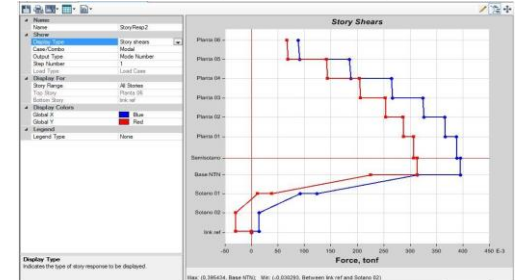
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS + EMP.)



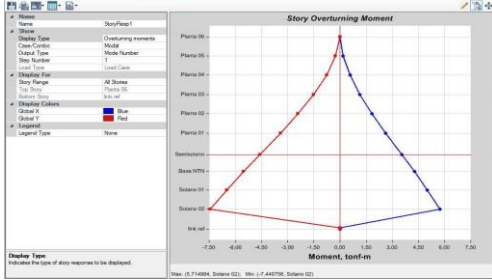
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS)



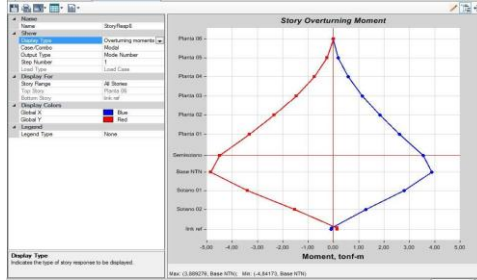
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO CON 02 SÓTANOS)



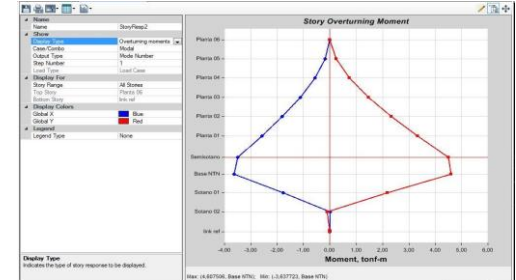
MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS + EMP.)



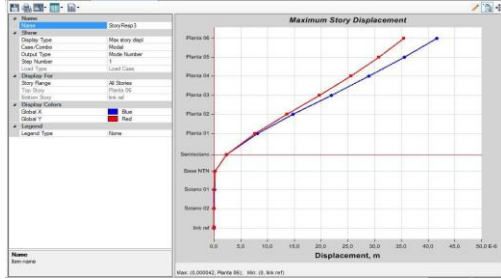
MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS)



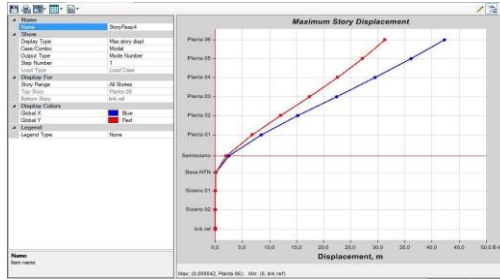
MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO CON 02 SÓTANOS)



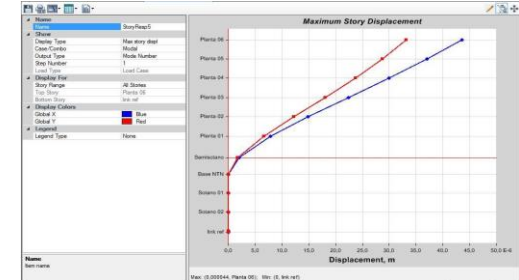
MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO CON 01 SÓTANOS)



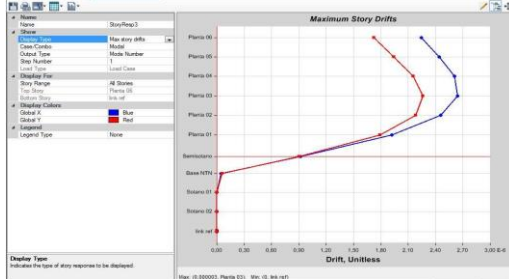
MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO SIN SÓTANOS)



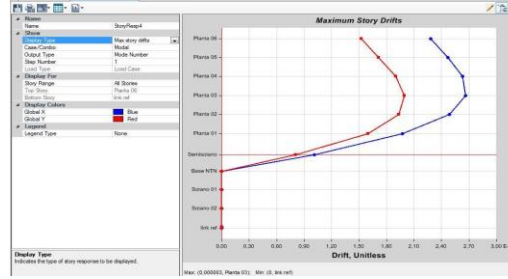
MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS POR NIVEL (EDIFICIO SIN SÓTANOS + EMP.)



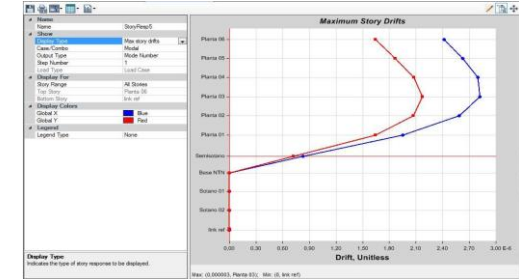
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO CON 01 SÓTANOS)



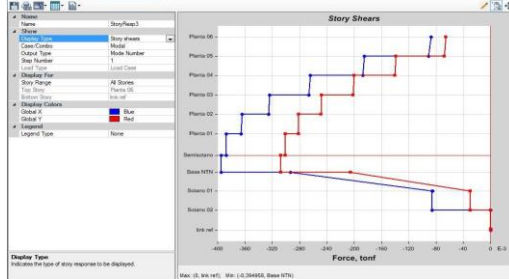
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO SIN SÓTANOS)



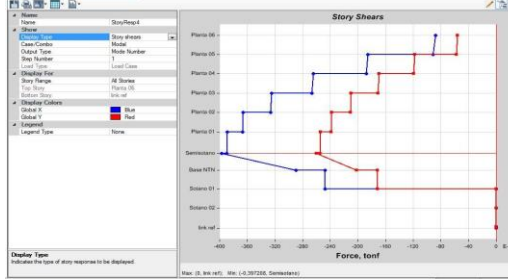
DERIVAS MÁXIMAS POR NIVEL (EDIFICIO SIN SÓTANOS + EMP.)



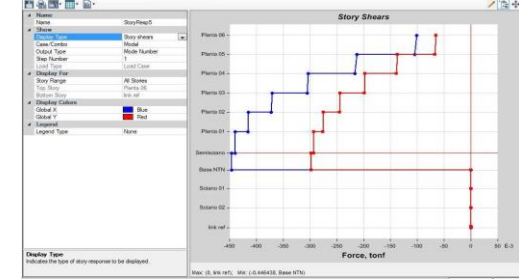
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO CON 01 SÓTANOS)



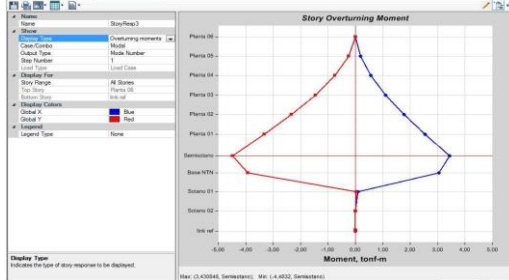
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO SIN SÓTANOS)



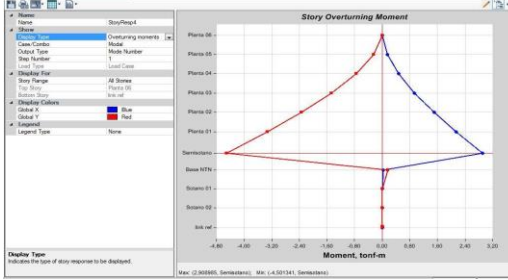
FUERZAS CORTANTES POR PISO (EDIFICIO SIN SÓTANOS + EMP.)



MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO CON 01 SÓTANOS)



MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO SIN SÓTANOS)



MOMENTOS DE VOLTEO POR PISO (EDIFICIO SIN SÓTANOS + EMP.)

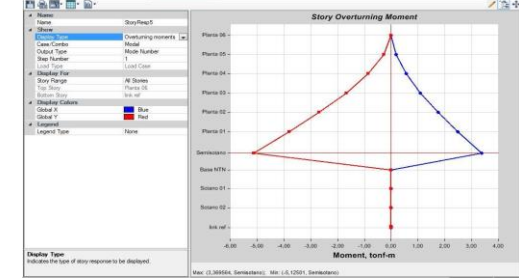


Imagen: Resultados de los diferentes modelos analizados, gráficos de desplazamientos Etabs
Fuente: Elaboración propia.

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS + EMP.)

Modo de vibración	Periodo	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.509	0.232	0.141	0.000	0.232	0.141	0.000
Modo 2	0.463	0.155	0.191	0.000	0.386	0.332	0.000
Modo 3	0.306	0.000	0.070	0.000	0.387	0.402	0.000
Modo 4	0.132	0.028	0.048	0.000	0.414	0.450	0.000
Modo 5	0.114	0.066	0.022	0.000	0.480	0.472	0.000
Modo 6	0.075	0.001	0.017	0.000	0.480	0.489	0.000
Modo 7	0.060	0.008	0.022	0.000	0.488	0.511	0.000
Modo 8	0.051	0.030	0.005	0.000	0.519	0.515	0.000
Modo 9	0.036	0.003	0.019	0.000	0.521	0.535	0.000
Modo 10	0.034	0.001	0.004	0.000	0.523	0.539	0.000
Modo 11	0.031	0.020	0.002	0.000	0.543	0.541	0.000
Modo 12	0.026	0.002	0.013	0.000	0.544	0.553	0.000

ETABS: Tables -> Analysis -> Results -> Modal Results -> Modal Participating Mass Ratios

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO CON 03 SÓTANOS)

Modo de vibración	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.513	0.196	0.127	0.000	0.196	0.127	0.000
Modo 2	0.467	0.139	0.165	0.000	0.335	0.292	0.000
Modo 3	0.308	0.000	0.058	0.000	0.335	0.350	0.000
Modo 4	0.133	0.026	0.044	0.000	0.361	0.394	0.000
Modo 5	0.115	0.064	0.022	0.000	0.425	0.416	0.000
Modo 6	0.076	0.001	0.020	0.000	0.426	0.435	0.000
Modo 7	0.061	0.011	0.029	0.000	0.436	0.464	0.000
Modo 8	0.052	0.053	0.009	0.000	0.489	0.473	0.000
Modo 9	0.038	0.011	0.078	0.000	0.500	0.551	0.000
Modo 10	0.035	0.010	0.008	0.000	0.510	0.559	0.000
Modo 11	0.033	0.162	0.014	0.000	0.672	0.573	0.000
Modo 12	0.029	0.032	0.275	0.000	0.704	0.848	0.000

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO CON 02 SÓTANOS)

Modo de vibración	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.514	0.219	0.138	0.000	0.219	0.138	0.000
Modo 2	0.468	0.150	0.185	0.000	0.369	0.323	0.000
Modo 3	0.308	0.000	0.063	0.000	0.369	0.386	0.000
Modo 4	0.133	0.029	0.049	0.000	0.398	0.435	0.000
Modo 5	0.116	0.071	0.024	0.000	0.470	0.459	0.000
Modo 6	0.076	0.001	0.022	0.000	0.470	0.481	0.000
Modo 7	0.061	0.013	0.033	0.000	0.483	0.514	0.000
Modo 8	0.052	0.062	0.010	0.000	0.545	0.524	0.000
Modo 9	0.038	0.015	0.102	0.000	0.560	0.626	0.000
Modo 10	0.035	0.025	0.012	0.000	0.586	0.639	0.000
Modo 11	0.034	0.189	0.014	0.000	0.774	0.653	0.000
Modo 12	0.030	0.030	0.265	0.000	0.804	0.917	0.000

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO CON 01 SÓTANOS)

Modo de vibración	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.517	0.262	0.158	0.000	0.262	0.158	0.000
Modo 2	0.471	0.171	0.224	0.000	0.433	0.383	0.000
Modo 3	0.310	0.000	0.070	0.000	0.433	0.453	0.000
Modo 4	0.133	0.035	0.058	0.000	0.468	0.510	0.000
Modo 5	0.116	0.084	0.029	0.000	0.552	0.539	0.000
Modo 6	0.077	0.001	0.027	0.000	0.553	0.566	0.000
Modo 7	0.061	0.016	0.040	0.000	0.569	0.606	0.000
Modo 8	0.053	0.078	0.013	0.000	0.647	0.619	0.000
Modo 9	0.039	0.018	0.128	0.000	0.665	0.747	0.000
Modo 10	0.036	0.049	0.014	0.000	0.714	0.761	0.000
Modo 11	0.035	0.154	0.011	0.000	0.868	0.772	0.000
Modo 12	0.031	0.020	0.176	0.000	0.888	0.949	0.000

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO SIN SÓTANOS)

Modo de vibración	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.533	0.381	0.163	0.000	0.381	0.163	0.000
Modo 2	0.490	0.175	0.322	0.000	0.556	0.485	0.000
Modo 3	0.324	0.001	0.089	0.000	0.557	0.574	0.000
Modo 4	0.132	0.044	0.065	0.000	0.601	0.639	0.000
Modo 5	0.116	0.092	0.034	0.000	0.693	0.672	0.000
Modo 6	0.081	0.002	0.028	0.000	0.695	0.700	0.000
Modo 7	0.061	0.013	0.040	0.000	0.708	0.740	0.000
Modo 8	0.052	0.057	0.009	0.000	0.765	0.749	0.000
Modo 9	0.043	0.002	0.004	0.000	0.767	0.753	0.000
Modo 10	0.037	0.008	0.054	0.000	0.775	0.807	0.000
Modo 11	0.033	0.062	0.009	0.000	0.837	0.817	0.000
Modo 12	0.029	0.004	0.003	0.000	0.840	0.819	0.000

PERIODOS POR MODOS DE VIBRACIÓN (EDIFICIO SIN SÓTANOS + EMP.)

Modo de vibración	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
	sec						
Modo 1	0.496	0.464	0.207	0.000	0.464	0.207	0.000
Modo 2	0.450	0.227	0.372	0.000	0.690	0.579	0.000
Modo 3	0.300	0.001	0.135	0.000	0.691	0.714	0.000
Modo 4	0.130	0.052	0.084	0.000	0.743	0.798	0.000
Modo 5	0.112	0.116	0.040	0.000	0.859	0.838	0.000
Modo 6	0.074	0.001	0.031	0.000	0.860	0.869	0.000
Modo 7	0.059	0.014	0.039	0.000	0.874	0.907	0.000
Modo 8	0.050	0.053	0.009	0.000	0.927	0.916	0.000
Modo 9	0.036	0.005	0.030	0.000	0.933	0.947	0.000
Modo 10	0.034	0.001	0.008	0.000	0.934	0.955	0.000
Modo 11	0.031	0.033	0.003	0.000	0.967	0.958	0.000
Modo 12	0.026	0.002	0.021	0.000	0.970	0.978	0.000

Imagen: Periodos por modos de vibración de los diferentes modelos analizados.

Fuente: Elaboración propia

EDIFICIO CON 03 SÓTANOS CON EMPOTRAMIENTO:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente Min	Bottom	-117.66	-23.32	-0.96	-1.09	-2.46	-119.68
Semisotano	X2	Envolvente Min	Bottom	-187.37	-22.57	-0.95	-0.54	-1.49	-61.89
Semisotano	X3	Envolvente Min	Bottom	-120.98	-30.74	-0.84	-0.43	-1.34	-113.25
Semisotano	X4	Envolvente Min	Bottom	-171.81	-40.40	-1.74	-1.25	-2.74	-123.82
Semisotano	X5	Envolvente Min	Bottom	-230.69	-18.99	-2.03	-1.29	-2.25	-74.87
Semisotano	Y1	Envolvente Min	Bottom	-199.81	-23.03	-0.84	-0.51	-1.30	-51.29
Semisotano	Y2	Envolvente Min	Bottom	-119.54	-6.11	0.52	-0.13	-0.17	-15.71
Semisotano	Y3	Envolvente Min	Bottom	-167.19	-38.16	-0.52	-0.76	-1.50	-65.39
Semisotano	Y4	Envolvente Min	Bottom	-189.20	-28.91	-0.87	-0.30	-1.39	-54.42
Semisotano	Y5	Envolvente Min	Bottom	-218.80	2.93	-5.20	-0.22	-6.77	-9.42
Semisotano	Y6	Envolvente Min	Bottom	-115.98	5.30	-1.81	-0.19	-2.23	-4.84
Semisotano	Y7	Envolvente Min	Bottom	-147.39	-21.21	-2.03	-0.32	-2.27	-40.46
Semisotano	Y8	Envolvente Min	Bottom	-82.12	-13.42	-3.12	-0.28	-4.03	-18.28
Semisotano	Y9	Envolvente Min	Bottom	-153.91	1.06	-0.80	-0.32	-1.34	-26.05
Semisotano	Y10	Envolvente Min	Bottom	-90.00	0.00	-2.38	-0.45	-2.65	-6.36
Semisotano	Y11	Envolvente Min	Bottom	-128.80	-15.31	-1.87	-0.61	-2.21	-35.75
Semisotano	Y12	Envolvente Min	Bottom	-75.92	-4.89	-1.93	-0.10	-2.07	-8.39
Semisotano	X6	Envolvente Min	Bottom	-118.16	-18.04	-1.13	-0.58	-1.16	-45.58
Semisotano	Y13	Envolvente Min	Bottom	-203.57	-18.89	-3.40	-0.89	-3.93	-65.99

ETABS: Tables -> Analysis -> Results -> Wall Results -> Piers Forces

EDIFICIO CON 03 SÓTANOS:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano	X1	Envolvente Min	Bottom	-117.82	-23.80	-0.98	-1.10	-2.51	-120.68
Semisotano	X2	Envolvente Min	Bottom	-188.78	-22.94	-0.98	-0.55	-1.53	-62.26
Semisotano	X3	Envolvente Min	Bottom	-121.75	-30.97	-0.87	-0.45	-1.38	-113.53
Semisotano	X4	Envolvente Min	Bottom	-172.20	-41.84	-1.78	-1.28	-2.78	-126.02
Semisotano	X5	Envolvente Min	Bottom	-232.90	-19.64	-2.06	-1.32	-2.27	-76.17
Semisotano	Y1	Envolvente Min	Bottom	-201.96	-23.44	-0.87	-0.52	-1.33	-52.15
Semisotano	Y2	Envolvente Min	Bottom	-119.92	-6.28	0.52	-0.14	-0.17	-16.04
Semisotano	Y3	Envolvente Min	Bottom	-169.36	-39.47	-0.55	-0.78	-1.52	-67.23
Semisotano	Y4	Envolvente Min	Bottom	-188.43	-29.41	-0.89	-0.30	-1.41	-55.27
Semisotano	Y5	Envolvente Min	Bottom	-221.13	2.74	-5.13	-0.24	-6.69	-9.82
Semisotano	Y6	Envolvente Min	Bottom	-116.50	5.13	-1.81	-0.20	-2.22	-5.19
Semisotano	Y7	Envolvente Min	Bottom	-149.10	-21.81	-2.06	-0.32	-2.30	-41.45
Semisotano	Y8	Envolvente Min	Bottom	-80.62	-13.90	-3.16	-0.28	-4.09	-18.94
Semisotano	Y9	Envolvente Min	Bottom	-151.26	0.60	-0.86	-0.32	-1.41	-26.62
Semisotano	Y10	Envolvente Min	Bottom	-92.75	0.28	-2.43	-0.44	-2.71	-6.03
Semisotano	Y11	Envolvente Min	Bottom	-129.75	-15.72	-1.90	-0.62	-2.23	-36.47
Semisotano	Y12	Envolvente Min	Bottom	-76.44	-5.01	-1.97	-0.10	-2.10	-8.59
Semisotano	X6	Envolvente Min	Bottom	-118.64	-18.29	-1.15	-0.59	-1.18	-46.12
Semisotano	Y13	Envolvente Min	Bottom	-205.61	-19.62	-3.45	-0.89	-3.96	-67.65

EDIFICIO CON 02 SÓTANOS:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota	X1	Envolvente Max	Bottom	-40.53	27.94	2.66	0.61	4.76	145.10
Semisota	X2	Envolvente Max	Bottom	-26.98	15.37	2.24	0.71	2.75	79.69
Semisota	X3	Envolvente Max	Bottom	31.32	36.69	1.84	1.16	2.10	139.02
Semisota	X4	Envolvente Max	Bottom	107.03	27.41	3.69	1.30	4.14	105.00
Semisota	X5	Envolvente Max	Bottom	47.50	23.32	3.27	1.19	3.02	58.09
Semisota	Y1	Envolvente Max	Bottom	65.67	37.31	2.72	0.72	2.78	78.55
Semisota	Y2	Envolvente Max	Bottom	-39.35	9.46	3.00	0.07	2.89	24.05
Semisota	Y3	Envolvente Max	Bottom	-10.46	-2.82	2.16	0.09	2.89	20.66
Semisota	Y4	Envolvente Max	Bottom	-69.29	-7.21	0.99	0.08	1.43	4.72
Semisota	Y5	Envolvente Max	Bottom	-74.32	21.25	-0.67	0.18	-0.69	46.89
Semisota	Y6	Envolvente Max	Bottom	11.59	29.55	0.20	0.20	0.73	49.36
Semisota	Y7	Envolvente Max	Bottom	-42.17	-3.08	0.70	0.18	1.13	1.03
Semisota	Y8	Envolvente Max	Bottom	-21.44	-2.73	-0.39	-0.05	-0.50	-0.71
Semisota	Y9	Envolvente Max	Bottom	8.13	18.81	0.27	0.35	0.89	50.90
Semisota	Y10	Envolvente Max	Bottom	-8.43	16.38	0.95	0.31	1.35	34.73
Semisota	Y11	Envolvente Max	Bottom	37.39	17.99	0.82	0.30	1.64	42.80
Semisota	Y12	Envolvente Max	Bottom	-2.41	4.30	0.09	0.07	0.63	8.93
Semisota	X6	Envolvente Max	Bottom	31.63	15.26	0.81	0.28	1.11	37.15
Semisota	Y13	Envolvente Max	Bottom	73.62	26.00	1.34	1.07	2.20	75.94

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota	X1	Envolvente Max	Bottom	-40.45	28.17	2.70	0.62	4.83	145.33
Semisota	X2	Envolvente Max	Bottom	-26.43	15.74	2.26	0.72	2.78	80.11
Semisota	X3	Envolvente Max	Bottom	32.03	37.59	1.88	1.18	2.13	140.11
Semisota	X4	Envolvente Max	Bottom	108.96	28.09	3.76	1.32	4.22	105.87
Semisota	X5	Envolvente Max	Bottom	47.85	23.95	3.33	1.20	3.09	58.71
Semisota	Y1	Envolvente Max	Bottom	65.92	38.25	2.74	0.74	2.81	80.08
Semisota	Y2	Envolvente Max	Bottom	-39.41	9.67	3.02	0.07	2.90	24.48
Semisota	Y3	Envolvente Max	Bottom	-10.20	-2.85	2.21	0.11	2.94	20.75
Semisota	Y4	Envolvente Max	Bottom	-68.96	-7.09	1.01	0.08	1.45	5.01
Semisota	Y5	Envolvente Max	Bottom	-75.44	21.66	-0.60	0.17	-0.61	47.64
Semisota	Y6	Envolvente Max	Bottom	11.97	29.93	0.22	0.20	0.75	49.97
Semisota	Y7	Envolvente Max	Bottom	-42.83	-3.15	0.72	0.18	1.15	1.01
Semisota	Y8	Envolvente Max	Bottom	-20.41	-2.84	-0.40	-0.05	-0.51	-0.83
Semisota	Y9	Envolvente Max	Bottom	10.60	20.03	0.20	0.37	0.80	52.14
Semisota	Y10	Envolvente Max	Bottom	-9.26	17.32	0.94	0.31	1.34	36.22
Semisota	Y11	Envolvente Max	Bottom	37.83	18.66	0.84	0.31	1.67	43.78
Semisota	Y12	Envolvente Max	Bottom	-2.14	4.42	0.08	0.07	0.63	9.12
Semisota	X6	Envolvente Max	Bottom	31.97	15.73	0.83	0.29	1.14	37.76
Semisota	Y13	Envolvente Max	Bottom	73.72	26.37	1.34	1.10	2.20	77.09

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE TACNA
 GIRALDO FORTUNA LOIS ALEJANDRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 215534

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano X1	X1	Envolvente Min	Bottom	-116.63	-24.16	-1.03	-1.07	-2.58	-121.92
Semisotano X2	X2	Envolvente Min	Bottom	-179.68	-22.67	-1.01	-0.56	-1.56	-63.06
Semisotano X3	X3	Envolvente Min	Bottom	-119.97	-31.23	-0.90	-0.47	-1.40	-114.69
Semisotano X4	X4	Envolvente Min	Bottom	-177.17	-40.15	-1.83	-1.23	-2.86	-124.13
Semisotano X5	X5	Envolvente Min	Bottom	-226.67	-19.60	-2.10	-1.26	-2.33	-74.58
Semisotano Y1	Y1	Envolvente Min	Bottom	-196.14	-24.25	-0.89	-0.51	-1.35	-53.39
Semisotano Y2	Y2	Envolvente Min	Bottom	-117.48	-6.49	0.45	-0.11	-0.22	-16.46
Semisotano Y3	Y3	Envolvente Min	Bottom	-158.94	-35.54	-0.62	-0.77	-1.59	-62.65
Semisotano Y4	Y4	Envolvente Min	Bottom	-202.81	-25.36	-0.88	-0.27	-1.39	-49.45
Semisotano Y5	Y5	Envolvente Min	Bottom	-238.25	1.49	-4.61	-0.38	-6.06	-11.76
Semisotano Y6	Y6	Envolvente Min	Bottom	-113.68	3.43	-1.73	-0.21	-2.14	-7.37
Semisotano Y7	Y7	Envolvente Min	Bottom	-139.41	-19.43	-2.01	-0.30	-2.26	-38.04
Semisotano Y8	Y8	Envolvente Min	Bottom	-92.59	-12.18	-2.91	-0.27	-3.78	-16.68
Semisotano Y9	Y9	Envolvente Min	Bottom	-154.17	-0.05	-0.77	-0.32	-1.31	-27.48
Semisotano Y10	Y10	Envolvente Min	Bottom	-88.29	-0.56	-2.36	-0.45	-2.62	-7.36
Semisotano Y11	Y11	Envolvente Min	Bottom	-129.45	-16.04	-1.90	-0.59	-2.26	-37.13
Semisotano Y12	Y12	Envolvente Min	Bottom	-75.19	-5.24	-1.86	-0.11	-2.03	-8.83
Semisotano X6	X6	Envolvente Min	Bottom	-118.28	-18.14	-1.20	-0.60	-1.21	-45.13
Semisotano Y13	Y13	Envolvente Min	Bottom	-205.20	-20.19	-3.40	-0.90	-3.92	-68.67

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota X1	X1	Envolvente Max	Bottom	-39.95	27.70	2.58	0.63	4.63	144.06
Semisota X2	X2	Envolvente Max	Bottom	-21.96	15.96	2.17	0.70	2.68	79.24
Semisota X3	X3	Envolvente Max	Bottom	33.08	37.29	1.80	1.14	2.05	138.77
Semisota X4	X4	Envolvente Max	Bottom	106.08	28.75	3.59	1.39	4.00	106.90
Semisota X5	X5	Envolvente Max	Bottom	53.47	23.95	3.16	1.29	2.89	59.55
Semisota Y1	Y1	Envolvente Max	Bottom	68.66	36.09	2.70	0.75	2.76	76.62
Semisota Y2	Y2	Envolvente Max	Bottom	-38.42	9.11	2.85	0.08	2.80	23.37
Semisota Y3	Y3	Envolvente Max	Bottom	-5.64	0.27	2.10	0.11	2.81	24.48
Semisota Y4	Y4	Envolvente Max	Bottom	-74.91	-4.95	1.03	0.09	1.48	8.07
Semisota Y5	Y5	Envolvente Max	Bottom	-82.01	19.04	-0.35	0.10	-0.30	43.51
Semisota Y6	Y6	Envolvente Max	Bottom	13.68	26.58	0.26	0.18	0.79	45.53
Semisota Y7	Y7	Envolvente Max	Bottom	-37.72	-1.69	0.75	0.19	1.17	3.10
Semisota Y8	Y8	Envolvente Max	Bottom	-24.97	-1.81	-0.27	-0.04	-0.35	0.51
Semisota Y9	Y9	Envolvente Max	Bottom	9.14	18.81	0.39	0.35	1.00	50.43
Semisota Y10	Y10	Envolvente Max	Bottom	-6.99	15.72	0.99	0.31	1.39	33.66
Semisota Y11	Y11	Envolvente Max	Bottom	38.14	17.65	0.84	0.32	1.66	41.95
Semisota Y12	Y12	Envolvente Max	Bottom	-1.82	4.26	0.14	0.06	0.67	8.74
Semisota X6	X6	Envolvente Max	Bottom	32.39	15.81	0.80	0.28	1.08	38.26
Semisota Y13	Y13	Envolvente Max	Bottom	74.42	24.93	1.38	1.08	2.23	74.10

EDIFICIO CON 01 SÓTANOS:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano X1	X1	Envolvente Min	Bottom	-115.20	-24.70	-1.09	-1.03	-2.69	-123.80
Semisotano X2	X2	Envolvente Min	Bottom	-168.40	-22.33	-0.93	-0.51	-1.50	-64.30
Semisotano X3	X3	Envolvente Min	Bottom	-117.29	-31.45	-0.96	-0.48	-1.47	-116.24
Semisotano X4	X4	Envolvente Min	Bottom	-183.66	-37.66	-1.92	-1.16	-2.98	-121.73
Semisotano X5	X5	Envolvente Min	Bottom	-218.53	-19.60	-2.29	-1.19	-2.52	-72.24
Semisotano Y1	Y1	Envolvente Min	Bottom	-187.79	-25.22	-0.94	-0.50	-1.40	-54.97
Semisotano Y2	Y2	Envolvente Min	Bottom	-114.82	-6.78	0.36	-0.09	-0.31	-17.05
Semisotano Y3	Y3	Envolvente Min	Bottom	-146.96	-30.05	-0.68	-0.75	-1.67	-56.13
Semisotano Y4	Y4	Envolvente Min	Bottom	-221.28	-22.01	-0.89	-0.23	-1.40	-46.09
Semisotano Y5	Y5	Envolvente Min	Bottom	-257.90	1.26	-4.31	-0.57	-5.82	-11.44
Semisotano Y6	Y6	Envolvente Min	Bottom	-111.65	1.15	-1.69	-0.21	-2.08	-10.29
Semisotano Y7	Y7	Envolvente Min	Bottom	-126.65	-16.04	-1.95	-0.28	-2.22	-33.05
Semisotano Y8	Y8	Envolvente Min	Bottom	-109.43	-10.53	-2.69	-0.25	-3.59	-14.93
Semisotano Y9	Y9	Envolvente Min	Bottom	-158.75	-1.49	-0.68	-0.35	-1.22	-29.68
Semisotano Y10	Y10	Envolvente Min	Bottom	-83.30	-1.69	-2.27	-0.45	-2.51	-9.26
Semisotano Y11	Y11	Envolvente Min	Bottom	-128.90	-16.49	-1.87	-0.55	-2.25	-37.82
Semisotano Y12	Y12	Envolvente Min	Bottom	-73.23	-5.52	-1.67	-0.12	-1.86	-9.29
Semisotano X6	X6	Envolvente Min	Bottom	-118.07	-17.91	-1.25	-0.61	-1.27	-43.82
Semisotano Y13	Y13	Envolvente Min	Bottom	-204.54	-20.67	-3.25	-0.91	-3.77	-69.91

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota X1	X1	Envolvente Max	Bottom	-39.35	26.89	2.39	0.65	4.30	142.04
Semisota X2	X2	Envolvente Max	Bottom	-16.18	16.29	2.26	0.78	2.73	77.90
Semisota X3	X3	Envolvente Max	Bottom	34.29	36.55	1.63	1.07	1.86	136.38
Semisota X4	X4	Envolvente Max	Bottom	101.72	29.53	3.42	1.49	3.77	108.18
Semisota X5	X5	Envolvente Max	Bottom	62.01	23.93	3.00	1.45	2.72	60.87
Semisota Y1	Y1	Envolvente Max	Bottom	71.93	32.72	2.61	0.77	2.68	71.48
Semisota Y2	Y2	Envolvente Max	Bottom	-37.35	8.27	2.63	0.10	2.64	21.72
Semisota Y3	Y3	Envolvente Max	Bottom	-0.10	5.11	1.99	0.12	2.69	30.59
Semisota Y4	Y4	Envolvente Max	Bottom	-82.63	-3.06	1.04	0.11	1.51	10.23
Semisota Y5	Y5	Envolvente Max	Bottom	-89.60	18.21	-0.20	0.02	-0.19	43.55
Semisota Y6	Y6	Envolvente Max	Bottom	15.31	21.97	0.29	0.18	0.83	39.53
Semisota Y7	Y7	Envolvente Max	Bottom	-30.83	0.43	0.78	0.20	1.20	6.22
Semisota Y8	Y8	Envolvente Max	Bottom	-31.08	-0.67	-0.16	-0.03	-0.25	1.86
Semisota Y9	Y9	Envolvente Max	Bottom	7.42	17.35	0.54	0.31	1.17	48.63
Semisota Y10	Y10	Envolvente Max	Bottom	-4.32	13.38	1.05	0.31	1.46	29.72
Semisota Y11	Y11	Envolvente Max	Bottom	38.69	16.14	0.87	0.34	1.67	39.01
Semisota Y12	Y12	Envolvente Max	Bottom	-1.37	3.99	0.25	0.06	0.77	8.31
Semisota X6	X6	Envolvente Max	Bottom	32.83	15.91	0.75	0.27	1.03	38.93
Semisota Y13	Y13	Envolvente Max	Bottom	74.91	22.48	1.48	1.08	2.35	69.18

EDIFICIO SIN SÓTANOS:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisotano X1	X1	Envolvente Min	Bottom	-51.16	-5.14	-1.51	-0.91	-2.03	-82.91
Semisotano X2	X2	Envolvente Min	Bottom	-101.73	-18.96	-1.17	-0.85	-2.22	-70.91
Semisotano X3	X3	Envolvente Min	Bottom	-72.96	-26.05	-1.33	-0.69	-1.33	-107.20
Semisotano X4	X4	Envolvente Min	Bottom	-130.05	-3.48	-1.55	-1.54	-0.40	-70.20
Semisotano X5	X5	Envolvente Min	Bottom	-158.55	-14.55	0.04	-1.23	0.06	-54.97
Semisotano Y1	Y1	Envolvente Min	Bottom	-101.94	-11.58	-1.94	-0.54	-1.22	-41.38
Semisotano Y2	Y2	Envolvente Min	Bottom	-78.11	-6.22	-0.62	-0.06	-0.55	-19.32

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota X1	X1	Envolvente Max	Bottom	-17.33	40.93	1.57	0.44	2.32	185.01
Semisota X2	X2	Envolvente Max	Bottom	33.67	26.65	-0.21	1.09	0.42	82.89
Semisota X3	X3	Envolvente Max	Bottom	36.71	-1.58	1.02	0.86	0.69	73.20
Semisota X4	X4	Envolvente Max	Bottom	88.36	31.36	3.62	1.88	1.69	112.47
Semisota X5	X5	Envolvente Max	Bottom	89.96	31.94	2.70	1.40	2.23	87.86
Semisota Y1	Y1	Envolvente Max	Bottom	79.19	14.68	0.86	1.08	0.37	54.28
Semisota Y2	Y2	Envolvente Max	Bottom	-24.11	6.49	0.94	0.11	0.65	21.63


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL TACASH - HUARAZ
 GIRARDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N.º 215534

EDIFICIO SIN SÓTANOS CON EMPOTRAMIENTO:

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
* Semisotano X1	X1	Envolvente Min	Bottom	-113.76	-18.18	-0.81	-0.87	-2.23	-109.53
Semisotano X2	X2	Envolvente Min	Bottom	-147.61	-15.11	-0.37	-0.14	-1.07	-56.83
Semisotano X3	X3	Envolvente Min	Bottom	-110.22	-24.40	-0.55	-0.33	-1.03	-105.00
Semisotano X4	X4	Envolvente Min	Bottom	-184.66	-25.26	-1.45	-0.72	-2.43	-104.31
Semisotano X5	X5	Envolvente Min	Bottom	-204.74	-16.90	-1.62	-0.61	-1.88	-57.19
Semisotano Y1	Y1	Envolvente Min	Bottom	-167.71	-20.56	-0.70	-0.36	-1.15	-47.70
Semisotano Y2	Y2	Envolvente Min	Bottom	-112.38	-5.34	0.41	-0.07	-0.19	-14.30
Semisotano Y3	Y3	Envolvente Min	Bottom	-157.91	-21.93	-1.03	-0.86	-2.07	-48.98
Semisotano Y4	Y4	Envolvente Min	Bottom	-234.56	-13.46	-0.92	-0.16	-1.53	-30.99
Semisotano Y5	Y5	Envolvente Min	Bottom	-260.71	-6.75	-2.35	-0.49	-2.72	-29.20
Semisotano Y6	Y6	Envolvente Min	Bottom	-130.57	-5.50	-1.66	-0.29	-1.80	-18.17
Semisotano Y7	Y7	Envolvente Min	Bottom	-116.69	-4.92	-1.71	-0.18	-1.96	-12.49
Semisotano Y8	Y8	Envolvente Min	Bottom	-127.04	-6.87	-1.40	-0.11	-1.59	-9.54
Semisotano Y9	Y9	Envolvente Min	Bottom	-196.40	-15.67	-1.37	-0.66	-2.10	-57.24
Semisotano Y10	Y10	Envolvente Min	Bottom	-82.00	-3.97	-2.12	-0.32	-2.46	-14.17
Semisotano Y11	Y11	Envolvente Min	Bottom	-123.39	-11.63	-1.61	-0.37	-1.99	-30.54
Semisotano Y12	Y12	Envolvente Min	Bottom	-68.91	-4.26	-1.36	-0.14	-1.57	-7.34
Semisotano X6	X6	Envolvente Min	Bottom	-112.13	-13.27	-0.97	-0.50	-1.00	-35.96
* Semisotano Y13	Y13	Envolvente Min	Bottom	-192.58	-13.25	-2.66	-0.68	-3.17	-57.25

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Semisota X1	X1	Envolvente Max	Bottom	-39.52	17.98	1.74	0.56	3.21	121.54
Semisota X2	X2	Envolvente Max	Bottom	-3.71	13.94	1.81	0.77	1.97	63.40
Semisota X3	X3	Envolvente Max	Bottom	28.16	25.18	1.16	0.91	1.33	117.01
Semisota X4	X4	Envolvente Max	Bottom	86.14	24.56	2.45	1.36	2.61	98.21
Semisota X5	X5	Envolvente Max	Bottom	84.21	17.78	1.70	1.32	1.60	54.15
Semisota Y1	Y1	Envolvente Max	Bottom	69.18	20.39	2.15	0.71	2.25	53.75
Semisota Y2	Y2	Envolvente Max	Bottom	-36.93	5.04	2.50	0.12	2.40	15.59
Semisota Y3	Y3	Envolvente Max	Bottom	1.33	20.66	2.26	0.14	2.79	54.21
Semisota Y4	Y4	Envolvente Max	Bottom	-88.55	6.23	1.10	0.09	1.70	29.86
Semisota Y5	Y5	Envolvente Max	Bottom	-90.06	12.90	0.62	0.00	1.29	34.03
Semisota Y6	Y6	Envolvente Max	Bottom	9.88	9.36	0.50	0.12	1.04	20.94
Semisota Y7	Y7	Envolvente Max	Bottom	-25.88	3.65	0.77	0.17	1.24	11.84
Semisota Y8	Y8	Envolvente Max	Bottom	-37.87	1.69	0.53	0.04	0.91	6.08
Semisota Y9	Y9	Envolvente Max	Bottom	37.75	21.04	1.05	0.12	1.94	56.60
Semisota Y10	Y10	Envolvente Max	Bottom	-4.58	6.03	1.07	0.26	1.55	15.38
Semisota Y11	Y11	Envolvente Max	Bottom	33.92	10.33	0.56	0.29	1.31	28.65
Semisota Y12	Y12	Envolvente Max	Bottom	-2.39	2.40	0.24	0.05	0.67	5.78
Semisota X6	X6	Envolvente Max	Bottom	29.21	12.62	0.41	0.15	0.67	34.24
Semisota Y13	Y13	Envolvente Max	Bottom	68.67	14.80	1.10	0.93	1.92	52.82


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL TACNA - HUARAZ

GIRALDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 215534

Semisotano	Y3	Envolvente Min	Bottom	-153.14	-8.11	-2.70	-0.45	-4.14	-25.37
Semisotano	Y4	Envolvente Min	Bottom	-248.27	1.09	-1.46	-0.18	-2.29	-7.82
Semisotano	Y5	Envolvente Min	Bottom	-284.34	-25.91	-2.41	-0.62	-2.79	-73.30
Semisotano	Y6	Envolvente Min	Bottom	-157.07	-19.12	-1.91	-0.28	-2.18	-40.94
Semisotano	Y7	Envolvente Min	Bottom	-100.84	-2.32	-0.46	-0.48	-1.30	-4.68
Semisotano	Y8	Envolvente Min	Bottom	-135.15	-3.78	-1.04	-0.12	-1.19	-5.82
Semisotano	Y9	Envolvente Min	Bottom	-163.75	-25.12	-0.35	-0.34	-0.95	-91.54
Semisotano	Y10	Envolvente Min	Bottom	-71.98	-7.11	-0.47	-0.30	-1.29	-25.36
Semisotano	Y11	Envolvente Min	Bottom	-71.79	-2.89	-0.37	-1.12	-0.48	-19.76
Semisotano	Y12	Envolvente Min	Bottom	-48.00	-2.28	-0.57	-0.13	-0.29	-6.30
Semisotano	X6	Envolvente Min	Bottom	-82.64	-21.16	-0.57	-0.56	-0.25	-53.13
Semisotano	Y13	Envolvente Min	Bottom	-117.42	-8.79	-0.58	-0.81	-0.24	-60.28

Semisota	Y3	Envolvente Max	Bottom	9.85	29.17	1.33	0.48	2.13	78.98
Semisota	Y4	Envolvente Max	Bottom	-95.78	23.14	1.90	0.13	2.89	70.63
Semisota	Y5	Envolvente Max	Bottom	-100.47	4.43	1.48	0.01	2.49	20.22
Semisota	Y6	Envolvente Max	Bottom	13.91	1.98	1.11	0.20	1.72	12.04
Semisota	Y7	Envolvente Max	Bottom	-18.70	6.89	0.74	0.29	1.99	23.12
Semisota	Y8	Envolvente Max	Bottom	-40.59	3.92	1.21	0.07	1.90	11.26
Semisota	Y9	Envolvente Max	Bottom	48.44	15.92	3.13	0.56	4.44	48.06
Semisota	Y10	Envolvente Max	Bottom	-0.81	4.33	0.69	0.47	1.76	9.27
Semisota	Y11	Envolvente Max	Bottom	57.23	9.06	1.17	0.75	1.52	30.53
Semisota	Y12	Envolvente Max	Bottom	9.32	1.88	0.78	0.04	0.71	6.64
Semisota	X6	Envolvente Max	Bottom	40.40	5.85	1.25	0.40	0.90	30.91
Semisota	Y13	Envolvente Max	Bottom	72.01	4.19	1.76	1.45	1.41	36.19


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE INGENIEROS DE CASH-HUÁRAZ
 GIRALDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 214534

Anexo 8: Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación

The image shows two overlapping windows from the ETABS software. The left window is titled 'About ETABS' and provides general information about the software, including its version (19.0.0), build number (2277), and copyright (© 1984-2020 Computers and Structures, Inc.). It also lists the product name 'ETABS Ultimate 64-bit' and the user's name 'JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO'. System information such as physical memory (8072.145 MB total, 2171.418 MB available) and Windows version (Windows 10, Version 10.0, Build 19041, 64-bit) is also displayed. The right window is titled 'ETABS' and shows specific license details. It includes a table for license information, locking data, and license server details. The license is for 'EtabUL' version '19', type 'Standalone', with 365 days left. The locking criteria is 'Custom', the selector is '0x3010', and the code is '*18LM6H23TG7FQP8'. The license server section is currently empty. Both windows have 'OK' buttons, and the right window also has a 'Print' button.

About ETABS

ETABS Ultimate 64-bit
Version 19.0.0 Build 2277
Integrated Building Design Software
Copyright © 1984-2020 Computers and Structures, Inc.

A product of:
Computers and Structures, Inc.
web: www.csiamerica.com

This product is licensed to:
JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO

Physical Memory
Total: 8072.145 MB
Available: 2171.418 MB

Windows Version:
Windows 10 (Version 10.0) Build 19041 64-bit

[User Settings Folder](#)
365 days left on Standalone License

License Info... OK

ETABS

ETABS® version 19

License for

Feature	EtabUL	Version	19
Type	Standalone		
Number of days left on License			365

Locking Data

Locking Criteria	Custom
Selector	0x3010
Code	*18LM6H23TG7FQP8

License Server

Server

Total # of Licenses on Server

Copyright © 2020 Computers and Structures, Inc.
www.csiamerica.com

OK Print

Licencia estudiantil, del software Etabs v19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación
con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021”**

Informe : Desarrollo y resultados del modelamiento de una edificación de concreto armado de seis plantas un semisótano y tres sótanos.

Autor : Alvarez Giraldo, Jesus Alejandro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ
2021


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH, HUARAZ
GIRALDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 215534

Introducción

En el escenario contemporáneo, debido a la menor disponibilidad del suelo, las construcciones se orientan en rumbo vertical, en tal sentido aprovechar el recurso suelo, es crucial en estos tiempos. Debido al crecimiento demográfico y el progresivo aumento poblacional, la demanda de espacios por habitar en zonas urbanas, es directamente proporcional. En tal sentido esta investigación pretende plasmar el diseño y su análisis de una edificación de concreto armado, con la variación de niveles de sótano con el objeto de conocer su comportamiento estructural, ante sollicitaciones sísmicas.

Objetivo general

Analizar el efecto de los niveles de sótano de la edificación en el comportamiento sísmico estructural considerando la interacción suelo estructura.

Objetivos específicos

- Computar las presiones dinámicas del edificio con la variación de niveles de sótano, considerando la ISE,
- Cuantificar la influencia de los niveles de sótano, en la respuesta sísmica de la edificación.
- Determinar los esfuerzos internos generados con la variación de niveles de sótano, inducidos por acciones sísmicas

Procedimiento

El procedimiento que se ha seguido para la determinación de los objetivos, fue de manera metódica, siguiendo los indicadores de la matriz.

Una vez habiendo planificado la estructuración y predimensionamiento de elementos estructurales, se desarrollaron los planos de arquitectura, estructuras, elevaciones, contando con este material se modeló la edificación en el software Etabs v.2019, con interacción suelo estructura, paralelamente esta investigación considero al suelo como un elemento de cálculo, en tal sentido se hizo uso del modelo dinámico de la norma rusa SNIP (2.02.05-87) para el cálculo del coeficiente de rigidez equivalente. Así mismo se diseñó el muro de sótano mediante el método de Mononobe Okabe.

Los cálculos realizados para efectos de la investigación, se dilucidan.

Resultados de predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionamiento de losa aligerada		
H = 0.21	H = 0.25m (RNE)	
Predimensionamiento de vigas principales y secundarias		
VIGA: VP-01 (101)	H = 0.53	H = 0.55
	B = 0.32	B = 0.30
VIGA : VP-02 (102)	H = 0.57	H = 0.55
	B = 0.32	B = 0.25
VIGA: VP-03 (103)	H = 0.54	H = 0.50
	B = 0.29	B = 0.25
VIGA: VP-04 (104)	H = 0.58	H = 0.55
	B = 0.32	B = 0.25
VIGA: VP-05 (105)	H = 0.27	H = 0.40
	B = 0.23	B = 0.25
VIGA: VS - 10 (201)	H = 0.36	H = 0.35
	B = 0.20	B = 0.25
VIGA: VS-11 (202)	H = 0.34	H = 0.40
	H = 0.23	H = 0.25
VIGA: VS-12 (203)	H = 0.36	H = 0.40
	B = 0.23	B = 0.25
VIGA: VS-13 (204)	H = 0.37	H = 0.40
	B = 0.23	B = 0.25

Predimensionamiento de columna

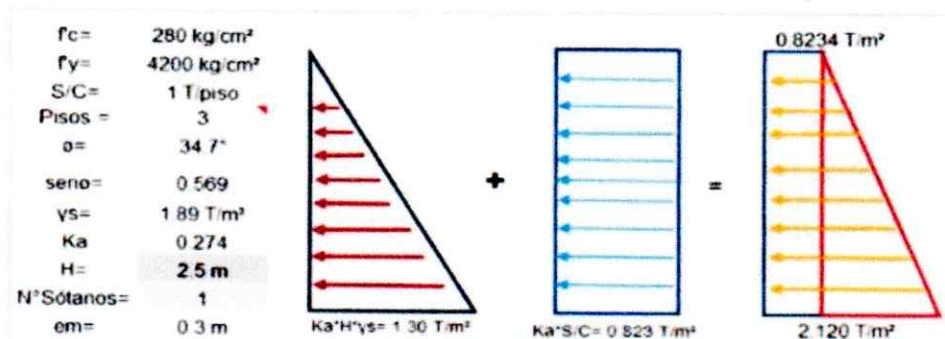

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

GIRALDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 215534.

ÍTEM	Tipo	Descripción	Secciones		
01	C ₁	Columna Interior	0.55 X 0.55		
02	C ₂	Columna extrema de pórtico principal	0.40 X 0.30		
03	C ₃	Columna extrema de pórtico secundario	0.40 X 0.30		
04	C ₄	Columna esquinera	0.40 X 0.25		
DESCRIPCIÓN	CODIGO	UND	TIPO	ANCHO (m)	LARGO/PERALTE (m)
Placas	P-1	01	Rectangular	0.25	2.40
	P-2	03		0.25	2.00
	P-3	03		0.25	1.25
	P-4	01		0.25	2.30
	P-5	02		0.25	2.55
	P-6	04		0.25	1.00
	P-7	01		0.25	1.50
	P-8	02		0.25	1.60
	P-9	01		0.30	1.50
Losas Aligeradas Unidireccionales	L - A	01 07	Rectangular	14.90	19.83 E= 0.20m E = 0.25m
Losa maciza	L - M	02	Rectangular	14.90	19.83 E= 0.15m
Platea de cimentación	P - C	01	Rectangular	15.00	22.80 E = 0.60m

Resultados de estados de carga (Presiones estáticas del terreno)

Valores	Unidades	Niveles de sótano			
		0	1	2	3
Numero de sótanos	Unidades	0	1	2	3
Profundidad	m	0	2.55	5.2	7.95
Presiones dinamicas	Tn/m ²	0	1.32	2.7	4.12
Porcentaje de influencia	%	0.00%	16.24%	33.12%	50.64%



Resultado del cálculo de los coeficiente rigidez equivalentes, Modelo dinámico ruso SNIP (2.02.05-87).

Masas de la platea de cimentación

M_x	M_y	M_z	$M\varphi x'$	$M\varphi y'$	$M\psi z'$
Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m	Ton.s ² /m
50.20183486	50.20183486	50.2018349	945.8025688	2179.261651	3116.02789

Coefficientes de rigidez equivalente:

$$B_x = \beta_y = 5079.2056 \text{ T.s/m}$$

$$K_{\varphi x} = 90108172.37 \text{ ton/m}$$

$$B_z = 10118.01985 \text{ T.s/m}$$

$$K_{\varphi y} = 208185921.4 \text{ ton/m}$$

$$B_{\varphi x} = 204116.8263 \text{ T.s/m}$$

$$K_{\psi z} = 149147046.9 \text{ ton/m}$$

$$B_{\varphi y} = 204393.6121 \text{ T.s/m}$$

$$B_{\psi z} = 188407.6476 \text{ T.s/m}$$

Resultados de: Cortantes basales, momentos de volteo y derivas máximas por número de sótanos.

Número de sótanos	Cortante basal	Momento de volteo	Deriva máxima en X	Deriva máxima en Y	Fuerza cortante prom. en placas
	Tonf	Tonf*m	$\Delta_{\max} (X)$	$\Delta_{\max} (Y)$	Tonf
3S+E	148.51	38914.76	0.0108	0.0129	22.34
3S	194.35	43152.85	0.0109	0.0132	22.93
2S	186.71	39771.80	0.0110	0.0132	21.50
1S	174.31	34018.81	0.0111	0.0133	19.78
SS	156.02	25893.91	0.0121	0.0142	18.51
SSE	146.53	21655.82	0.0107	0.0123	13.30
Total	194.35	203407.95	0.0667	0.0791	118.36

Conclusiones de los resultados

Se verificó que las propiedades mecánicas del suelo inciden íntegramente en los esfuerzos internos de la super-estructura. Además, los niveles de sótanos influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación, por lo que las

influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación, por lo que las derivas, cortantes basales y momentos de volteo se incrementan de manera proporcional. Finalmente, se concluye que los niveles de sótanos, influyen progresivamente en las fuerzas sísmicas actuantes en los elementos estructurales de la edificación analizada.

Recomendaciones

Considerar el efecto de las presiones dinámicas del terreno en las construcciones de edificaciones que incluyen niveles de sótanos, ya que estos son dispensables para su posterior diseño concreto-acero y procedimientos de construcción. Además, que resulta de suma importancia la consideración de niveles de sótano en aras de un mayor aprovechamiento de áreas dentro de las zonas urbanas


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCAH, HUARAZ
GIRALDO FORTUNA LUIS ALEJANDRO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 215534

Anexo 9: Otras evidencias

L1: Plano de ubicación (UL-01)

L2: Plano de Estructuras (E-01)

L3: Plano de Sótano (A-01)

L4: Plano de Semisótano (A-02)

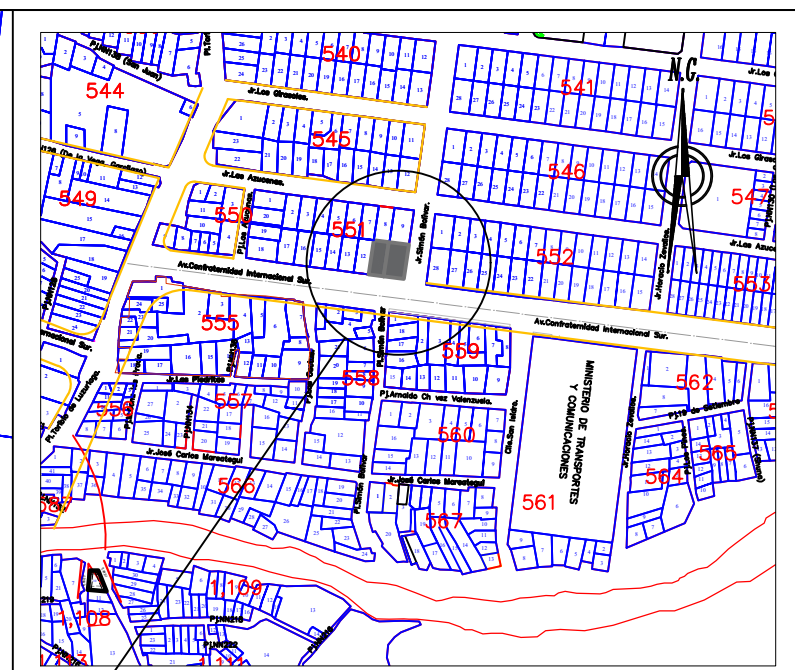
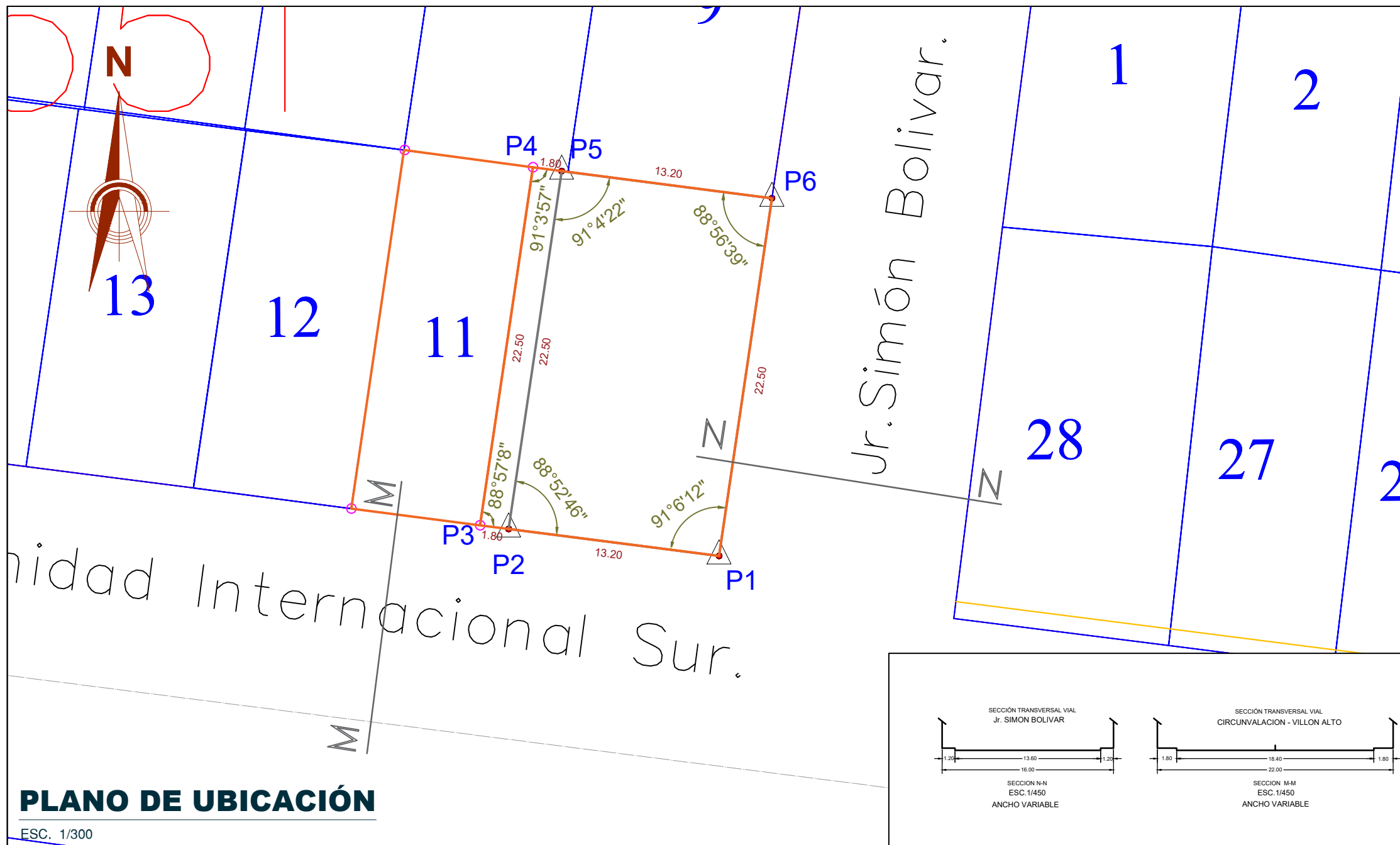
L5: Plano de Arquitectura 1ra planta (A-03)

L6: Plano de Arquitectura 2da planta (A-04)

L7: Plano de Elevación, Corte A-A (A-05)

L8: Plano de Arquitectura 3D (A-06)

L9: Plano de Arquitectura 3D – Corte A-A (A-07)

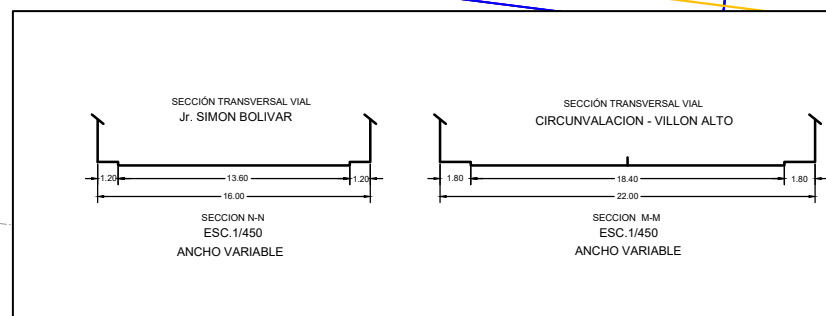


ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
ESC: 1/5000

COORDENADAS DE LOS VERTICES PSAD 56

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	P1 - P2	13.20	91°6'12"	222594.3578	8944854.9218
P2	P2 - P3	1.80	88°52'46"	222581.2633	8944856.6010
P3	P3 - P4	22.50	88°57'8"	222579.4783	8944856.8322
P4	P4 - P5	1.80	91°3'57"	222582.7759	8944879.0889
P5	P5 - P6	13.19	91°4'22"	222584.5609	8944878.8566
P6	P6 - P1	22.49	88°56'39"	222597.6471	8944877.1674

ZONIFICACIÓN: RDA-R5 / ZCV
 ÁREA DE ESTRUCTURACION URBANA: IF
 UBICACION:
 DEPARTAMENTO : ANCASH
 PROVINCIA : HUARAZ
 DISTRITO : HUARAZ
 SECTOR : Jr. VILLON ALTO
 NOMBRE DE LA VÍA : AV. CONFRATERNIDAD INTERNACIONAL SUR



PLANO DE UBICACIÓN
ESC. 1/300

CUADRO NORMATIVO

CUADRO DE AREAS (m2)

PARAMETROS	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS	AREAS DECLARADAS					
				Nueva	Demolición	Existente	AMP/REM	Parcial	TOTAL
USOS	Zona comercio - (R)	Zona comercio - (R)	SOTANO 1						
DENSIDAD NETA	2250 hab/ha	116.00 hab/ha	SOTANO 2						
COEFICIENTE DE EDIFICACION	4.0	4.99 - EMS	SOTANO 3						
% AREA LIBRE	Depende del Diseño	53.5%	SEMISOTANO						
ALTURA MAXIMA	1.5(a+r)	---	PRIMER PISO						
RETIRO MINIMO FRONTAL	---	---	SEGUNDO PISO						
RETIRO LATERAL	---	---	TERCER PISO						
LOTE MINIMO	---	---	CUARTO PISO						
ALINEAMIENTO DE FACHADA	---	Alineado a la fachada	QUINTO PISO						
ÁREA DE LOTE NORMATIVO	---	---	SEXTO PISO						
ESTACIONAMIENTO	1 x cada 100m2 comercio u oficinas	1 x cada 100m2 comercio u oficinas	ÁREA DEL TERRENO MATRIZ (m2)					519.39 m2	
FRENTE MÍNIMO NORMATIVO	---	---	PERÍMETRO DEL TERRENO MATRIZ (ml)					91.21 ml	



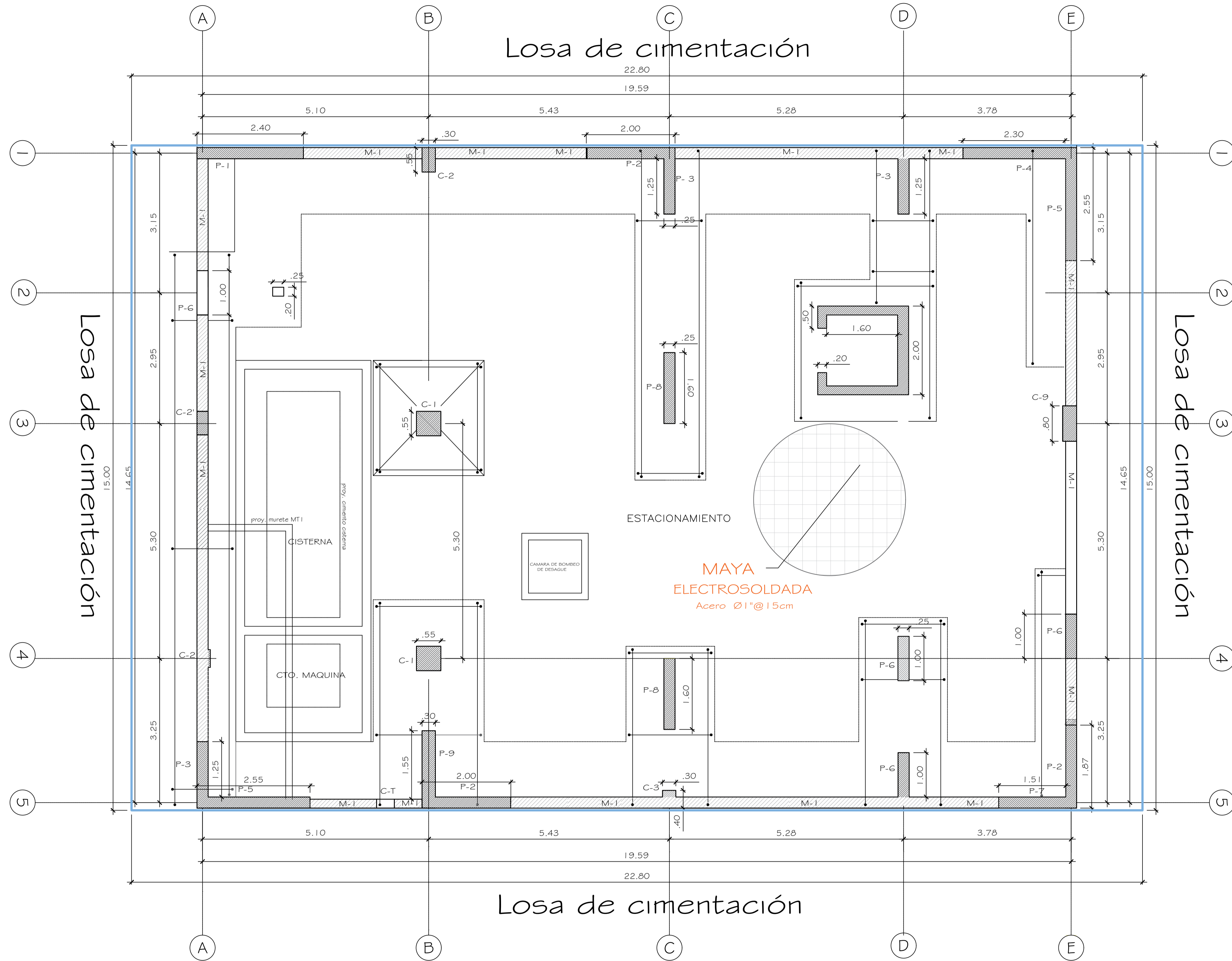
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS.
 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO, HUARAZ 2021

TESISTA.
 JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO

PLANO.
 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

DATUM. PSAD56	ZONA. 18S	LAMINA : UL-01
ESCALA. INDICADA	FECHA. NOVIEMBRE DE 2021	



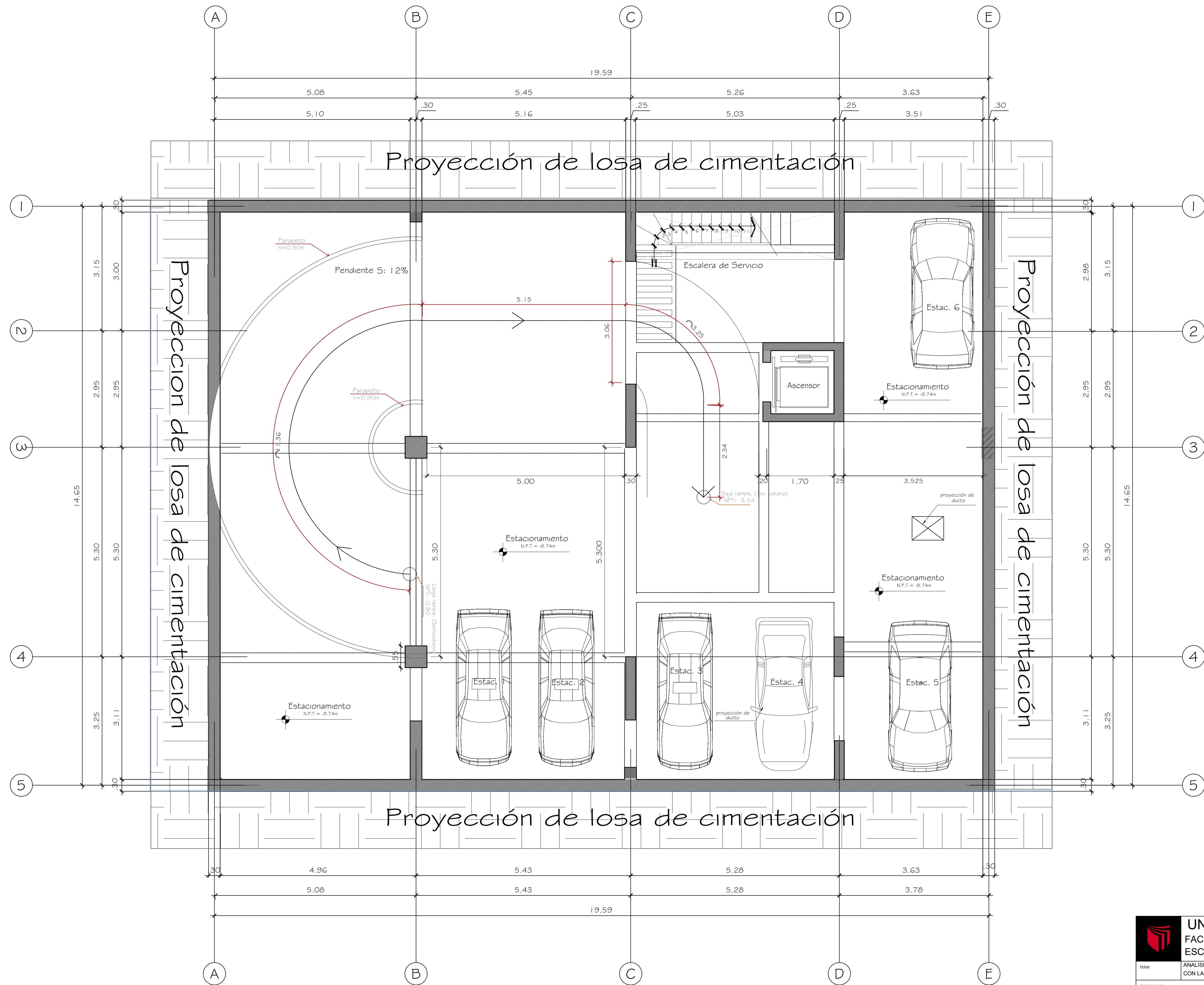
ESCUADRO DE CONDICIONALES DE CIMENTACION

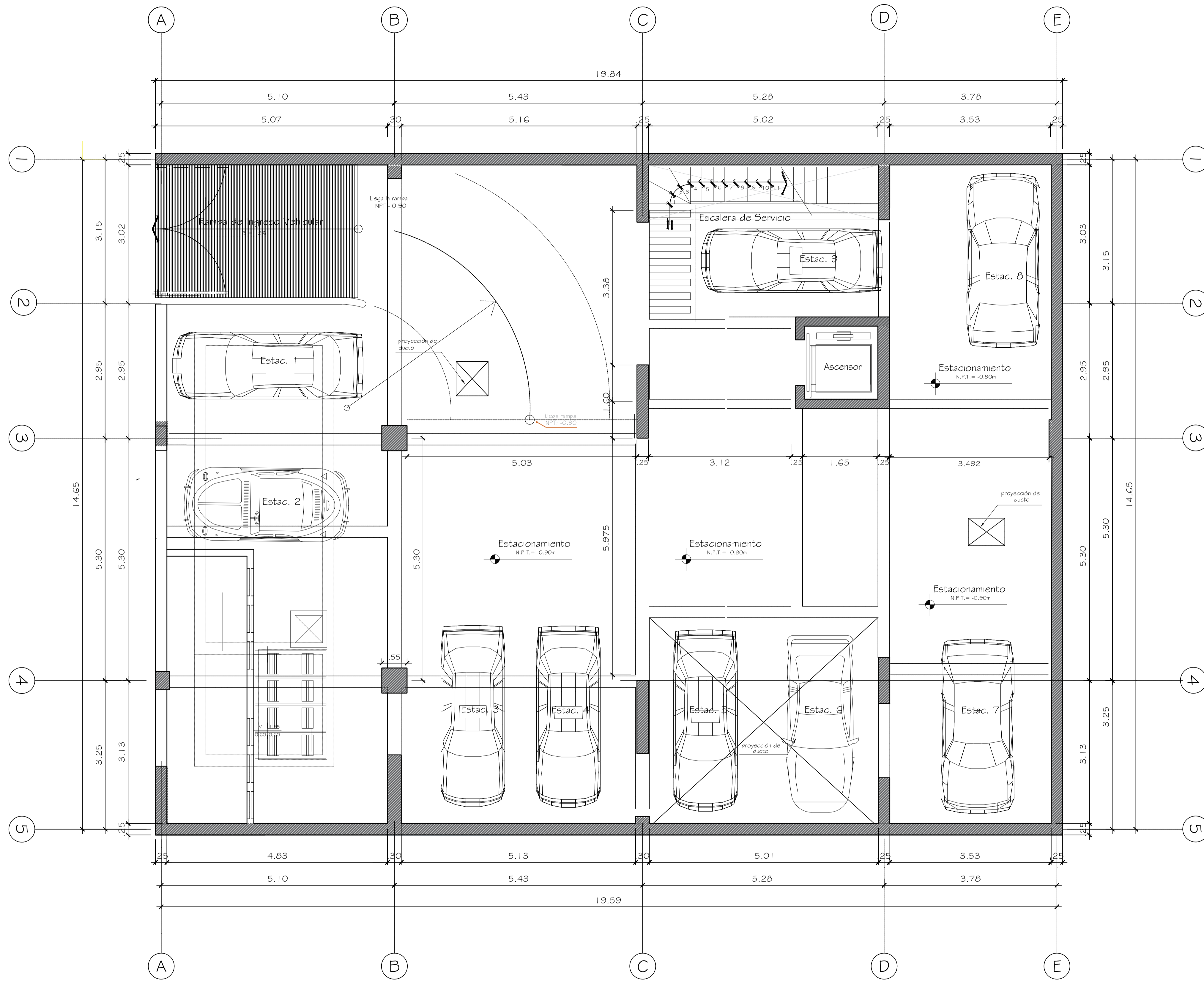
TIPO DE CIMENTACION	: PLATEA DE CIMENTACION CON ARMADURA
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION	: GRAVA CON ARENA POBREMENTE GRADUADA ARENA Y ARCILLA
PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION	: 9.50 mts
Q ADMISIBLE DEL TERRENO	: 2.3 kg/cm2
FACTOR SEGURIDAD	: 3.0
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	: 5.0 cm / EMS
AGRESIVIDAD DEL SUELO	: BAJA
CEMENTO DEL CONCRETO EN CONTACTO CON EL SUELO	: CEMENTO TIPO I

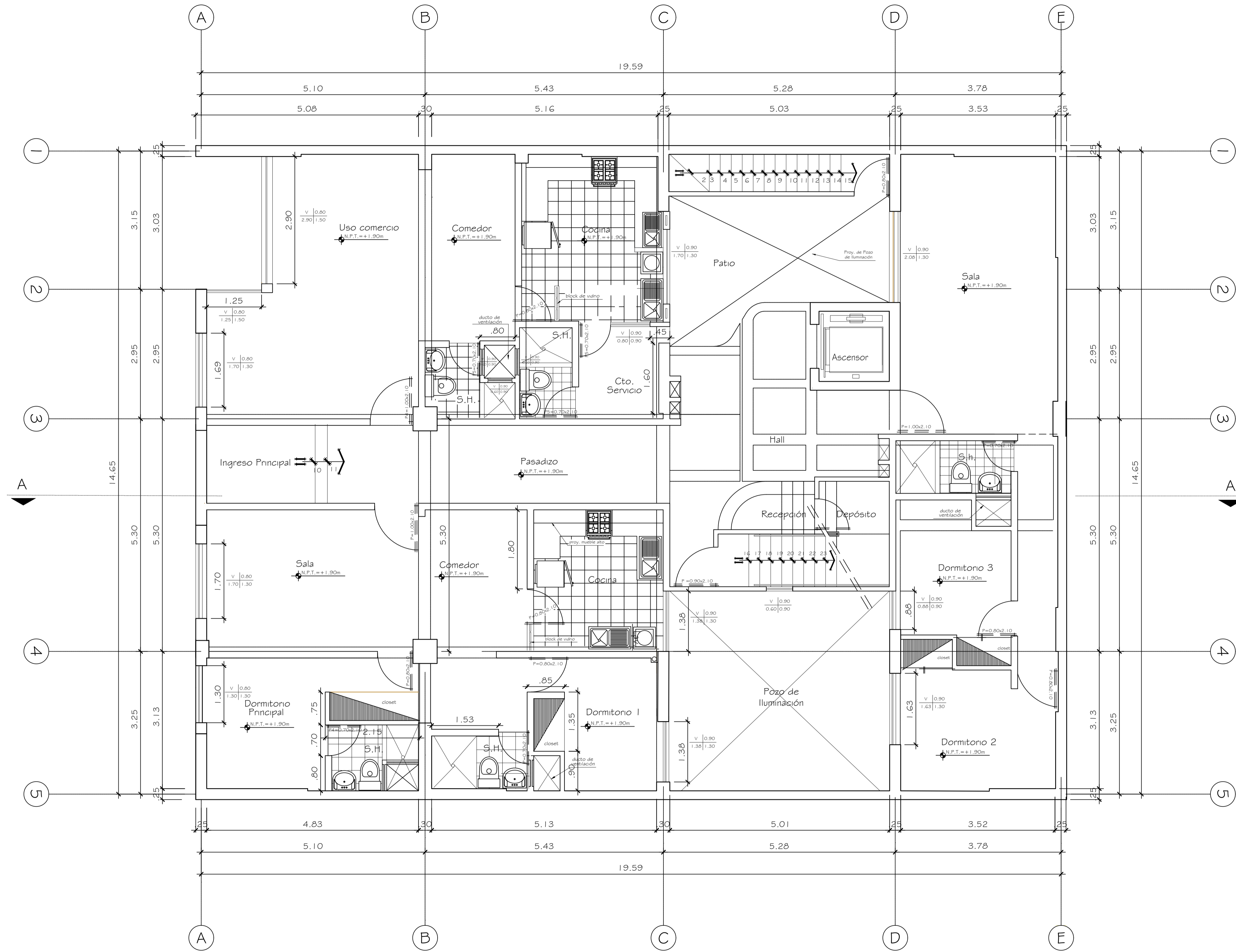
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

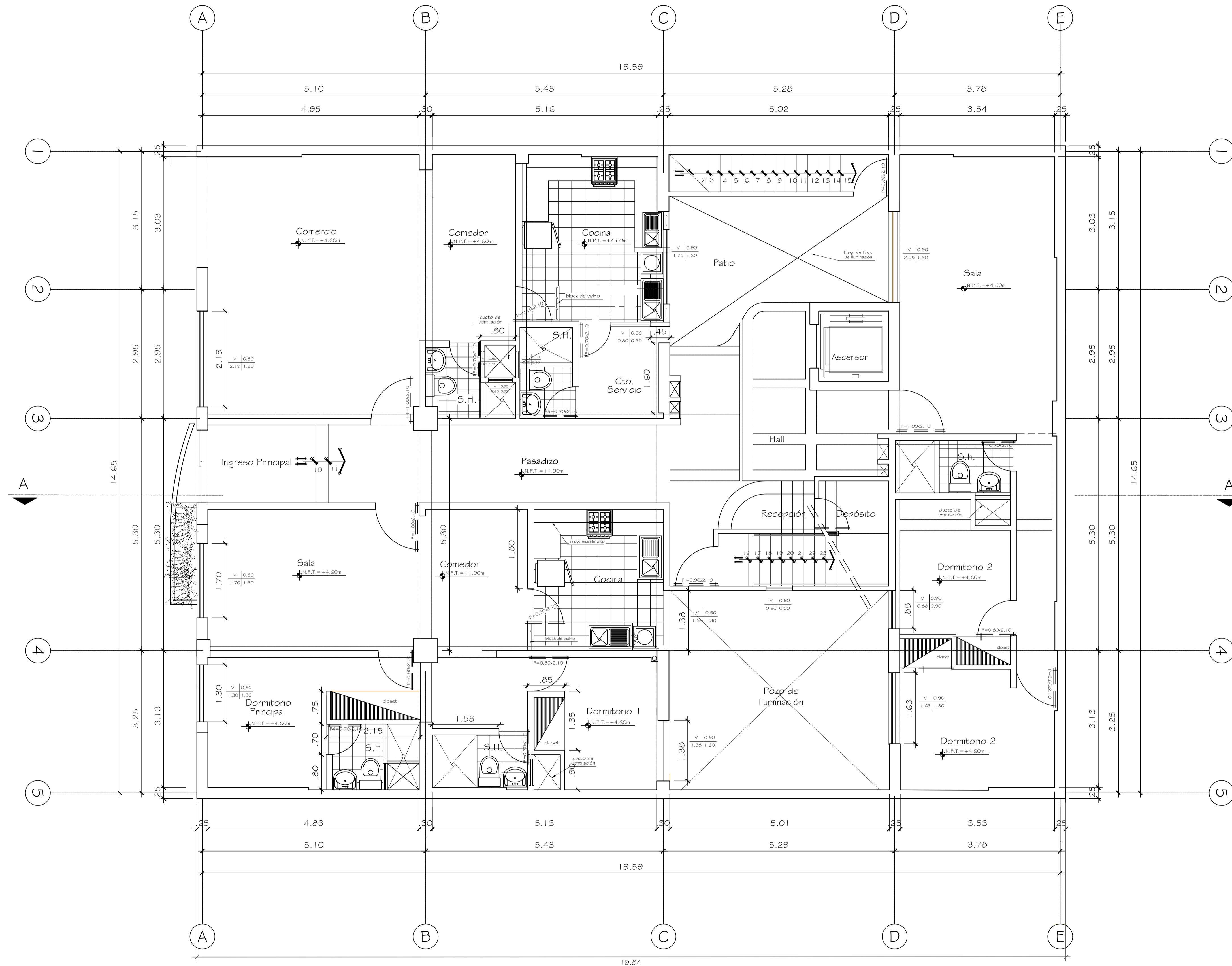
ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION CON LA VARIACION DE NIVELES DE SOTANO, HUARAZ 2021

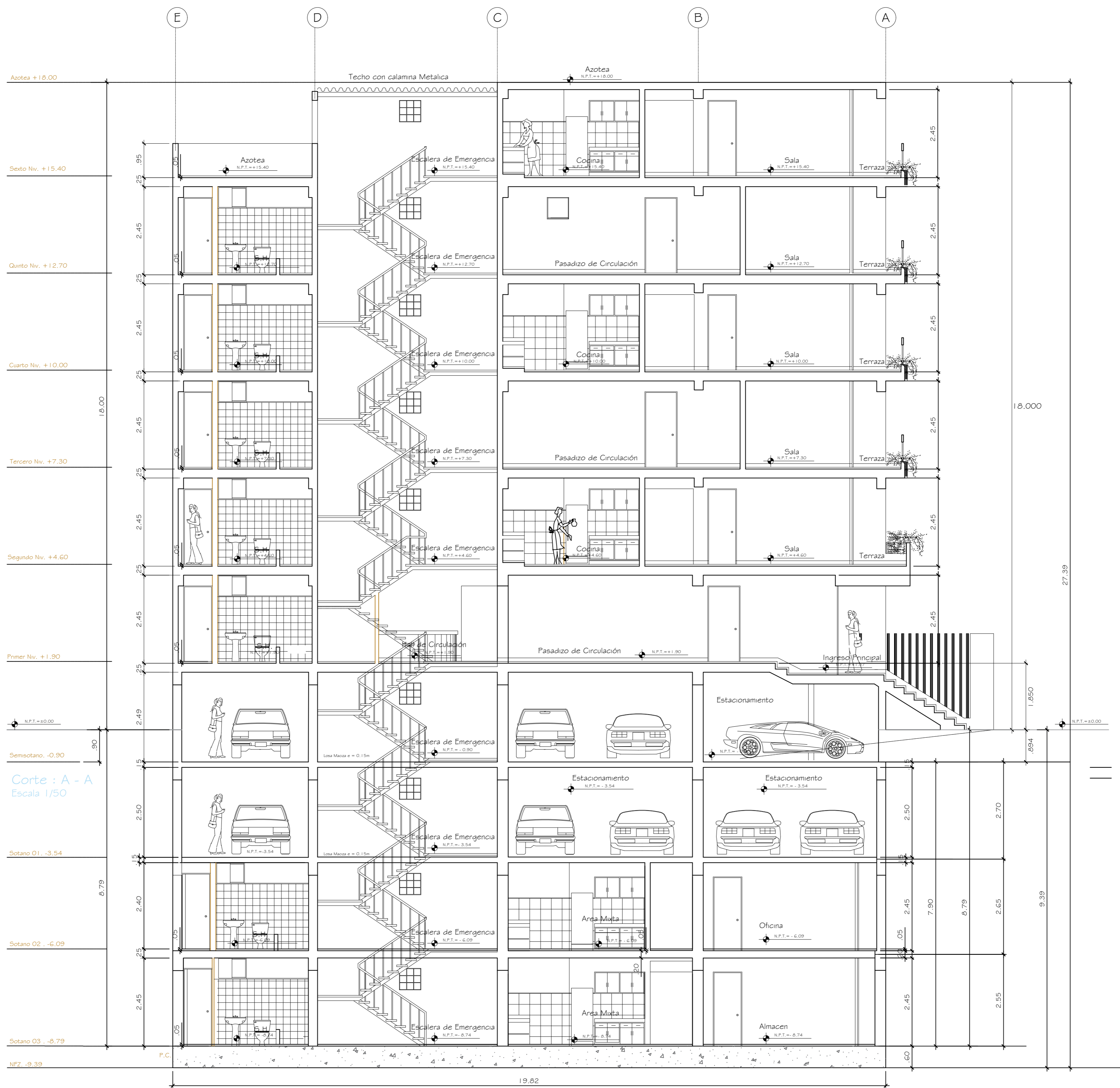
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	LAMINA: CIMENTACION	E-01
TESISTA: JESUS ALEJANDRO ALVAREZ GIRALDO	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: HUARAZ
REGION: ANCASH	ESCALA: 1/50	FECHA: NOVIEMBRE, 2021
DBUJO: J.A.A.G.		













1 3D arquitectura, Esc. 1/75



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO
ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON
LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO,
HUARAZ 2021

PLANO:

ARQUITECTÓNICO - 3D

TESISTA:

ALVAREZ GIRALDO
JESUS ALEJANDRO

FECHA
NOVIEMBRE 2021

ESCALA
INDICADA

Nº DE LAMINA

A-06



1 3D arquitectura, Esc. 1/75



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO
ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON
LA VARIACIÓN DE NIVELES DE SÓTANO,
HUARAZ 2021

PLANO:

ARQUITECTÓNICO - 3D

TESISTA:

ALVAREZ GIRALDO
JESUS ALEJANDRO

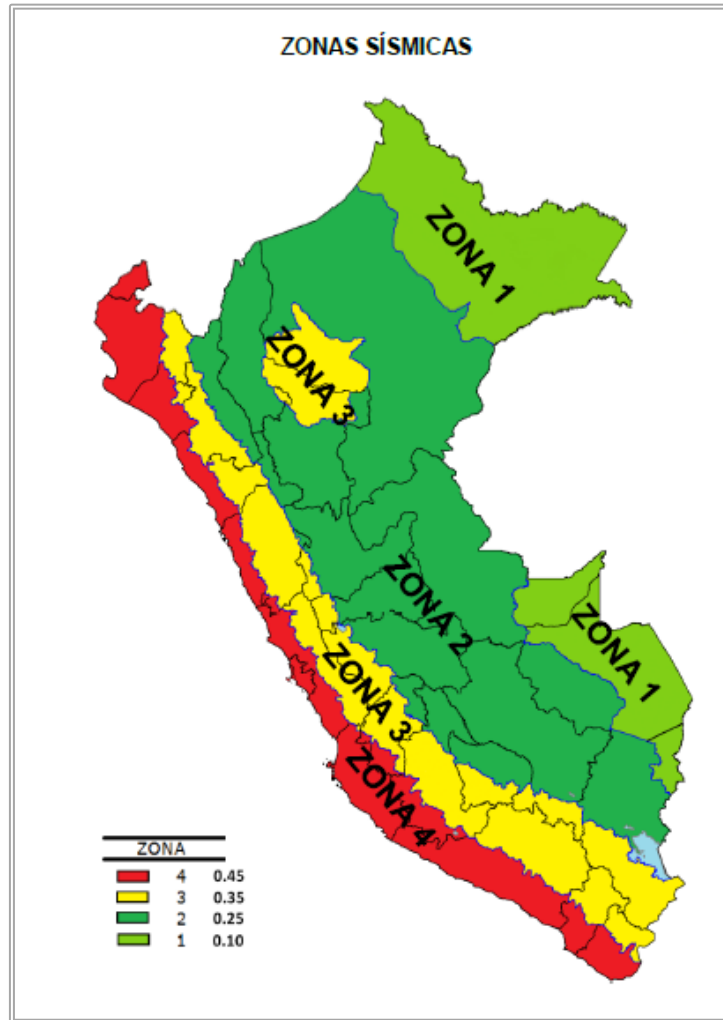
FECHA
NOVIEMBRE 2021

ESCALA
INDICADA

Nº DE LAMINA

A-07

NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”



NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Material Predominante	(Δ_i / h_i)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

5.3 Separación entre Edificios (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

An ACI Standard

Building Code Requirements
for Structural Concrete
(ACI 318-19)

Commentary on
Building Code Requirements
for Structural Concrete
(ACI 318R-19)

Reported by ACI Committee 318

ACI 318-19



American Concrete Institute
Always advancing

CODE

Table 14.3.1.1—Minimum thickness of bearing walls

Wall type	Minimum thickness	
General	Greater of:	5.5 in.
		1/24 the lesser of unsupported length and unsupported height
Exterior basement	7.5 in.	
Foundation	7.5 in.	

COMMENTARY

earthquake, or other unforeseen loading conditions require the walls to possess some ductility and ability to maintain integrity when cracked. For such conditions, ACI Committee 318 strongly encourages the use of walls designed in accordance with Chapter 11.

14.3.2 Footings

14.3.2.1 Footing thickness shall be at least 8 in.

14.3.2.2 Base area of footing shall be determined from unfactored forces and moments transmitted by footing to soil and permissible soil pressure selected through principles of soil mechanics.

14.3.3 Pedestals

14.3.3.1 Ratio of unsupported height to average least lateral dimension shall not exceed 3.

14.3.4 Contraction and isolation joints

14.3.4.1 Contraction or isolation joints shall be provided to divide structural plain concrete members into flexurally discontinuous elements. The size of each element shall be selected to limit stress caused by restraint to movements from creep, shrinkage, and temperature effects.

14.3.4.2 The number and location of contraction or isolation joints shall be determined considering (a) through (f):

R14.3.2 Footings

R14.3.2.1 Thickness of plain concrete footings of usual proportions will typically be controlled by flexural strength (extreme fiber stress in tension not greater than $(\phi 5\lambda \sqrt{f'_c})$) rather than shear strength (refer to R14.5.5.1). For footings cast against soil, overall thickness h used for strength calculations is specified in 14.5.1.7.

R14.3.3 Pedestals

R14.3.3.1 The height-thickness limitation for plain concrete pedestals does not apply for portions of pedestals embedded in soil capable of providing lateral restraint.

R14.3.4 Contraction and isolation joints

R14.3.4.1 Joints in plain concrete construction are an important design consideration. In reinforced concrete, reinforcement is provided to resist the stresses due to restraint of creep, shrinkage, and temperature effects. In plain concrete, joints are the only means of controlling, and thereby relieving, the buildup of such tensile stresses. A plain concrete member should therefore be small enough, or divided into smaller elements by joints, to control the buildup of internal stresses. The joint may be a contraction joint or isolation joint. A minimum 25 percent reduction of member thickness is typically sufficient for contraction joints to be effective. The jointing should be such that no axial tension or flexural tension can be developed across a joint after cracking, if applicable—a condition referred to as flexural discontinuity. Where random cracking due to creep, shrinkage, and temperature effects will not affect structural integrity and is otherwise acceptable (such as transverse cracks in a continuous wall footing), transverse contraction or isolation joints should not be necessary.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

ACTUALIZADO 2019



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento



Sociedad internacional de mecánica de suelos e ingeniería geotécnica, Rusia.



International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

TC 207

Soil-Structure Interaction and Retaining Walls

anteriormente TC38 "Interacción suelo-estructura" (2005-2010)

Actas y conferencias	Congreso Internacional de Ingeniería Geotécnica Comité Técnico del ISSMGE 207
Términos de referencia	
Composición de TC207	Interacción suelo-estructura. Estructuras subterráneas y muros de contención.
Noticias	San Petersburgo, 16-18 de junio de 2014
Reuniones del TC207	
Historias de casos	Organizadores - TC207 Interacción suelo-estructura y muros de contención ISSMGE - Georeconstruction Engineering Co, San Petersburgo, Rusia - Universidad Estatal de Transporte de San Petersburgo (PGUPS) - Universidad Estatal de Minería de San Petersburgo
Conferencias y talleres con participación de TC207	
Directrices sobre SSI	Comité Organizador V.M. Ulitsky, presidente de TC207 'Soil-Structure' M.B. Lisyuk, copresidente de TC207 'Soil-Structure' AG Shashkin (Georeconstruction Engineering Co) NI Stekliannikova (PGUPS)
Contactos	Lugar de la conferencia Sokos Hotel Olympia Garden Comité Científico O. Bilgin (Estados Unidos) W. Bilfinger (Brasil) J.-L. Briaud (EE. UU.) RE Dashko (Rusia) Fang Liu (China) R. Finno (EE. UU.) C. Haberfield (Australia) H. Hazarika (Japón) R. Katzenbach (Alemania) M. Mets (Estonia) I. Sokolić (Croacia)

Documentos importantes:
[Proceedings Volume 1 \(inglés\)](#)
(actualizado el 12 de agosto de 2014)
[Proceedings Volume 2 \(ruso\)](#)
[Boletín # 2 \(esp\)](#) [Boletín # 2 \(rus\)](#)
[Plantilla para la preparación de artículos](#)
[Plantilla \(versión rusa\)](#)
[Formulario de registro \(inglés\)](#)
[Formulario de registro \(ruso\)](#)

Plazos importantes:
Envío del artículo - 21 de abril de 2014
Confirmación de aceptación del papel - 30 de abril de 2014
Fin del registro - 5 de junio de 2014
Conferencia - 16-18 de junio de 2014

Sede:


NORMA G.050 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN



PERU

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA G.050

**SEGURIDAD DURANTE LA
CONSTRUCCIÓN**

LIMA – PERÚ
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

La norma ISO 690:2010(E)

Material formativo



Reconocimiento – NoComercial-CompartirIgual (By-nc-sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON PLATEAS DE CIMENTACIÓN

Ph.D. Genner Villarreal Castro

PREMIO NACIONAL ANR 2006, 2007, 2008

Lima – Perú

2017

CAPÍTULO 2

MODELOS DINÁMICOS DE INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-PLATEA DE CIMENTACIÓN-SUPERESTRUCTURA

2.1 ESQUEMA DE CÁLCULO DE EDIFICACIONES, CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DE LA BASE DE FUNDACIÓN

La interacción suelo-estructura se puede resumir como el contacto dinámico entre el suelo y la cimentación, transmitiendo este último el movimiento al edificio, siendo dicho tipo de análisis el real, ya que se analiza todo como un trinomio suelo-cimentación-superestructura.

Como problemas de contacto dinámico, tenemos los problemas de edificaciones ante la acción sísmica, cálculo de cimentaciones con maquinarias y cimentaciones de edificaciones sometidas a cargas dinámicas durante su explotación.

La amplitud de las vibraciones y los esfuerzos dinámicos en la base se pueden determinar como resultado de la solución de los problemas de contacto dinámico. Para ello, la cimentación debe ser analizada como un cuerpo sólido indeformable o infinitamente rígido.

Para determinar los parámetros de vibración de un edificio rígido con 6 grados de libertad, generalmente se usa el modelo dinámico de la base en forma de un semiespacio isotrópico homogéneo linealmente deformable. El modelo físico de la base para cada uno de los 6 desplazamientos (3 lineales en las direcciones de los ejes coordenados y 3 rotacionales alrededor de los ejes coordenados) se muestra en la forma de resortes y amortiguadores (figura 2.1). En este caso el resorte caracteriza la rigidez cuasiestática de la base y el amortiguador la rigidez acústica de la base y describe la emisión de ondas planas, que surgen como resultado de la interacción del cuerpo rígido con el medio elástico. El resultado exacto del problema del contacto dinámico suelo-estructura para edificaciones con plateas de cimentación no ha sido resuelto y solo se tienen soluciones asintóticas, las cuales no describen la curvatura de la onda emitida por el cuerpo sólido, incrementando el porcentaje de energía en la base.

Para ello, es necesario considerar que la disipación de energía suceda debido al retorno de emisión de la onda hacia la base y de la fricción interna de los materiales del suelo de fundación.

Todo esto, hace que la presente investigación sea actual y de utilidad para los especialistas e investigadores en las áreas de la ingeniería geotécnica e ingeniería estructural y en la actualización de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

CERTIFICADO DE CALIBRACION
Nº 001-21 CD

SOLICITANTE : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

TITULO : Calibración de Sistema Digital de Corte Directo

Anillo de Carga

Marca : ELE
Capacidad : 0.5 TN
Serie : 78-0260-02740


Dial Desplazamiento Horizontal

Marca : ELE
Serie : 172436532
Rango : 2.5 cm

Dial Desplazamiento Vertical

Marca : ELE
Serie : BEB970
Rango : 1.2 cm

FECHA : Huachipa, 13 de Enero de 2021


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
.....
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 001-21 CD

INFORMACION DEL EQUIPO

1.- GENERALIDADES

A solicitud de C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C., se procedió a la calibración del Sistema Digital. La Calibración se realizó el 13 de Enero de 2021.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

Anillo de Carga ELE

Capacidad : 0.5 TN
Marca : ELE
Serie : 78-0260-02740

Dial Horizontal ELE

Serie : 172436532
Rango : 2.5 cm

Dial Vertical ELE

Serie : BEB970
Rango : 1.2 cm

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : Celda de Carga	Dispositivo : Dial Digital
Fabricante : AEP TRANSDUCER	Fabricante : Mitutoyo (Japón).
Tipo : C2S- 10T	Modelo : 1D - C112M
Serie N° : 205775	Serie N° : 08150
Carga Nominal : 10 TN	Incertidumbre : 0.001 mm.
Modalidad : Compresión	
Indicador : Digital AEP Transducer	
Modelo : MP10.	
N° Serie : 6390-2013-10	

Calibración realizado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ..: INF-LE 087-19B.

Patrón con certificado de calibración por institución acreditada por INACAL F-0859-2019

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 001-21 CD

TABLA N° 1

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

Marca ELE, Mod. 78-0260 SN 78-0260-02740 Cap 500 Kg.

Dial ELE, N/S AIA486, Sens. 2 um/div

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACION (Kg)			SERIE PROMEDIO Kg	Error Repetibilidad %
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)		
50	20.50	20.60	20.61	20.57	0.30
100	40.90	41.00	41.01	40.97	0.15
150	62.20	62.30	62.31	62.27	0.10
200	82.40	82.50	82.51	82.47	0.07
250	103.50	103.60	103.61	103.57	0.06
300	124.10	124.20	124.21	124.17	0.05
350	145.30	145.40	145.41	145.37	0.04
400	165.80	165.90	165.91	165.87	0.04
450	186.60	186.70	186.71	186.67	0.03
500	207.50	207.60	207.61	207.57	0.03
550	228.40	228.50	228.51	228.47	0.03
600	248.90	249.00	249.01	248.97	0.02
650	270.00	270.10	270.11	270.07	0.02
700	289.80	289.90	289.91	289.87	0.02
750	310.40	310.50	310.51	310.47	0.02
800	331.30	331.40	331.41	331.37	0.02
850	351.90	352.00	352.01	351.97	0.02
900	372.20	372.30	372.31	372.27	0.02
950	392.60	393.00	393.01	392.87	0.06
1000	412.60	413.00	413.01	412.87	0.06

Coefficiente de correlación..:

$$R^2 = 1.0000$$

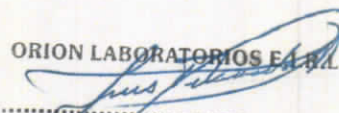
Recta de ajuste:

$$y = 0.4137x + 0.2326$$

Donde:

X : lectura del dial (divisiones)

Y : fuerza promedio (Kg)

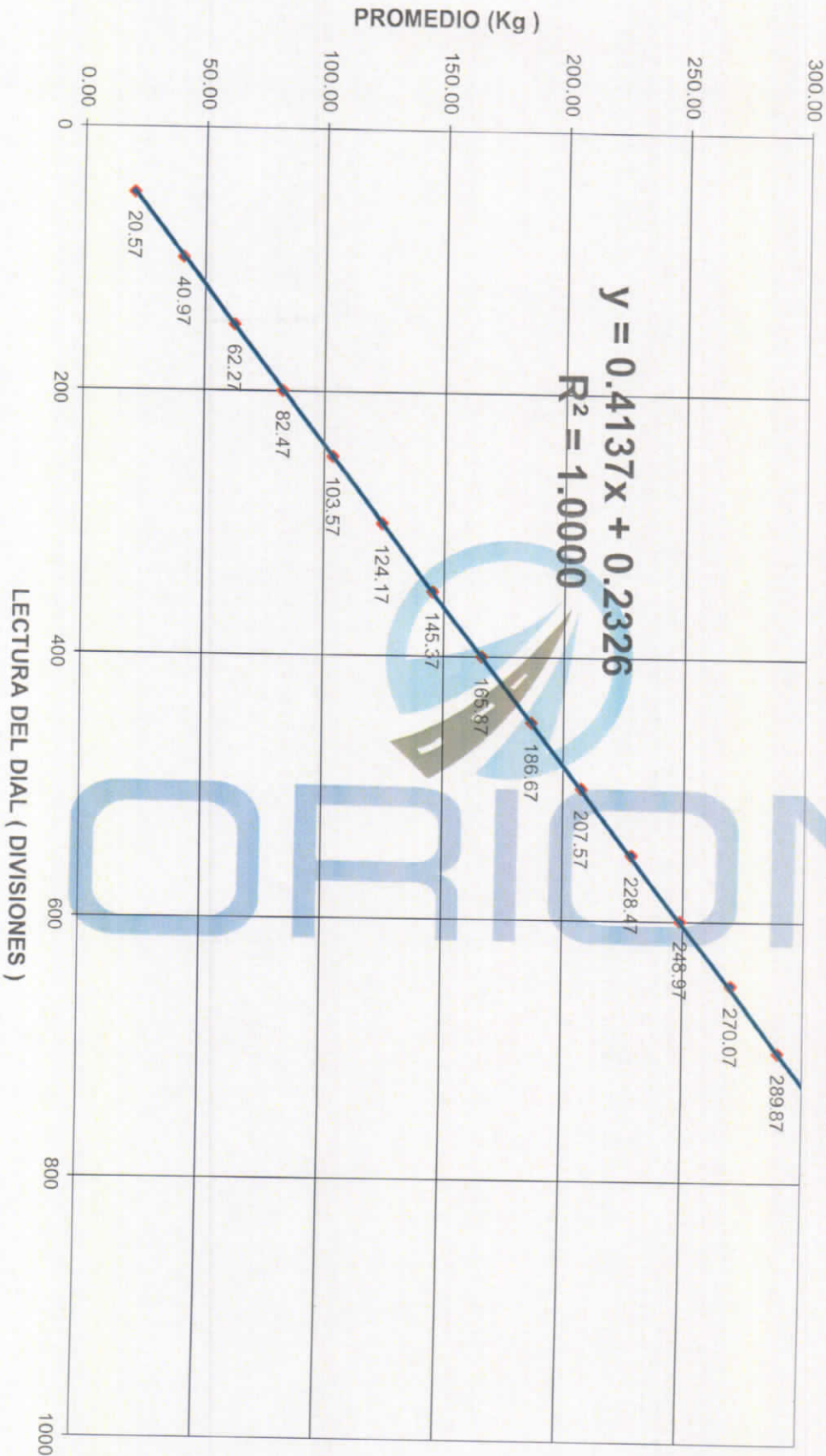
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Tapoada Pajalacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 565531

GRAFICO N° 1

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Marca ELE, SN 78-0260-02740 Cap 500 KG.
 Dial ELE, N/S AIA486, Sens. 2 um/div

INFORME 002-21 CD



CARTA DE CALIBRACIÓN

CAPACIDAD 500 Kgr

$$y = 0.4137x + 0.2326$$

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

KILOGRAMOS

Divis.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25
60	25	25	26	26	27	27	28	28	28	29
70	29	30	30	30	31	31	32	32	33	33
80	33	34	34	35	35	35	36	36	37	37
90	37	38	38	39	39	40	40	40	41	41
100	42	42	42	43	43	44	44	44	45	45
110	46	46	47	47	47	48	48	49	49	49
120	50	50	51	51	52	52	52	53	53	54
130	54	54	55	55	56	56	56	57	57	58
140	58	59	59	59	60	60	61	61	61	62
150	62	63	63	64	64	64	65	65	66	66
160	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70
170	71	71	71	72	72	73	73	73	74	74
180	75	75	76	76	76	77	77	78	78	78
190	79	79	80	80	80	81	81	82	82	83
200	83	83	84	84	85	85	85	86	86	87
210	87	88	88	88	89	89	90	90	90	91
220	91	92	92	92	93	93	94	94	95	95
230	95	96	96	97	97	97	98	98	99	99
240	100	100	100	101	101	102	102	102	103 ^R	103
250	104	104	104	105	105	106	106	107	107	107
260	108	108	109	109	109	110	110	111	111	112
270	112	112	113	113	114	114	114	115	115	116
280	116	116	117	117	118	118	119	119	119	120
290	120	121	121	121	122	122	123	123	124	124
300	124	125	125	126	126	126	127	127	128	128
310	128	129	129	130	130	131	131	131	132	132
320	133	133	133	134	134	135	135	136	136	136
330	137	137	138	138	138	139	139	140	140	140
340	141	141	142	142	143	143	143	144	144	145
350	145	145	146	146	147	147	148	148	148	149
360	149	150	150	150	151	151	152	152	152	153
370	153	154	154	155	155	155	156	156	157	157
380	157	158	158	159	159	160	160	160	161	161
390	162	162	162	163	163	164	164	164	165	165
400	166	166	167	167	167	168	168	169	169	169
410	170	170	171	171	172	172	172	173	173	174
420	174	174	175	175	176	176	176	177	177	178
430	178	179	179	179	180	180	181	181	181	182
440	182	183	183	184	184	184	185	185	186	186
450	186	187	187	188	188	188	189	189	190	190
460	191	191	191	192	192	193	193	193	194	194
470	195	195	195	196	196	197	197	198	198	198
480	199	199	200	200	200	201	201	202	202	203
490	203	203	204	204	205	205	205	206	206	207

CERTIFICADO DE CALIBRACION

VERIFICACION DE DIAL HORIZONTAL

MARCA ELE, MOD 88-4110

Nº Serie 172436532 Sensibilidad 0.01mm

DIAL COMPARADOR DIVIS. MM	LECTURA DEL PATRON MM			SERIE PROMEDIO MM
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
0.1	0.098	0.099	0.101	0.099
0.2	0.201	0.202	0.204	0.202
0.3	0.298	0.299	0.301	0.299
0.4	0.398	0.397	0.399	0.398
0.5	0.499	0.498	0.500	0.499
1	1.009	1.010	1.012	1.010
1.5	1.503	1.504	1.506	1.504
2	2.013	2.015	2.017	2.015
2.5	2.492	2.491	2.493	2.492
3	2.976	2.975	2.977	2.976
3.5	3.455	3.456	3.458	3.456
4	3.967	3.967	3.969	3.968
4.5	4.482	4.483	4.485	4.483
5	5.008	5.008	5.010	5.009
6	6.031	6.032	6.034	6.032
7	7.047	7.045	7.047	7.046
8	7.978	7.977	7.979	7.978
9	8.951	8.950	8.952	8.951
10	10.008	10.007	10.009	10.008

coeficiente de correlación: $R^2 = 1$

Recta de ajuste: $y = 1.002x - 0.007$

Donde:

X : Lectura del dial (mm)

Y : Promedio de lectura Patrón mm

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

CERTIFICADO DE CALIBRACION

VERIFICACION DE DIAL VERTICAL

MARCA ELE, MOD S/M

N° Serie BEB970 Sensibilidad 0.002 mm

DIAL COMPARADOR DIVIS. MM	LECTURA DEL PATRON MM			SERIE PROMEDIO MM
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
0.02	0.014	0.015	0.014	0.014
0.04	0.040	0.041	0.039	0.040
0.06	0.065	0.066	0.064	0.065
0.08	0.092	0.093	0.091	0.092
0.1	0.117	0.118	0.116	0.117
0.12	0.129	0.130	0.128	0.129
0.14	0.157	0.158	0.156	0.157
0.16	0.170	0.171	0.169	0.170
0.18	0.190	0.191	0.189	0.190
0.2	0.220	0.221	0.219	0.220
0.4	0.425	0.426	0.424	0.425
0.6	0.622	0.623	0.621	0.622
0.8	0.820	0.821	0.819	0.820
1	1.009	1.010	1.008	1.009
1.2	1.209	1.210	1.211	1.210
1.4	1.404	1.405	1.406	1.405
1.6	1.597	1.598	1.599	1.598
1.8	1.790	1.791	1.792	1.791
0.2	1.991	1.992	1.993	1.992

coeficiente de correlación: $R^2 = 1$

Recta de ajuste: $y = 1.002x - 0.011$

Donde:

X : Lectura del dial (mm)

Y : Promedio de lectura Patrón mm

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56581

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 004-21 BAL****OTORGADO A** : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL

Instrumento de medición : Balanza Digital.
Capacidad : 6200 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : SJX6201/E
Nro de Serie : B835336216
Fecha de Calibración : 13.01.2021

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
José Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP 56561

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 0.01 \text{ gr.} + 0.0003 \text{ l}$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM-C-134-2019, LM-132-2019, LM-133-2019, LM-134-2019, LM-C-133-2019- PE19-C-0465

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 16 °C Final 16.1°C
Humedad Relativa 66 %

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.

OBSERVACIONES

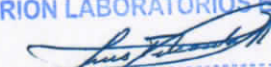
Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número del certificado.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nro 004-21 BAL

Fecha 13.01.2021

RAZON SOCIAL : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
 MARCA : OHAUS CLASE : II
 MODELO : SJX6201/E CAPACIDAD : 6200 g
 SERIE : B835336216 DIVIS DE ESCALA : 0.1 g
 DIVIS DE VERIFICACION : 0.1 g

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

Medición Nro	Carga L1 = 2000 g		
	l (g)	AL (g)	E (g)
1	1998.9	0.0	0.0
2	1998.9	0.0	0.0
3	1998.9	0.0	0.0
4	1998.9	0.0	0.0
5	1998.9	0.0	0.0
6	1998.9	0.0	0.0
7	1998.9	0.0	0.0
8	1998.9	0.0	0.0
9	1998.9	0.0	0.0
10	1998.9	0.0	0.0

Medición Nro	Carga L1 = 6200 g		
	l (g)	AL (g)	E (g)
1	6182.0	0.0	0.1
2	6182.0	0.0	0.1
3	6182.0	0.0	0.1
4	6182.0	0.0	0.1
5	6182.0	0.0	0.1
6	6182.0	0.0	0.1
7	6182.0	0.0	0.1
8	6182.0	0.0	0.1
9	6182.0	0.0	0.1
10	6182.0	0.0	0.1

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
2000 g	-1.10 g	1 g
6200 g	-18.0 g	5 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	l (g)	AL (g)	E (g)
1	1 g	1.0	0	0
2		1.0	0	0
3		1.0	0	0
4		1.0	0	0
5		1.0	0	0

Carga L	Determinación de error corregido Eo				e.m.p + (g)
	l (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
100 g	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	l (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	0	0	0
2	2.0	0	0	0
5	5.0	0	0	0
10	10.0	0	0	0
20	19.9	0	0	0
50	49.9	0	0	0
100	99.7	0	0	0
200	199.4	0	0	0
500	498.6	0	0	0
1000	997.1	0	0	0
2000	1998.9	0	0	0
5000	4998.5	0	0	0
6200	6182.0	0	0	0

l (g)	DECRECIENTES		
	AL (g)	E (g)	Ec (g)
1.0	0	0	0
2.0	0	0	0
5.0	0	0	0
10.0	0	0	0
19.9	0	0	0
49.9	0	0	0
99.7	0	0	0
199.4	0	0	0
498.6	0	0	0
997.1	0	0	0
1998.9	0	0	0
4998.5	0	0	0
6182.0	0	0	0

e.m.p + (g)
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1
0.1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 005-21 BAL****OTORGADO A** : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL

Instrumento de medición : Balanza Digital.
Capacidad : 3100 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : PAJ3102
Nro de Serie : B712853544
Fecha de Calibración : 13.01.2021

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Iny. Luis Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP 56551**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

U = 0.01 gr. + 0.0003 l

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM-C-134-2019, LM-132-2019, LM-133-2019, LM-134-2019, LM-C-133-2019- PE19-C-0465

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓNTemperatura Inicial 16 °C Final 16.1°C
Humedad Relativa 66 %**RESULTADO DE LA MEDICION**

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.

OBSERVACIONES

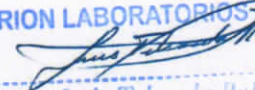
Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número del certificado.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nro 005-21 BAL

Fecha 13.01.2021

RAZON SOCIAL : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
 MARCA : OHAUS CLASE : II
 MODELO : PAJ3102 CAPACIDAD : 3100 g
 SERIE : B712853544 DIVIS DE ESCALA : 0.01 g
 DIVIS DE VERIFICACION : 0.01 g

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

Medición Nro	Carga L1 = 1000 g		
	l (g)	AL (g)	E (g)
1	999.8	0.0	0.0
2	999.8	0.0	0.0
3	999.8	0.0	0.0
4	999.8	0.0	0.0
5	999.8	0.0	0.0
6	999.8	0.0	0.0
7	999.8	0.0	0.0
8	999.8	0.0	0.0
9	999.8	0.0	0.0
10	999.8	0.0	0.0

Medición Nro	Carga L1 = 3100 g		
	l (g)	AL (g)	E (g)
1	3099.8	0.0	0.1
2	3099.8	0.0	0.1
3	3099.8	0.0	0.1
4	3099.8	0.0	0.1
5	3099.8	0.0	0.1
6	3099.8	0.0	0.1
7	3099.8	0.0	0.1
8	3099.8	0.0	0.1
9	3099.8	0.0	0.1
10	3099.8	0.0	0.1

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
1000 g	-0.16 g	1 g
3100 g	-0.20 g	5 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	l (g)	AL (g)	E (g)
1	1 g	1.0	0	0
2		1.0	0	0
3		1.0	0	0
4		1.0	0	0
5		1.0	0	0

Carga L	Determinación de error corregido Eo				
	l (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p + (g)
100 g	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0
	100.0	0	0	0	0

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	l (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	0	0	0
2	2.0	0	0	0
5	5.0	0	0	0
10	10.0	0	0	0
20	20.0	0	0	0
50	50.0	0	0	0
100	99.99	0	0	0
200	199.94	0	0	0
400	399.94	0	0	0
500	499.93	0	0	0
1000	999.84	0	0	0
2000	1999.84	0	0	0
2500	2499.84	0	0	0
3100	3099.80	0	0	0

l (g)	DECRECIENTES			Ec (g)	e.m.p + (g)
	AL (g)	E (g)	Ec (g)		
1.0	0	0	0	0.1	
2.0	0	0	0	0.1	
5.0	0	0	0	0.1	
10.0	0	0	0	0.1	
20.0	0	0	0	0.1	
50.0	0	0	0	0.1	
99.99	0	0	0	0.1	
199.94	0	0	0	0.1	
399.94	0	0	0	0.1	
499.93	0	0	0	0.1	
999.84	0	0	0	0.1	
1999.84	0	0	0	0.1	
2499.84	0	0	0	0.1	
3099.80	0	0	0	0.1	

REGISTRO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
EQUIPO CASAGRANDE

Informe N° 001 - 21 CCG

Solicitante : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C

Marca : RICELI

Sistema : MECANICO

Cantidad : 01 Und

Serie : AT01

Fecha : 13.01.2021

Equipo de Verificación usado : * Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan

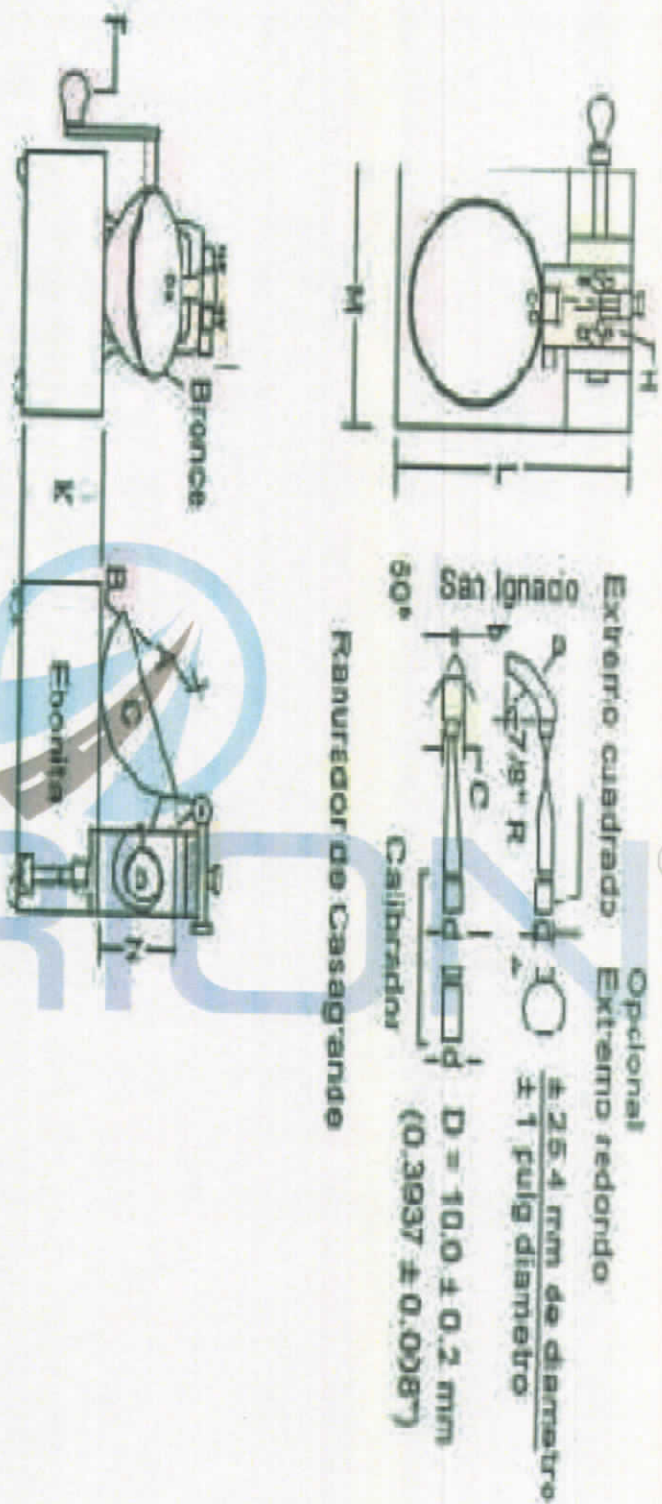
Mod. CD-12* CP,N/S 1002520 (Calibrado) F-0845-2019 -INACAL

Norma de Ensayo : AASHTO T-89-1996

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Mig. Luis Tibouda Pultrín
JEFE DE LABORATORIO
CIP 56551

Aparato de limite liquido Conjunto de la cazuela									
Dimensiones	A			B			C		
Descripción	Radio de la copa			Espesor de la Copa			Profundidad de la copa		
Métrico, mm	53.0			2.1			27.0		
Tolerancia, mm	2			0.1			1		
Inglés, pulg	2.12			0.078			1.062		
Tolerancia, pulg	0.08			0.004			0.04		
Medidas del equipo	55.5	55.6	55.5	2.1	2.1	2.1	26.1	26	26.1
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 1. Aparato manual para límite líquido



Dimensiones	Base											
	A			K			L			M		
Descripción	copa desde la guía hasta la base			Espesor			Largo			Ancho		
Métrico, mm	47			50			150			125		
Tolerancia, mm	1.5			5			5			5		
Inglés, pulg	1.85			1.97			5.9			4.92		
Tolerancia, pulg	0.06			0.2			0.2			0.2		
Medidas del equipo	46.8	46.8	46.9	54.49	54.49	54.49	148.1	148.1	148.1	125.18	125.18	125.18
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dimensiones	Ranurador								
	Extremo curvado			Borde cortante			Ancho		
Descripción	A			b			c		
Métrico, mm	Espesor 10			2			10		
Tolerancia, mm	0.1			0.1			0.1		
Inglés, pulg	0.394			0.079			0.531		
Tolerancia, pulg	0.004			0.004			0.004		
Medidas del equipo	10.0	10.0	10.0	2	2	2	10	10	10
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ingrid Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 545551

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 001-21 HL


CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO

SOLICITANTE: C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C

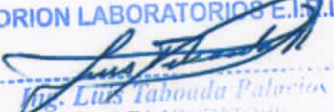
EQUIPO:

Marca : METROTEST
Modelo : MS-H1
Cámara : 80 lt.
Serie : 834
Tipo de Ventilación : Natural
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

FECHA: Lima, 13 de Enero del 2021

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP 56551

- 1. CLIENTE** **C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C**
- Dirección : La Calibración se efectuó en Huaraz
- 2. EQUIPO** : **Horno de Laboratorio.**
- Marca : METROTEST
- Cámara : 80 lt
- Serie : 834
- Tipo de Ventilación : Natural
- Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C
- 2.1 INDICADOR** : **AUTONICS**
- Alcance : 0°C a 250°C
- División de escala : 1 °C
- 2.2 SENSOR** : **TERMOCUPLA TIPO "J"**
- Alcance : 0°C a 400°C
- División de escala : 0.1 °C
- 3. METODO DE CALIBRACIÓN.**
- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.
- 4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.**
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T"
 - Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T".
 - Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S TTV-001
Informe de calibración de INACAL T-1864-2019
- 5. RESULTADOS**
- 5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.**
- Temperatura : 16. °C
 - Humedad Relativa : 66 %
 - Presión Atmosférica : 985 hPa.
- 5.2 INSPECCION VISUAL.**
- El equipo se encuentra en buen estado de conservación.
- 5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.**
- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
 - Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.
- 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**
- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
 - La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP 56551

ENSAYOS:

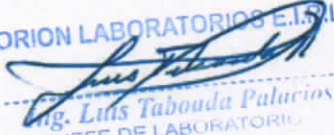
1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

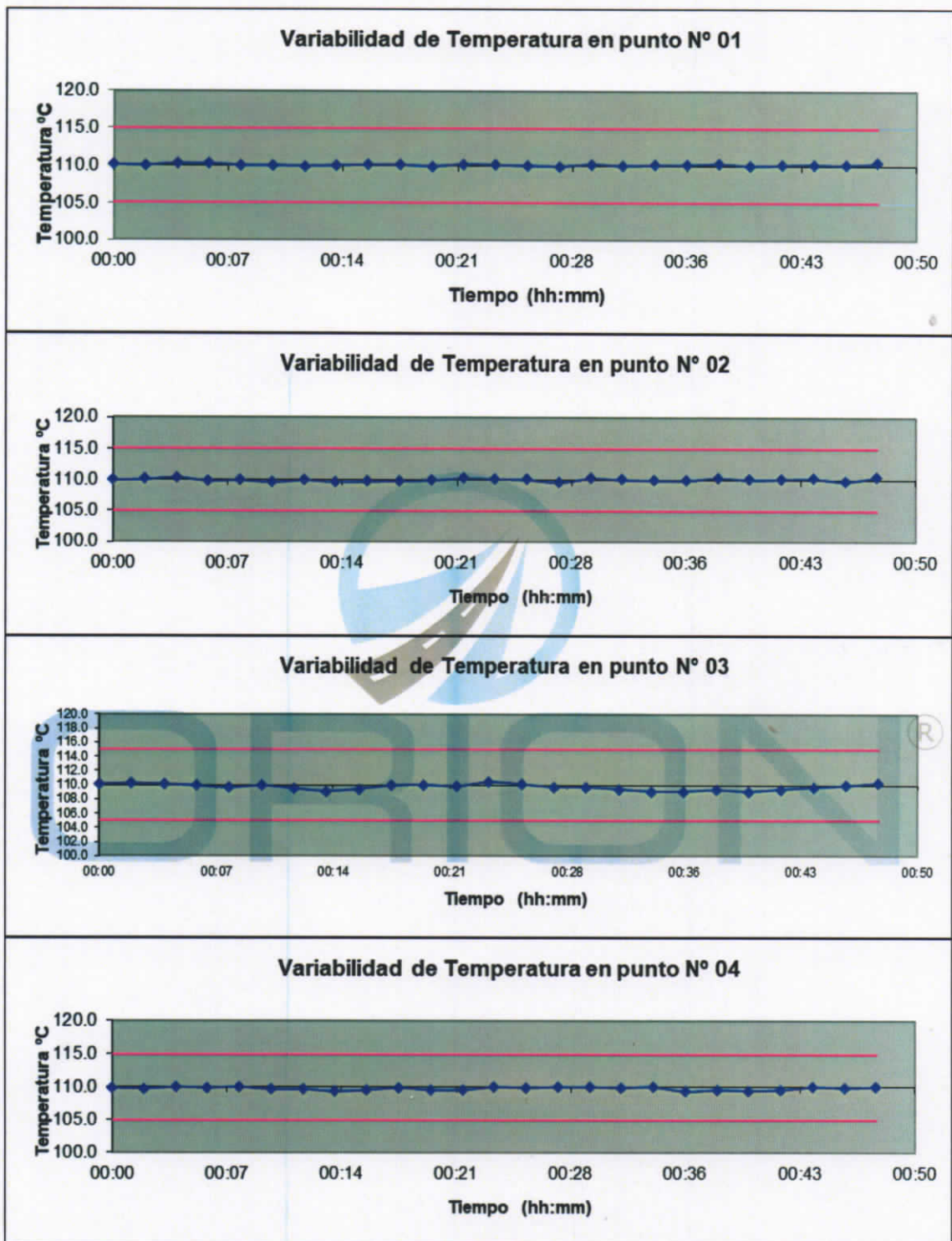
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110.0	110.1	110.0	110.1	109.9	110.3	110.2	110.2	109.9	110.6	109.8	110.1	0.8
00:02	110.1	110.0	110.1	110.2	109.8	109.9	110.1	110.8	109.9	110.8	110.0	110.2	1.0
00:04	110.1	110.3	110.4	110.1	110.0	110.2	109.5	111.0	110.2	110.2	110.1	110.2	1.5
00:06	110.0	110.3	109.9	109.9	109.9	110.4	110.0	110.9	109.8	109.8	110.0	110.1	1.1
00:08	110.1	110.0	110.0	109.6	110.0	109.7	110.0	111.0	110.1	110.0	110.3	110.1	1.4
00:10	110.0	110.0	109.7	109.9	109.7	109.8	109.8	109.7	110.0	109.5	110.0	109.8	0.5
00:12	110.0	109.9	110.0	109.5	109.7	110.2	110.0	109.3	109.8	109.1	110.1	109.8	1.1
00:14	110.1	110.0	109.7	109.1	109.4	109.7	110.0	109.2	109.9	108.8	109.8	109.6	1.2
00:16	110.0	110.1	109.8	109.4	109.6	109.8	109.9	109.8	110.0	109.3	109.8	109.8	0.8
00:18	110.2	110.1	109.9	109.9	109.9	109.7	110.1	110.4	110.2	109.6	110.0	110.0	0.8
00:20	110.1	109.9	110.0	110.0	109.6	109.8	110.2	110.2	110.3	109.8	110.1	110.0	0.7
00:22	110.1	110.2	110.3	109.8	109.6	110.0	110.1	110.2	109.9	109.8	110.2	110.0	0.7
00:24	110.3	110.1	110.2	110.4	110.0	110.0	110.2	110.7	109.8	110.3	110.3	110.2	0.9
00:26	110.2	110.0	110.1	110.1	109.9	110.2	110.0	109.9	109.8	110.4	110.4	110.1	0.6
00:28	110.3	109.9	109.7	109.7	110.0	109.5	110.0	109.5	109.9	109.7	109.9	109.8	0.5
00:30	110.3	110.2	110.3	109.7	110.0	109.7	110.1	109.5	110.2	109.6	110.4	110.0	0.9
00:32	110.2	110.0	110.1	109.4	109.9	109.9	110.0	109.4	110.3	109.3	110.3	109.9	1.0
00:34	110.1	110.1	110.0	109.1	110.0	110.3	110.1	109.3	110.4	109.1	110.2	109.9	1.3
00:36	110.0	110.1	110.0	109.1	109.4	109.7	109.8	109.3	110.2	109.0	110.3	109.7	1.3
00:38	110.2	110.3	110.4	109.3	109.6	109.7	110.2	109.7	110.2	109.2	110.3	109.9	1.2
00:40	110.3	110.0	110.1	109.1	109.5	109.9	110.1	109.8	110.1	109.7	110.2	109.9	1.1
00:42	110.3	110.1	110.2	109.4	109.6	110.1	110.2	109.9	110.4	109.9	110.4	110.0	1.0
00:44	110.2	110.2	110.3	109.7	110.0	109.7	110.1	109.8	110.3	109.9	110.2	110.0	0.6
00:46	110.3	110.1	109.9	109.9	109.9	109.5	110.3	110.1	110.2	111.0	110.3	110.1	1.5
00:48	110.1	110.4	110.5	110.3	110.0	109.9	110.5	110.3	110.3	110.1	110.5	110.3	0.6
00:50	110.2	109.9	110.0	109.8	109.8	109.6	110.1	109.9	110.2	109.8	110.3	109.9	0.7
T. PROM.	110.1	110.1	110.1	109.7	109.8	109.9	110.1	110.0	110.1	109.8	110.2	110.0	
T. MAX.	110.3	110.4	110.5	110.4	110.0	110.4	110.5	111.0	110.4	111.0	110.5		
T. MIN.	110.0	109.9	109.7	109.1	109.4	109.5	109.5	109.2	109.8	108.8	109.8		

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- T. Max – T. Min Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

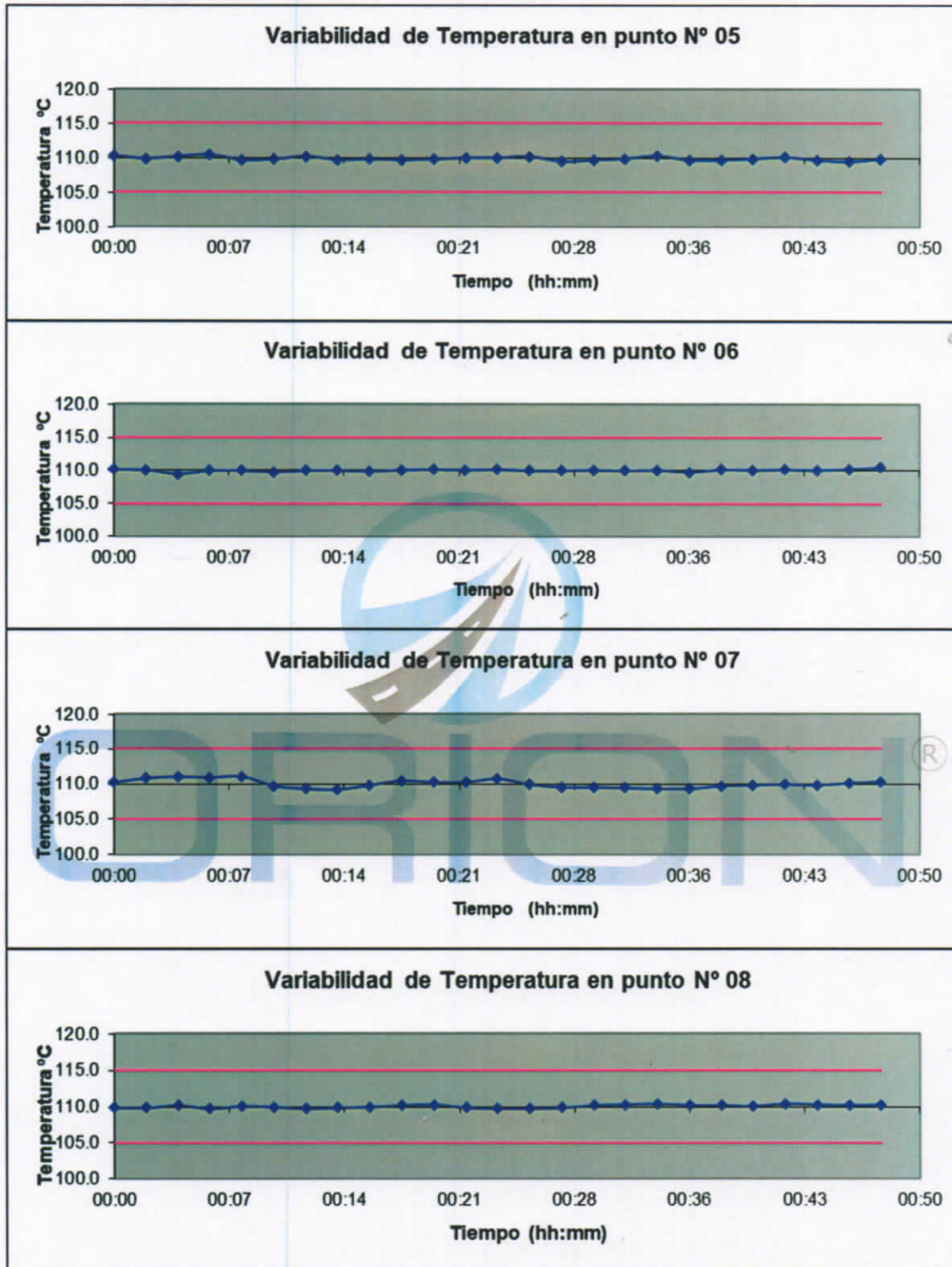

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551


GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



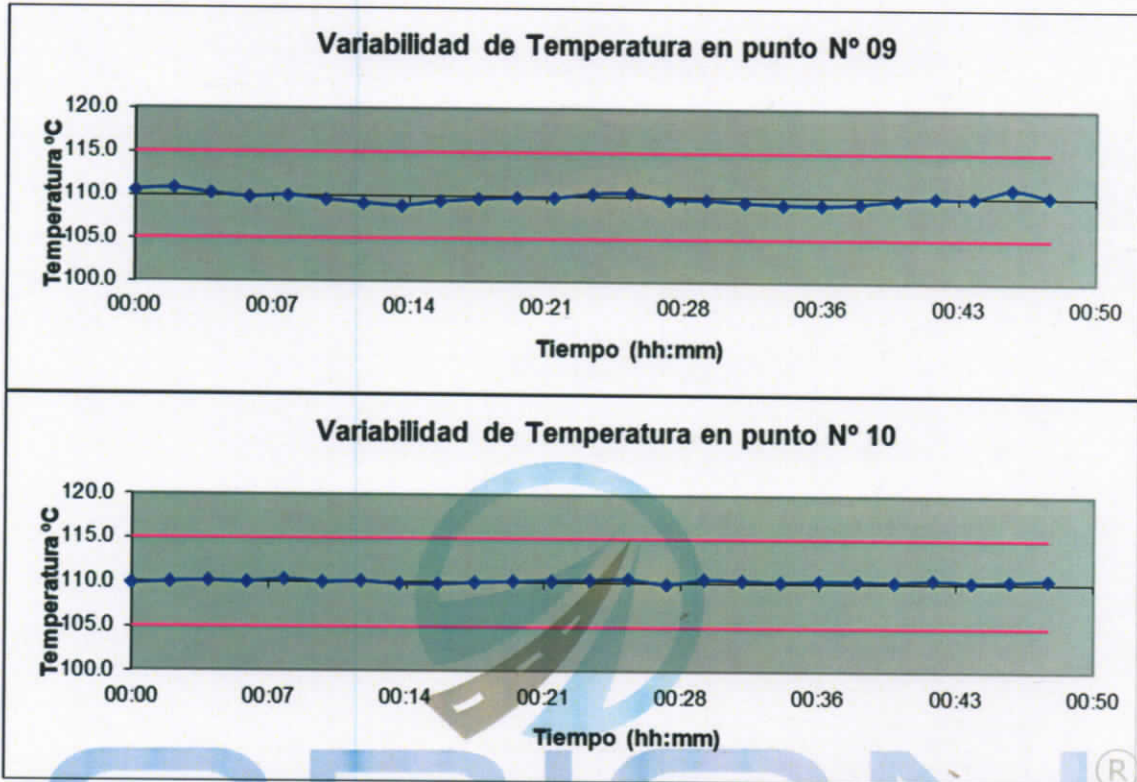
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
 Sr. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



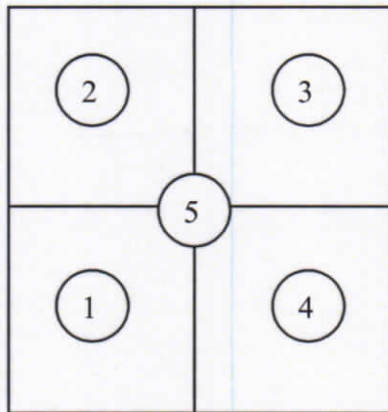

 ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

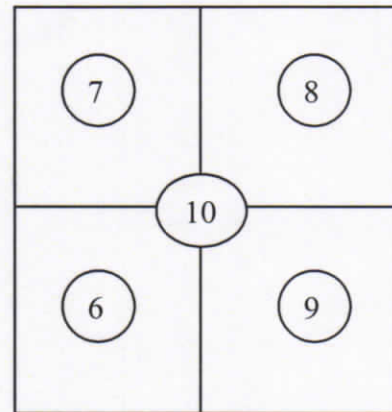


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

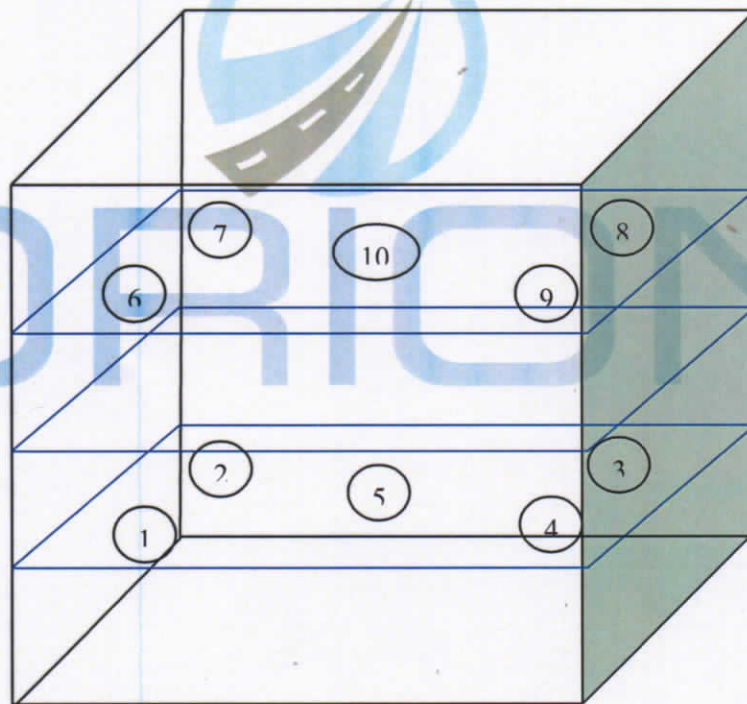


NIVEL INFERIOR




NIVEL SUPERIOR


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA

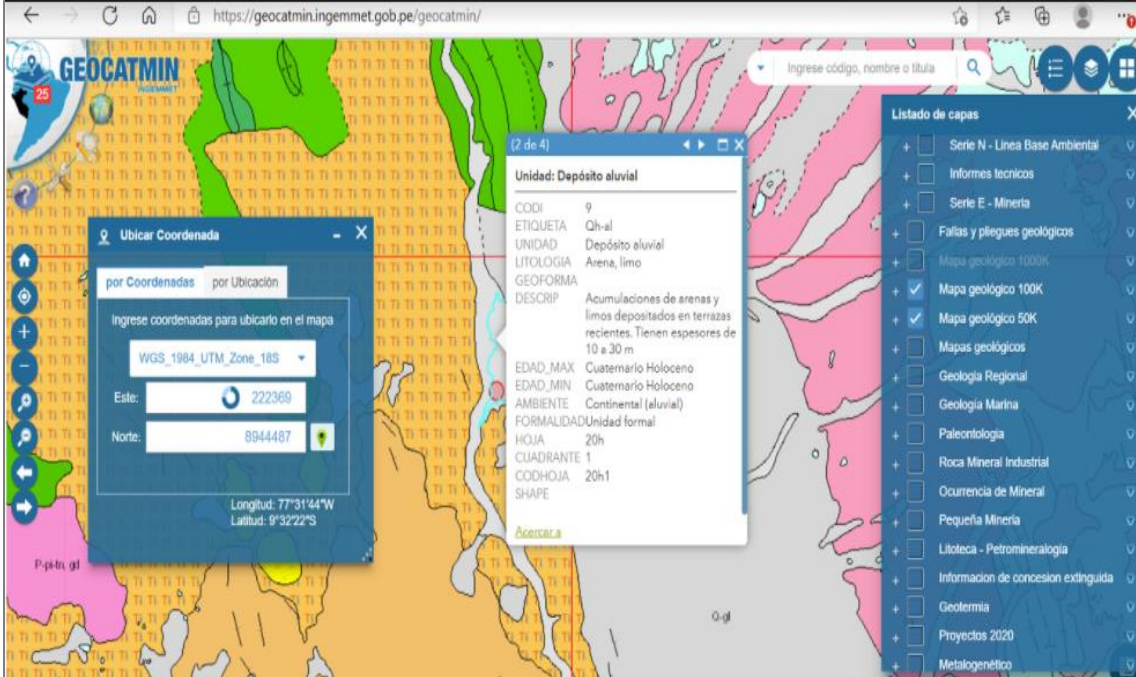


PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

ANEXO 08: COORDINACIONES, INSTITUCIONES REQUERIDAS






The screenshot shows the GEOCATMIN web interface. A metadata popup for 'Depósito aluvial' is displayed with the following details:

Unidad:	Depósito aluvial
CODI:	9
ETIQUETA:	Qh-al
UNIDAD:	Depósito aluvial
LITOLOGIA:	Arena, limo
GEOFORMA:	
DESCRIP:	Acumulaciones de arenas y limos depositados en terrazas recientes. Tienen espesores de 10 a 30 m
EDAD_MAX:	Cuaternario Holoceno
EDAD_MIN:	Cuaternario Holoceno
AMBIENTE:	Continental (aluvial)
FORMALIDAD:	Unidad formal
HOJA:	20h
CUADRANTE:	1
CODHOJA:	20h1
SHAPE:	

Msc. Ing. Juan Salcedo Carbajal
 Oficina de Sistemas de Información
 Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima - Perú
 01-618 9800 | Cel o WhatsApp: 997356419
www.ingemmet.gob.pe

REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO


MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE HUARAZ 20h (1351)
SERIE A: CARTA GEOLÓGICA NACIONAL
ESCALA 1: 100 000

Presidente del Consejo Directivo: Oscar Hubert Bernuy Verand
 Secretario General: Ricardo Javier Flores Herrera
 Coordinador de Geología y Laboratorio de la PCD: Lionel Virgilio Fidel Small
 Asesor de Investigación Geológica: José Enrique Macharé Ordoñez
 Director (e) de Geología Regional: Pedro Alexis Navarro Colque

Autores:
 Base Geológica (1996): J. Cobbing, A. Sánchez, W. Martínez y H. Zárate
 Revisión de mapa integrado (2017)

Edición: OSI - Cartografía Geológica Digital.
 Digitalización y SIG:
 Referencia geodésica:
 Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Zona 18, Datum Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84)
 Impreso en el 2017

Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470 San Borja Lima - Perú
INGEMMET
 Derechos Reservados, Prohibida su Reproducción.

ESTUDIOS DE LA MICROZONIFICACION SISMICA DE
HUARAZ



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil

**VIII CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES
DE INGENIERIA CIVIL**
ICA - PERU
6 a 11 de Noviembre del 2000, Ica

**ESTUDIOS DE LA MICROZONIFICACION
SISMICA DE HUARAZ**

Dr. Jorge E. Alva Hurtado
Ing. Carlos Huamán Egoávil
Ing. Américo Bustamante Chacón

**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**

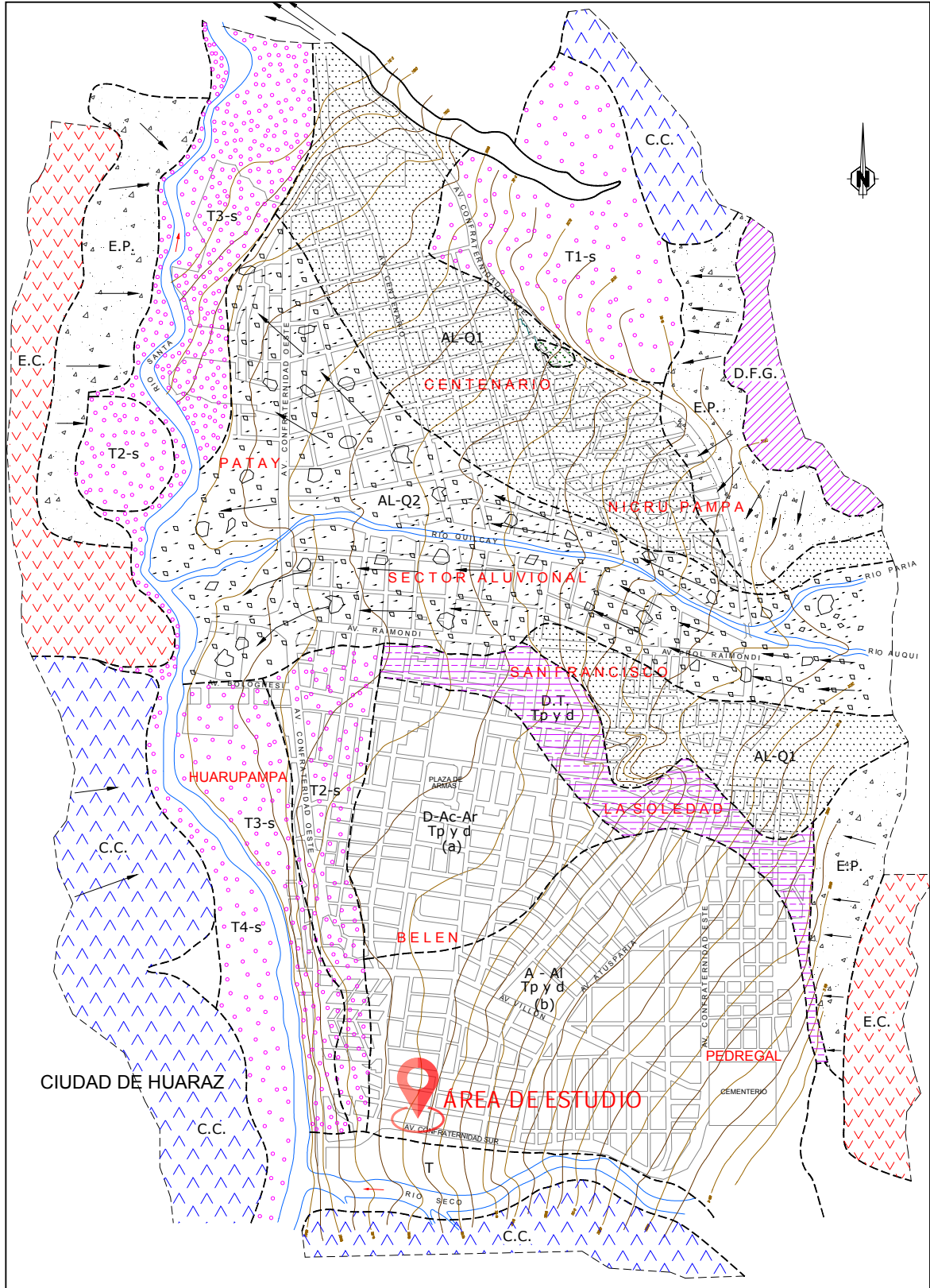


**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO INDECI - PNUD PER**

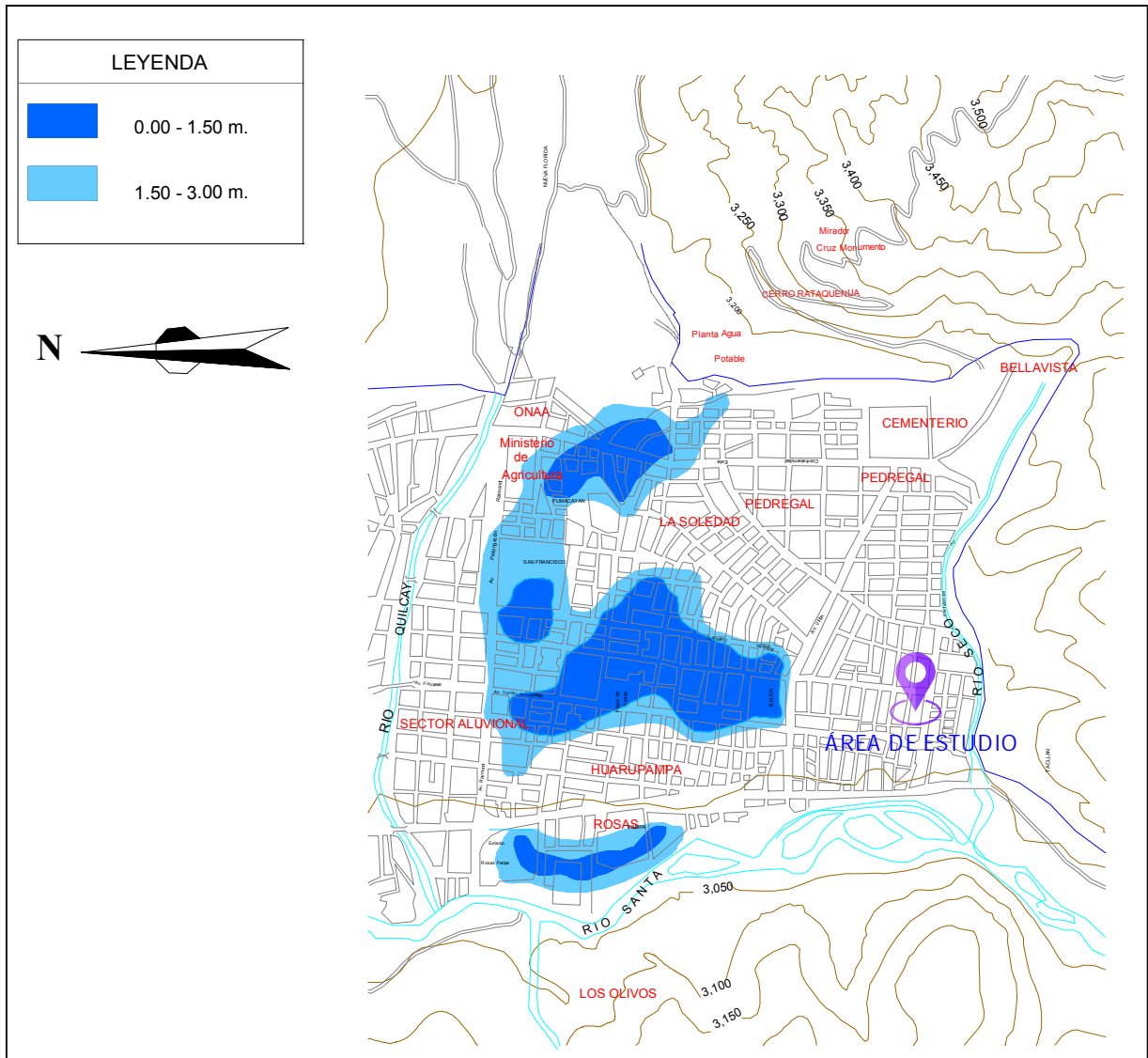


**PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES**

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA CIUDAD DE HUARAZ CRYZA



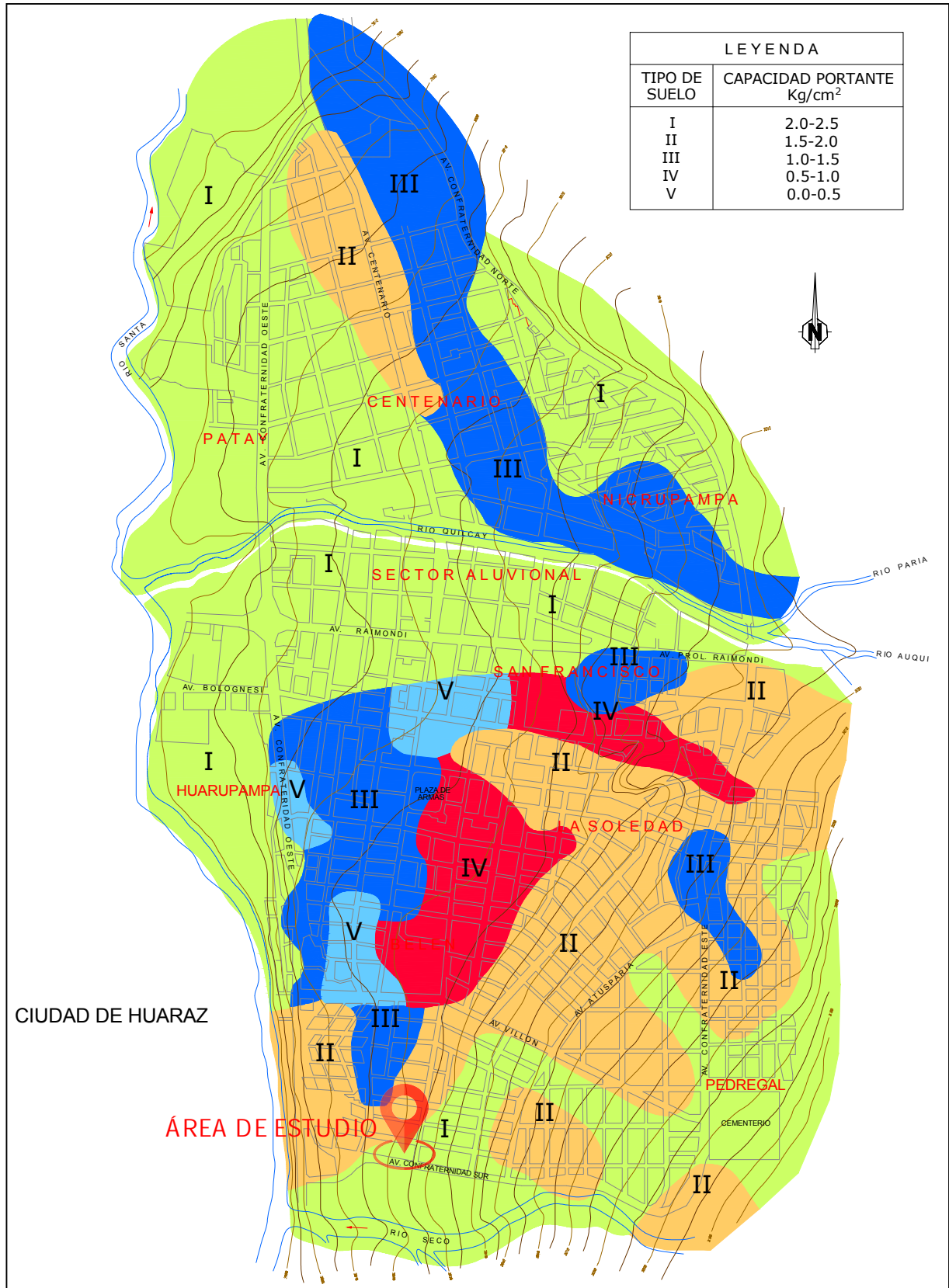
MAPA DE UBICACIÓN DE LA NAPA FREÁTICA DE LA CIUDAD DE HUARAZ – ZONA SUR



González, 1994

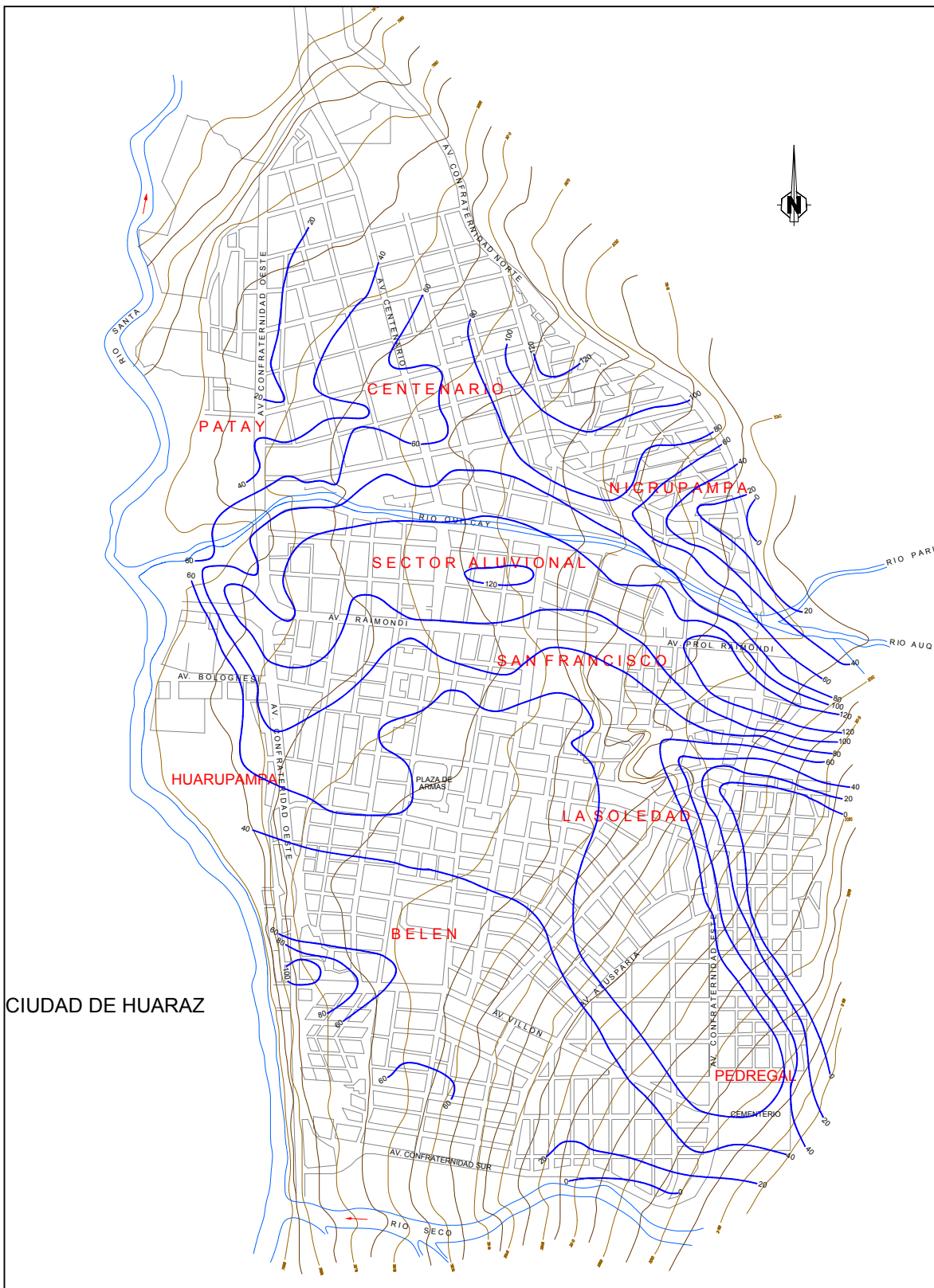


MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CIUDAD DE HUARAZ - INDEPENDENCIA



(Ordoñez, 1984)

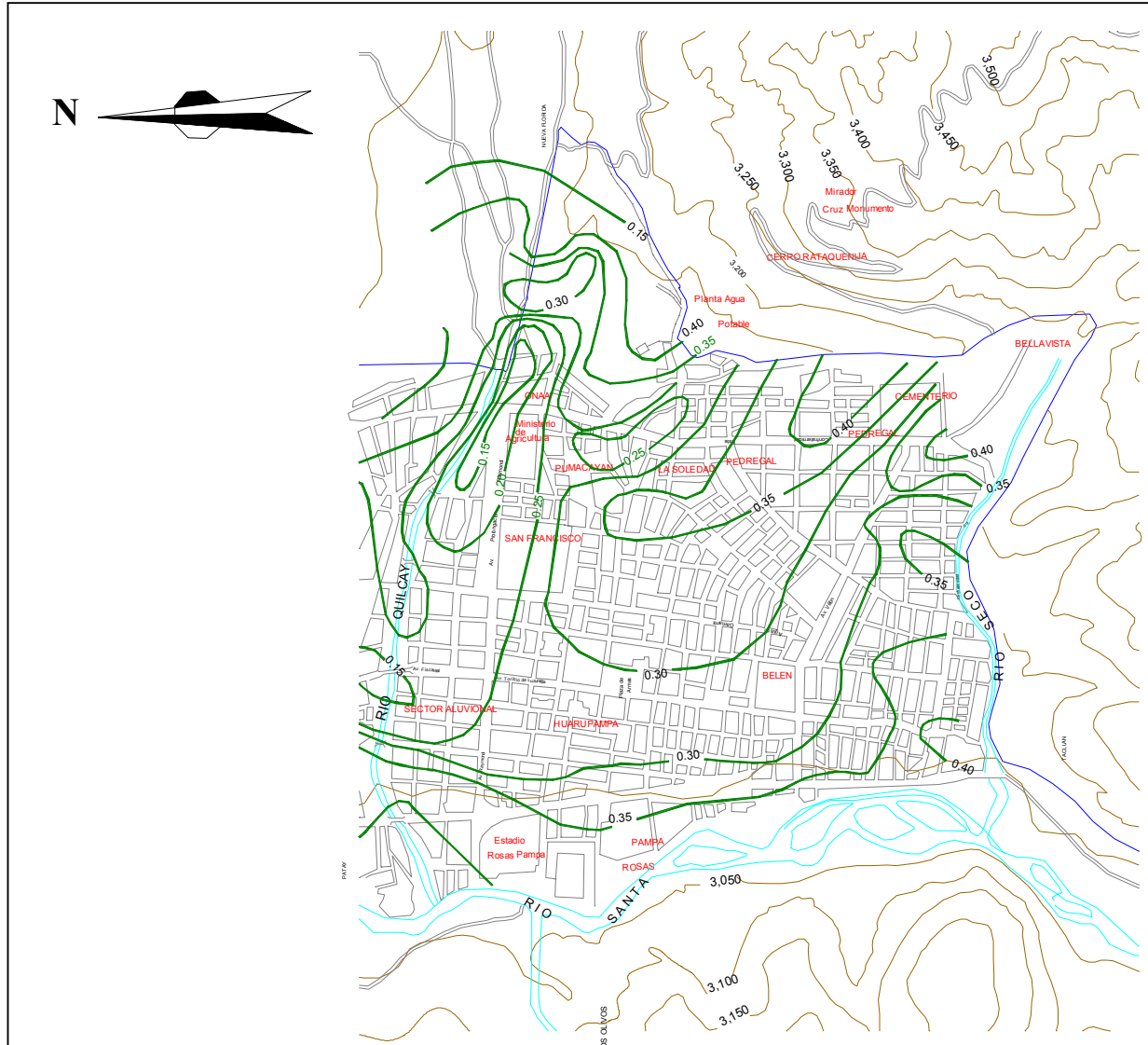
MAPA DE PROFUNDIDADES DE BASAMIENTO ROCOSO



Armas



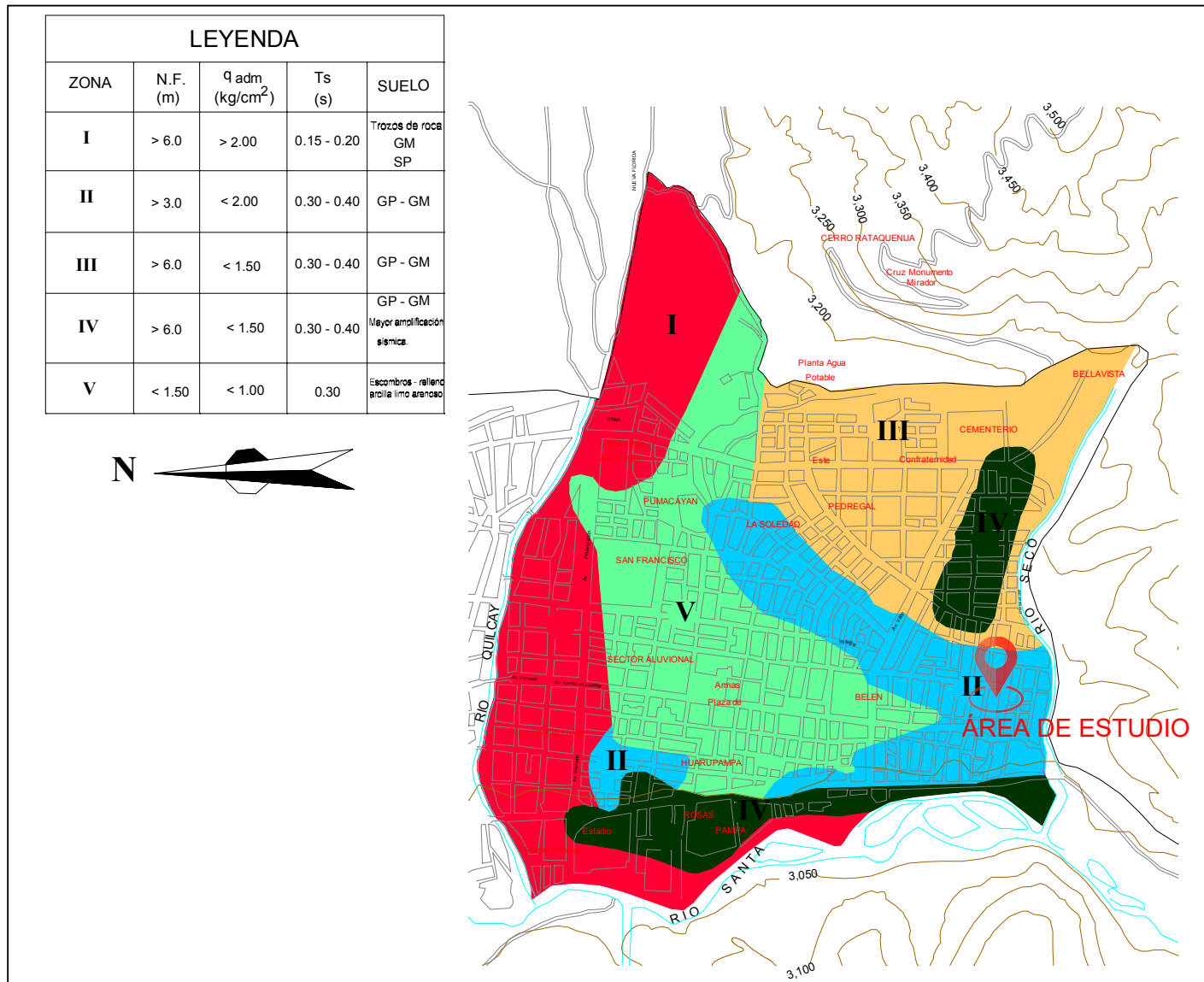
MAPA DE CURVAS ISOPERIODO EN HUARAZ ZONA SUR



Huaman et. al. 1992



MAPA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE HUARAZ ZONA SUR



González, 1994





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

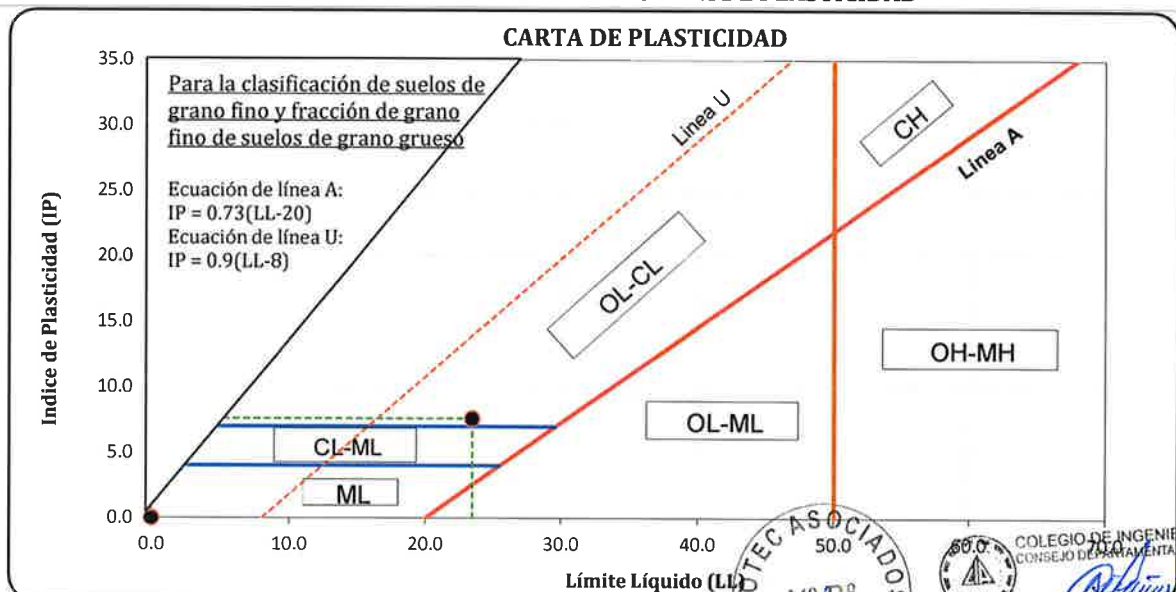
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.052-2021
FECHA	: Octubre 2021		

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR (Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS) (ASTM D2487, NTP 339.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD	0.20 - 3.00 m.
	CALICATA	C-01
	MUESTRA	Mab-01
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	90.04
	3/4"	77.45
	3/8"	58.52
	# 4	44.51
	# 8	31.78
	# 16	23.59
	# 30	18.68
	# 50	15.53
	# 100	12.26
	# 200	9.74
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	123.40
COEF. DE CURVATURA	Cc	5.21
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	55.49
	ARENA	34.77
	FINOS	9.74
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		45.13
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	23.50
	L.P.	15.90
	I.P.	7.60
CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.86
CLASIFICACIÓN SUCS		GP-GC
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Grava pobremente gradada con arcilla y arena

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



NOTA : La muestra es proporcionado e identificado por el interesado

Pág. 1 de 10





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.052-2021
FECHA	: Octubre 2021		

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO

(ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.20 - 3.00 m.

DESCRIPCION	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{CWS})	(gr)	853.17	744.64
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{CS})	(gr)	840.02	731.27
Masa del Contenedor (M_C)	(gr)	68.43	67.55
Masa de Suelo Seco (M_S)	(gr)	771.59	663.72
Masa del Agua (M_w)	(gr)	13.15	13.37
Contenido de Humedad (w)	(%)	1.70	2.01
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	1.86	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021		
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Octubre 2021	N° de Registro	: CM.C.052-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-01	PROFUNDIDAD	: 0.20 - 3.00 m.
MUESTRA	: Mab-01	TAMAÑO MÁXIMO	: 1 1/2"

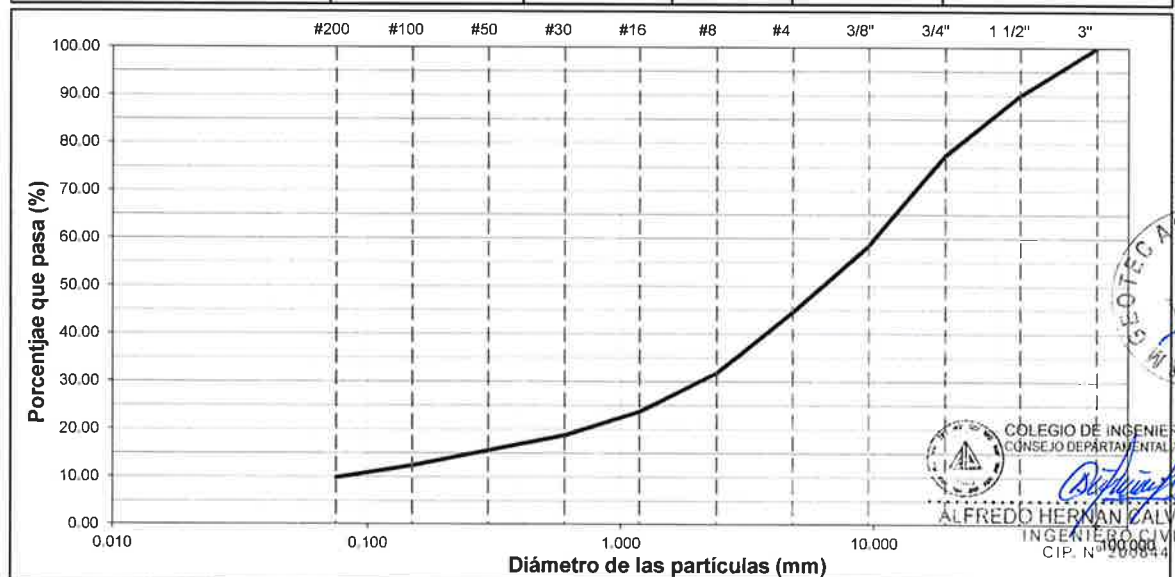
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr)	=	2833.00	Masa Retenido 3" (gr)	=	0.0
Masa Lavada y Seca (gr)	=	2564.50	% Que Pasa Tamiz N° 200	=	9.74

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	282.10	9.96	9.96	90.04
3/4"	19.000	356.70	12.59	22.55	77.45
3/8"	9.500	536.30	18.93	41.48	58.52
# 4	4.750	397.00	14.01	55.49	44.51
# 8	2.360	360.60	12.73	68.22	31.78
# 16	1.180	232.10	8.19	76.41	23.59
# 30	0.600	138.90	4.90	81.32	18.68
# 50	0.300	89.20	3.15	84.47	15.53
# 100	0.150	92.90	3.28	87.74	12.26
# 200	0.075	71.40	2.52	90.26	9.74
< # 200	Fondo	8.40	0.30	90.56	9.44

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) =	9.74	Arena (%) = 34.77			Grava (%) = 55.49	
Limo y/o Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa	
	8.95	13.10	12.73	32.94	22.55	



D60 (mm) =	10.242	D30 (mm) =	2.104	D10 (mm) =	0.083
Coefficiente de Curvatura (Cc) =	123.40	Coefficiente de Uniformidad (Cu) =	5.21		



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

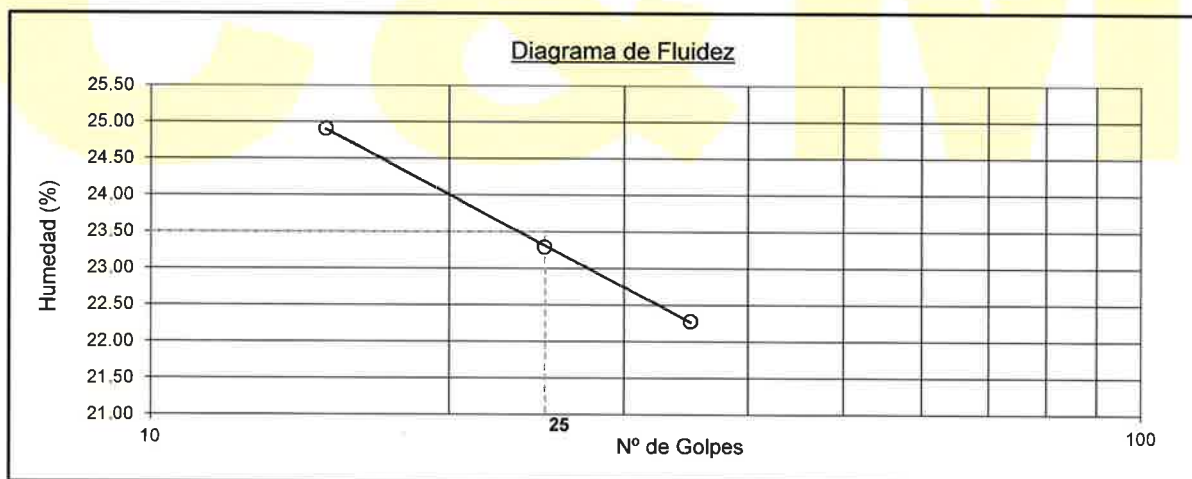
PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021		
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Octubre 2021	Nº de Registro	: CM.C.052-2021

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS (ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.20 - 3.00 m.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-01	E-02	E-03
Nº de golpes		15	25	35
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr	34.54	37.75	36.40
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr	28.96	31.78	30.93
Masa del Recipiente	gr	6.56	6.15	6.38
Masa del Suelo Seco	gr	22.40	25.63	24.55
Masa del Agua	gr	5.58	5.97	5.47
Contenido de Humedad	%	24.91	23.29	22.28



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente	45.16	46.91
Masa Suelo Seco + Recipiente	44.27	45.88
Masa del Recipiente	38.81	39.21
Masa de Suelo Seco	5.46	6.67
Masa del Agua	0.89	1.03
Contenido de Humedad (%)	16.30	15.44

RESULTADOS

Índice de Liquidez	IL	(%)	< 0
Índice de consistencia	Ic	(%)	2.85
Límite Líquido	LL	(%)	23.50
Límite Plástico	LP	(%)	15.90
Índice de Plasticidad	IP	(%)	7.60



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO :	Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021		
SOLICITA :	Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Octubre 2021	N° de Registro :	CM.C.052-2021

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO (ASTM D854, NPT 339.131, MTC E113)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA :	C-01	MUESTRA :	Mab-01	PROFUNDIDAD :	0.20 - 3.00 m.

Descripción	Unid.	Simbolo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo que pasa tamiz			Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado			Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa de picnómetro + agua	gr	(M _a)	678.90	675.90
Masa de picnómetro + agua + suelo	gr	(M _b)	742.00	739.00
Masa de muestra seco al horno + recipiente	gr	(A)	103.70	103.50
Masa del recipiente	gr	(B)	0.00	0.00
Masa de muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr	(M ₀)	103.70	103.50
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		Gs	2.55	2.56
Peso Específico Relativo de Sólidos Promedio		Gs	2.56	

Observación:





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.052-2021
FECHA	: Octubre 2021		

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

(ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.20 - 3.00 m.

Tipo de dispositivo : Caja de Corte Cuadrada de Bronce Especímen de ensayo : Compactados

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Espesor (e)	cm	2.00	2.03	2.00	2.03	2.00	2.07
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	72.00	72.94	72.00	73.08	72.00	74.69
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo del espécimen	gr.	136.05	153.08	136.05	153.63	136.05	150.32
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	853.17	56.89	853.17	38.06	853.17	41.81
Peso Suelo seco + recip.	gr.	840.02	50.56	840.02	34.02	840.02	37.97
Peso del recipiente	gr.	68.43	6.04	68.43	6.40	68.43	6.48
Contenido de Humedad (w)	%	1.70	14.22	1.70	14.63	1.70	12.19
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.89	2.10	1.89	2.10	1.89	2.01
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.86	1.84	1.86	1.83	1.86	1.79

Observaciones:

- * la muestra ha sido muestreado e identificado por el interesado, material menor de 3"
- * Se ha remoldeado al peso unitario húmedo de 1.89 gr/cm³ material pasante de tamiz # 4.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.052-2021
FECHA	: Octubre 2021		

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	PROFUNDIDAD	: 0.20 - 3.00 m.
MUESTRA	: Mab-01		

Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.233	0.00646	0.00	0.233	0.00646	0.00	0.233	0.00646
0.07	0.646	0.01795	0.07	1.060	0.02944	0.07	2.839	0.07886
0.16	1.474	0.04094	0.16	2.301	0.06392	0.16	4.701	0.13057
0.41	2.301	0.06392	0.41	3.956	0.10989	0.41	7.679	0.21331
0.82	3.542	0.09839	0.82	6.438	0.17884	0.82	12.147	0.33742
1.24	3.956	0.10989	1.24	9.334	0.25928	1.24	15.870	0.44085
1.66	4.783	0.13287	1.66	12.644	0.35121	1.66	19.594	0.54427
2.08	6.024	0.16734	2.08	16.367	0.45464	2.08	22.572	0.62701
2.49	6.438	0.17884	2.49	18.849	0.52359	2.49	25.923	0.72009
2.91	6.852	0.19033	2.91	20.918	0.58104	2.91	28.157	0.78215
3.33	8.093	0.22480	3.33	22.572	0.62701	3.33	30.764	0.85455
4.16	8.920	0.24779	4.16	25.055	0.69596	4.16	33.742	0.93729
5.00	9.748	0.27077	5.00	27.123	0.75342	5.00	37.466	1.04071
5.83	10.575	0.29375	5.83	27.951	0.77640	5.83	41.189	1.14414
6.67	11.403	0.31674	6.67	28.778	0.79939	6.67	43.051	1.19585
7.50	12.230	0.33972	7.50	30.019	0.83386	7.50	44.912	1.24756
8.34	13.885	0.38569	8.34	30.433	0.84535	8.34	48.263	1.34064
10.01	14.712	0.40867	10.01	30.846	0.85684	10.01	51.242	1.42338
11.68	15.126	0.42016	11.68	31.260	0.86834	11.68	53.103	1.47510
13.35	15.953	0.44314	13.35	30.846	0.85684	13.35	54.593	1.51647
15.02	16.781	0.46613	15.02	30.846	0.85684	15.02	54.965	1.52681
16.69	17.194	0.47762	16.69	30.846	0.85684	16.69	54.220	1.50612
18.36	17.194	0.47762	18.36	30.846	0.85684	18.36	54.220	1.50612
20.03	17.194	0.47762	20.03	30.846	0.85684	20.03	53.848	1.49578



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL A. CASH - HUARAZ
Alfredo Herнан Calvo Minaya
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



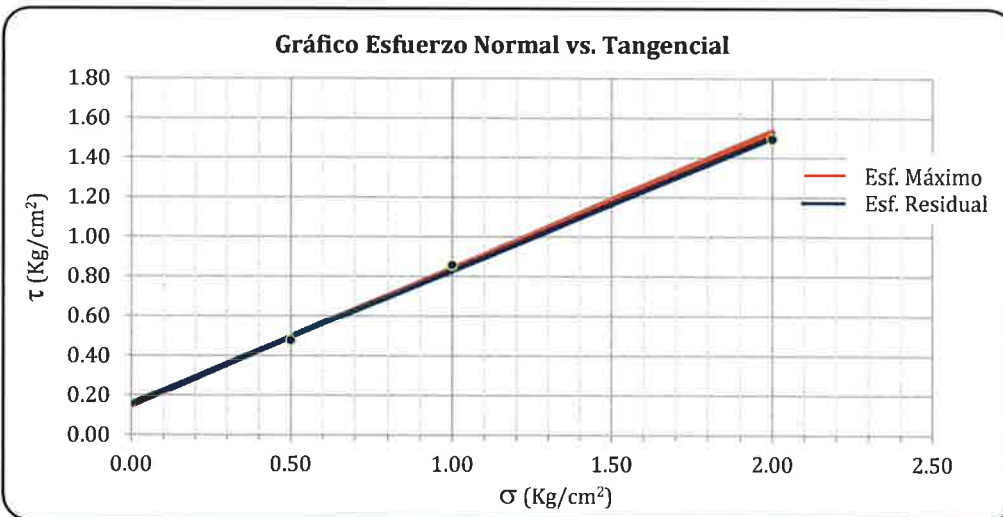
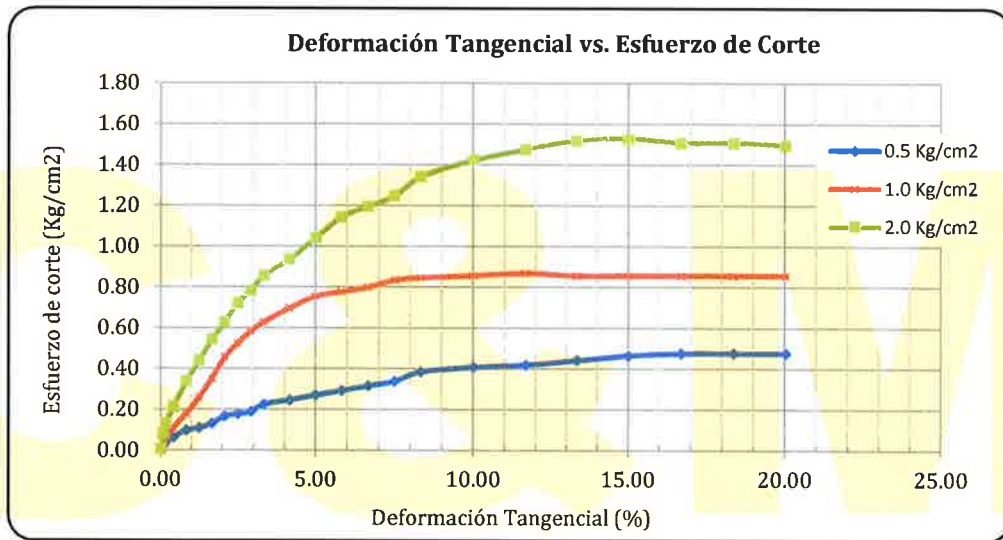
C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	: Octubre 2021	Nº de Registro : CM.C.052-2021

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.20 - 3.00 m.



Resistencia Máxima:	C = 0.15 Kg/cm ²
	φ = 34.75 °

Resistencia Residual:	C = 0.16 Kg/cm ²
	φ = 33.94 °

ALFREDO HERNÁN GALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Jesus Alejandro Alvarez Giraldo	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.052-2021
FECHA	: Octubre 2021		

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.20 - 3.00 m.

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

TIPO DE CIMENTACIÓN : LOSA DE CIMENTACIÓN (Cimentación Compensada)

1. Datos

Tipo de suelo	:	GP-GC	:	Grava pobremente gradada con arcilla y arena
Cohesión	:	c = 0.15	:	Kg/cm ² 1.48 Tn/m ²
Angulo de fricción	:	φ = 34.7°	:	0.606 Radianes
Peso unitario nat. del suelo sobre el nivel de D _f	:	γ _{s1} = 1.89	:	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo sobre el nivel de D _f	:	γ _{sat1} = 2.49	:	gr/cm ³
Peso unitario nat. del suelo bajo el nivel de D _f	:	γ _{s2} = 1.89	:	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo bajo el nivel de D _f	:	γ _{sat2} = 2.49	:	gr/cm ³
Profundidad de Nivel Freático	:	P _{N.F.} = -	:	m
Ancho de la cimentación	:	B = 13.00	:	m
Largo de la cimentación	:	L = 22.00	:	m
Profundidad de la cimentación	:	D _f = 9.50	:	m
Factor de seguridad	:	FS = 3.00	:	
Relación	:	D _f /B = 0.73	:	< 5.0 (Según E-050) OK!!!
Angulo de inclinación de carga	:	θ = 0.00°	:	

2. Características de la Edificación

Carga de servicio de la estructura	:	Q _{ser} = 144.0	:	Tn
Carga muerta + carga viva + sismo	:	Q _{mvs} = 144.5	:	Tn
Asentamiento tolerable asumido	:	δ = 5.00	:	cm

3. Naturaleza de la falla por capacidad de carga del suelo

Tipos de falla considerada:	Corte General (G)	=	L
	Corte Local (L)		
	Corte por Punzonamiento (P)		
	c' = 0.10	:	Kg/cm ² 0.989 Tn/m ²
	φ' = 24.82°	:	0.433 Radianes
			r = 2.69

4. Factores de Corrección

Factores de capacidad de carga		Factores de forma		Factores de profundidad		Factores de inclinación	
K _{pγ} = 36.048		F _{cs} = 1.302		F _{cd} = 1.357		β° = 0.000	
N _q = 10.458		F _{qs} = 1.273		F _{qd} = 1.323		F _{ci} = 1.000	
N _c = 20.454		F _{ys} = 0.764		F _{yd} = 1.000		F _{qi} = 1.000	
N _γ = 10.596						F _{yi} = 1.000	





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

5. Resultados

Esfuerzo Geostático efectivo	:	σ	=	42.516 Tn/m ²		
Peso específico a nivel de Df	:	γ	=	1.89 Tn/m ³	q	= 17.95 Tn/m ²
Factor de Seguridad Calculado por Corte es	:	FS	=	8.38		
Carga aplicada para corte sobre la cimentación	:	q _{aplic.}	=	0.05 Kg/cm ²		0.50 Tn/m ²
Carga aplicada para asentamiento sobre la cim.	:	q _{asent.}	=	0.05 Kg/cm ²		0.51 Tn/m ²
Capacidad última de carga	:	q _{ult}	=	451.4 Tn/m ²	q _{ult}	= 45.14 Kg/cm ²
Capacidad admisible de carga por corte	:	q_{adm}	=	15.05 Kg/cm²		

6. CALCULO DE ASENTAMIENTO (S_i)

Relación de Poisson de suelo	:	μ	=	0.20		
Módulo de Elasticidad del suelo	:	E _s	=	6000 Tn/m ²	(del ensayo de corte directo)	
Asentamiento máximo permisible	:	S _{i(max)}	=	5.00 cm		
Factor de forma	:					
		m	=	1.69		
		Esquina de la cimentación, flexible	=	0.65		
		Centro de la cimentación, rígida	=	1.06		
		I _f	=	1.06		
Asentamiento total inmediato	:	S _i	=	0.11 cm		
Asentamiento diferencial inmediato	:	S _d	=	0.08 cm		
Capacidad admisible por asentamiento	:	q _{admxasen}	=	2.30 Kg/cm ²		
Capacidad admisible de diseño es	:	q_{adm}	=	2.30 Kg/cm²		

Observación: * Los datos de las características de la estructura es proporcionada por el solicitante.
* Los asentamientos inmediatos es calculado por el método elástico.
* El modulo de elasticidad del suelo es calculado de la gráfica del esfuerzo de corte vs deformación tangencial.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Análisis del comportamiento sísmico estructural de una edificación con la variación de niveles de sótano en Huaraz, 2021", cuyo autor es ALVAREZ GIRALDO JESUS ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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.

HUARAZ, 29 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID: 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 08- 12-2021 21:58:53

Código documento Trilce: TRI - 0198850