



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis comparativo del desempeño sísmico en edificaciones  
aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis  
estático no lineal en Moquegua 2023

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

**AUTOR:**

Aguilar Huanca, Josep Marc ([orcid.org/0009-0002-7508-6382](https://orcid.org/0009-0002-7508-6382))

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos ([orcid.org/0000-0003-3392-9580](https://orcid.org/0000-0003-3392-9580))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CALLAO - PERÚ**

2024

## **DEDICATORIA**

Con profundo amor y gratitud, dedico este trabajo de tesis a mi increíble madre, Isabel Huanca de Aguilar, cuyo inquebrantable apoyo y sacrificio han sido mi principal motivación detrás de cada página escrita en esta investigación. Su infinita paciencia, sabiduría y aliento incondicional han iluminado mi camino durante este arduo viaje académico. A través de sus palabras alentadoras y su presencia constante, ha sido mi guía en los momentos de duda y mi mayor fuente de inspiración en los momentos de logro. Cada logro alcanzado en este proyecto lleva impreso su amor y dedicación, y esta tesis es un tributo a su devoción incansable. Gracias, mamá, por ser mi roca, mi consejera y mi mayor admiradora. Tu amor y fe inquebrantables me han llevado a superar desafíos y a alcanzar metas, y este logro es tan tuyo como mío.

**Aguilar Huanca, Josep Marc**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a dos personas fundamentales en este camino académico. En primer lugar, a mi madre, Isabel Huanca de Aguilar, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificio incansable han sido mi roca durante este proceso. Tu aliento y amor infinito han sido la fuerza detrás de cada logro y cada desafío superado. Agradezco profundamente tu paciencia y comprensión en los momentos de estrés y tus palabras de ánimo en los momentos de duda.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi asesor, el ingeniero Josualdo Villar Quiroz, por su orientación experta, su dedicación incansable y su valioso conocimiento compartido a lo largo de este proyecto. Tu guía y mentoría han sido fundamentales para dar forma a este trabajo y han ampliado mi comprensión en áreas cruciales. Aprecio sinceramente tus comentarios perspicaces y tu voluntad de compartir tu experiencia, lo que ha enriquecido enormemente mi aprendizaje.

A ambos, les estoy profundamente agradecido por su contribución invaluable. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

**Aguilar Huanca, Josep Marc**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLAR VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICACIONES APORTICADAS Y DE ALBAÑILERIA CONFINADA CONSIDERANDO ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL EN MOQUEGUA 2023", cuyo autor es AGUILAR HUANCA JOSEP MARC, 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.

LIMA, 29 de Febrero del 2024

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>   |
|---|--|
| VILLAR VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS<br><b>DNI:</b> 40132759<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-3392-9580 | Firmado electrónicamente<br>por: JVILLARQ el 09-03-<br>2024 08:46:00 |

Código documento Trilce: TRI - 0739019



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, AGUILAR HUANCA JOSEP MARC estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICACIONES APORTICADAS Y DE ALBAÑILERIA CONFINADA CONSIDERANDO ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL EN MOQUEGUA 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos  | Firma   |
|--|---|
| AGUILAR HUANCA JOSEP MARC<br><b>DNI:</b> 70200884<br><b>ORCID:</b> 0009-0002-7508-6382 | Firmado electrónicamente<br>por: JOAGUILARHU el 05-<br>03-2024 08:45:24 |

Código documento Trilce: INV - 1525933

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| Carátula.....  | I    |
| Dedicatoria .....  | II   |
| Agradecimiento .....                                       | III  |
| Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....              | IV   |
| Declaratoria de Originalidad de Autor .....                | V    |
| Índice de Contenidos.....                                  | VI   |
| Índice de Tablas .....                                     | VIII |
| índice de Figuras.....                                     | X    |
| Resumen.....   | XIV  |
| Abstract .....   | XV   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                       | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                    | 10   |
| III. METODOLOGÍA.....                                      | 26   |
| 3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.....          | 26   |
| 3.2. Variables.....  | 28   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                   | 31   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 32   |
| 3.5. Procedimiento.....                                    | 34   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                     | 69   |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                  | 70   |
| IV. RESULTADOS .....                                       | 71   |
| V. DISCUSIÓN.....  | 90   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                      | 92   |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| VII. RECOMENDACIONES ..... | 94 |
| REFERENCIAS .....          | 96 |
| ANEXOS                     |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Valores de modificación Co .....  | 21 |
| <b>Tabla 2.</b> Valores de clasificación de sitio .....   | 21 |
| <b>Tabla 3.</b> Resistencias de la albañilería .....  | 25 |
| <b>Tabla 4.</b> Diseño descriptivo comparativo .....  | 28 |
| <b>Tabla 5.</b> Clasificación de variables de estudio .....                                     | 29 |
| <b>Tabla 6.</b> Operacionalización de variables .....   | 30 |
| <b>Tabla 7.</b> Tamaño de la muestra .....  | 32 |
| <b>Tabla 8.</b> Instrumentos .....  | 33 |
| <b>Tabla 9.</b> Propiedades de los materiales .....   | 37 |
| <b>Tabla 10.</b> Asignación de cargas por metro cuadrado en losa .....                          | 46 |
| <b>Tabla 11.</b> Asignación de cargas por metro lineal en vigas .....                           | 46 |
| <b>Tabla 12.</b> Asignación de cargas por metro lineal de voladizo .....                        | 47 |
| <b>Tabla 13.</b> Parámetros de Sitio del estudio .....  | 49 |
| <b>Tabla 14.</b> Valores del Factor Suelo según E.030 .....                                     | 49 |
| <b>Tabla 15.</b> Valores para Periodo Corto y Periodo Largo según E.030 .....                   | 50 |
| <b>Tabla 16.</b> Masas Participativas según el Modelo Aporticado .....                          | 50 |
| <b>Tabla 17.</b> Valor de Amplificación Sísmica "C" .....                                       | 51 |
| <b>Tabla 18.</b> Valores para el Factor "k" del Periodo Fundamental según E.030 .....           | 51 |
| <b>Tabla 19.</b> Fuerzas Cortantes de entrepiso en dirección X-X .....                          | 52 |
| <b>Tabla 20.</b> Fuerzas Cortantes de entrepiso en dirección Y-Y .....                          | 52 |
| <b>Tabla 21.</b> Espectro de Respuesta para Sistema Aporticado .....                            | 53 |
| <b>Tabla 22.</b> Valores para Factor de Escala para desplazamientos .....                       | 55 |
| <b>Tabla 23.</b> Verificación de Derivas Inelásticas para la edificación de S. Aporticado ..... | 55 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 24.</b> Factor de Escala para el Diseño de Acero.....                                    | 56 |
| <b>Tabla 25.</b> Parámetros para densidad de muros.....   | 66 |
| <b>Tabla 26.</b> Densidad de muros en la dirección Y-Y.....                                       | 67 |
| <b>Tabla 27.</b> Espectro de Respuesta para Sistema Albañilería Confinada.....                    | 67 |
| <b>Tabla 28.</b> Resultado de coordenadas UTM.....  | 71 |
| <b>Tabla 29.</b> Resultado de clasificación de muestras del suelo.....                            | 71 |
| <b>Tabla 30.</b> Pesos de edificación del sistema aporticado.....                                 | 72 |
| <b>Tabla 31.</b> Pesos de edificación de Albañilería Confinada.....                               | 72 |
| <b>Tabla 32.</b> Derivas de entrepiso eje "X" de S. Aporticado.....                               | 75 |
| <b>Tabla 33.</b> Derivas de entrepiso eje "Y" de aporticado.....                                  | 76 |
| <b>Tabla 34.</b> Derivas de entrepiso eje "X" de albañilería confinada.....                       | 77 |
| Tabla 35. Derivas de entrepiso eje "Y" de albañilería confinada.....                              | 77 |
| <b>Tabla 36.</b> Espectro de demandas sísmicas en S. Aporticado.....                              | 81 |
| <b>Tabla 37.</b> Espectro de demandas sísmicas en S. Albañilería.....                             | 83 |
| <b>Tabla 38.</b> Cortantes en edificaciones de sistema aporticado y albañilería<br>confinada..... | 88 |
| <b>Tabla 39.</b> Desplazamientos en edificaciones aporticado y albañilería confinada.             | 88 |
| <b>Tabla 40.</b> Niveles de desempeño en edificación aporticado y albañilería confinada<br>.....  | 89 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Gráfico representativo del estado de daño.....                                    | 17 |
| Figura 2. Curva de capacidad sectorizada para el cálculo de desempeño .....                 | 17 |
| Figura 3. Secuencia del análisis no lineal .....  | 18 |
| Figura 4. Respuesta inelástica de estructuras.....  | 19 |
| Figura 5. Tensión-deformación del concreto confinado y no confinado .....                   | 19 |
| Figura 6. Modelo elastoplástico idóneo .....  | 20 |
| Figura 7. Curva de esfuerzo - deformación del concreto.....                                 | 23 |
| Figura 8. Viviendas de albañilería confinada.....   | 24 |
| Figura 9. Diagrama de diseño de investigación.....  | 28 |
| Figura 10. Flujograma de investigación.....   | 35 |
| Figura 11. Reconocimiento del perfil estratigráfico.....                                    | 37 |
| Figura 12. Propiedades del Concreto .....   | 38 |
| Figura 13. Propiedades del acero .....  | 38 |
| Figura 14. Definición de niveles .....  | 39 |
| Figura 15. Plano Sistema Aporticado primer y segundo nivel .....                            | 40 |
| Figura 16. Plano Sistema Aporticado tercer, cuarto y quinto nivel .....                     | 41 |
| Figura 17. Plano Sistema de Albañilería Confinada primer, segundo, niveles<br>típicos ..... | 42 |
| Figura 18. Definición de sección de Columna C1.....   | 43 |
| Figura 19. Definición de sección de Columna C2.....   | 43 |
| Figura 20. Definición de sección de Viga VP .....   | 44 |
| Figura 21. Definición de espesor de losa aligerada.....                                     | 44 |
| Figura 22. Definición de espesor de descanso de escalera .....                              | 45 |
| Figura 23. Definición de espesor de rampa en garganta de escalera .....                     | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 24. Definición de Patrones de Carga para el Sismo Estático .....                        | 47 |
| Figura 25. Asignación de diafragma rígido .....  | 48 |
| Figura 26. Asignación de empotramiento en la base .....  | 48 |
| Figura 27. Asignación de fuente de masa .....  | 49 |
| Figura 28. Asignación de Fuerzas en ETABS .....  | 52 |
| Figura 29. Asignación de Casos de Carga para Sismo Dinámico en X-X para S.<br>Aporticado ..... | 54 |
| Figura 30. Combinaciones de Carga para la edificación de S. Aporticado.....                    | 55 |
| Figura 31. Cuantías de acero según ETABS.....  | 56 |
| Figura 32. Asignación de acero en Columna C1 .....   | 57 |
| Figura 33. Asignación de acero en Columna C2 .....   | 58 |
| Figura 34. Asignación de acero en viga .....   | 58 |
| Figura 35. Creación de rótulas plásticas para el tipo concreto .....                           | 59 |
| Figura 36. Creación de rótulas plásticas al 10% de la longitud del elemento.....               | 59 |
| Figura 37. Asignación de Rótulas Plásticas en Columnas .....                                   | 59 |
| Figura 38. Creación de rótula plástica para vigas .....  | 60 |
| Figura 39. Representación de rótulas plásticas en columnas y vigas .....                       | 60 |
| Figura 40. Definición de patrones de carga para Fuerzas Laterales en dirección Y-<br>Y .....   | 61 |
| Figura 41. Definición de patrones de carga para Fuerzas Laterales en dirección X-<br>X.....    | 62 |
| Figura 42. Definición de PUSHOVER lateral en X-X para S. Aporticado .....                      | 62 |
| Figura 43. Definición de PUSHOVER lateral en Y-Y para S. Aporticado .....                      | 63 |
| Figura 44. Definición de espectros de demanda sísmica .....                                    | 64 |
| Figura 45. Representación de Espectros de demandas sísmicas.....                               | 64 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 46. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Frecuente .....     | 65 |
| Figura 47. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Ocasional.....      | 65 |
| Figura 48. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Raro.....           | 65 |
| Figura 49. Definición de muro de albañilería .....                             | 67 |
| Figura 50. Diagrama de líneas y puntos.....                                    | 70 |
| Figura 51. Fuerzas por nivel en el Eje "X" sistema aporticado .....            | 73 |
| Figura 52. Fuerzas por nivel en el Eje "Y" de S. Aporticado.....               | 73 |
| Figura 53. Fuerzas por nivel en el Eje "X" de Albañilería Confinada.....       | 74 |
| Figura 54. Fuerzas por nivel en el Eje "Y" de Albañilería Confinada.....       | 74 |
| Figura 55. Derivas eje "X" - aporticado .....                                  | 75 |
| Figura 56. Representación de Derivas eje "Y" - Aporticado .....                | 76 |
| Figura 57. Representación de Derivas eje "X" - S. Albañilería Confinada.....   | 77 |
| Figura 58. Representación de derivas eje "Y" - albañilería confinada.....      | 78 |
| Figura 59. Curva de capacidad para eje "X positivo" .....                      | 79 |
| Figura 60. Curva de capacidad para eje "Y positivo" .....                      | 79 |
| Figura 61. Curva de capacidad para eje "X positivo" - albañilería.....         | 80 |
| Figura 62. Curva de capacidad para eje "Y positivo" - albañilería.....         | 80 |
| Figura 63. Representación de niveles de demanda sísmica en S. Aporticado.....  | 82 |
| Figura 64. Representación de niveles de demanda sísmica en S. Albañilería..... | 84 |
| Figura 65. Punto de desempeño para Sismo de servicio en eje "X" .....          | 84 |
| Figura 66. Punto de desempeño para Sismo de servicio en eje "Y" .....          | 84 |
| Figura 67. Punto de desempeño para Sismo de diseño en eje "X" .....            | 85 |
| Figura 68. Punto de desempeño para Sismo de diseño en eje "Y" .....            | 85 |
| Figura 69. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "X" .....               | 85 |
| Figura 70. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "Y" .....               | 85 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 71. Puntos de desempeño para aporticado Eje "X" .....          | 85 |
| Figura 72. Puntos de desempeño para aporticado Eje "Y" .....          | 86 |
| Figura 73. Punto de desempeño para Sismo de Servicio en eje "X" ..... | 86 |
| Figura 74. Punto de desempeño para Sismo de Servicio en eje "Y" ..... | 86 |
| Figura 75. Punto de desempeño para Sismo de Diseño en eje "X" .....   | 86 |
| Figura 76. Punto de desempeño para Sismo de Diseño en eje "Y" .....   | 86 |
| Figura 77. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "X" .....      | 87 |
| Figura 78. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "Y" .....      | 87 |
| Figura 79. Puntos de desempeño para albañilería Eje "X" .....         | 87 |
| Figura 80. Puntos de desempeño para aporticado Eje "Y" .....          | 87 |

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Ilo, en la Universidad Cesar Vallejo, se determinó el análisis comparativo del desempeño sísmico en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal 2023, para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental descriptivo comparativo, se seleccionó como muestra una vivienda multifamiliar de sistema aporticado y de albañilería confinada en Ilo. Para la recopilación de datos, se empleó la observación como técnica principal, utilizando guías de observación como instrumento. Para el análisis de datos, se utilizó el software ETABS, empleando métodos estáticos, dinámicos considerando la no linealidad de los materiales. Se obtuvo el desplazamiento en dirección “y” en ambos sistemas siendo el sistema aporticado el más castigado con un desplazamiento de 11.72 cm, de 7.31 en albañilería, teniendo una diferencia de 4.41 cm de ambos sistemas para un sismo máximo, se logró determinar las diferencias del desempeño sísmico, alcanzando el nivel de “colapso” en el eje “y” en el sistema aporticado, y “ocupación inmediata” para el de albañilería confinada. Se concluyó que el análisis no lineal fue el más idóneo para análisis sísmico, develando las falencias de sistema aporticado frente a la albañilería confinada.

**Palabras clave:** Análisis, desempeño, albañilería, concreto, sísmico.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the city of Ilo, at the Cesar Vallejo University, the comparative analysis of the seismic performance in poured and confined masonry buildings was determined considering nonlinear static analysis 2023, for the realization of the thesis a non-experimental descriptive comparative design was used, a multifamily house of poured and confined masonry system in Ilo was selected as a sample. For data collection, observation was used as the main technique, using observation guides as an instrument. For data analysis, ETABS software was used, employing static and dynamic methods considering the non-linearity of the materials. The displacement in the "y" direction was obtained in both systems, being the aortic system the most punished with a displacement of 11.72 cm, 7.31 in masonry, having a difference of 4.41 cm of both systems for a maximum earthquake, it was possible to determine the differences of the seismic performance, reaching the level of "collapse" in the "y" axis in the aortic system, and "immediate occupation" for the confined masonry system. It was concluded that the nonlinear analysis was the most suitable for seismic analysis, revealing the shortcomings of the portal frame system compared to the confined masonry.

**Keywords:** Analysis, performance, masonry, concrete, seismic

## I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería sísmica en todo el mundo se basa en realizar buenas prácticas para la protección e integridad de los habitantes e infraestructuras frente a efectos devastadores proveniente de los sismos, esto implica conocer el desempeño de las estructuras. Asimismo, según Flores (2021) en sus estudios contemplados hacia los 15 años atrás, indica que, en el mundo, los terremotos representan ser uno de los eventos naturales más devastadores, ocasionando pérdidas humanas que oscilan entre 1500 y 200000 personas, ocasionando significativas pérdidas humanas. Asimismo, las consecuencias económicas resultan ser cuantiosas, llegando a cifras millonarias, representan una proporción considerable dentro del presupuesto nacional de los países afectados.

Según la agenda 2030 de la ONU (2022), tiene establecido en el componente número once referente a las “ciudades y comunidades sostenibles”, en el cual se contempla un plan integral que busca abordar los desafíos globales, hacia el desarrollo sostenible garantizando de esta manera que las ciudades y comunidades representen lugares seguros, inclusivos y llevaderos para vivir, por lo que la presente investigación se enfoca en establecer edificaciones que brinden seguridad hacia la personas que las habiten, ya que vivimos en una zona altamente sísmica.

Respecto al desempeño sísmico, en Egipto según El-Betar (2019), indica que según la base de datos de terremotos dañinos CATDAT, el terremoto de Haití de 2010 causó un número de víctimas que se estimó entre 46.000 y 316.000 víctimas. 12 meses después, en Japón, el terremoto de Tohoku de 2011 causó 20.475 víctimas mortales y dejó sin hogar a 1,108 millones de personas. La estimación sísmica referido al desempeño estructural ha atraído una atención considerable de los sismólogos, debido a la susceptibilidad y la falta de desempeño de estas estructuras en el mundo durante la última década. Egipto se considera una región de sismicidad moderada, pero un gran número de edificios existentes en Egipto, que tienen una resistencia sísmica inadecuada, pueden crear un grave riesgo.

En China según Wang (2021), Las ventajas del diseño por desempeño sísmico son considerables a comparación con las desventajas de métodos tradicionales de diseño que contemplan excesivos esfuerzos y sobredimensionamientos, para ello



el autor recomienda adoptar metodologías que contemplen el desempeño estructural global por el análisis no lineal estático.

En Bolivia según Flores (2021), indica que, al utilizar valores sin la correcta consideración de cálculos apropiados, resultan determinaciones inapropiadas, conllevando a que las edificaciones posean un desempeño sísmico, cuyo indicador resulta mayormente como a punto de colapso, ante un sismo de gran magnitud. En tal sentido el autor contempla realizar estudios estáticos no lineales direccionadas hacia infraestructuras aperturadas y de albañilería confinada ya que, siendo un método novedoso, brindaría datos precisos de las condiciones sismorresistentes de las edificaciones.

En México según López y Ayala (2013), precisan que las metodologías respecto al análisis y diseño por desempeño sísmico evolucionan con el tiempo para conseguir resultados más predictivos, pero que aún se siguen empleando las metodologías convencionales de las normativas vigentes a la actualidad.

En Perú, según Cahuana y Quispe (2015), indica que el análisis de la edificación por desempeño, es objeto de investigación por parte de los grupos de trabajo mundialmente contemplados, ya que éste considera su respuesta ante las cargas sísmicas considerando una curva de capacidad, y es con ello que es ampliamente discutido en diferentes congresos, como el World Conference on Earthquake Engineering de EE.UU. y aun así no se vienen aplicando estos conceptos en nuestro país, ya que cabe destacar que el diseño por desempeño sísmico ha sido muy poco difundido, debido a que no se genera la suficiente investigación al respecto y las normativas peruanas no contemplan utilizarlo y aún más cuando, la utilización de sistemas de pórticos y albañilería confinada son empleados mayormente por la población.

En la región Moquegua según Flores (2015), considera que, a raíz del incremento poblacional y el crecimiento del costo de vida en el país, se va adhiriendo las limitantes de los recursos económicos de la población, y debido a ello muchas de estas nuevas construcciones son realizadas de manera informal, sin contar con asistencia o supervisión técnica, conllevando a que las viviendas no posean las características necesarias para afrontar un evento sísmico considerable. Es por ello

que es necesario la aplicación del análisis estático no lineal determinando con ello su correcto desempeño sismorresistente.

Según Ccapantina y Sandoval (2021), concluyen que el sistema aporticado obtuvo un mayor peso a comparación que el sistema de albañilería confinada, lo que significa un mayor costo en material y un mayor tiempo en la ejecución de la edificación.

Pérez y Tequen (2021), en su tesis de grado, concluyen que ambos sistemas estructurales de albañilería confinada y aporticado cumplieron que las exigencias dadas en la NTP E. 030, pero en sus resultados destacó el sistema de albañilería confinada como un mejor comportamiento estructural ante un sismo, en la construcción de un edificio en la ciudad de Jaén. Mientras que Flores y Nieto (2021), concluye que el sistema aporticado es más recomendable debido a que se utiliza el concreto armado según la normativa peruana.

Como opinión se sostiene que, estos resultados indican que ambos sistemas estructurales muestran niveles de desempeño similares, a pesar de que se puedan observar algunas diferencias en lo económico. Con ello es que surge que, el sistema aporticado parece ser más costoso y brinda mayor flexibilidad en la respuesta estructural, mientras que el sistema de albañilería contempla utilizar muros y tiene un mejor comportamiento estructural. Sin embargo, es importante considerar que estos hallazgos localizados, pueden resultar variables si consideramos los aspectos en donde se haga el análisis, los antecedentes considerados proporcionan información relevante para la comprensión de como varían los resultados empleando estos métodos para brindar una evaluación contemplando acciones sísmicas, y de esta manera verificando como es que surge lo importante al momento de elegir la metodología que este más acorde a las necesidades cuando se contemple hallar el desempeño sísmico de las edificaciones.

Por otro lado los líderes del Grupo Prisma Ingeniería con RUC: 20109283623, Marcos Tinman y Alejandro Muñoz, quienes ocupan cargos directivos en un conjunto de compañías especialistas en temas estructurales así como también hacia la consultoría en ingeniería sísmica, y también forman parte del Comité

Peruano de Diseño Sismorresistente, aplicaron procedimientos que contemplan un análisis no convencional(no lineal) para la determinación efectiva de un indicador de desempeño frente a un evento sísmico hacia los edificios altos como el Hotel San Antonio que constó de un edificio de 12 pisos, 4 sótanos y 1 semi-sótano en Lima, la Torre Art & U que consta de 20 pisos y 6 sótanos. Así también la compañía ICCGSA - Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. con RUC: 20100114187 Ejecutó el edificio multifamiliar Bolognesi de 9 pisos con 16 departamentos y 2 sótanos de estacionamiento, en el distrito de Miraflores. La empresa COSAPI con RUC: 20100082391 realizó edificios de gran altura como el edificio de 9 niveles en el distrito de Miraflores. En los diferentes proyectos de gran altura las empresas especializadas en diseño de edificaciones tuvieron que adoptar métodos más sofisticados como el desempeño estructural basándose en el análisis estático no lineal PUSHOVER para el diseño de edificios.

Hacia un entorno micro, en base a ello el problema general hace referencia a que las metodologías convencionales para diseño sísmico, fundados utilizando fuerzas, no son apropiados para controlar el desempeño sísmico, de manera eficiente para la ciudad de Ilo, Moquegua. Estos enfoques tradicionales, aunque ampliamente utilizados, no representan adecuadamente el comportamiento estructural durante un evento sísmico. Como resultado, existe la necesidad de buscar enfoques alternativos y más adecuados, como el Diseño por Desempeño, que permitan un control más efectivo del rendimiento sísmico.

La necesidad de realizar un Análisis Estático No Lineal PUSHOVER, se considera debido a que en el Perú se diseña estructuras bajo normativas tradicionales y un poco ambiguas con el tema del desempeño, y esto conlleva a que la ausencia de códigos de diseño que aborden específicamente características referentes al desempeño considerando un análisis no convencional como es el de tipo Estático No Lineal PUSHOVER.

Por lo tanto, se busca comparar la metodología del Análisis Estático No Lineal en dos edificaciones, una del tipo aporticado y otra del tipo albañilería confinada respetando la distribución de ambientes, alturas y dimensiones, utilizando herramientas computacionales, como es el empleo del software ETABS, que

permite realizar diversos análisis estáticos no lineales, bajo cargas cíclicas denominadas como PUSHOVER. La causa principal es el requerimiento de evaluar y comprender como difiere la técnica empleada para el análisis de desempeño sísmico en edificaciones de sistema aporticado y de albañilería confinada en Perú.

Con el propósito de enriquecer la investigación, se plantea como objetivo analizar y realizar una comparación exhaustiva del análisis no lineal entre dos edificaciones, una del tipo aporticado y otra del tipo albañilería confinada, donde se considerará el nivel de desempeño alcanzado ante cargas pushover en la ciudad de Ilo, localizado en la Zona 4 según la norma E.030, un sector del Perú con alta vulnerabilidad sísmica debido también a la falla geológica Chololo, que se encuentra activa. En consecuencia, el método de análisis no lineal, contemplados como la metodología de “Coeficientes de Desplazamiento”, serán evaluados y contrastados en el contexto específico del Perú. Mediante esta investigación, es que se busca obtener un profundo entendimiento de los alcances y limitaciones del método empleado en ambos tipos de edificaciones, lo cual conlleva a la contribución del desarrollo y mejora de las prácticas de diseño sísmico en el país.

La falta de una evaluación y comparación adecuada bajo el análisis aplicado puede tener varias implicaciones negativas. En primer lugar, podría llevar a la aplicación de métodos tradicionales inadecuados en el cual no contempla el desempeño de la edificación después del sismo, lo que podría resultar en diseños estructurales menos seguros y vulnerables a los efectos de los eventos sísmicos de gran magnitud. Además, de no realizar esta investigación podría significar perder la oportunidad de verificar los puntos más fuertes y débiles que contempla ambos sistemas estructurales y utilizar esta información para mejorar las prácticas de diseño y construcción sismorresistentes en el país. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo esta investigación para garantizar la aplicación del análisis no lineal pushover para obtener un desempeño sísmico adecuado y promover la seguridad y resiliencia de las estructuras en el Perú.

## **Planteamiento del problema**

### **Problema general**

¿Cuáles son las diferencias del desempeño sísmico en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal, Moquegua, 2023?

### **Justificación general**

Como justificación general, es realizada esta investigación con finalidad de llevarse a cabo, el objetivo de comprender las primordiales discrepancias en el desempeño sísmico de edificaciones multifamiliares al comparar el desempeño en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada bajo el método de los coeficientes de desplazamiento. La necesidad de investigar por tanto surge ante la importancia de garantizar la seguridad y la resistencia de las estructuras cuando se produzcas eventos sísmicos de gran magnitud. Al comprender las diferencias en el desempeño de ambos sistemas, se podrá mejorar decisiones en la etapa de diseño y la posterior construcción de edificaciones multifamiliares, optimizando su capacidad de respuesta ante terremotos y reduciendo los riesgos para los ocupantes.

Al obtener un conocimiento más profundo sobre estas diferencias en el desempeño sísmico, se podrá mejorar el abordaje del diseño y fase constructiva de edificaciones, que a su vez aumentará su capacidad de resistir y soportar eventos sísmicos. Resolver este problema permitirá reducir los riesgos para los ocupantes de las edificaciones, garantizar su seguridad estructural y promover la implementación de prácticas de diseño sísmico más efectivas y actualizadas para la ingeniería civil. Además, estos hallazgos de esta investigación podrían contribuir al desarrollo de normativas y estándares de construcción que promuevan la resiliencia sísmica en las edificaciones multifamiliares.

Al absolver la interrogación planteada en la problemática, se logrará obtener un conocimiento más completo y preciso sobre la respuesta sísmica de estas estructuras considerando análisis estático no lineal. Esto permitirá mejorar significativamente los aspectos constructivos en edificaciones, ya que se podrán

tomar decisiones más informadas y acertadas en términos de la resistencia y la seguridad estructural frente a eventos sísmicos. Al comprender las diferencias entre ambos sistemas estructurales, se podrán identificar las ventajas y desventajas de cada sistema, lo que ayudará a los ingenieros y profesionales del sector a seleccionar el sistema más adecuado y efectivo para el diseño y la evaluación sísmica de edificaciones multifamiliares. En última instancia, responder esta pregunta contribuirá a mejorar la resiliencia sísmica de las edificaciones y a reducir los riesgos para las personas que las ocupan.

Los **beneficiarios directos** de la solución a esta investigación son:

Ingenieros y profesionales del sector de la construcción: Obtendrán conocimientos más precisos y fundamentados para mejorar el diseño y la construcción de edificaciones, lo que les permitirá tomar decisiones más informadas y acertadas en términos de reacción hacia los eventos sísmicos en edificaciones que vengán abordándose análisis no convencionales.

Ocupantes de las edificaciones multifamiliares: Verán aumentada su seguridad y protección en caso de eventos sísmicos, ya que la mejora referente a diseños y construir edificaciones incrementará su resistencia, así como también la capacidad ante el soportar sismos de gran magnitud.

Los beneficiarios indirectos de la solución son:

Autoridades y organismos reguladores: Contarán con nuevos conocimientos y evidencia para actualizar y mejorar las normativas y estándares de construcción relacionados con el diseño sísmico de edificaciones multifamiliares, lo que contribuirá a garantizar la seguridad y la resiliencia sísmica en el sector de la construcción.

Comunidades y sociedad en general: Al mejorar la resiliencia sísmica de las edificaciones multifamiliares, se reducirán los riesgos para la población en general en caso de terremotos, lo que contribuirá a la protección de vidas y propiedades en las zonas propensas a eventos sísmicos.

### **Justificación teórica**

El presente estudio, basa en la implementación de una metodología poco conocida en el país, y es el considerar un análisis cuya tipología será ser estático no lineal considerando que las normativas de diseño sísmico vigentes aun no vienen incluyendo en sus procedimientos las metodologías sísmicas no lineales. Asimismo, teóricamente se abordará análisis mediante el método de los coeficientes de desplazamiento conforme a ASCE 41-17.

### **Justificación práctica**

La presente investigación tiene como justificación realizar la comparación de los sistemas aporticado y de albañilería confinada porque en la actualidad no se tiene un estudio sobre la comparación de ambos sistemas, y debido a ello las personas de la ciudad de Ilo no tienen un conocimiento académico previo a iniciar con la construcción de sus viviendas.

### **Justificación metodológica**

Se contemplará la utilización de cuadros comparativos, donde se colocarán lo que resulta al realizar análisis por desempeño sísmico comparando la variación que se tiene de los sistemas referente al abordaje de coeficientes de desplazamiento, permitiendo aportar valor y un mayor entendimiento para la obtención de los resultados. Para ello se manejará instrumentales computacionales tal como es el software ETABS, que está diseñado específicamente para análisis de edificios. El software ETABS permitirá realizar un análisis PUSHOVER, que aporta gran valor hacia los análisis estáticos no lineales.

### **Justificación social**

Se justifica socialmente la investigación de manera tal que se contempla la importancia de salvaguardar la vida y el de brindar un mayor bienestar de los individuos que habitan en edificaciones multifamiliares frente a eventos sísmicos, lo cual viene respaldado y establecido en el objetivo número 11 que hace referencia hacia las “ciudades y comunidades sostenibles” en el cual contempla que las ciudades y áreas metropolitanas, vienen generando un crecimiento económico

acelerado, generando el crecimiento de hábitats pobres e infraestructura inadecuadas, según la Agenda 2030, ONU.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar las diferencias del desempeño sísmico en las edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal, Moquegua, 2023.

### **Objetivos específicos**

Determinar los parámetros topográficos en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023.

Obtener los parámetros de mecánica de suelos en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023.

Determinar las derivas en base al análisis sísmico lineal según la normativa E 030 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023.

Determinar los desplazamientos máximos en base al análisis no lineal en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada en Moquegua 2023 Moquegua, 2023.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

Considerando el análisis estático no lineal se verifica una diferencia significativa del desempeño sísmico en las edificaciones aporticadas y de albañilería confinada, Moquegua, 2023.



## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

#### ***“Comparación del desempeño sísmico del pabellón Chaminade de la Universidad Católica de Santa María considerando el método Espectro Capacidad y Método de los Coeficientes de Desplazamiento”***

Huamani (2021), para su tesis de grado, sostuvo como **objetivo**, determinar las distinciones clave entre el enfoque del coeficiente de desplazamiento y la metodología abordada a través del espectro de capacidad al analizar cuál es el comportamiento sísmico del pabellón universitario (p.30). Como metodología, propuso utilizar el programa ETABS para calcular el punto de rendimiento de ambos enfoques, con lo que el proceso analítico será realizado a través de un programa computacional. Cuantificando el comportamiento sismorresistente, es necesario tener el conocimiento pleno acerca de las condiciones en las cuales se encuentran la edificación a evaluar, mediante planos estructurales. A continuación, hay que realizar un análisis dinámico lineal para obtener las fuerzas por planta con el fin de efectuar un estudio estático no lineal con carga cíclica aumentativa denominada Pushover, finalmente, hay que generar los resultados cuantificados acerca del comportamiento sismorresistente existente en el Pabellón (p.7). Al finalizar la investigación comparativa entre los métodos, se logra validar lo expuesto en los objetivos, al identificar evidentes diferencias entre los enfoques utilizado siendo el mayor desplazamiento estimado utilizando los dos enfoques muestra una diferencia media de 10,74 cm en los desplazamientos para cada grado de demanda sísmica. El enfoque del coeficiente tiene en cuenta este elemento en relación con el grado de ductilidad, mientras que el método del espectro capacidad no lo valida como respuesta cuando la ductilidad es mayor a 10. Como conclusión, en términos de desempeño sísmico, se descubre que el enfoque del coeficiente de desplazamiento penaliza la estructura examinada y también es más conservador que la metodología que aborda y describe el espectro de capacidad (p.278).

**La investigación como aporte genera la utilización de sus resultados obtenidos como valores referenciales para el diseño considerando aspectos de desempeño sísmico de otras edificaciones existentes, ayudando en la**

determinación al momento de tomar decisiones acerca de cuál método es más adecuado o si ambos pueden complementarse.

*“Evaluación del desempeño sísmico utilizando el análisis no lineal estático según la metodología ASCE 41-13 de un módulo de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito de San Juan de Miraflores, provincia de Lima, Departamento de Lima”*

Campos y Leandro (2022), para su tesis de grado tiene como **objetivo** realizar la medición del nivel de desempeño sísmico, siguiendo las pautas establecidas ASCE 41-13, en un módulo perteneciente a la I.E. Andrés Avelino Cáceres de Miraflores, Lima (p.18). La **metodología**, sostuvo ser aplicada, cuyo enfoque abordó aspectos cuantitativos, y para el diseño resultó proseguir no experimental debido a que será empleada en este estudio, el uso de métodos de evaluación por desempeño de acuerdo con la norma ASCE 41-13. Específicamente, se utilizó el método conocido como PUSHOVER, el cual permite abordar de mejor manera como es que se comporta sísmicamente un edificio ante distintas solicitudes sísmicas dentro del rango no lineal (p.70). Como **resultado** se obtuvo para el punto de desempeño bajo un sismo máximo exhibe un desplazamiento horizontal de 6.3 cm y cuya fuerza cortante de 364.64 tnf-x. Contemplándose la dirección y, se reconoció una cortante de 407 t, acompañado de un desplazamiento horizontal de 9.87 cm. Lo expuesto se encuentran dentro del rango de desempeño que garantiza la seguridad y protección de las personas (resguardo de vida) (p.140). Como **conclusión** sostiene que el nivel de rendimiento sísmico, de acuerdo con ASCE 41-13, indica que el módulo de la I.E. Andrés Avelino Cáceres está localizado en el nivel de resguardo de vida en ambas direcciones. En la dirección XX, acorde con VISIÓN 2000 después de realizar una revisión de las placas. Dirección Y-Y, indica también que tanto el desempeño general como los elementos estructurales cumplen con el nivel de resguardo de vida, con la excepción de las aletas pertenecientes a los muros de concreto armado, en los cuales se apreció que no se viene dando el cumplimiento eficaz acorde a los estándares de desempeño (p.142).

**En consecuencia, a lo expuesto es que se infiere hacia el aporte como una guía hacia las personas inmiscuidas en el rubro de la construcción y lo cual**

direcciona y da las pautas necesarias ante la aplicación de evaluaciones no lineales, verificando como estos afectan hacia el desempeño que posee un edificio.

*“Diseño estructural basado en desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal “Pushover” de la institución educativa virgen de la natividad, carabamba - Julcan, 2020”.*

Casamayor y Vasquez (2020), para su tesis de grado, indican respecto al **objetivo** principal la realización del diseño referente a la estructura, contemplando análisis primordialmente por desempeño, lo cual será llevado a cabo a través de evaluaciones no lineales “Pushover”. Como **metodología**, tipo aplicada, diseño no experimental, población elementos estructurales de la institución educativa, muestreo no probabilístico. El **resultado** obtenido fue que al utilizar dos enfoques para la evaluación de daños esperados en la edificación (análisis dinámico incremental y Pushover) haciendo uso del procedimiento de definición de umbrales de daño muestran una mejoría considerando análisis dinámico que cuando se considera daños lo cual es fundamentado a través de expertos en la materia. Referente hacia aquellos niveles contemplados en el desempeño de la edificación, del módulo: aulas con sistema Dual, realizándose con un análisis de tipología y consideración estática abordando rangos no lineales, afectada por: sismo frecuente, como resultado se obtuvo niveles de desempeño: Operacional, Resguardo de Vida y Cerca al Colapso respectivamente, los cuales cumplen con la propuesta de los códigos: (FEMA 440, 2005) y SEAOC, 1999), lo que significa que la estructura salvaguarda la vida humana. En **conclusión**, estos resultados indican que la estructura evaluada garantiza la salvaguarda de la vida humana ante los distintos niveles de sismicidad considerados en el estudio (p.281).

**La investigación aporta una valiosa herramienta direccionada hacia los profesionales que deseen desarrollar proyectos de diseño estructural basados en el enfoque de desempeño sísmico, empleándose un análisis poco empleado como es el de utilizar enfoques no lineales estáticos "PUSHOVER" y siguiendo las normativas nacionales e internacionales vigentes.**

***“Comparación del desempeño sísmico de un edificio de 05 niveles considerando el método espectro capacidad y método de los coeficientes”.***

Salazar y Fernández (2022), indican en su tesis de pregrado sostuvieron como **objetivo** llevar a cabo una evaluación comparativa del bajo metodología espectral contemplando la capacidad asimismo se contempla que se usó coeficientes (p.2). Los autores desarrollaron una **metodología** fundamentada en el concepto de desempeño, cuyo diseño contempla ser no experimental, tipología aplicada, nivel descriptivo comparativo, la cual proporciona la capacidad última de una estructura y evalúa los posibles daños que podría sufrir en respuesta a diferentes eventos sísmicos (p.1). Habiéndose realizado la comparación entre las metodologías no lineales, por tanto, en términos del nivel sísmico, dieron a conocer que, al emplear la metodología de espectro capacidad, se observó un aumento del 19.33% en los desplazamientos objetivos en la dirección X y un aumento del 11.19% en dirección Y-Y, en comparación con los resultados derivados utilizando la metodología de coeficientes. Además, se encontró un incremento del 14.17% en cortantes basales objetivo en dirección X-X y un aumento del 10.50% - Y al emplear la metodología de espectro capacidad en comparación con el método de los coeficientes. Estos hallazgos resaltan las diferencias significativas entre ambos métodos y sugieren que el espectro capacidad puede proporcionar una evaluación más precisa y detallada del comportamiento sísmico de la estructura, asimismo evidencio el punto de desempeño (p.78). **Concluyó** que no se detectó ninguna variación en el nivel sísmico al comparar ambas metodologías de evaluación sísmica. Sin embargo, existe una diferencia porcentual del 16.75% en los desplazamientos y del 10.84% en las cortantes en la base, cuyo objetivo al emplear el método referente al espectro de capacidad en comparación con la metodología de coeficientes. Aunque ambos métodos mostraron el mismo nivel de desempeño sísmico, infirieron que existen diferencias en los procedimientos utilizados para determinar los desplazamientos y las cortantes basales, lo cual explica la variación encontrada. (p.79)

**El aporte principal de esta investigación radica en la implementación de metodologías poco abordadas en el país en el ámbito del diseño sismorresistente, esto se debe a que las normativas actuales que rigen los**

**procedimientos de análisis sísmico no incluyen de manera explícita el uso de metodologías no lineales.**

***“Desempeño sísmico de edificios multifamiliares de muros estructurales aplicando el método de espectro de capacidad”.***

Según Huerta (2022), en su tesis de pregrado sostuvo como **objetivo**, contribuir al conocimiento sobre cómo la utilización de placas de concreto reforzado afecta al desempeño de construcciones localizadas en una zona altamente sísmica(p.3). Como **metodología** tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental. Se presentó una detallada descripción de los edificios que han sido objeto de estudio en la investigación. Posteriormente, se expuso de manera minuciosa el procedimiento utilizado para desarrollar el diagrama de esfuerzo-deformación considerando concreto y acero de refuerzo. Asimismo, se proporciona una explicación detallada del procedimiento empleado para modelar las estructuras utilizando el software Etabs, teniendo en cuenta aspectos inelásticos en elementos estructurales contemplando propiedades anticipadamente determinadas. (p.35) Como **resultados** se muestra que para un sismo raro se tiene desplazamiento espectral longitudinales de los edificios M1(37 mm), M2(43 mm), que presenta los desplazamientos del tipo espectrales bajo diversos puntos de desempeño evaluados tanto longitudinal y transversalmente hacia edificios estudiados (p.88). Con respecto a las fuerzas cortantes basales, para sismo raro en dirección longitudinal M1(1800 tonf), M2(2000 tonf). Concluyó que, en términos de resistencia sísmica, las construcciones M3 y M4 demuestran un desempeño sísmico excepcional en sentido transversal, permitiendo una ocupación inmediata durante un sismo de diseño. Además, las edificaciones contempladas como M1, M3 y M4 resultan brindar mayor seguridad en caso de un sismo máximo, proporcionando un refugio adecuado para la vida humana. Longitudinalmente estas edificaciones alcanzan niveles de ocupación inmediata durante un sismo de diseño. Sin embargo, bajo un sismo máximo, M2, M3 y M4 superan a M1 en términos de desempeño sísmico. Por lo tanto, los cuatro edificios exhiben un mejor rendimiento en la dirección longitudinal en comparación con la dirección transversal. En relación con las consideraciones sísmicas, M3 y M4 muestran un mejor desempeño en sus estructura, mientras que el edificio M3 destaca longitudinalmente(p.91).

**Este estudio como aporte, contribuirá al conocimiento actual sobre la resistencia sísmica de las edificaciones y servirá como base para el perfeccionamiento de destrezas de diseño más eficientes y seguras en el contexto de la zona sísmica 4, asimismo, proporcionará información valiosa para mejorar las normativas y regulaciones relacionadas con la construcción en áreas sísmicas en el país**

***“Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030”.***

Los autores Choque y Luque (2019), para su tesis de pregrado, establecieron como objetivo evaluar y comparar resultados obtenidos de dos posibles formas de estructurar un edificio de 8 niveles, empleando diseño basado en desempeño sísmico (p.12). Como metodología se empleó análisis de tipología estática y no lineal, paso fundamental para utilizar metodologías que brinden la mejor aproximación a un punto de desempeño. De esta manera, es posible llevar a cabo una estimación del rendimiento sísmico de los sistemas estructurales, considerando los objetivos de desempeño. (p.1). Los resultados obtenidos según el método del espectro capacidad da cumplimiento a los parámetros referente a desempeño eventos sísmicos. Se observa que en la dirección Y-Y es acorde con el diseño de la estructura. No obstante, es importante destacar el incumplimiento totalmente referido a desempeño, para el sismo frecuente, dado que la edificación experimenta una incursión en el rango no lineal, aunque sin evidenciar daño considerable (p.197). Los resultados obtenidos según los parámetros que conllevan a desarrollar los coeficientes y sus desplazamientos, mostrando similitudes con el método anterior considerando. Debido a ello es que, se observa que no se logra cumplir completamente referente al desempeño para el sismo del tipo frecuente, que se vengan registrando de manera no lineal por parte de la estructura, aunque se destaca que el daño ocasionado es mínimo o prácticamente inexistente (p.199). Llegan a concluir que a través de la utilización de aporticados no logra cumplir con los criterios de desempeño establecidos para sismo frecuente, ya que presenta una incursión leve pero significativa en la no linealidad, para rango Operacional. Sin embargo, es adecuado para sismo de servicio, donde se encuentra dentro del rango

Operacional, lo mismo para sismo de diseño, donde se sitúa en Seguridad de Vida. Estos comportamientos son consistentes en ambas direcciones analizadas (p.204).

**Este estudio aporta conocimientos prácticos y aplicados sobre el diseño que es empleando consideraciones de desempeño sísmico al comparar opciones para estructurar la edificación bajo 8 niveles, así mismo los resultados obtenidos tendrán implicaciones significativas para tomar adecuadas y confiables decisiones respecto a diseño y contribuirán al avance de la ingeniería sísmica en el campo constructivo de edificios.**

### **Bases teóricas**

Respecto al **desempeño sísmico** se tiene:

Cuando se contempla abordar el desempeño este representa una expresión cualitativa que describe un requerimiento humano, generalmente en forma de atributo, que debe ser exhibido y demostrado por entidades físicas, procesos o personas. Para poder formular esta declaración, resulta fundamental contar con los conceptos de caracterización, medición y predicción. Estos elementos son esenciales para poder definir y comunicar de manera precisa el nivel de desempeño requerido en una determinada situación.

Referente a los **parámetros de evaluación sísmica**, considerando niveles y sectorización del desempeño sísmico según, Visión 2000

Según el SEAOC, estos objetivos definen los niveles deseados de comportamiento sísmico cuando el edificio se enfrenta a niveles específicos de actividad sísmica en el terreno. Según la propuesta del Comité Visión 2000, contemplando niveles referente al desempeño, se definen en “totalmente operacional”; en donde la edificación no presenta daños, “operacional”; la edificación presenta moderados daños en elementos secundarios, “resguardo de vida”; en donde presenta daños moderados en elementos primarios y secundarios, “prevención de colapso”; donde se aproxima al colapso, y “colapso”; donde el estado es crítico ya que la edificación no podrá ser reparado. En la propuesta de Visión 2000 establece un sector dirigido a cierto nivel, lo cual es visualizado en la figura 2, en donde en el eje “y” se

encuentran valores para la Cortante en la base y en el eje "x" los desplazamientos en el último nivel.

Por ello es necesario conocer el punto de desempeño, que resulta ser la evaluación del máximo desplazamiento en el último nivel de una edificación para un sismo del tipo diseño. Con ello es posible relacionar daño hacia la edificación, contemplando en todo momento los datos permisibles respecto al daño esperado.

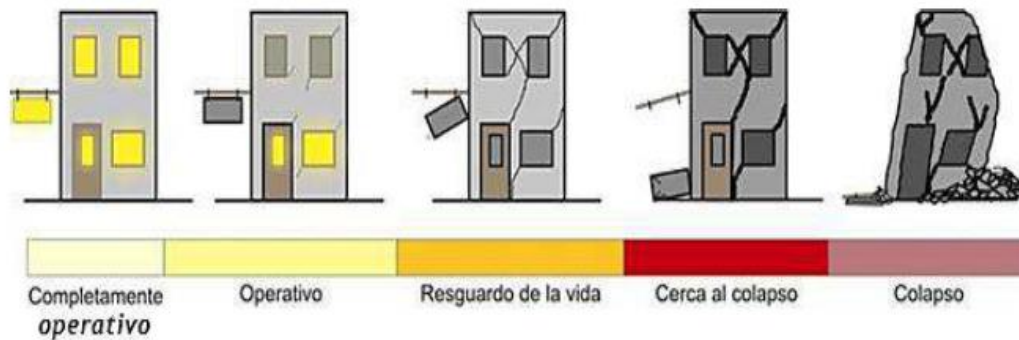


Figura 1. Gráfico representativo del estado de daño

Fuente: Muñoz, 2009

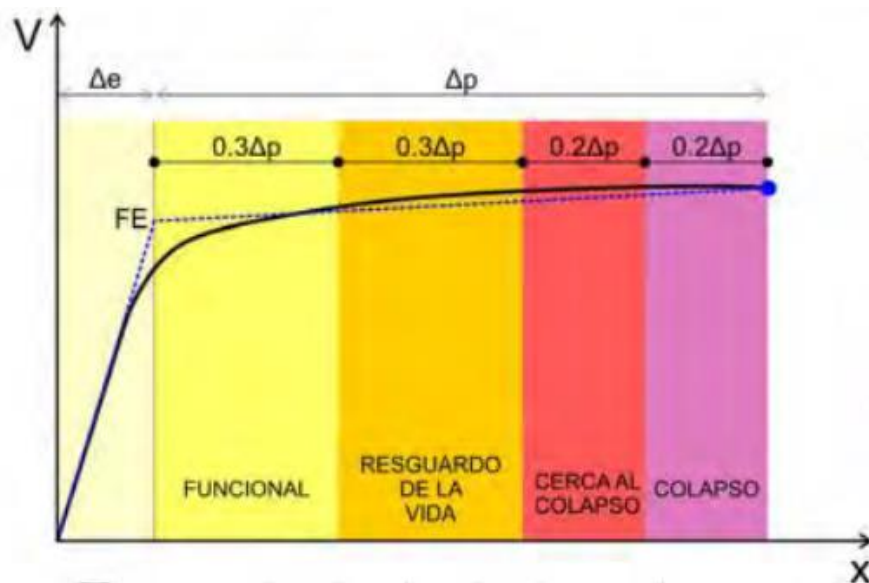


Figura 2. Curva de capacidad sectorizada para el cálculo de desempeño

Fuente: Muñoz, 2009

Referente al **análisis estático no lineal** se tiene:

El tipo de análisis difiere del análisis lineal al considerar el procedimiento más realista de materiales y elementos. El método denominado "Pushover" consiste en



aplicar cargas hacia los lados de manera incremental (Fi) hasta llegar al colapso. Mediante ello, es posible identificar la secuencia de fisuras, fallas de los elementos y registrar la deformaciones cíclicas, así como también las cortantes. Estas fuerzas aplicadas pueden ser distribuidas constantemente. Se utilizan dos reparticiones distintas para establecer ante la consideración de que no existe un único estándar de cargas, resultando en una curva que caracteriza las características referente a la capacidad que representa resultados, obtenidos por estas distribuciones contempladas.

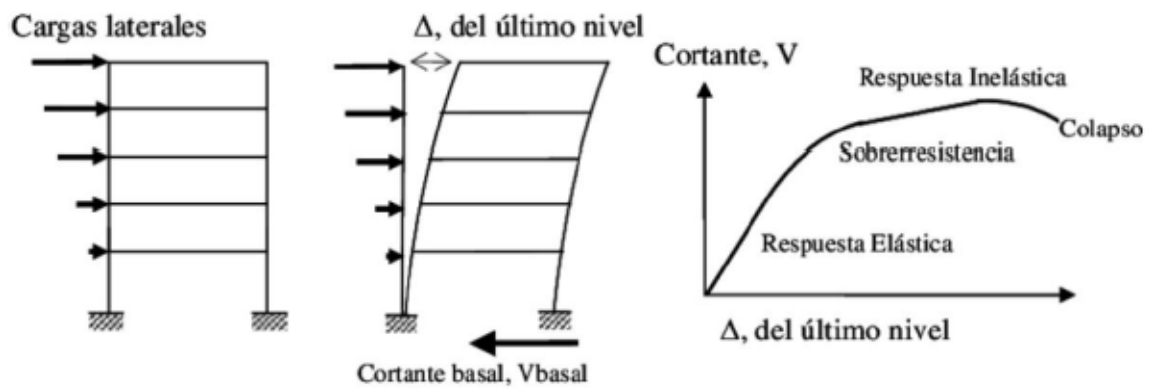


Figura 3. Secuencia del análisis no lineal

Fuente: Arango et al., 2009

Referente a la **respuesta inelástica de estructuras** se sostiene:

Según Garay y Llaure (2020), para sismos de gran magnitud, se espera que los edificios entren en un estado inelástico, donde se forman uniones plásticas que liberan energía. La intensidad del terremoto se relaciona con el comportamiento contemplando esfuerzos dinámicos ante cargas de sismos, como su masa, rigidez y amortiguamiento, provocando con ello aquellos cambios al entrar en el estado inelástico.

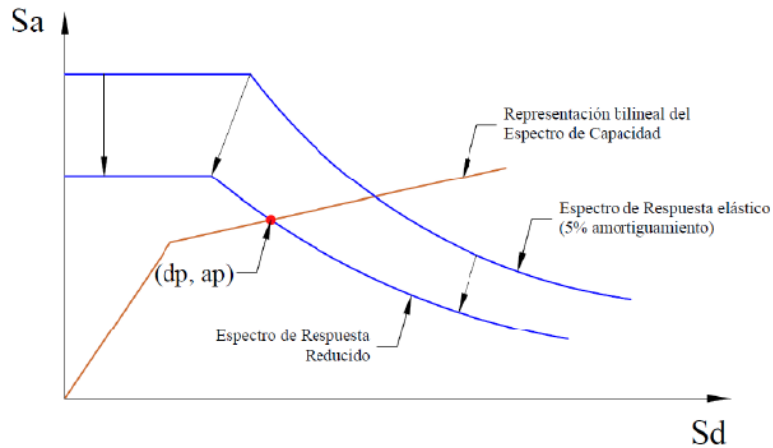


Figura 4. Respuesta inelástica de estructuras

Fuente: ATC-40 (1996)

Considerando la **curva de capacidad estructural en el concreto confinado** según el modelo de Mander:

Según Garay y Llaure (2020), el enfoque se puede utilizar en elementos con secciones circulares y rectangulares que presentan diferentes niveles de confinamiento. Es importante tener en cuenta conforme se brinde mayor confinamiento, este aumenta tanto la deformación de tipología unitaria como la resistencia representativa que presenta el concreto. La falla, representado por  $\epsilon_{cu}, f_{cu}$ , es cuando ocurre la fisura del acero empleado en la construcción. La firmeza óptima contemplando cargas de compresión,  $f'_{cc}$ , guarda relación con el confinamiento y los esfuerzos que son lateralmente confinados (véase Figura 5).

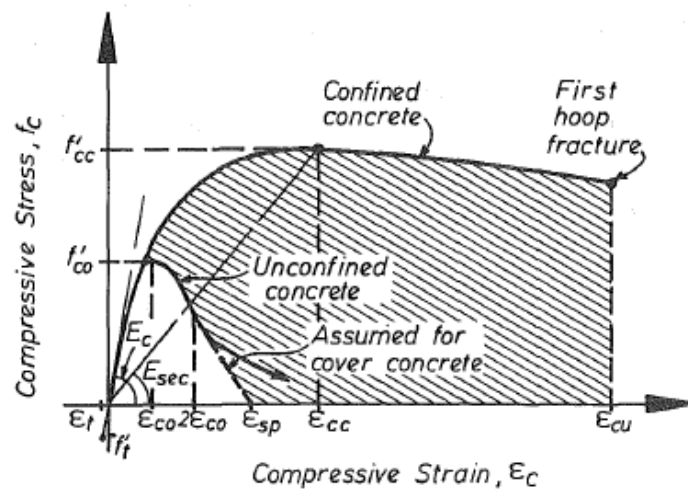


Figura 5. Tensión-deformación del concreto confinado y no confinado

Fuente: Mander et al. 1989

Considerando el **modelo elastoplástico** en el acero de refuerzo según Ottazi:

La modelación bilineal es comúnmente utilizada, no tiene en cuenta la resistencia hacia la fluencia del material, ni el incremento del esfuerzo contemplando el progresivo endurecimiento y deformación. Como resultado, el modelo no es idóneo ante evaluaciones referente al desempeño que poseen los edificios, describiendo de manera imprecisa el procedimiento contemplando acciones mecánicas cuando vaya aún más allá de límite de fluencia (Ottazzi, 2004) (véase Figura 6).

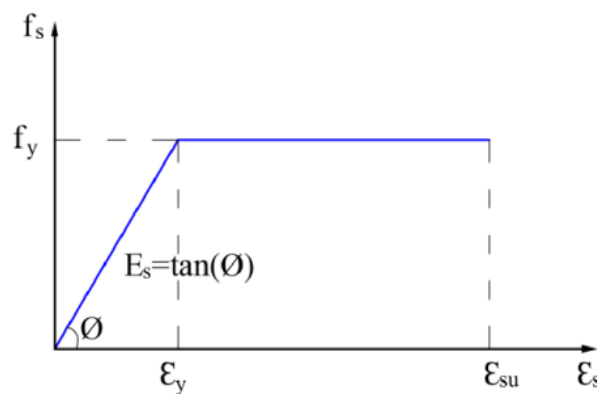


Figura 6. Modelo elastoplástico idóneo

Fuente: Ottazzi, 2004

Respecto al **método de los coeficientes de desplazamiento** se tiene:

Para el cálculo del desempeño sísmico según la normativa ASCE 41-17, se basa en un desplazamiento objetivo, que puede ser reflejado mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \dots (1)$$

Dónde:

C0: Factor asociado al máximo desplazamiento.

C1: Factor que relaciona el desplazamiento calculado mediante el análisis lineal con el desplazamiento inelástico máximo. En los edificios en los que el periodo fundamental es superior a un segundo, este factor es igual a 1.

C2: Factor modificadorio con relación a desplazamientos máximos permisibles.

Sa: Aceleración en el espectro elástico debido a un periodo efectivo.

Para el cálculo del valor C0 se deberá tener en cuenta el siguiente cuadro según la norma ASCE 41-17:

**Tabla 1. Valores de modificación Co**

| Edificios de Corte |  |                                | Otros Edificios           |
|--------------------|--|--------------------------------|---------------------------|
| Número de Pisos    | Patrón de Carga Triangular (1.1, 1.2, 1.3) | Patrón de Carga Uniforme (2.1) | Cualquier patrón de carga |
| 1                  | 1.0  | 1.0                            | 1.0                       |
| 2                  | 1.2  | 1.15                           | 1.2                       |
| 3                  | 1.2  | 1.2                            | 1.3                       |
| 5                  | 1.3  | 1.2                            | 1.4                       |
| 10 +               | 1.3  | 1.2                            | 1.5                       |

Fuente: ASCE 41-17, 2017

Para el cálculo del valor C<sub>1</sub> se tiene la ecuación (2):

$$C_1 = 1 + \frac{\mu_{strength}^{-1}}{aT_e^2} \dots(2)$$

Dónde:

a = Factor de Sitio, 130 para el Factor de Sitio Clase A o B, 90 para el Factor de Sitio Clase C

Por ello en la Tabla 2 se tienen valores establecidos según la normativa americana:

**Tabla 2. Valores de clasificación de sitio**

| Clasificación de Sitio |             |           |    |
|------------------------|-------------|-----------|----|
| Clase de Sitio         | V           | N or N ch | Su |
| A. Roca Dura           | >5,000 ft/s | NA        | NA |

**Tabla 2. Valores de clasificación de sitio (continuación)**

| Clasificación de Sitio           |                     |                      |                                   |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Clase de Sitio                   | V                   | N or N ch            | Su                                |
| B. Roca                          | 2,500 to 5,000 ft/s | NA                   | NA                                |
| C. Suelo muy denso y roca blanda | 1,200 to 2,500 ft/s | >50 golpes/pies      | >2,000 lb/ft <sup>2</sup>         |
| D. Suelo Rígido                  | 600 to 1,200 ft/s   | 15 to 50 golpes/pies | 1,000 to 2,000 lb/ft <sup>2</sup> |
| E. Suelo Arcilloso blando        | <600 ft/s           | <15 golpes/pies      | <1,000 lb/ft <sup>2</sup>         |

Fuente: ASCE 7-16, 2017

Para calcular el Periodo Efectivo “Te” se tiene la ecuación siguiente:

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}} \dots (3)$$

Dónde:

T<sub>i</sub> = Periodo fundamental elástico del cálculo por consideraciones dinámicas (en segundos)

K<sub>i</sub> = Rigidez hacia los lados de la edificación.

K<sub>e</sub> = Rigidez efectiva bajo dirección elegida.

Respecto al **sistema aporticado** se tiene:

El sistema aporticado consiste en la creación de una estructura resistente y estable mediante el uso de columnas verticales y vigas horizontales interconectadas, que forman un sistema de marcos conocidos como pórticos.

Estos pórticos se construyen utilizando elementos estructurales de acero o concreto armado, que ofrecen una gran resistencia y capacidad de carga. Las columnas se colocan de manera vertical y se utilizan para soportar las cargas verticales, mientras

que las vigas se disponen de forma horizontal para transmitir las cargas horizontales, como las generadas por el viento o los sismos.

El sistema aporticado proporciona una serie de superioridades constructivas de edificios y estructuras. Permite una distribución eficiente de las cargas, minimizando los esfuerzos y tensiones hacia elementos estructurales. Además, su diseño modular y la posibilidad de pre-fabricación de los elementos facilitan su construcción y apresuran los tiempos de realización de la obra.

Además de proporcionar libertad arquitectónica, la amplia gama de estilos y formas de este sistema puede adaptarse para satisfacer requisitos tanto prácticos como estéticos. Asimismo, su capacidad de resistencia frente a cargas laterales, como los sismos, lo convierte en una opción segura y confiable para la construcción de edificios en zonas sísmicas.

Según Romo (2008), la determinación de la resistencia del concreto se realiza mediante especímenes normalizadas cuyo diámetro 15 cm. y 30 cm de altura, éstas se someten a cargas incrementales rápidas hasta su colapso. La evaluación de la resistencia del hormigón se realiza después de transcurridos 28 días desde su fraguado, en un ambiente de humedad controlada.

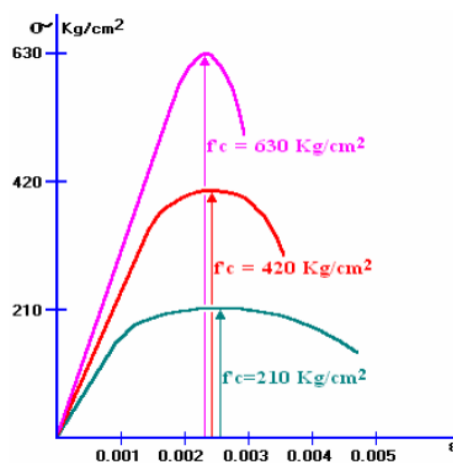


Figura 7. Curva de esfuerzo - deformación del concreto

Fuente: Romo, 2008

Referente hacia la **albañilería confinada** se sostiene que:

Un método de construcción habitual en el sector de la construcción es la mampostería confinada. Consiste en el uso de mampostería con albañilería reforzada y columnetas de confinamiento para mejorar la resistencia y estabilidad de una estructura. Este enfoque combina la durabilidad y capacidad de carga de la albañilería con la resistencia y ductilidad del concreto armado, creando un sistema estructural robusto y seguro.

La técnica de albañilería confinada involucra la construcción de muros de ladrillo, bloque o piedra, que son enmarcados por columnas de concreto armado. Estas columnas se ubican estratégicamente a intervalos regulares en el edificio y se conectan a los muros mediante varillas de acero, conocidas como armaduras, que se extienden a lo largo de la altura de la estructura. Ante esfuerzos laterales o cargas sísmicas, la contención de los muros con pilares y armaduras de acero ofrece más resistencia y capacidad de absorción de energía.

La albañilería confinada se considera una técnica eficiente y rentable, ya que aprovecha los materiales locales disponibles y combina las propiedades deseables tanto de la albañilería como del concreto armado. Además, ofrece una buena resistencia al fuego y aislamiento acústico, lo que contribuye a conceptos de seguridad, una adecuada comodidad de las personas que vivirán en ella.



*Figura 8.* Viviendas de albañilería confinada

Fuente: San Bartolomé y Quiun, 2004

Contemplando la **resistencia de la albañilería** es que se tiene:

Según la E070 (2006), se establece que la determinación en la albañilería cuya característica referido a la compresión axial ( $f'm$ ) y al corte ( $v'm$ ) puede realizarse

de forma práctica utilizando registros históricos, o a través de ensayos en elementos prismáticos. En ausencia de estos ensayos, se permite utilizar los productos expuestos en la Tabla 4, los cuales corresponden a pilas y muretes contruidos con mortero en proporciones de 1:4 (si son elementos de arcilla) y 1:½:4 (sílice-cal o concreto). Sin embargo, para otras contemplaciones o diferentes morteros, es necesario realizar ensayos respectivos.

**Tabla 3.** Resistencias de la albañilería

| Resistencias de la albañilería kg/cm <sup>2</sup> |                      |            |           |             |
|---|----------------------|------------|-----------|-------------|
| Materia prima                                     | Denominación         | Unidad f'b | Pilas f'm | Muretes v'm |
| Arcilla   | King Kong Artesanal  | 55         | 35        | 5.1         |
|   | King Kong Industrial | 145        | 65        | 8.1         |
|   | Rejilla Industrial   | 215        | 85        | 9.2         |
| Sílice-Cal  | King Kong Normal     | 160        | 110       | 9.7         |
|   | Dédalo               | 145        | 95        | 9.7         |
|   | Estándar y mecano    | 145        | 110       | 9.2         |

Fuente: Norma E.070, 2006



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación**

##### **Enfoque de la investigación**

Según Baena (2017) indicó que cuando se contempla ser de tipo cuantitativa implica el uso de variables las cuales sean susceptibles hacia una medición de tal manera que se pueda brindar una acotación numérica para su desarrollo. Asimismo, contempla emplear valores racionales y que puedan ser medidos.

Por lo tanto, se puede afirmar que se sostendrá un enfoque cuantitativo, debido a la consideración abordada en la problemática planteada la determinación del desempeño sísmico en una edificación se brindará a través de indicadores medibles y cuantificados a través de métodos de análisis sísmicos no lineales.

##### **Tipo de investigación**

###### **Por el propósito**

Cuando se considera el propósito de ser aplicada, por que sostiene como primordial objetivo el estudio de una problemática destinada hacia la acción, esta brinda aportes hacia la realización de nuevos hechos, resultando de mucha utilidad y brindando información estimable para las teorías relacionadas a la investigación (Baena 2017; Escudero y Cortez 2018).

La investigación desarrollará por tanto ser del tipo aplicada ya que, considerando el análisis estructural sísmico por desempeño, en construcciones aporticadas y de albañilería confinada, y con las metodologías de análisis estático no lineal consignados en los manuales del ASCE 41-17, FEMA 440, se dará un conocimiento técnico acerca de las curvas de capacidad derivadas, determinando el grado de exposición ante un evento sísmico.

###### **Por el diseño**

Cuando se contempla un diseño no experimental, no involucra la realización de experimentos físicos o la recopilación de datos directamente de la realidad. En lugar

de eso, se basa en un enfoque teórico y analítico para realizar un análisis comparativo entre dos tipos de edificaciones.

Según Arias-Gonzales y Covinos (2021) cuando se considera desarrollara una investigación del tipo descriptivo comparativo, este consiste en la recolección de dos o más muestras, cuyo propósito es la de observar y cuantificar el comportamiento de la variable independiente, y verificando su control además estadísticamente hacia la variable dependiente.

Por lo descrito se contempla que la investigación, será del tipo descriptivo comparativo, ya que se realizara una análisis descriptivo inicialmente acerca de la contemplación referente a los indicadores de la curva de desempeño a través del método espectral por capacidad y el de coeficientes de desplazamiento, cuya finalidad será obtener puntos de desempeño, para posteriormente comparar los obtenidos con ambas metodologías verificando la que brinde una mayor exactitud en la determinación del desempeño referente a la edificación.

### **Por el nivel**

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), si se contempla realizara estudios del tipo descriptivos, es que se pretende brindar lo referente a características específicas referentes hacia los casos de estudio, los cuales serán sometidos a un análisis, para posteriormente describirlo o caracterizarlo.

Por tanto, la investigación concibe ser de nivel descriptivo es que se realizará de manera específica el análisis y la descripción contemplando lo que resulta y es obtenido, aplicando el análisis sísmico no lineal, para establecer el desempeño de las edificaciones aporticadas y de albañilería confinada, considerando análisis no lineales.

### **Diseño de investigación**

Cuando se contempla emplear investigaciones que no realicen una manipulación intencionada de la variable implícita en el estudio, realizado a través de observación y medición de la variable, en su contexto natural en el cual se vengan desarrollando.

Por lo tanto, la variable ocurre y no es manipulada (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

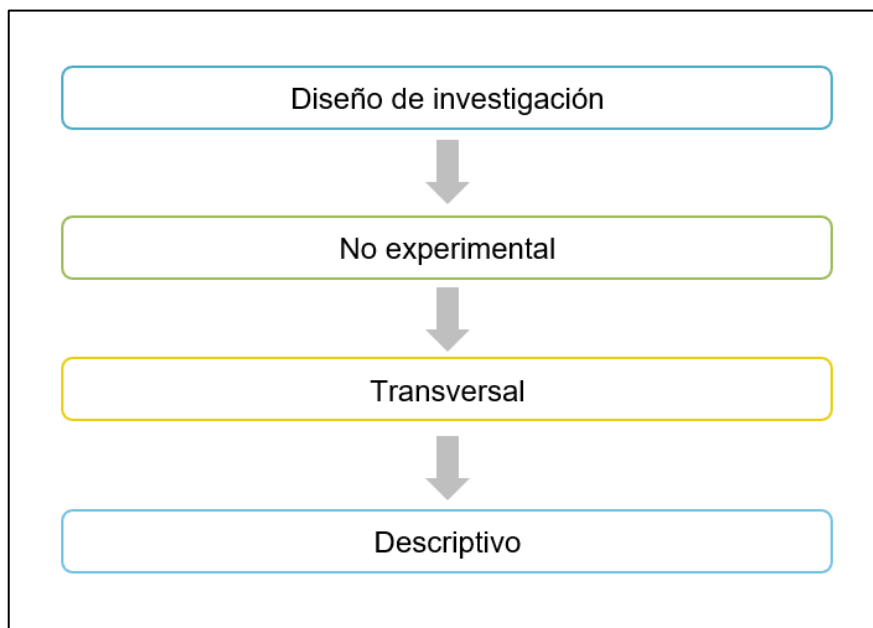


Figura 9. Diagrama de diseño de investigación

Tabla 4. Diseño descriptivo comparativo

| Muestra de trabajo | Mediciones | Variables controladas |
|--------------------|------------|-----------------------|
| M1                 | O1         | X, Y, Z               |
| M2                 | O2         | X, Y, Z               |

Fuente: Arias-Gonzales y Covinos, 2021

Se clasifica como no experimental, debido a que se contempla que no se realizara un manejo de la variable considerada, debido primordialmente a que las normativas contempladas inherentes en el software poseen caracteres estructurales para aspectos de diseño establecidos. También se considera un diseño transeccional o transversal, ya que identifica las variables y examina su frecuencia en un momento determinado.

### 3.2. Variables

Cuando se contempla realizar una investigación de una sola variable, es cuando las causas y las relaciones no son primordialmente abordadas más bien el objetivo

de esta tipo de estudios univariantes es la descripción y el localizar patrones existentes entre ellos (Bernal y Rozo 2017)

En consecuencia, se desarrollará la investigación contemplando poseer una sola variable ya que principalmente se abordará a las edificaciones aporricadas y de albañilería confinada dando a conocer su descripción y sus comparativas considerando sus niveles referente al desempeño que poseerán sísmicamente.

**Variable:** Desempeño sísmico

**Definición conceptual:** Es la medida del daño que sufre una estructura durante un evento sísmico y el efecto que esto tiene en la funcionalidad del edificio. (Martínez y Nungaray 2019)

### **Clasificación de variables**

**Tabla 5.** *Clasificación de variables de estudio*

| <b>Clasificación de variables</b> |                 |                   |                           |                  |                          |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
| <b>Variables</b>                  | <b>Relación</b> | <b>Naturaleza</b> | <b>Escala de medición</b> | <b>Dimensión</b> | <b>Forma de medición</b> |
| Desempeño sísmico                 | Dependiente     | Cuantitativa      | Nominal                   | Tridimensional   | Indirecta                |

## Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

| Variable          | Definición Conceptual  | Definición Operacional   | Dimensiones   | Indicadores                 | Escala de medición |
|-------------------|--|--|---|-----------------------------|--------------------|
| Desempeño sísmico | Es la cuantificación del daño soportado por una edificación, ante un movimiento sísmico y el impacto que este representa en su funcionamiento (Martínez y Nungaray 2019) | La variable desempeño sísmico viene operacionalizada mediante la dimensión espectro de capacidad que representa los indicadores de totalmente operacional, operacional, seguridad de colapso, pre colapso, y colapso | <b>Parámetros topográficos</b>                          | Coordenadas UTM             | Razón              |
|                   |  |  |   | Altitud                     |                    |
|                   |  |  | <b>Parámetros de mecánica de suelos</b>                 | Perfil estratigráfico       | Razón              |
|                   |  |  |   | Clasificación de Suelos     |                    |
|                   |  |  |   | Capacidad portante          |                    |
|                   |  |  | <b>Derivas según Análisis Lineal</b>                    | Asentamiento                | Razón              |
|                   |  |  |   | Predimensionamiento         |                    |
|                   |  |  |   | Fuerzas                     |                    |
|                   |  |  | <b>Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal</b> | Peso                        | Razón              |
|                   |  |  |   | Curva de Capacidad          |                    |
|                   |  |  |   | Espectros demandas sísmicas |                    |
|                   |  |  |   |                             |                    |

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Esta representa en su totalidad a un determinado grupo de elementos o casos en estudio que se requieran investigar, asimismo estos elementos serán susceptibles a ser elegidos, ya que guardaran relación directa con las características que son implícitas en lo investigado (Ríos 2017; Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales 2016)

Fundamentándose que al investigar se sostuvo tener una sola variable y dos poblaciones de estudio la cual estará conformada por todas las edificaciones con sistemas estructurales aporticadas y de albañilería confinada, asimismo que se ubiquen en Moquegua, 2023.

#### **Muestra y muestreo**

##### **Técnicas de muestreo**

Dado que los lugares de evaluación no se seleccionaron al azar, en esta investigación se empleó la técnica de muestreo no probabilístico, debido a ello, la elección de la muestra fue primordialmente concebida a través de un juicio de expertos, dado que se basó en los criterios de:

Área previamente no explorada desde el punto de vista académico.

Variación geométrica en el terreno.

Edificación de 5 niveles.

Contempla ser consignada bajo la dirección de un profesional que posea los conocimientos necesarios referentes a la temática abordada en la investigación, es cuando surge que se utilice, el juicio profesional, conllevando a elegir de manera intencionada y con bases técnico-profesionales los elementos a los cuales se aplicara la investigación (Guillot-Valdés, Guillén-Riquelme y Buela-Casal 2022).

## Tamaño de muestra

En una investigación viene relacionado con la correcta elección de elementos que posean representatividad, para el estudio. Por lo tanto, cuando se elija el tamaño de la muestra, esta deberá de guardar una relación directa con la población de la tesis contemplada (Escudero y Cortez 2018).

Por lo tanto, en función a la técnica de muestreo, se consideró una edificación la cual se contempla como aporticado y de albañilería confinada para el área, localizado en la localidad de Ilo (véase Tabla 8).

**Tabla 7. Tamaño de la muestra**

| Viviendas              | Pisos | Sistema estructural | Localidad |
|------------------------|-------|---------------------|-----------|
| Vivienda Multifamiliar | 05    | S. Aporticado       | Ilo       |
|                        |       | S. Albañilería      |           |

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica de recolección de datos

La técnica que brinde mayor utilidad es aquella que recabe datos confiables en un determinado momento, es cuando se concibe que, la tipología de observación participante brinda las cualidad de ser flexible y genera datos concisos. Haciendo que el investigador, indague y observe con mayor confiabilidad, los criterios que estén relacionados hacia la naturaleza que posee lo investigado (Otzen y Manterola 2017).

Por lo tanto, se planificó para la investigación tener en cuenta la observación y la revisión bibliográfica, así como recopilar información sobre la topografía de la zona, las características locales del suelo, la zonificación sísmica de la ubicación de la estructura de estudio y el predimensionamiento de los elementos estructurales para, posteriormente, realizar un análisis sísmico de los edificios de mampostería, tanto fortificados como confinados.

## Instrumento de recolección de datos

Cuando se considera el utilizar un instrumento de recolección de los datos en la investigación, es que se sostiene la utilización de una ficha de observación, la que conllevara a medir las características de la muestra de estudio, abordándose los criterios de forma integral (Arias-Gonzales y Covinos 2021; Arias 2020).

Por lo tanto, la investigación, se desarrolló la utilización de guías de observación y fichas de resultados, la **Guía de observación 1** (Anexo 2.1), para recabó la información topográfica del terreno, **Ficha de resultados** referente a la obtención de datos del estudio del suelo en el área de intervención, **Guía de observación 2** (Anexo 2.2) se centró en el análisis detallado del predimensionamiento en sistema aporticado y de albañilería confinada, junto con las fuerzas y cargas aplicables con el objetivo de conocer los desplazamientos y derivas de la estructura. Asimismo, para adquirir el punto de comportamiento del edificio bajo niveles de demanda sísmica según las normas VISION 2000, ETABS permitió recopilar datos sobre la Curva de Capacidad, el Espectro de Capacidad y Demanda, y otras derivaciones del análisis no lineal según las normas ASCE 41-17.

**Tabla 8.** *Instrumentos*

| <b>Etapas de la investigación</b>                | <b>Instrumentos</b>   | <b>Validación</b>               |
|--|-----------------------|---------------------------------|
| Parámetros topográficos                          | Guía de observación 1 | Juicio de expertos              |
| Parámetros de mecánica de suelos                 | Ficha de resultados   | E 050, Juicio de expertos       |
| Derivas según Análisis Lineal                    | Guía de observación 2 | E 020, E 030, E 060, E 090      |
| Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal | Software ETABS        | ASCE 41-17, ATC-40, VISION 2000 |

## Validación del instrumento de recolección datos

Cuando se tiene que considerar índices de validación, es cuando se recurre a la revisión de especialistas en el tema, los cuales poseerán conocimientos plenos referentes a lo investigado, brindando sus evaluaciones según rangos establecidos (Valderrama 2019).



Por consiguiente, con el fin de validar las herramientas de recogida de datos “Guía de observación 1,2” del presente proyecto de estudio, se tuvo en cuenta el consentimiento de los ingenieros:

Mg. Mario Pedro Rodríguez Vásquez (CIP: 122801), Ingeniero Civil, Especialista Estructural, experiencia como Residente y Supervisor de obras civiles.

Mg. Edwin Ivan Arocutipa Calatayud (CIP: 237045), Ingeniero Civil Especialista en obras civiles.

Mg. Josualdo Carlos Villar Quiroz (CIP: 106997), Ingeniero Civil, Especialista en Administración de Empresas.

### **Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

El laboratorio primario de suelos y el certificado de calibración de la estación total utilizados para el levantamiento topográfico del terreno, atestiguan la fiabilidad de los valores derivados del estudio de mecánica de suelos y el levantamiento topográfico.

### **3.5. Procedimiento**

Sobre la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación, es que se contempla que se expondrá ello, a través de un diagrama de flujo para dar a conocer los pasos necesarios desde el inicio hasta el final de la investigación (véase Figura 6).

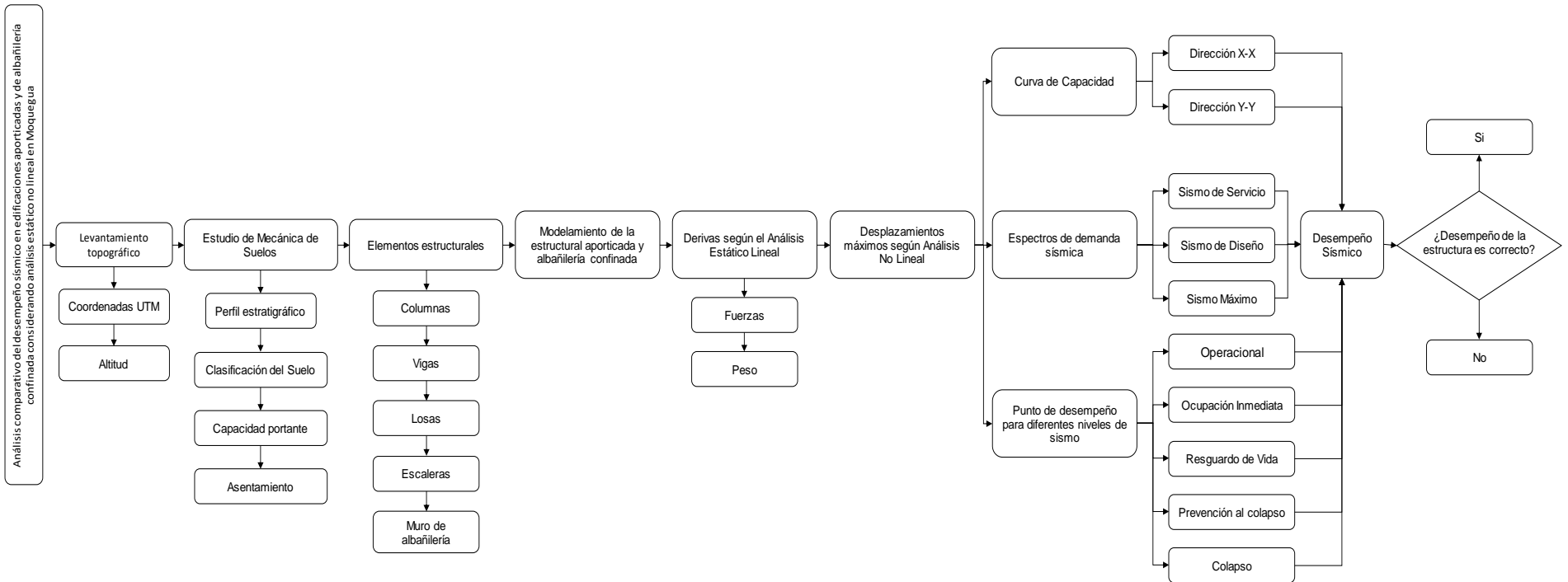


Figura 10. Flujograma de investigación

## **Parámetros topográficos**

### **Coordenadas UTM y Altitud**

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico del área de estudio, ubicado en Proyecto Villa Primavera. La ubicación fue meticulosamente estudiada utilizando una estación total para medir elevaciones, coordenadas UTM y características geográficas del terreno. Posteriormente se procesó y analizó los datos recopilados utilizando el software AutoCAD 2021 especializado para generar el plano topográfico detallado del terreno. Este enfoque sistemático garantizó la precisión y confiabilidad del levantamiento topográfico.

## **Parámetros de mecánica de suelos**

### **Excavación de calicatas**

Para caracterizar el perfil estratigráfico de la zona del proyecto, se realizaron exploraciones del suelo, para lo cual se han realizado excavaciones a cielo abierto (calicatas). Se eligió tres puntos de muestreo (03), al cual se le nombró C-01, C-02 y C-03, donde las excavaciones se realizaron a cielo abierto, para la obtención de muestras, el cual fue convenientemente coordinado y ubicado dentro del perímetro del área del proyecto.

### **Muestreo del suelo**

De cada estrato excavado se obtuvieron muestras que no habían sido manipuladas ni alteradas. A continuación, las muestras más representativas se sometieron a pruebas de identificación y clasificación en laboratorio. En las excavaciones a cielo abierto, realizadas para el desplante de los cimientos, se aprovechó para tomar muestras alteradas e inalteradas. Las mismas fueron extraídas mediante palas y métodos manuales, introduciéndolas en sacos de polietileno.



Figura 11. Reconocimiento del perfil estratigráfico

### Ensayos de suelos en laboratorio

Este estudio fue confiado a un especialista en mecánica de suelos, quienes conjuntamente se llevó a cabo exhaustivas investigaciones en laboratorio. Utilizando técnicas avanzadas, siguiendo la guía del American Society for Testing Material (ASTM). Los resultados obtenidos proporcionaron una comprensión profunda de las características y complementaron la información topográfica previamente recopilada.

### Desempeño Sísmico de la Edificación con Sistema Aporticado

#### Definición de materiales

Para el análisis lineal se procedió a realizar el modelamiento en el programa de diseño ETABS v.19 definiendo las grillas, colocando los niveles de entrepiso según la planimetría planteada, así como también se realizó la definición de material como se muestra.

**Tabla 9.** *Propiedades de los materiales*

| MATERIALES  |   |          |
|---|---|----------|
| <b>ACERO</b>                                      |   |          |
| Peso por unidad de Volumen (Tn/m <sup>3</sup> )   | = | 7.8      |
| Peso por unidad de Volumen (kgf/cm <sup>3</sup> ) | = | 0.0078   |
| Modulo de Elasticidad (Kgf/cm <sup>2</sup> )      | = | 2000000  |
| Coefficiente de expansión Termica (1/C)           | = | 0.000011 |
| Limite de Fluencia, Fy (Kgf/cm <sup>2</sup> )     | = | 4200     |

| <b>CONCRETO</b>                            |   |             |
|--|---|-------------|
| Peso por unidad de Volumen (kgf/m3)        | = | 2400        |
| Peso por unidad de Volumen (kg/cm3)        | = | 0.0024      |
| Esfuerzo a la compresión, Fc (Kgf/cm2)     | = | 210         |
| Modulo de Elaticidad (Kgf/cm2)             | = | 217370.6512 |
| Relacion de Poion , U                      | = | 0.2         |
| Coefficiente de expansión Termica, A (1/C) | = | 0.0000099   |

Figura 12. Propiedades del Concreto

Figura 13. Propiedades del acero

| Story    | Height<br>m | Elevation<br>m | Master<br>Story | Similar To | Splice<br>Story | Splice Height<br>m | Story Color |
|----------|-------------|----------------|-----------------|------------|-----------------|--------------------|-------------|
| TECHO 05 | 2.8         | 14.4           | Yes             | None       | No              | 0                  | Yellow      |
| TECHO 04 | 2.8         | 11.6           | No              | TECHO 05   | No              | 0                  | Grey        |
| TECHO 03 | 2.8         | 8.8            | No              | TECHO 05   | No              | 0                  | Blue        |
| TECHO 02 | 2.8         | 6              | No              | TECHO 05   | No              | 0                  | Green       |
| TECHO 01 | 3.2         | 3.2            | No              | TECHO 05   | No              | 0                  | Cyan        |
| Base     |             | 0              |                 |            |                 |                    |             |

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK Cancel

*Figura 14.* Definición de niveles

## **Predimensionamiento**

El predimensionamiento de los elementos se llevó a cabo para el sistema de pórticos y mampostería confinada. Para ello se estimaron las dimensiones de pilares, vigas, forjados y muros y se colocaron de acuerdo con el plano arquitectónico. A continuación, los datos predimensionados se cargaron en el programa de diseño ETABS v.19.

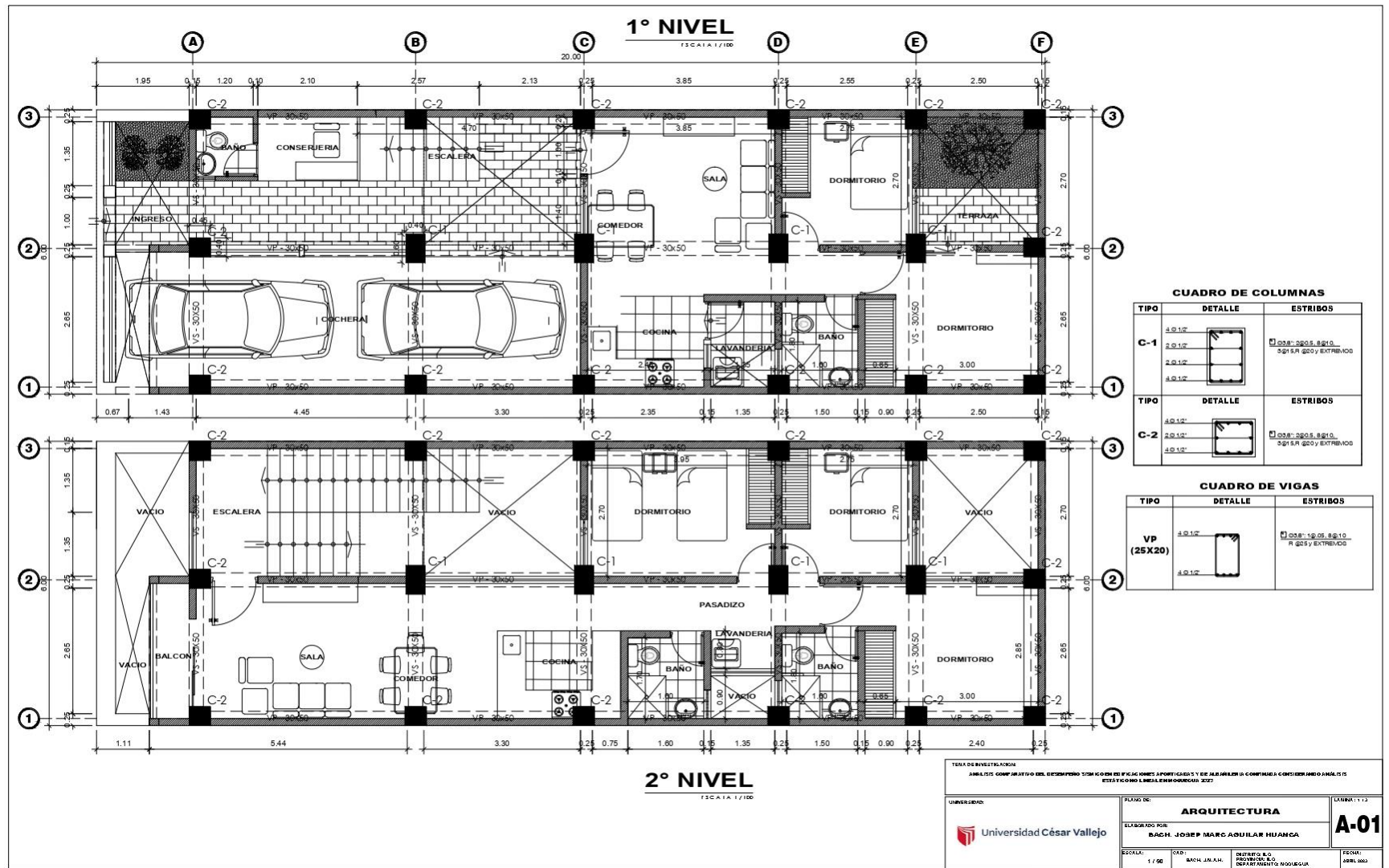


Figura 15. Plano Sistema Aporticado primer y segundo nivel

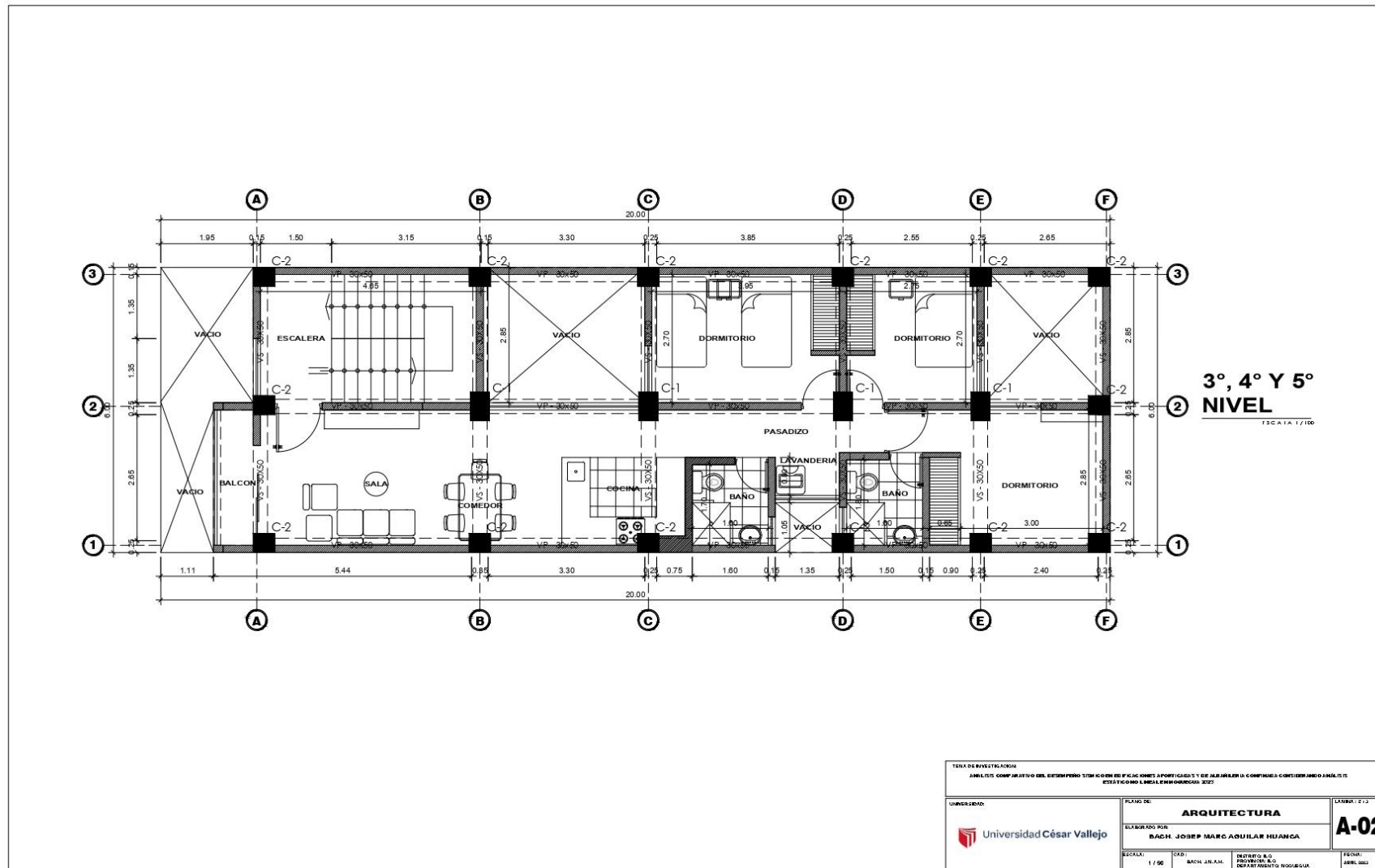


Figura 16. Plano Sistema Aporticado tercer, cuarto y quinto nivel



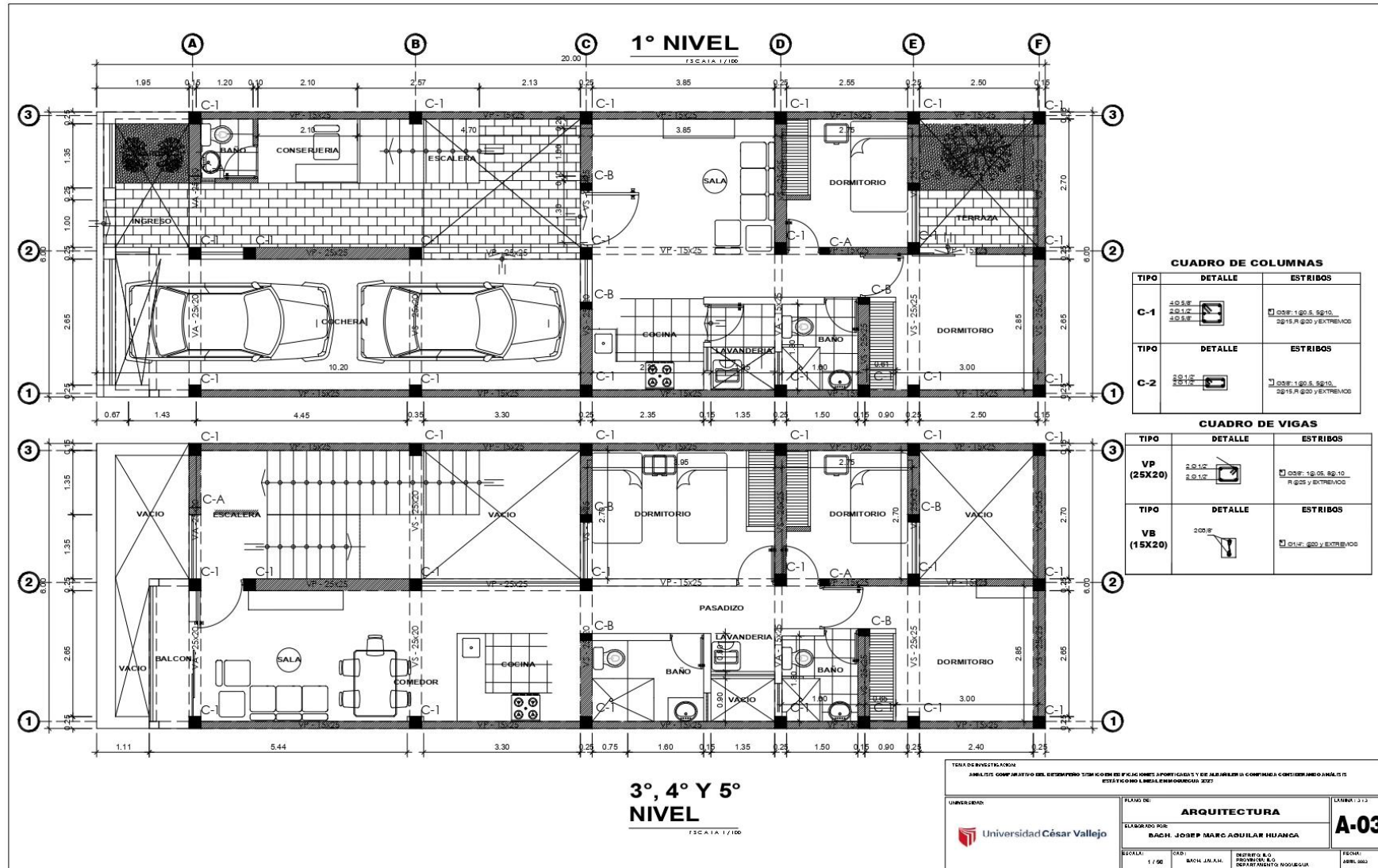


Figura 17. Plano Sistema de Albañilería Confinada primer, segundo, niveles típicos

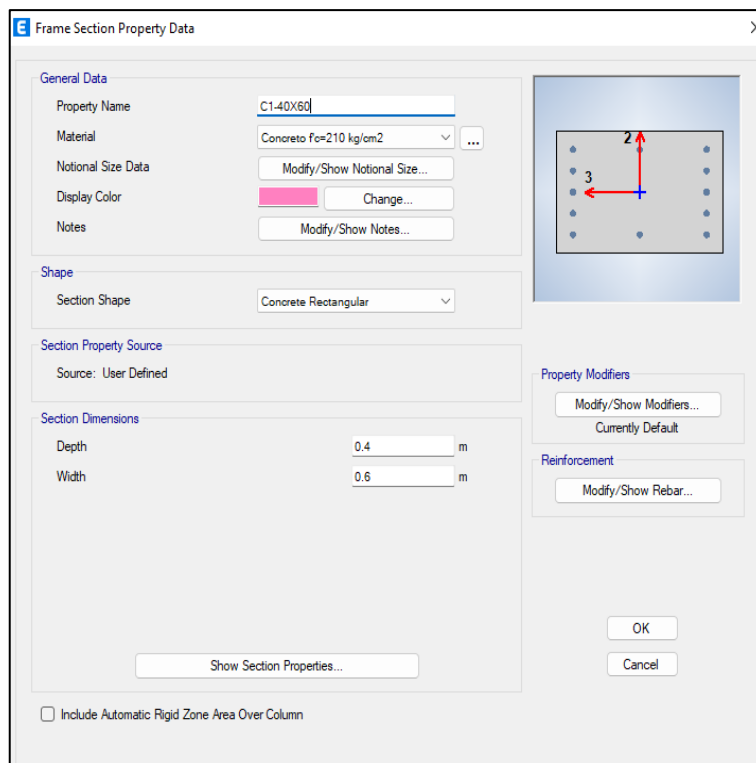


Figura 18. Definición de sección de Columna C1

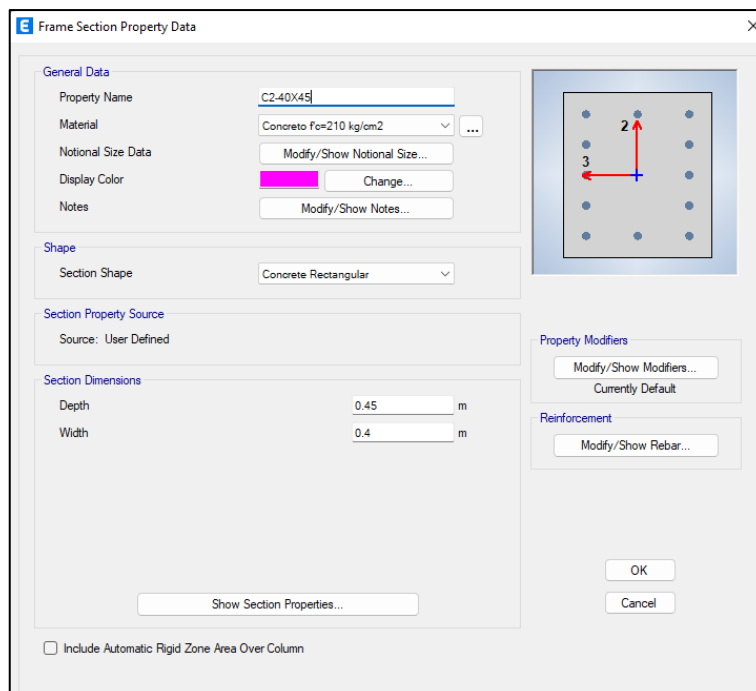


Figura 19. Definición de sección de Columna C2

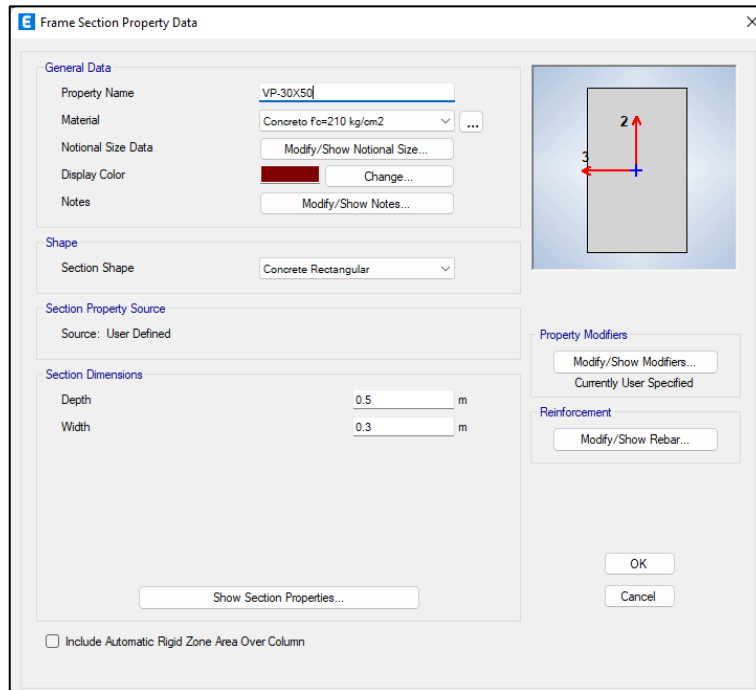


Figura 20. Definición de sección de Viga VP

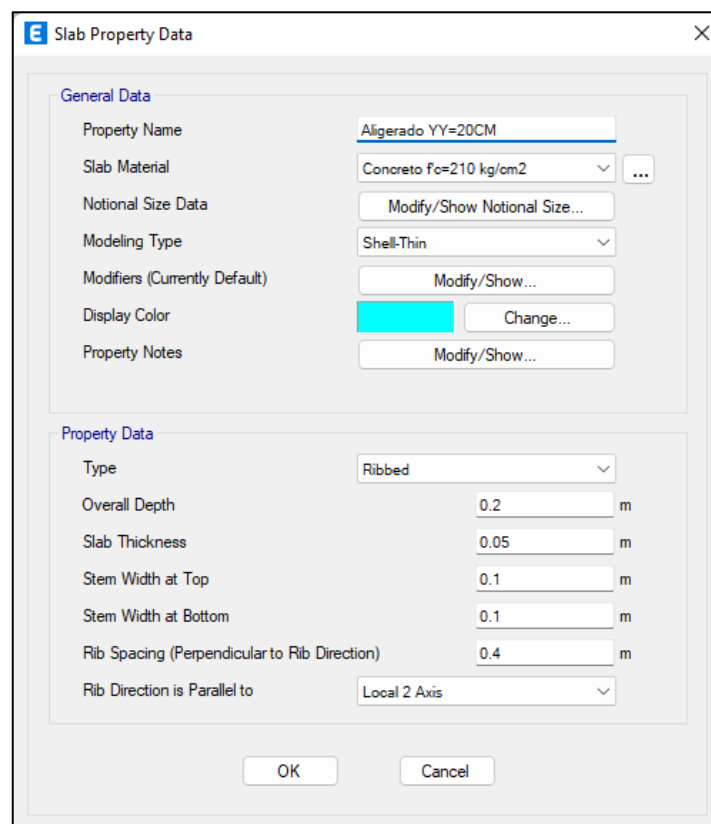


Figura 21. Definición de espesor de losa aligerada

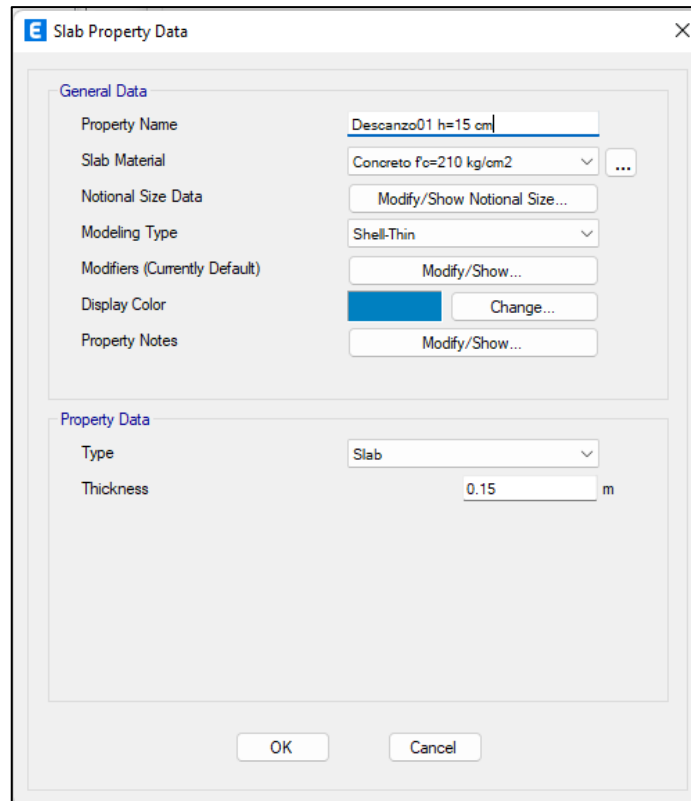


Figura 22. Definición de espesor de descanso de escalera

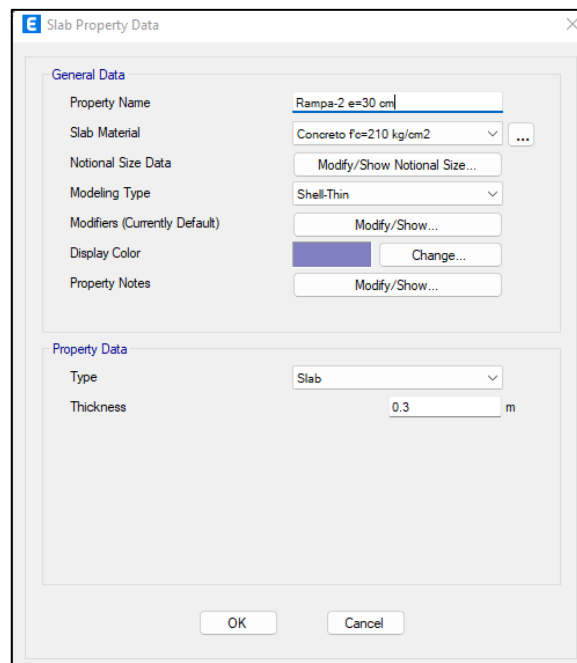


Figura 23. Definición de espesor de rampa en garganta de escalera

## Asignación de cargas

Se procedió a estimar las cargas laterales y gravitacionales, incluyendo la carga viva, carga muerta, y así asignar al modelo tridimensional en ETABS, definiendo nodos y restricciones en la base. Las fuerzas dinámicas debidas a cargas sísmicas se determinaron mediante un análisis detallado aplicando un espectro inelástico.

**Tabla 10.** *Asignación de cargas por metro cuadrado en losa*

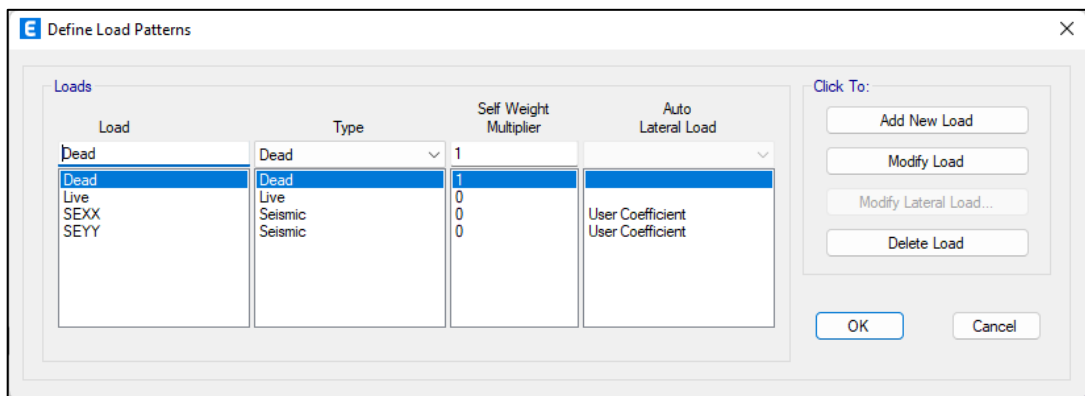
| <b>Asignación de cargas por m2 (Kgf/m<sup>2</sup>)</b> |                    |           |               |           |                 |           |
|--|--------------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-----------|
| <b>Elementos</b>                                       | <b>Piso típico</b> |           | <b>Azotea</b> |           | <b>Escalera</b> |           |
|  | <b>CV</b>          | <b>CM</b> | <b>CV</b>     | <b>CM</b> | <b>CV</b>       | <b>CM</b> |
| Sobrecarga   | 200                |           | 100           |           | 200             |           |
| Ladrillo   |                    | 90        |               | 90        |                 |           |
| Piso Terminado   |                    | 100       |               | 100       |                 | 100       |
| Tabiquería Móvil                                       |                    | 100       |               |           |                 |           |
| <b>Total</b>   | 200                | 290       | 100           | 190       | 200             | 100       |

**Tabla 11.** *Asignación de cargas por metro lineal en vigas*

| <b>Asignación de cargas por ml. en vigas (Kgf/m)</b> |               |                    |      |                              |                  |
|--|---------------|--------------------|------|------------------------------|------------------|
| <b>Carga Muerta</b>                                  | <b>Factor</b> | <b>Dimensiones</b> |      | <b>W (Kgf/m<sup>3</sup>)</b> | <b>W (Kgf/m)</b> |
| <b>Tabiquería</b>                                    | 1.00          | 0.15               | 2.30 | 1350.00                      | 466              |
| <b>Tabiquería con vano de puerta</b>                 | 0.80          | 0.15               | 2.30 | 1350.00                      | 373              |
| <b>Tabiquería con vano de ventana</b>                | 0.50          | 0.15               | 2.30 | 1350.00                      | 233              |

**Tabla 12.** Asignación de cargas por metro lineal de voladizo

| Asignación de cargas por ml. de voladizo (Kgf/m) |            |            |
|--|------------|------------|
| Carga de Voladizo: 0.76 m.                       | Cargas     |            |
|  | CV         | CM         |
| Aligerado  | -          | 228        |
| Piso Terminado                                   | -          | 76         |
| Tabiquería                                       | -          | 608        |
| Sobrecarga                                       | 200        | -          |
| <b>Total</b>                                     | <b>152</b> | <b>912</b> |



*Figura 24.* Definición de Patrones de Carga para el Sismo Estático

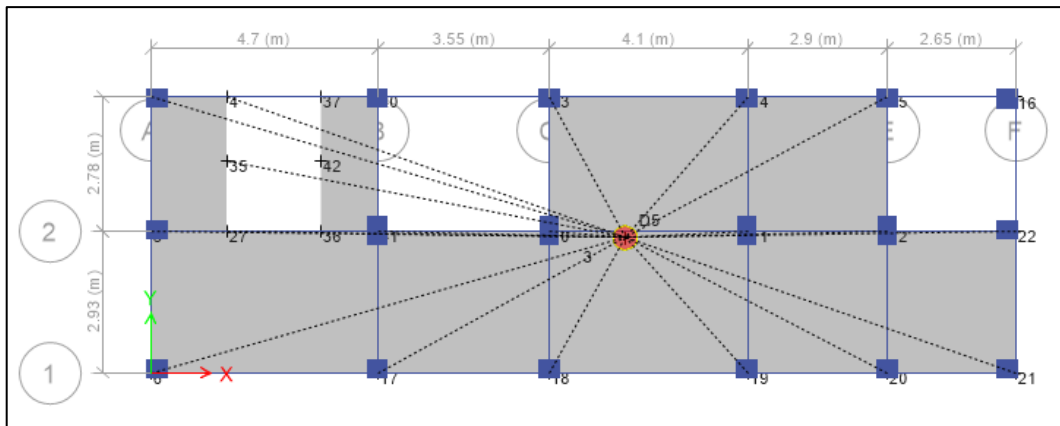


Figura 25. Asignación de diafragma rígido

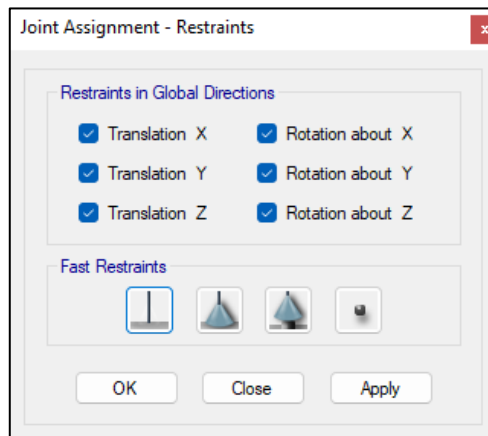


Figura 26. Asignación de empotramiento en la base

### Estimación del Peso

Posteriormente se calculó el peso de la estructura bajo la combinación de cargas asignadas en ETABS según la norma peruana que considera 100% la carga muerta y 25% la carga viva, teniendo en cuenta densidades específicas de los materiales utilizados en cada elemento y la asignación de cargas uniformes y distribuidas en los elementos estructurales.

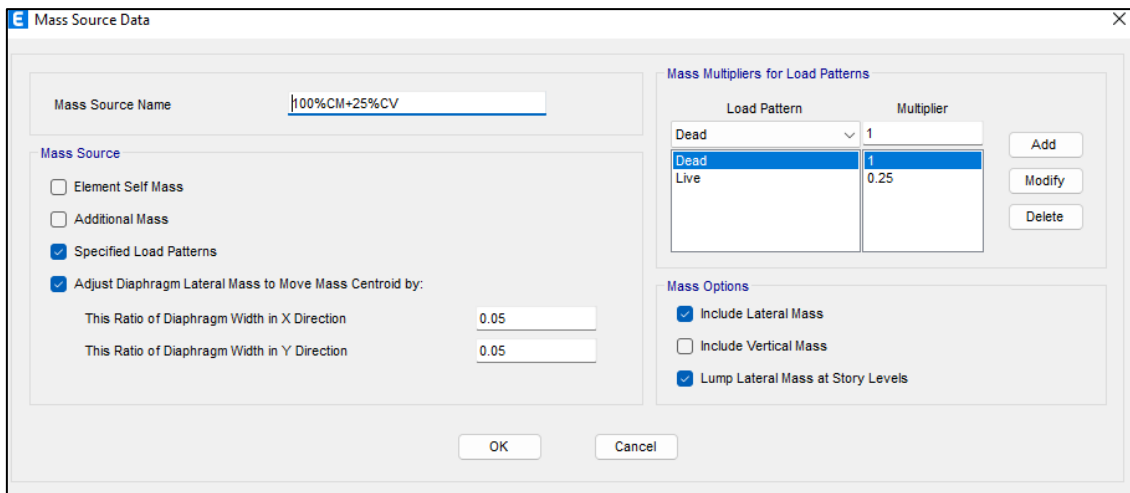


Figura 27. Asignación de fuente de masa

## Parámetros de Sitio

A continuación se determinan los parámetros del emplazamiento para calcular las fuerzas comparables que se ejercerán sobre nuestra edificación.

Tabla 13. Parámetros de Sitio del estudio

| Parámetro                   | Valor |
|-----------------------------|-------|
| Zona Sísmica "4"            | 0.45  |
| Perfil del Suelo "S1"       | 1.00  |
| Uso "Edificaciones comunes" | 1.00  |

Tabla 14. Valores del Factor Suelo según E.030

| Factor del Suelo "S" |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|
| Zona / Suelo         | So   | S1   | S2   | S3   |
| Z4                   | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z3                   | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z2                   | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z1                   | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |



**Tabla 15.** Valores para Periodo Corto y Periodo Largo según E.030

| Periodos "Tp" y "TL" |                  |     |     |     |
|----------------------|------------------|-----|-----|-----|
|                      | Perfil del suelo |     |     |     |
|                      | So               | S1  | S2  | S3  |
| TP                   | 0,3              | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| TL                   | 3,0              | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

**Tabla 16.** Masas Participativas según el Modelo Aporticado

| Caso  | Modo  | Periodo | UX       | UY       | RZ     |
|-------|-------|---------|----------|----------|--------|
|       |       | sec     |          |          |        |
| Modal | TY =  | 0.384   | 0.0148   | 0.5781   | 0.2724 |
| Modal | TX =  | 0.345   | 0.4967   | 0.1591   | 0.1882 |
| Modal | TRZ = | 0.314   | 0.308    | 0.1104   | 0.387  |
| Modal | 4     | 0.123   | 0.0023   | 0.0667   | 0.0342 |
| Modal | 5     | 0.11    | 0.0753   | 0.0214   | 0.0122 |
| Modal | 6     | 0.103   | 0.0371   | 0.0239   | 0.0621 |
| Modal | 7     | 0.069   | 0.0009   | 0.0133   | 0.0103 |
| Modal | 8     | 0.064   | 0.0402   | 0.0014   | 0.0006 |
| Modal | 9     | 0.059   | 0.0018   | 0.0122   | 0.0184 |
| Modal | 10    | 0.048   | 0.0003   | 0.0042   | 0.003  |
| Modal | 11    | 0.046   | 0.0177   | 4.32E-05 | 0.0013 |
| Modal | 12    | 0.041   | 1.15E-05 | 0.0058   | 0.0065 |
| Modal | 13    | 0.038   | 0.0039   | 0.0004   | 0.0002 |
| Modal | 14    | 0.038   | 0.0005   | 0.0007   | 0.001  |
| Modal | 15    | 0.033   | 7.68E-06 | 0.0022   | 0.0023 |

**Tabla 17. Valor de Amplificación Sísmica "C"**

| Factor de Amplificación Sísmica "C" para Tx = 0.345 y Ty = 0.384 |                                   |     |     |
|--|-----------------------------------|-----|-----|
| Indicador  | Fórmula                           | Cx  | Cy  |
| T < TP   | C = 2,5                           | 2,5 | 2,5 |
| TP < T < TL  | $C = 2,5 * (\frac{TP}{T})$        | -   | -   |
| T > TL   | $C = 2,5 * (\frac{TP * TL}{T^2})$ | -   | -   |

### Fuerza Cortante en la Base para el Sistema Aporticado

$$Vx = \frac{ZUCS}{R} * P$$

$$Vx = \frac{(0,45) * (1,00) * (2,5) * (1,00)}{8} * 644,744.36 \text{ kgf}$$

$$Vx = 90,667.18 \text{ kgf}$$

$$Vy = \frac{ZUCS}{R} * P$$

$$Vy = \frac{(0,45) * (1,00) * (2,5) * (1,00)}{6} * 644,744.36 \text{ kgf}$$

$$Vy = 120,889.57 \text{ kgf}$$

### Distribución de la Fuerza en Altura para el Sistema Aporticado

Según normativa peruana se necesita conocer los periodos de vibración de la estructura analizada para conocer el factor k del periodo fundamental de vibración.

**Tabla 18. Valores para el Factor "k" del Periodo Fundamental según E.030**

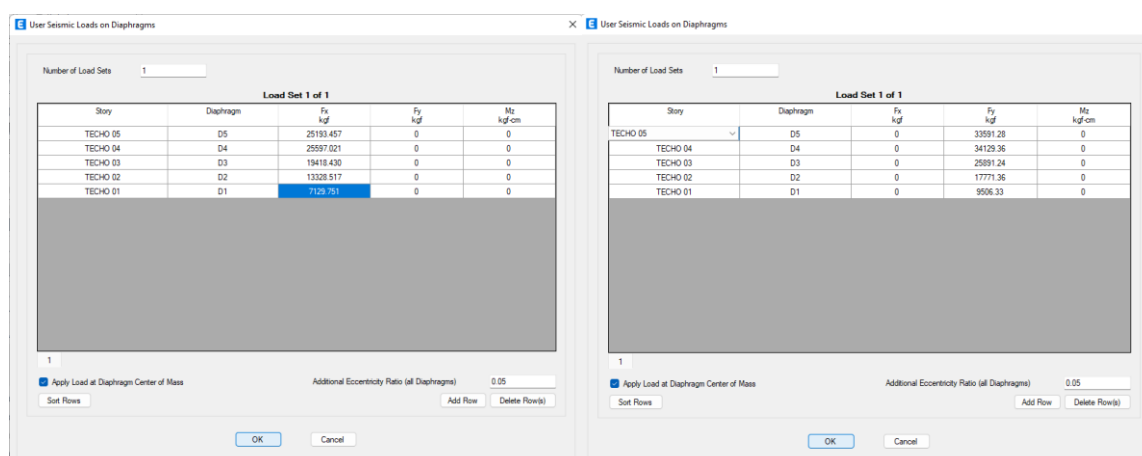
| Modo | Periodo sec | Si T < 0.5 sg. entonces k = 1,0 |
|------|-------------|---------------------------------|
| TY = | 0.384       | K = 1                           |
| TX = | 0.345       | K = 1                           |

**Tabla 19. Fuerzas Cortantes de entrepiso en dirección X-X**

| Nivel | Peso      | Altura (h) | h^k   | Peso*h^k   | Acumulado (P*h^k) | Coeficiente = P / P total | Dist. De Fuerzas (Kgf) = F. Base. x Coeficiente |
|-------|-----------|------------|-------|------------|-------------------|---------------------------|---|
|       | Kgf       | m          |       |            |                   |                           | X-X   |
| 5     | 106292.75 | 14.4       | 14.40 | 1530615.60 | 1530615.60        | 0.27786745                | 25193.457                                       |
| 4     | 134063.27 | 11.6       | 11.60 | 1555133.93 | 3085749.53        | 0.2823185                 | 25597.021                                       |
| 3     | 134063.27 | 8.8        | 8.80  | 1179756.78 | 4265506.31        | 0.214172655               | 19418.430                                       |
| 2     | 134961.21 | 6          | 6.00  | 809767.26  | 5075273.57        | 0.147004881               | 13328.517                                       |
| 1     | 135363.86 | 3.2        | 3.20  | 433164.35  | 5508437.92        | 0.078636513               | 7129.751  |

**Tabla 20. Fuerzas Cortantes de entrepiso en dirección Y-Y**

| Nivel | Peso      | Altura (h) | h^k   | Peso*h^k   | Acumulado (P*h^k) | Coeficiente = P / P total | Dist. De Fuerzas (Kgf) = F. Base. x Coeficiente |
|-------|-----------|------------|-------|------------|-------------------|---------------------------|---|
|       | Kgf       | m          |       |            |                   |                           | Y-Y   |
| 5     | 106292.75 | 14.40      | 14.40 | 1530615.60 | 1530615.60        | 0.27786745                | 33591.276                                       |
| 4     | 134063.27 | 11.60      | 11.60 | 1555133.93 | 3085749.53        | 0.2823185                 | 34129.361                                       |
| 3     | 134063.27 | 8.80       | 8.80  | 1179756.78 | 4265506.31        | 0.214172655               | 25891.240                                       |
| 2     | 134961.21 | 6.00       | 6.00  | 809767.26  | 5075273.57        | 0.147004881               | 17771.356                                       |
| 1     | 135363.86 | 3.20       | 3.20  | 433164.35  | 5508437.92        | 0.078636513               | 9506.334  |



**Figura 28. Asignación de Fuerzas en ETABS**

## Análisis Dinámico Modal Espectral de la edificación de Sistema Aporticado

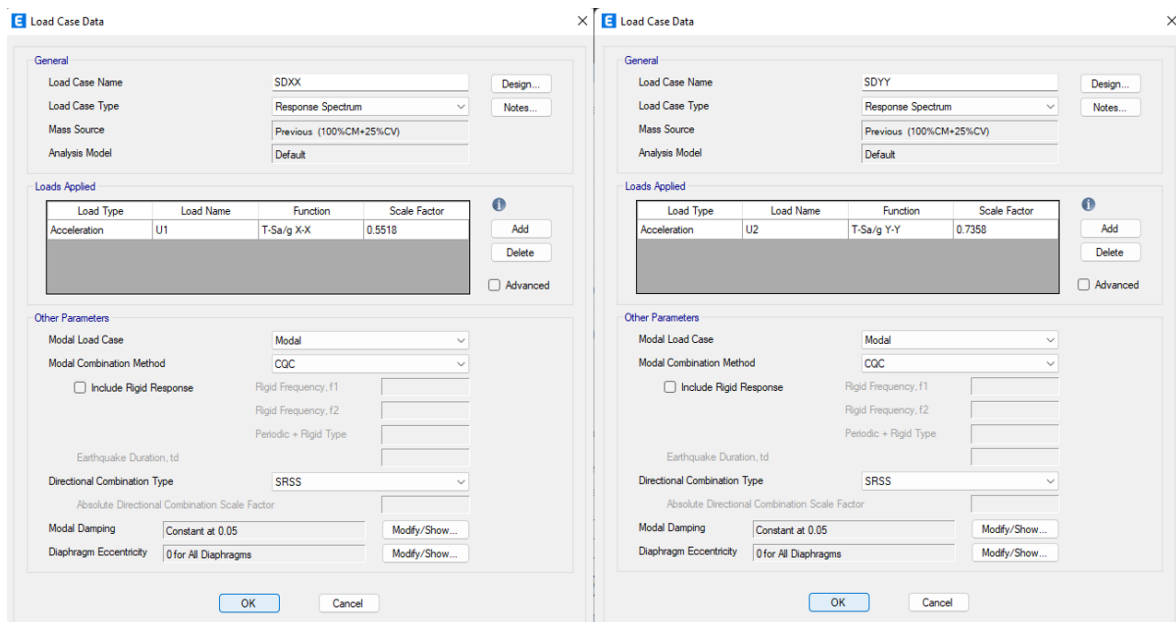
Posteriormente se realizó el Análisis Dinámico Modal Espectral según la normativa E.030.

$$S_x = \frac{ZUCS}{R} * g$$

**Tabla 21. Espectro de Respuesta para Sistema Aporticado**

| ANALISIS DINAMICO |          |              |               |              |
|-------------------|----------|--------------|---------------|--------------|
| DATOS             | FACTORES | DATOS        | DIR X-X       | DIR Y-Y      |
| Z                 | 0.45     | RO           | 8             | 8            |
| U                 | 1.00     | la           | 1.00          | 1.00         |
| S                 | 1.00     | lp           | 1.00          | 0.75         |
| TP                | 0.40     | R            | 8             | 6            |
| TL                | 2.50     | g            | 9.81          | 9.81         |
| Factor Esc:       |          |              | 0.5518        | 0.73575      |
| Dirección X-X     |          |              | Dirección Y-Y |              |
| C                 | T        | Sa/g Dir X-X | T             | Sa/g Dir Y-Y |
| 2.50              | 0.0000   | 1.3795       | 0.0000        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.0200   | 1.3795       | 0.0200        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.0400   | 1.3795       | 0.0400        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.0600   | 1.3795       | 0.0600        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.0800   | 1.3795       | 0.0800        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.1000   | 1.3795       | 0.1000        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.1200   | 1.3795       | 0.1200        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.1400   | 1.3795       | 0.1400        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.1600   | 1.3795       | 0.1600        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.1800   | 1.3795       | 0.1800        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.2000   | 1.3795       | 0.2000        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.2500   | 1.3795       | 0.2500        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.3000   | 1.3795       | 0.3000        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.3500   | 1.3795       | 0.3500        | 1.8394       |
| 2.50              | 0.4000   | 1.3795       | 0.4000        | 1.8394       |
| 2.22              | 0.4500   | 1.2263       | 0.4500        | 1.6350       |
| 2.00              | 0.5000   | 1.1036       | 0.5000        | 1.4715       |
| 1.82              | 0.5500   | 1.0033       | 0.5500        | 1.3377       |
| 1.67              | 0.6000   | 0.9197       | 0.6000        | 1.2263       |
| 1.54              | 0.6500   | 0.8489       | 0.6500        | 1.1319       |
| 1.43              | 0.7000   | 0.7883       | 0.7000        | 1.0511       |
| 1.33              | 0.7500   | 0.7358       | 0.7500        | 0.9810       |
| 1.25              | 0.8000   | 0.6898       | 0.8000        | 0.9197       |
| 1.18              | 0.8500   | 0.6492       | 0.8500        | 0.8656       |
| 1.11              | 0.9000   | 0.6131       | 0.9000        | 0.8175       |
| 1.05              | 0.9500   | 0.5809       | 0.9500        | 0.7745       |
| 1.00              | 1.0000   | 0.5518       | 1.0000        | 0.7358       |
| 0.91              | 1.1000   | 0.5016       | 1.1000        | 0.6689       |
| 0.83              | 1.2000   | 0.4598       | 1.2000        | 0.6131       |
| 0.77              | 1.3000   | 0.4245       | 1.3000        | 0.5660       |
| 0.71              | 1.4000   | 0.3942       | 1.4000        | 0.5255       |
| 0.67              | 1.5000   | 0.3679       | 1.5000        | 0.4905       |
| 0.63              | 1.6000   | 0.3449       | 1.6000        | 0.4598       |

|      |         |        |         |        |
|------|---------|--------|---------|--------|
| 0.59 | 1.7000  | 0.3246 | 1.7000  | 0.4328 |
| 0.56 | 1.8000  | 0.3066 | 1.8000  | 0.4088 |
| 0.53 | 1.9000  | 0.2904 | 1.9000  | 0.3872 |
| 0.50 | 2.0000  | 0.2759 | 2.0000  | 0.3679 |
| 0.44 | 2.2500  | 0.2453 | 2.2500  | 0.3270 |
| 0.40 | 2.5000  | 0.2207 | 2.5000  | 0.2943 |
| 0.33 | 2.7500  | 0.1824 | 2.7500  | 0.2432 |
| 0.28 | 3.0000  | 0.1533 | 3.0000  | 0.2044 |
| 0.16 | 4.0000  | 0.0862 | 4.0000  | 0.1150 |
| 0.10 | 5.0000  | 0.0552 | 5.0000  | 0.0736 |
| 0.07 | 6.0000  | 0.0383 | 6.0000  | 0.0511 |
| 0.05 | 7.0000  | 0.0282 | 7.0000  | 0.0375 |
| 0.04 | 8.0000  | 0.0216 | 8.0000  | 0.0287 |
| 0.03 | 9.0000  | 0.0170 | 9.0000  | 0.0227 |
| 0.03 | 10.0000 | 0.0138 | 10.0000 | 0.0184 |



*Figura 29. Asignación de Casos de Carga para Sismo Dinámico en X-X para S. Aporticado*

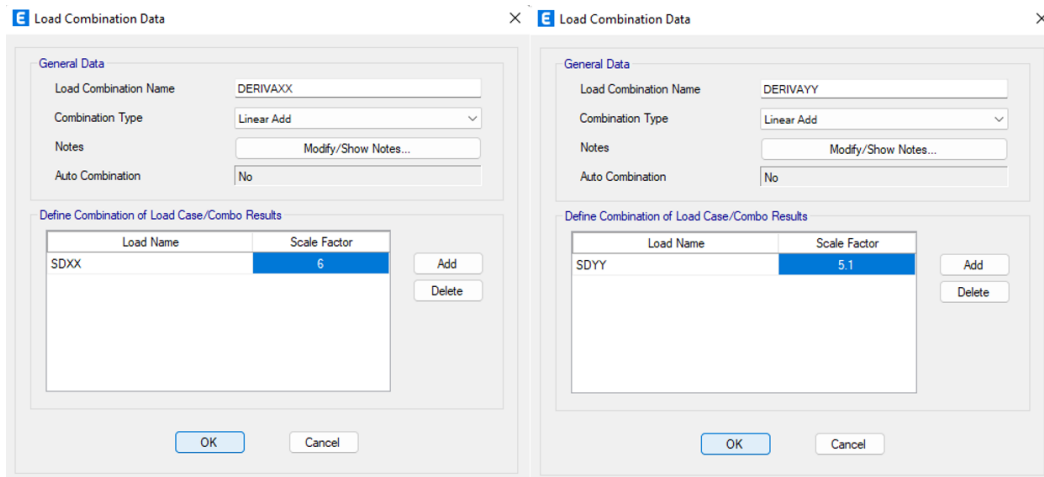
## Desplazamiento y derivas para el Sistema Aporticado

A continuación se calcularon los desplazamientos de la estructura bajo las cargas para asegurarse de que estén dentro de los límites permitidos para cada sistema estructural, todo ello bajo el análisis dinámico, asignándole espectros de aceleración según el sistema estructural de cada edificación en ETABS. Además, se calcularon las derivas para evaluar la deformación máxima en la estructura,

asegurando también que estén dentro de los límites especificados en el RNE para cada sistema estructural.

**Tabla 22.** Valores para Factor de Escala para desplazamientos

| Factor de escala para desplazamientos |           |           |            |        |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|--------|
| Dirección                             | Reducción | Estado    | Porcentaje | Factor |
| X-X                                   | 8         | Regular   | 75 %       | 6      |
| Y-Y                                   | 6         | Irregular | 85 %       | 5.10   |



**Figura 30.** Combinaciones de Carga para la edificación de S. Aporticado

**Tabla 23.** Verificación de Derivas Inelásticas para la edificación de S. Aporticado

| TECHO | Derivas en dirección X-X |         |                                | Derivas en dirección Y-Y |          |                                |
|-------|--------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|
|       | COMBINACIÓN              | Drift   | Verificación:<br>Drift < 0.007 | COMBINACIÓN              | Drift    | Verificación:<br>Drift < 0.007 |
| 05    | DERIVAXX                 | 0.00057 | CUMPLE                         | DERIVAYY                 | 0.001499 | CUMPLE                         |
| 04    | DERIVAXX                 | 0.00101 | CUMPLE                         | DERIVAYY                 | 0.002455 | CUMPLE                         |
| 03    | DERIVAXX                 | 0.00136 | CUMPLE                         | DERIVAYY                 | 0.00324  | CUMPLE                         |
| 02    | DERIVAXX                 | 0.00151 | CUMPLE                         | DERIVAYY                 | 0.003708 | CUMPLE                         |
| 01    | DERIVAXX                 | 0.00104 | CUMPLE                         | DERIVAYY                 | 0.003366 | CUMPLE                         |

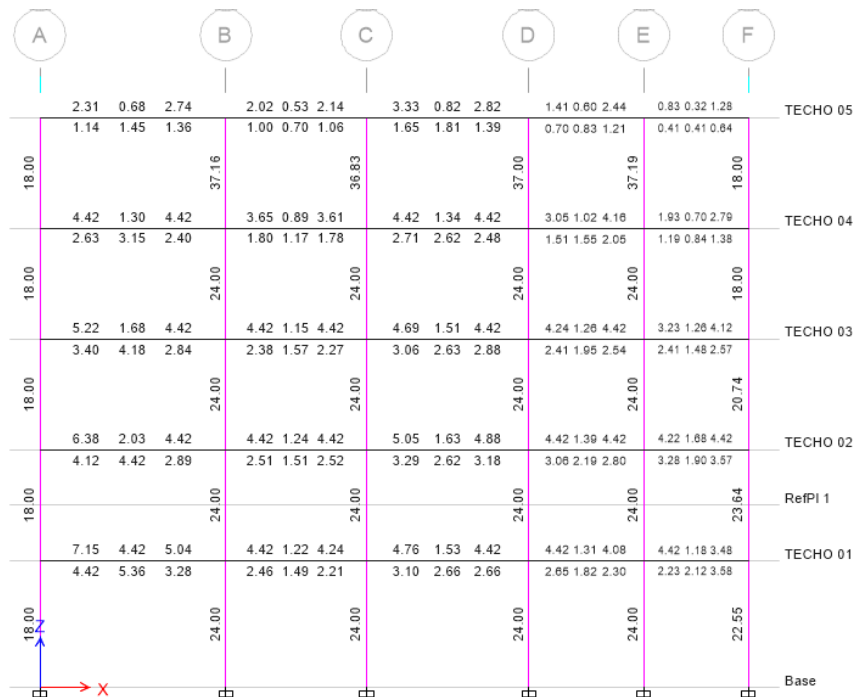
## Para el diseño del acero

Se calculó el factor de escala para el diseño de acero.

**Tabla 24. Factor de Escala para el Diseño de Acero**

| Factor de escala para el diseño |                   |                   |           |            |                  |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------|------------|------------------|
| Dirección                       | Cortante Estática | Cortante Dinámica | Estado    | Porcentaje | Factor de Escala |
| X-X                             | 90667.18          | 35386.61          | Regular   | 80 %       | 2.05             |
| Y-Y                             | 120889.57         | 62403.14          | Irregular | 90 %       | 1.74             |

Luego se asignó las Combinaciones de Carga



**Figura 31. Cuantías de acero según ETABS**

La distribución de aceros para la Columna C1 40x60 cm es de:

$$0.01 * (40 \times 60) < \text{Cuantía de acero} > 0.06 * (40 \times 60)$$

$$24 \text{ cm}^2 < 12 \varnothing \frac{1}{2''} > 144 \text{ cm}^2$$

$$24 \text{ cm}^2 < 60.84 \text{ cm}^2 > 144 \text{ cm}^2$$

La distribución de aceros para la Columna C2 45x40 cm es de:

$$0.01 * (45 \times 40) < \text{Cuantía de acero} > 0.06 * (45 \times 40)$$

$$18 \text{ cm}^2 < 10 \emptyset \frac{1}{2}'' > 108 \text{ cm}^2$$

$$18 \text{ cm}^2 < 50.7 \text{ cm}^2 > 108 \text{ cm}^2$$

La distribución de aceros para la Viga 25x20 cm es de:  $8 \emptyset \frac{1}{2}''$

### Asignación de la no linealidad de los materiales en columnas y vigas

Tras esta etapa, se añadió acero a las vigas y pilares para investigar el comportamiento no lineal de los componentes principales de la estructura. Esta etapa permitirá un examen más exhaustivo y preciso de la reacción estructural bajo cargas y circunstancias variadas.

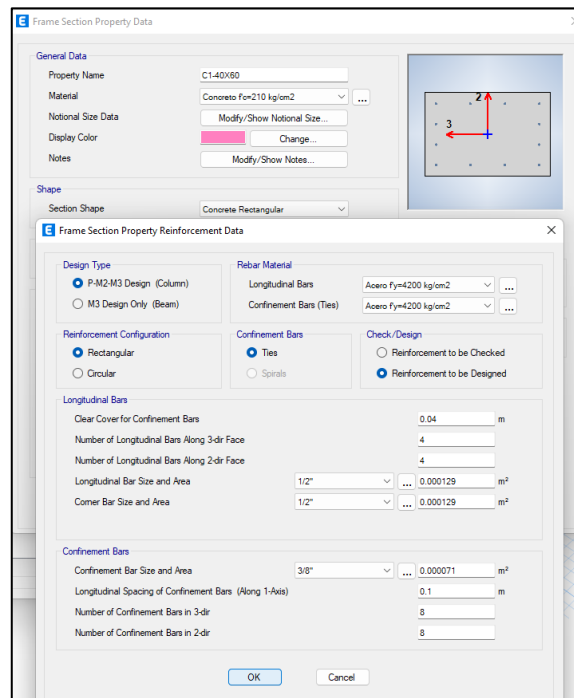


Figura 32. Asignación de acero en Columna C1



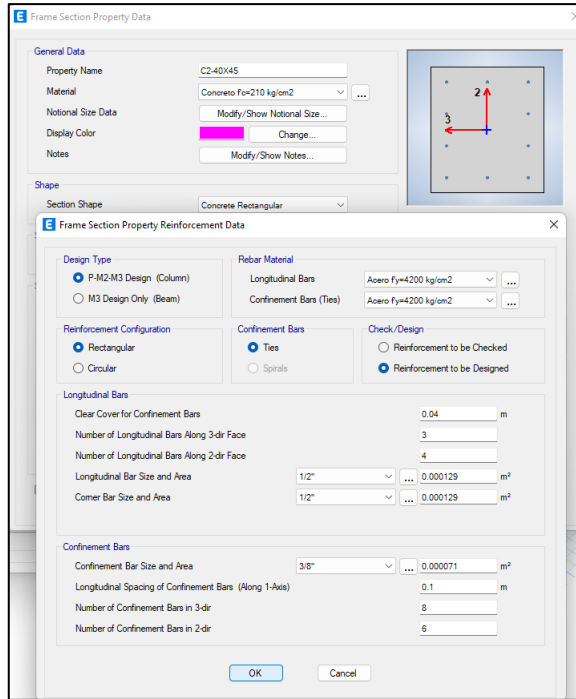


Figura 33. Asignación de acero en Columna C2

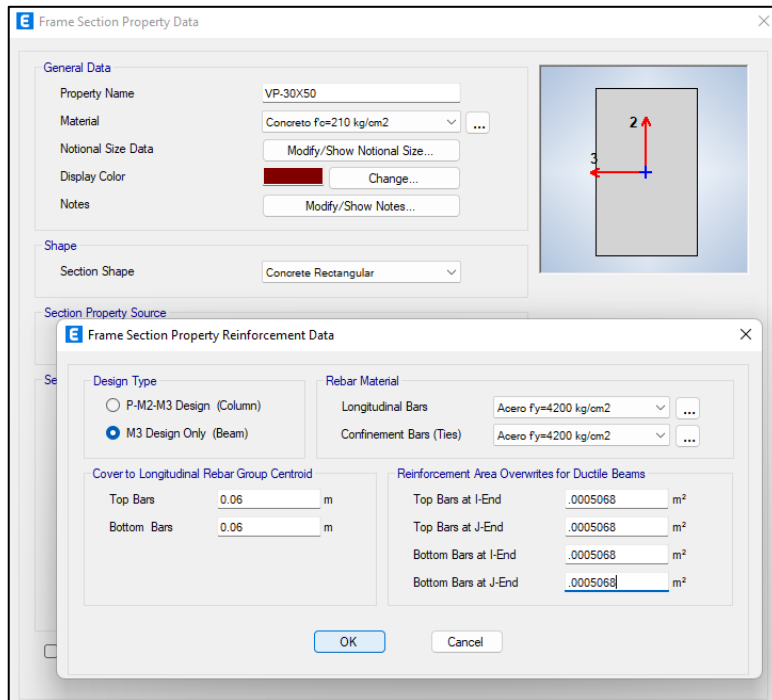


Figura 34. Asignación de acero en viga

## Asignación de rótulas plásticas en columnas y vigas

Tras esta fase, se eligieron todos los pilares y, para el tipo "hormigón", se aplicó automáticamente el 0,1 de la longitud relativa del elemento. A continuación, se asignaron automáticamente las rótulas plásticas a los extremos de los pilares.

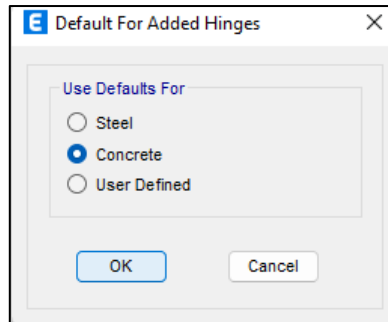


Figura 35. Creación de rótulas plásticas para el tipo concreto

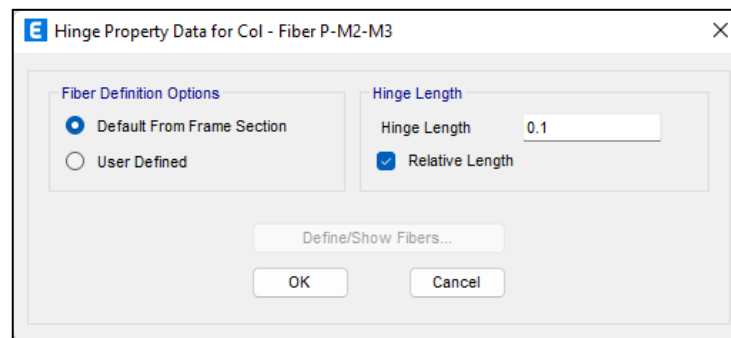


Figura 36. Creación de rótulas plásticas al 10% de la longitud del elemento

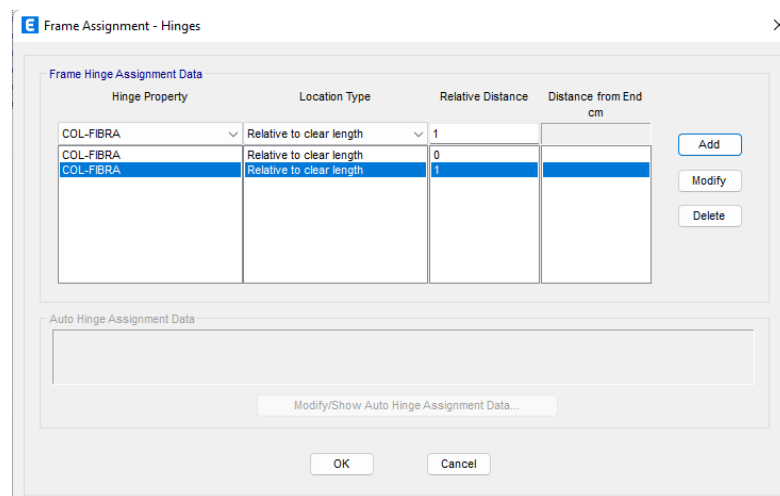


Figura 37. Asignación de Rótulas Plásticas en Columnas

Del mismo modo se creó para las vigas, pero para el caso se creó basándose en la tabla 10-7 de la guía del ASCE 41-17 para vigas de concreto.

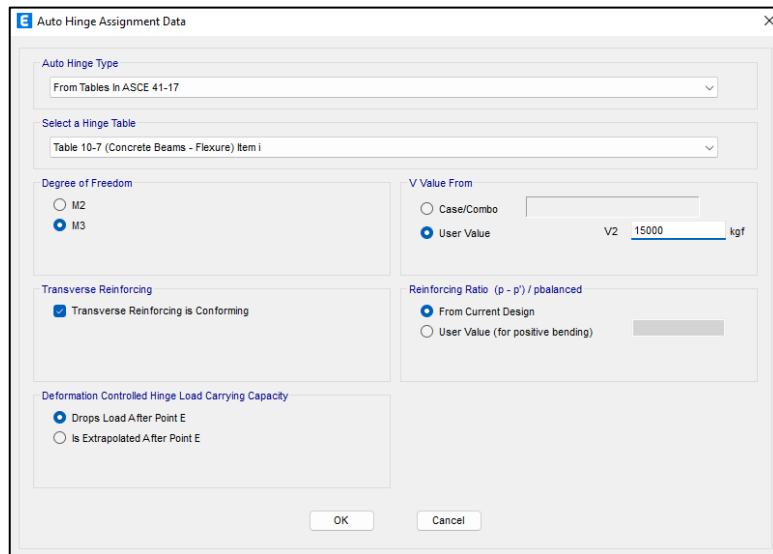


Figura 38. Creación de rótula plástica para vigas

Estas rótulas fueron colocadas específicamente en el 10% y 90% de la longitud de las vigas, contribuyendo así a la modelización precisa de la estructura.

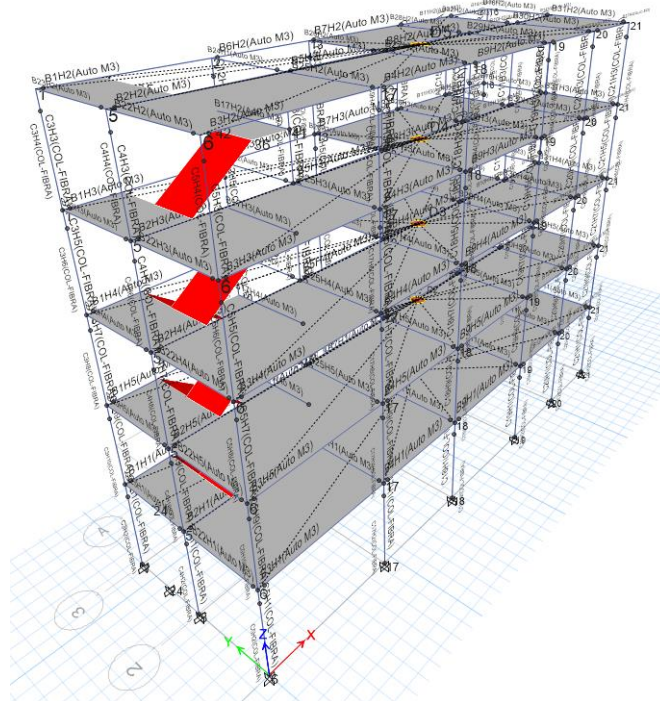


Figura 39. Representación de rótulas plásticas en columnas y vigas

## Distribución de Fuerzas Laterales en Sistema Aporticado

En cuanto al análisis de la curva de capacidad, se calcularon las fuerzas laterales PUSHOVER, para posteriormente asignar los valores en el software ETABS v.19 para cada piso, tanto en el eje “x” y “y”, su aplicación se dará en el centroide de cada nivel de la estructura, según el Federal Emergency Management Agency (FEMA 356). Posteriormente se asignarán rótulas plásticas en los elementos a un 10% de la longitud en cada extremo bajo la normativa ASCE 41-17 según se indica en el software ETABS v.19.

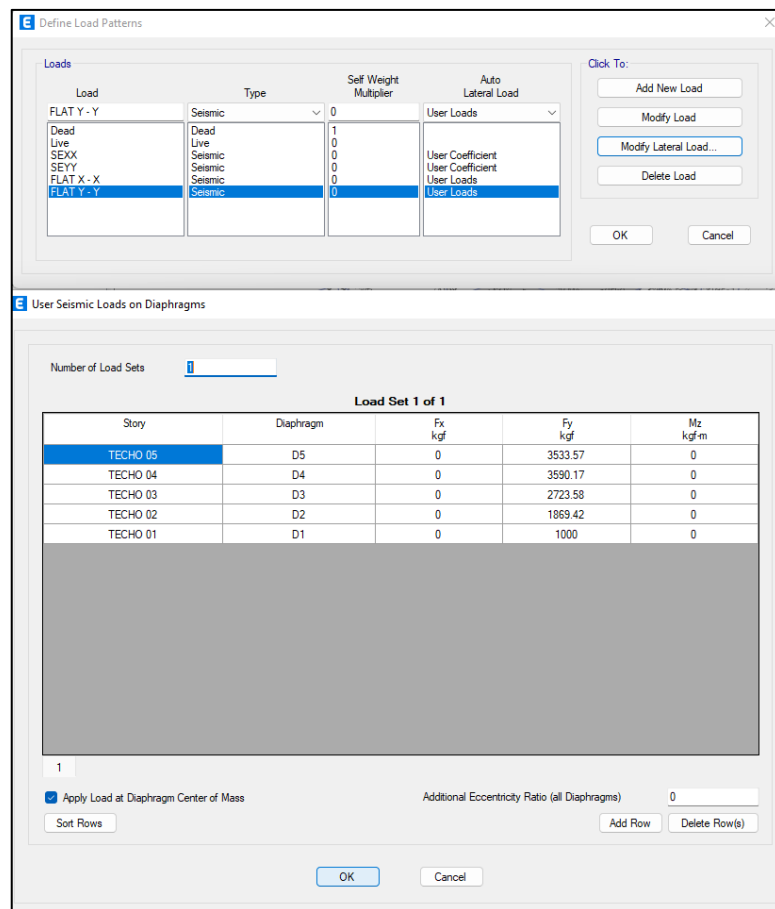


Figura 40. Definición de patrones de carga para Fuerzas Laterales en dirección Y-Y

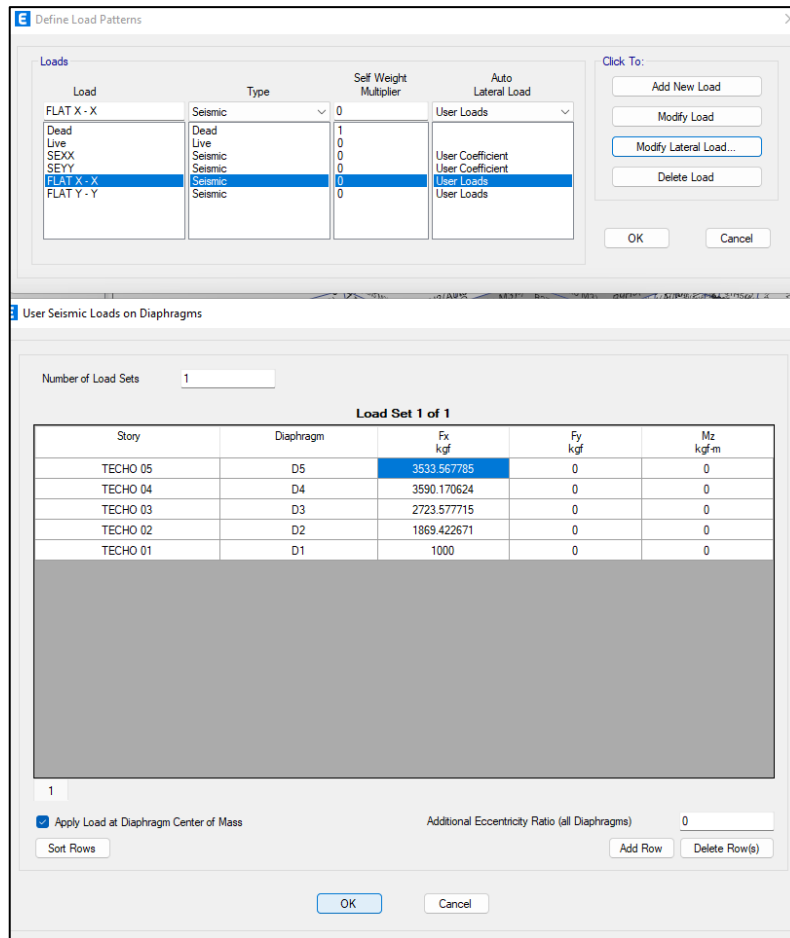


Figura 41. Definición de patrones de carga para Fuerzas Laterales en dirección X-X

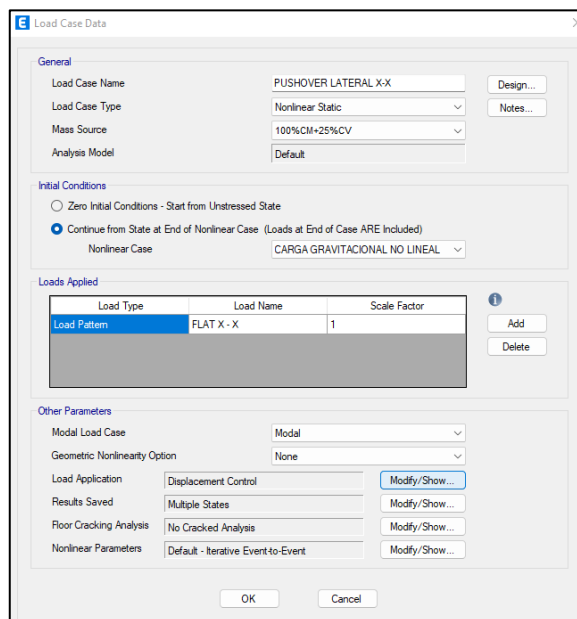


Figura 42. Definición de PUSHOVER lateral en X-X para S. Aporticado

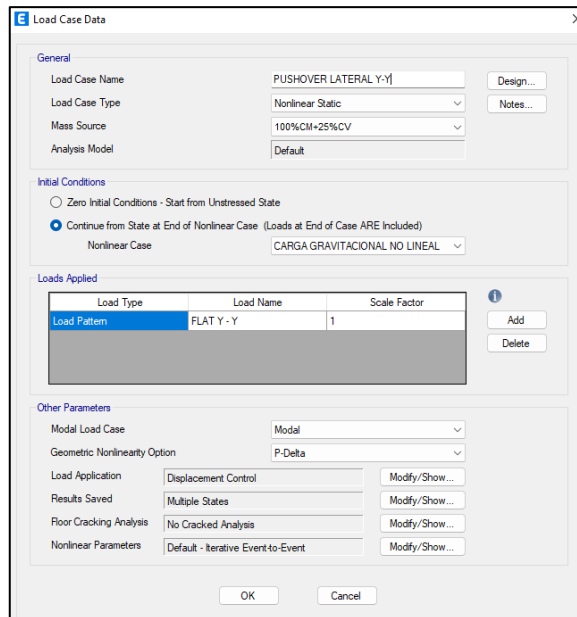


Figura 43. Definición de PUSHOVER lateral en Y-Y para S. Aporticado

## Espectro de demanda sísmica

Cuando se conoce la curva de capacidad, los espectros de demanda sísmica se calculan utilizando los parámetros sísmicos locales sin tener en cuenta el factor de reducción. De acuerdo con el documento técnico ATC-40 desarrollado por el Centro de Tecnología Aplicada define que para un terremoto de servicio considera el 50% del sismo de diseño, y para un terremoto de diseño considera que es el sismo de diseño convencional según los códigos de cada país, y para el Sismo de servicio del 1.25 a 1.5 veces el nivel de sismo de diseño. Para el sismo de diseño no se consideró el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas “R”. Según lo indicado se crearon espectros de demanda que se asignaron al software de diseño ETABS v.19 para ambas direcciones.

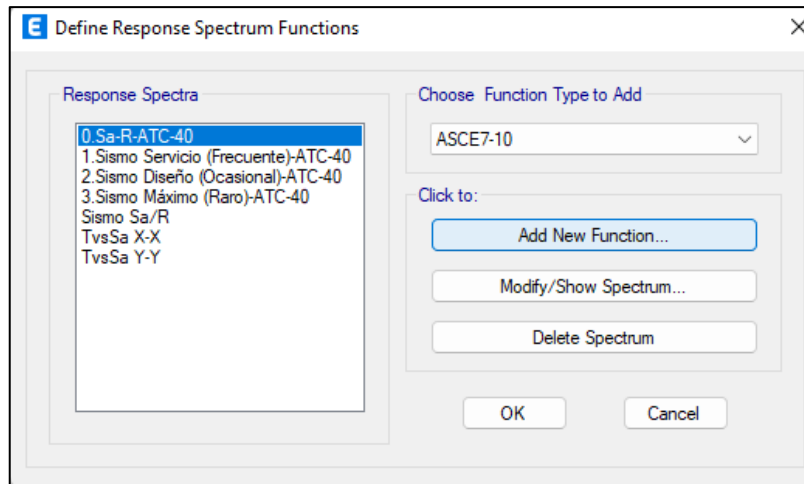


Figura 44. Definición de espectros de demanda sísmica

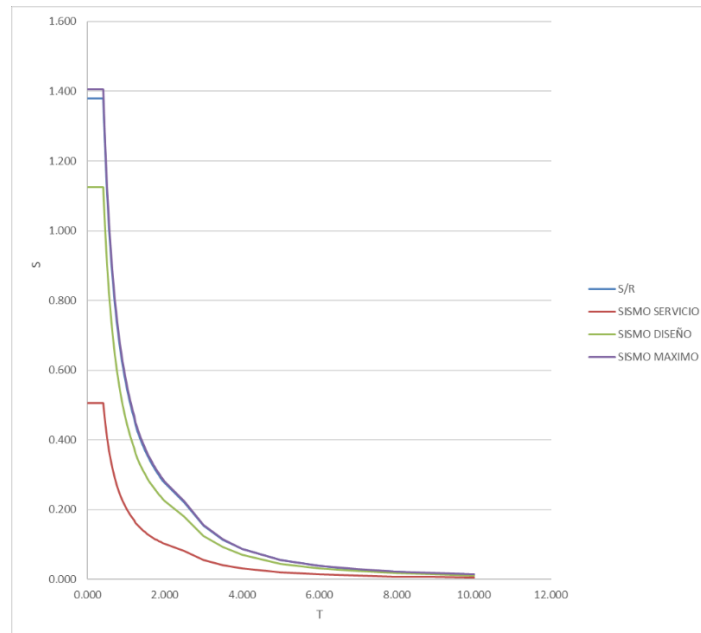


Figura 45. Representación de Espectros de demandas sísmicas

### Punto de desempeño para la edificación de S. Aporticado

Como resultado se obtuvo el punto de desempeño utilizando el código ASCE 41-13 obteniendo valores de desplazamiento último y cortantes, según la respuesta a los espectros de demanda, para el sismo de servicio (sismo frecuente), sismo de diseño (sismo ocasional) y sismo máximo (raro) para finalmente obtener el desempeño sísmico general de toda la estructura para el sistema aporticado y de albañilería confinada.

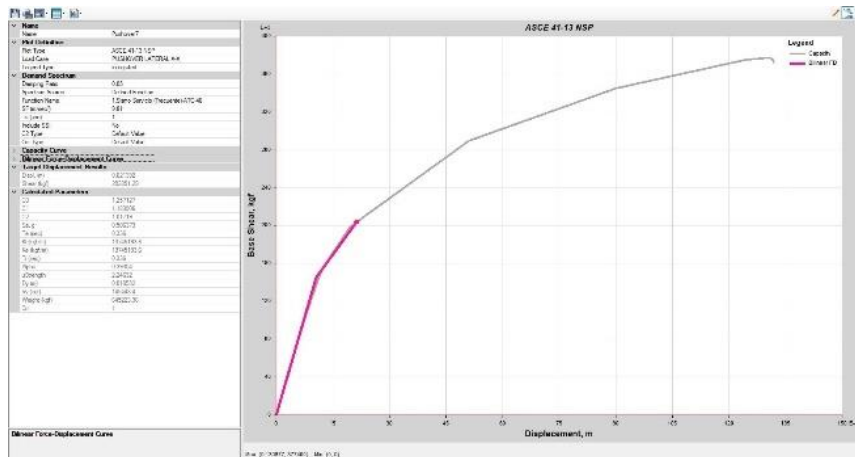


Figura 46. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Frecuente

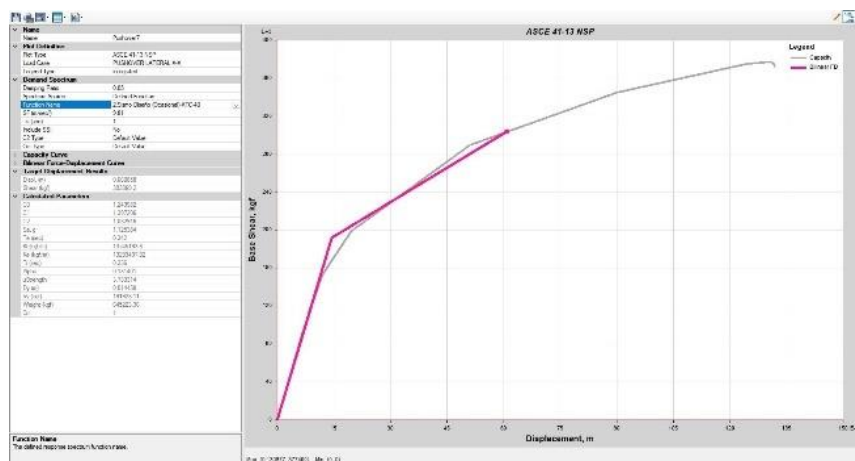


Figura 47. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Ocasional

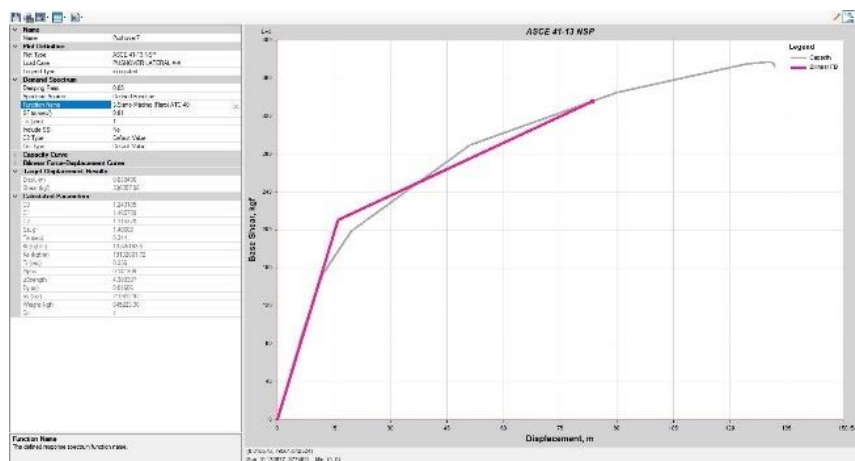


Figura 48. Representación de Punto de Desempeño para Sismo Raro



## Desempeño Sísmico de la Edificación con Sistema Albañilería Confinada

El procedimiento para el cálculo de desempeño de la edificación con Sistema de Albañilería Confinada es el mismo que el Aporticado con la diferencia que para el Sistema de Albañilería se considera el cálculo de la densidad de muros y su respectiva asignación no lineal.

### Densidad de muros

Se realiza la verificación de la densidad de los muros en la dirección Y-Y, que aparentemente es la menos favorable. Para llevar a cabo este proceso, se utilizaron los parámetros de zona, uso y tipo de suelo, número de pisos, el área de la estructura, así como la cantidad y dimensiones de los muros.

**Tabla 25.** *Parámetros para densidad de muros*

| DATOS           | FACTORES                         |
|-----------------|----------------------------------|
| Z               | 0.45                             |
| U               | 1                                |
| S               | 1.00                             |
| Ciudad          | Ilo - Moquegua                   |
| Uso             | <b>Edificaciones Comunes</b>     |
| Tipo de Suelo   | <b>Roca o Suelos Muy Rígidos</b> |
| Número de Pisos | <b>5</b>                         |
| AP (m2)         | <b>108.3</b>                     |

*Calculo de factor sección transformada*

$$n = \frac{E' \text{ Concreto}}{E_m \text{ Albañilería}}$$

$$n = \frac{217,37.65}{32,500}$$

$$n = 6.69$$

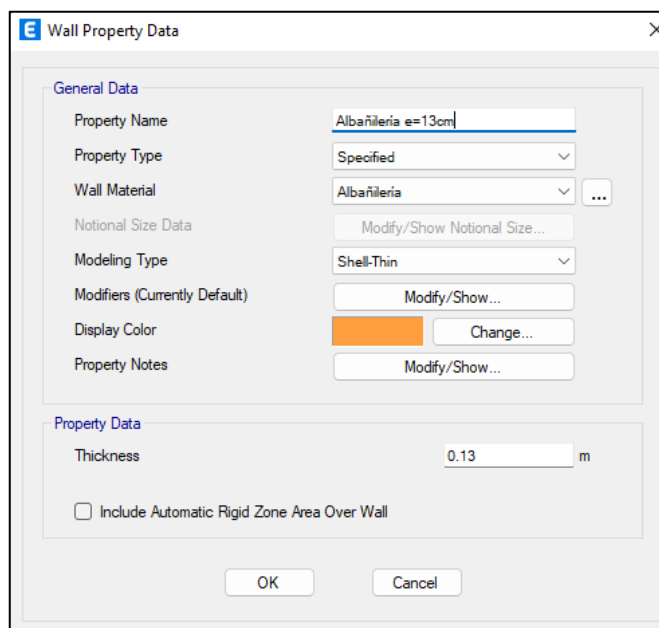
*Densidad Calculada > Densidad Requerida*

$$\sum Ly * t > Z.U.S.N.$$

$$0.04 > 0.04 \text{ (aceptado)}$$

**Tabla 26.** Densidad de muros en la dirección Y-Y

| $\sum L_y * t =$ |             |          |              |       |             | 4.385  |
|------------------|-------------|----------|--------------|-------|-------------|--------|
| Cantidad         | Descripción | Material | Longitud (m) | n (m) | Espesor (m) | L*t    |
| 1                | My1         | Alb      | 1.5          | 1     | 0.25        | 0.375  |
| 2                | My2         | Alb      | 3.25         | 1     | 0.25        | 0.8125 |
| 3                | My3         | Alb      | 3.04         | 1     | 0.25        | 0.76   |
| 4                | My4         | Alb      | 2.1          | 1     | 0.25        | 0.525  |
| 5                | My5         | Alb      | 1.65         | 1     | 0.25        | 0.4125 |
| 6                | My6         | Alb      | 6            | 1     | 0.25        | 1.5    |



*Figura 49.* Definición de muro de albañilería

### **Análisis Dinámico Modal Espectral del Sistema de Albañilería Confinada**

**Tabla 27.** Espectro de Respuesta para Sistema Albañilería Confinada

| ANÁLISIS DINÁMICO |          |       |         |         |
|-------------------|----------|-------|---------|---------|
| DATOS             | FACTORES | DATOS | DIR X-X | DIR Y-Y |
| Z                 | 0.45     | RO    | 3       | 3       |
| U                 | 1.00     | la    | 1.00    | 1.00    |
| S                 | 1.00     | lp    | 1.00    | 0.75    |

|           |                      |                     |                      |                     |
|-----------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| <b>TP</b> | 0.40                 | <b>R</b>            | 3                    | 2.25                |
| <b>TL</b> | 2.50                 | <b>g</b>            | 9.81                 | 9.81                |
|           | <b>Dirección X-X</b> |                     | <b>Dirección Y-Y</b> |                     |
| <b>C</b>  | <b>T</b>             | <b>Sa/g Dir X-X</b> | <b>T</b>             | <b>Sa/g Dir Y-Y</b> |
| 2.50      | 0.0000               | 0.3750              | 0.0000               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.0200               | 0.3750              | 0.0200               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.0400               | 0.3750              | 0.0400               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.0600               | 0.3750              | 0.0600               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.0800               | 0.3750              | 0.0800               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.1000               | 0.3750              | 0.1000               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.1200               | 0.3750              | 0.1200               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.1400               | 0.3750              | 0.1400               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.1600               | 0.3750              | 0.1600               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.1800               | 0.3750              | 0.1800               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.2000               | 0.3750              | 0.2000               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.2500               | 0.3750              | 0.2500               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.3000               | 0.3750              | 0.3000               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.3500               | 0.3750              | 0.3500               | 0.5000              |
| 2.50      | 0.4000               | 0.3750              | 0.4000               | 0.5000              |
| 2.22      | 0.4500               | 0.3333              | 0.4500               | 0.4444              |
| 2.00      | 0.5000               | 0.3000              | 0.5000               | 0.4000              |
| 1.82      | 0.5500               | 0.2727              | 0.5500               | 0.3636              |
| 1.67      | 0.6000               | 0.2500              | 0.6000               | 0.3333              |
| 1.54      | 0.6500               | 0.2308              | 0.6500               | 0.3077              |
| 1.43      | 0.7000               | 0.2143              | 0.7000               | 0.2857              |
| 1.33      | 0.7500               | 0.2000              | 0.7500               | 0.2667              |
| 1.25      | 0.8000               | 0.1875              | 0.8000               | 0.2500              |
| 1.18      | 0.8500               | 0.1765              | 0.8500               | 0.2353              |
| 1.11      | 0.9000               | 0.1667              | 0.9000               | 0.2222              |
| 1.05      | 0.9500               | 0.1579              | 0.9500               | 0.2105              |
| 1.00      | 1.0000               | 0.1500              | 1.0000               | 0.2000              |
| 0.91      | 1.1000               | 0.1364              | 1.1000               | 0.1818              |
| 0.83      | 1.2000               | 0.1250              | 1.2000               | 0.1667              |
| 0.77      | 1.3000               | 0.1154              | 1.3000               | 0.1538              |
| 0.71      | 1.4000               | 0.1071              | 1.4000               | 0.1429              |
| 0.67      | 1.5000               | 0.1000              | 1.5000               | 0.1333              |
| 0.63      | 1.6000               | 0.0938              | 1.6000               | 0.1250              |
| 0.59      | 1.7000               | 0.0882              | 1.7000               | 0.1176              |
| 0.56      | 1.8000               | 0.0833              | 1.8000               | 0.1111              |
| 0.53      | 1.9000               | 0.0789              | 1.9000               | 0.1053              |
| 0.50      | 2.0000               | 0.0750              | 2.0000               | 0.1000              |
| 0.44      | 2.2500               | 0.0667              | 2.2500               | 0.0889              |
| 0.40      | 2.5000               | 0.0600              | 2.5000               | 0.0800              |
| 0.33      | 2.7500               | 0.0496              | 2.7500               | 0.0661              |
| 0.28      | 3.0000               | 0.0417              | 3.0000               | 0.0556              |
| 0.16      | 4.0000               | 0.0234              | 4.0000               | 0.0313              |
| 0.10      | 5.0000               | 0.0150              | 5.0000               | 0.0200              |
| 0.07      | 6.0000               | 0.0104              | 6.0000               | 0.0139              |
| 0.05      | 7.0000               | 0.0077              | 7.0000               | 0.0102              |
| 0.04      | 8.0000               | 0.0059              | 8.0000               | 0.0078              |
| 0.03      | 9.0000               | 0.0046              | 9.0000               | 0.0062              |
| 0.03      | 10.0000              | 0.0038              | 10.0000              | 0.0050              |

## **Punto de desempeño para la edificación de S. Albañilería Confinada**

De la misma manera que se realizó en el Sistema Aporticado, se aplica para el Sistema de Albañilería confinada, continuando con la asignación de casos de carga para el Sismo Dinámico, obteniendo así los desplazamientos máximos y derivas máximas en el eje “x” y “y”. Posterior a ello, se realiza la combinación de cargas para el diseño de acero de las columnas y vigas de confinamiento, teniendo una distribución de acero adecuado para la asignación en los elementos estructurales. A continuación, se definen las rótulas plásticas en columnas y vigas, al 10% de la longitud relativa del elemento. Se calculan las fuerzas laterales según la normativa FEMA 356 para aplicarlo a nuestra estructura, así como también se asignan los espectros de demanda según el ATC-40 para un sismo de servicio, sismo de diseño y sismo máximo, para finalmente calcular el punto de desempeño de la estructura y realizar la comparación entre ambos sistemas estructurales.

### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **Programa de análisis estructural**

Para el análisis de los datos se contempló realizar a través de la disposición de un programa de análisis, en el cual se ingresaran los datos recabados referentes a la disposición de elementos estructurales, disposición de estos elementos, realizándose una modelación estructural y una simulación ante cargas sísmicas y realizándose un análisis estático no lineal con la metodología del ASCE 41-17. Para ello se empleará el software ETABS 19.

#### **Resultados finales**

Dado que el presente estudio de investigación adopta un enfoque transversal no experimental, la evaluación de datos se emplea como un método estadístico descriptivo mediante la creación de gráficos y tablas. Una vez recabado los datos respecto al desempeño sísmico, curvas de capacidad, desplazamientos por capacidad, es que se empleara el programa de computador Microsoft Excel, donde se llevara a cabo las interpretaciones a través de tablas e imágenes, que serán

trasladadas hacia el informe final en el software Microsoft Word en donde se colocara el informe final de la tesis de investigación.

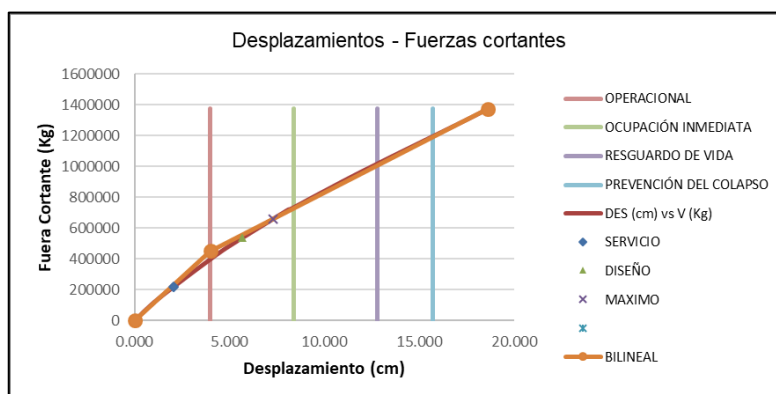


Figura 50. Diagrama de líneas y puntos

**Descripción:** La figura 50 representa los puntos de desempeño para cada nivel de demanda sísmica según la sectorización recomendada por VISION 2000.

### 3.7. Aspectos éticos

La investigación se enfoca en la importancia de la credibilidad y fiabilidad de los resultados y teorías obtenidos. Además, se destaca el respeto a los derechos de autor en cada cita realizada en fuentes como libros, revistas científicas, artículos, tesis y trabajos de investigación. Se ha seguido un enfoque ético que incluye principios como el respeto a los individuos, la beneficencia y el juicio. Con el fin de respaldar lo mencionado anteriormente, la similitud del proyecto de investigación arrojó un porcentaje del 18%. Este valor es inferior al umbral del 20% establecido por Turnitin. Por lo tanto, se puede afirmar que el informe respeta adecuadamente la autoría de los artículos y tesis consultados, lo cual queda reflejado en las referencias bibliográficas correspondientes. Concluyendo que esta investigación tiene un impacto social significativo, ya que su objetivo es estimar los desplazamientos de una edificación con el propósito de prevenir posibles colapsos o derrumbes.

## IV. RESULTADOS

### Parámetros topográficos

**Tabla 28.** Resultado de coordenadas UTM

| Punto | Este        | Norte        | Altitud |
|-------|-------------|--------------|---------|
| 01    | 251340.348  | 8045215.2792 | 163.169 |
| 02    | 251336.1341 | 8045211.0081 | 163.154 |
| 03    | 251355.3541 | 8045192.0453 | 162.894 |
| 04    | 251359.5681 | 8045196.3164 | 162.851 |

Según la Tabla 17 se tiene que los resultados conforme a las coordenadas UTM en los puntos en los cuales se realizó los análisis de los aspectos topográficos se exponen los puntos 01, 02, 03 y 04 pertenecientes al polígono de la zona de estudio.

### Parámetros de mecánica de suelos

**Tabla 29.** Resultado de clasificación de muestras del suelo

| Calicata | Clasificación | Clase | Capacidad portante admisible | Asentamiento (cm) |
|----------|---------------|-------|------------------------------|-------------------|
| C-01     | Roca ígnea    | IV    | 7.55 kg/cm <sup>2</sup>      | 0.014             |
| C-02     | Roca ígnea    | IV    | 7.87 kg/cm <sup>2</sup>      | 0.014             |
| C-03     | Roca ígnea    | IV    | 7.546 kg/cm <sup>2</sup>     | 0.014             |

Según la Tabla 18 respecto a la clasificación del suelo localizado en la zona de estudio se tiene que para las calicatas C-01, C-02 y C-03 la capacidad portante varía de 7.55 hasta 7.87 kg/cm<sup>2</sup> y el asentamiento fue de 0.014 cm.

### Derivas según análisis lineal

### Predimensionamiento de elementos estructurales

Se tiene según el Anexo 2.4, el predimensionamiento de los elementos estructurales como son vigas, columnas, losas aligeradas y macizas.

## Peso

Se tiene en la Tabla 19 aquellos pesos que son contemplados en la edificación considerando el sistema aporticado.

**Tabla 30.** Pesos de edificación del sistema aporticado

| Peso de la estructura según etabs |             |          |           |        |         | Peso (kg) |                |
|-----------------------------------|-------------|----------|-----------|--------|---------|-----------|----------------|
| TABLE: Story Forces               |             |          |           |        |         | PESO (Kg) | PESO ACUM (Kg) |
| Story                             | Output Case | Location | P         | MX     | MY      |           |                |
|                                   |             |          | Kgf       | Kgf-m  | Kgf-m   |           |                |
| TECHO 05                          | PESO        | Bottom   | 106292.75 | 298606 | -925977 | 106292.75 | 106292.75      |
| TECHO 04                          | PESO        | Bottom   | 240356.02 | 675122 | -2E+06  | 134063.27 | 240356.02      |
| TECHO 03                          | PESO        | Bottom   | 374419.29 | 1E+06  | -3E+06  | 134063.27 | 374419.29      |
| TECHO 02                          | PESO        | Bottom   | 509380.5  | 1E+06  | -4E+06  | 134961.21 | 509380.5       |
| TECHO 01                          | PESO        | Bottom   | 644744.36 | 2E+06  | -6E+06  | 135363.86 | 644744.36      |

Prosiguiendo se tiene la Tabla 20 se puede verificar el peso de la edificación considerando el sistema de albañilería confinada.

**Tabla 31.** Pesos de edificación de Albañilería Confinada

| Peso de la estructura según ETABS |             |          |           |            |             | Peso (kg) |                |
|-----------------------------------|-------------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------------|
| TABLE: Story Forces               |             |          |           |            |             | Peso (kg) | Peso acum (kg) |
| Story                             | Output Case | Location | P         | MX         | MY          |           |                |
|                                   |             |          | kgf       | kgf-m      | kgf-m       |           |                |
| TECHO 05                          | PESO        | Bottom   | 113738.42 | 321818.75  | -1018079.21 | 106249.01 | 106249.01      |
| TECHO 04                          | PESO        | Bottom   | 226145.64 | 633338.95  | -2024945.14 | 134019.53 | 240268.54      |
| TECHO 03                          | PESO        | Bottom   | 338552.87 | 944859.14  | -3031811.08 | 134019.53 | 374288.07      |
| TECHO 02                          | PESO        | Bottom   | 451858.03 | 1260258.44 | -4042897.33 | 134917.47 | 509205.54      |
| TECHO 01                          | PESO        | Bottom   | 571507.17 | 1599099.89 | -5128579.82 | 135321.92 | 644527.46      |

## Fuerzas horizontales dirección X-X, Y-Y para el sistema aporticado

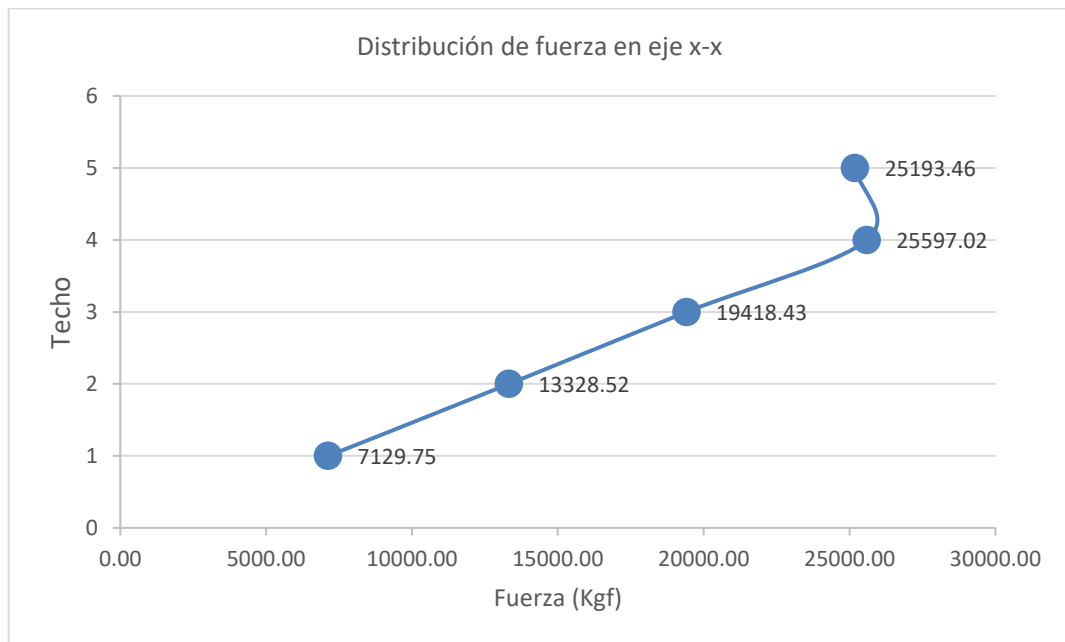


Figura 51. Fuerzas por nivel en el Eje "X" sistema aporticado

Según la Figura 53 se tiene que las fuerzas en dirección X-X, en el nivel 1(7129.75 Kgf), nivel 2(13328.52 Kgf), nivel 3(19418.43 Kgf), nivel 4(25597.02 Kgf) y nivel 5(25193.46 Kgf).



Figura 52. Fuerzas por nivel en el Eje "Y" de S. Aporticado



Según la Figura 54 se tiene que las fuerzas en la dirección Y-Y, en el nivel 1(9506.33 Kgf), nivel 2(17771.36 Kgf), nivel 3(25891.24 Kgf), nivel 4(34129.36 Kgf) y nivel 5(33591.28 Kgf).

**Fuerzas horizontales dirección X-X, Y-Y para el sistema aporticado**

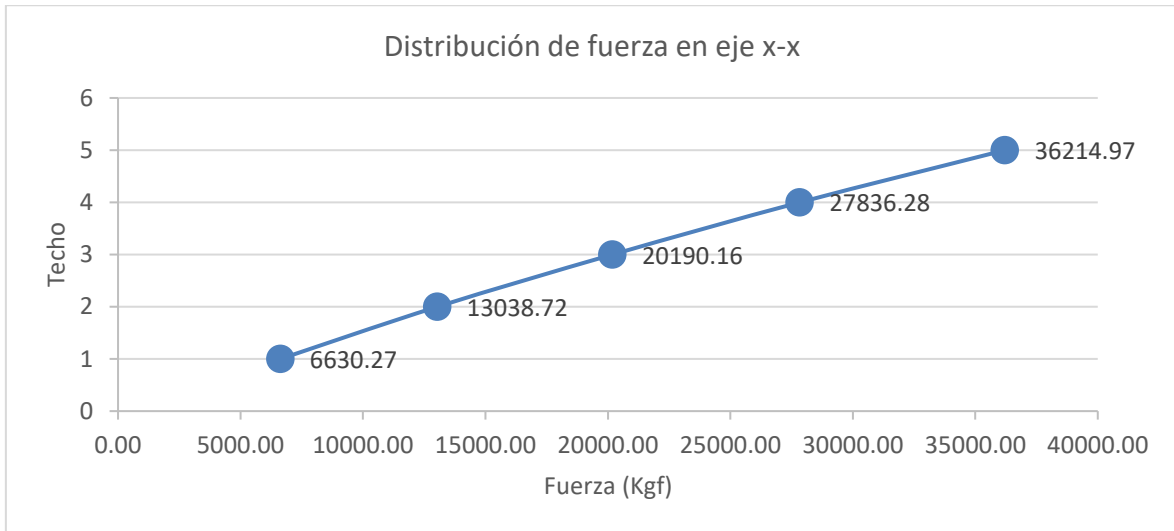


Figura 53. Fuerzas por nivel en el Eje "X" de Albañilería Confinada

Según la Figura 55 se tiene que las fuerzas en dirección X-X, en el nivel 1(6630.27 Kgf), nivel 2(13038.72 Kgf), nivel 3(20190.16 Kgf), nivel 4(27836.28 Kgf) y nivel 5(36214.97 Kgf).

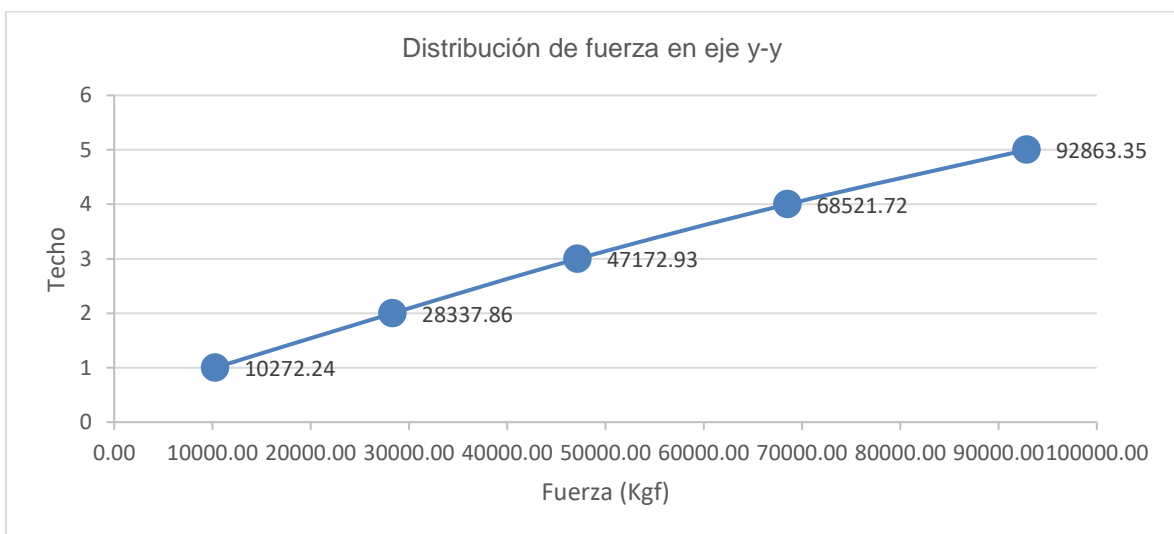


Figura 54. Fuerzas por nivel en el Eje "Y" de Albañilería Confinada

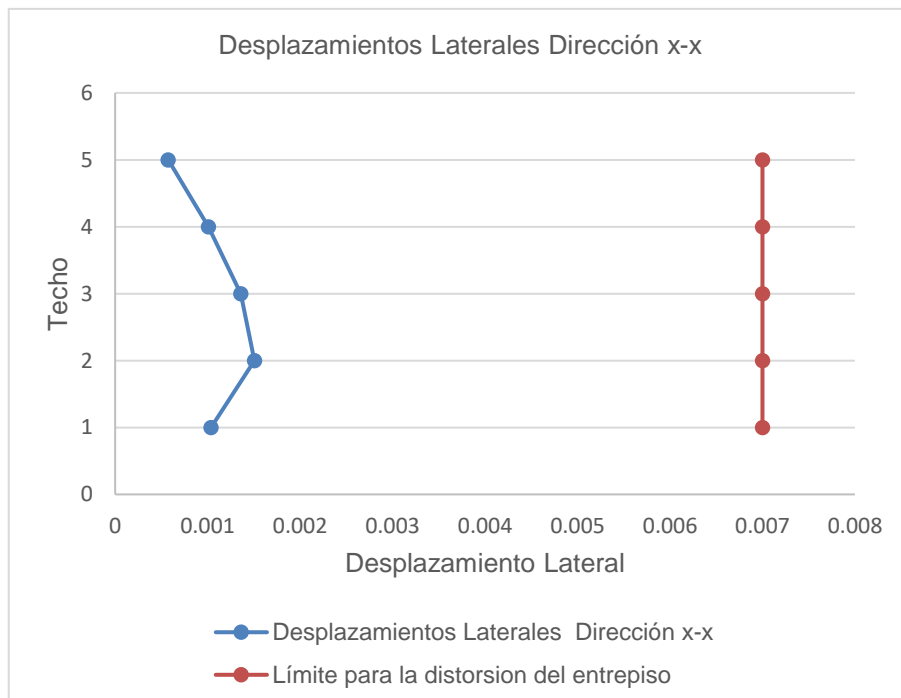
Según la Figura 56 se tiene que las fuerzas en dirección X-X, en el nivel 1(10272.24 Kgf), nivel 2(28337.86 Kgf), nivel 3(47172.93 Kgf), nivel 4(68521.72 Kgf) y nivel 5(62863.35 Kgf).

## Derivas

### Derivas para el Sistema Aporticado

**Tabla 32.** Derivas de entrepiso eje "X" de S. Aporticado

| Desplazamientos Laterales Dirección x-x |             |           |         |              |
|---|-------------|-----------|---------|--------------|
| TECHO                                   | COMBINACIÓN | Dirección | Drift   | Verificación |
| TECHO 05                                | DERIVAXX    | X         | 0.00057 | CUMPLE       |
| TECHO 04                                | DERIVAXX    | X         | 0.00101 | CUMPLE       |
| TECHO 03                                | DERIVAXX    | X         | 0.00136 | CUMPLE       |
| TECHO 02                                | DERIVAXX    | X         | 0.00151 | CUMPLE       |
| TECHO 01                                | DERIVAXX    | X         | 0.00104 | CUMPLE       |

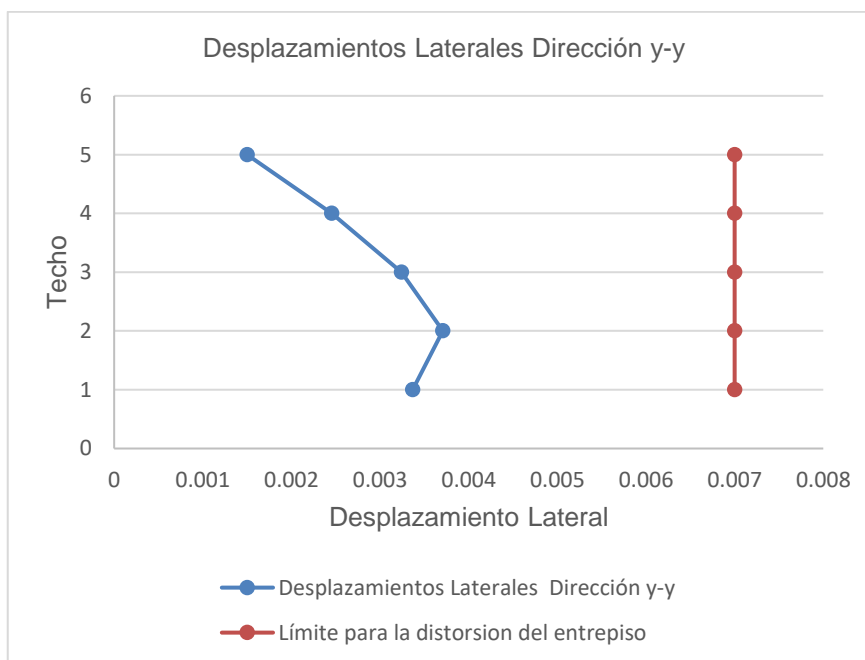


**Figura 55.** Derivas eje "X" - aporticado

Según la Tabla 21 y Figura 57 se tiene que las derivas de entepiso resultaron para techo 01(0.00104), techo 02(0.00151), techo 3(0.00136), techo 4(0.00101) y techo 5(0.00057).

**Tabla 33.** Derivas de entepiso eje "Y" de aporticado

| Desplazamientos Laterales Dirección y-y |             |           |         |              |
|---|-------------|-----------|---------|--------------|
| TECHO                                   | COMBINACIÓN | Dirección | Drift   | Verificación |
| TECHO 05                                | DERIVAYY    | Y         | 0.0015  | CUMPLE       |
| TECHO 04                                | DERIVAYY    | Y         | 0.00246 | CUMPLE       |
| TECHO 03                                | DERIVAYY    | Y         | 0.00324 | CUMPLE       |
| TECHO 02                                | DERIVAYY    | Y         | 0.00371 | CUMPLE       |
| TECHO 01                                | DERIVAYY    | Y         | 0.00337 | CUMPLE       |



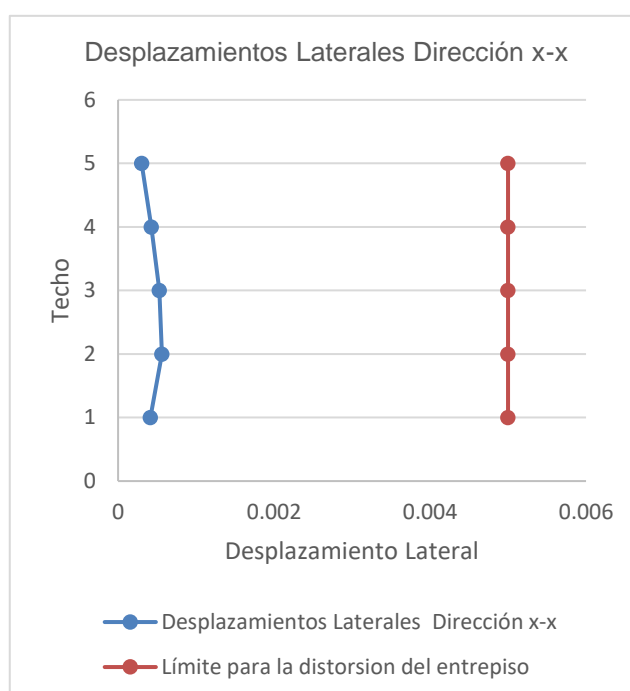
*Figura 56.* Representación de Derivas eje "Y" - Aporticado

Según la Tabla 22 y Figura 58, se tiene que las derivas de entepiso resultaron para techo 01(0.00337), techo 02(0.00371), techo 3(0.00324), techo 4(0.00246) y techo 5(0.0015).

### Derivas para el Sistema de albañilería confinada

**Tabla 34.** Derivas de entrepiso eje "X" de albañilería confinada

| Desplazamientos laterales dirección x-x |             |           |          |              |
|---|-------------|-----------|----------|--------------|
| TECHO                                   | COMBINACIÓN | Dirección | Drift    | Verificación |
| TECHO 05                                | DERIVAXX    | X         | 0.000302 | CUMPLE       |
| TECHO 04                                | DERIVAXX    | X         | 0.000426 | CUMPLE       |
| TECHO 03                                | DERIVAXX    | X         | 0.00053  | CUMPLE       |
| TECHO 02                                | DERIVAXX    | X         | 0.000562 | CUMPLE       |
| TECHO 01                                | DERIVAXX    | X         | 0.000415 | CUMPLE       |



*Figura 57.* Representación de Derivas eje "X" - S. Albañilería Confinada

Según la Tabla 23 y Figura 59, se tiene que las derivas de entrepiso resultaron para techo 01(0.00337), techo 02(0.00371), techo 3(0.00324), techo 4(0.00246) y techo 5(0.00015).

**Tabla 35.** Derivas de entrepiso eje "Y" de albañilería confinada

| Desplazamientos laterales dirección y-y |             |           |        |              |
|---|-------------|-----------|--------|--------------|
| TECHO                                   | COMBINACIÓN | Dirección | Drift  | Verificación |
| TECHO 05                                | DERIVAYY    | Y         | 0.0028 | CUMPLE       |
| TECHO 04                                | DERIVAYY    | Y         | 0.0028 | CUMPLE       |

|          |          |   |        |        |
|----------|----------|---|--------|--------|
| TECHO 03 | DERIVAYY | Y | 0.003  | CUMPLE |
| TECHO 02 | DERIVAYY | Y | 0.0027 | CUMPLE |
| TECHO 01 | DERIVAYY | Y | 0.0014 | CUMPLE |

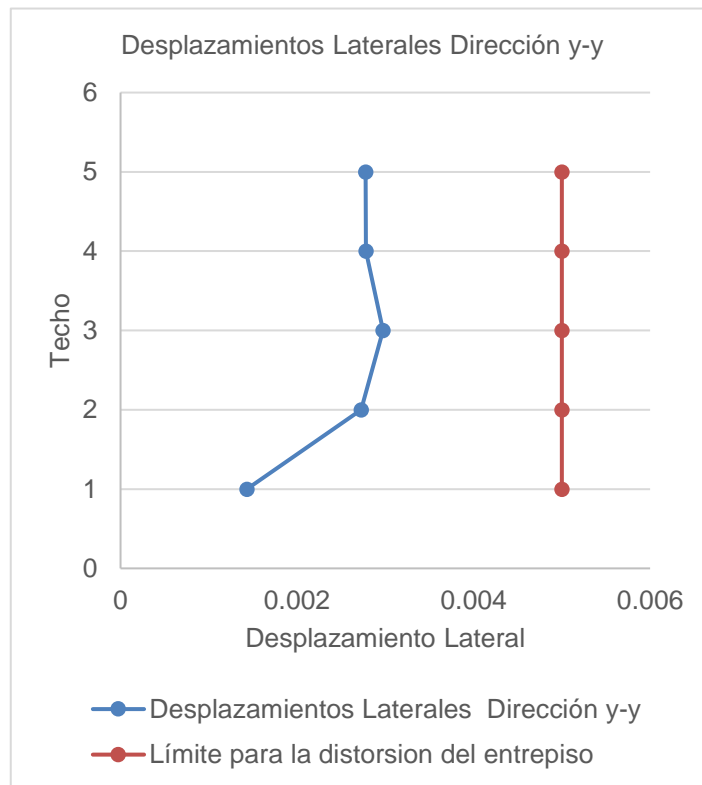


Figura 58. Representación de derivas eje "Y" - albañilería confinada

Según la Tabla 24 y Figura 60, se tiene que las derivas de entrepiso resultaron para techo 01(0.0014), techo 02(0.0027), techo 3(0.003), techo 4(0.0028) y techo 5(0.0028).

## Desplazamientos máximos según análisis no lineal

### Curva de capacidad para Aporticado

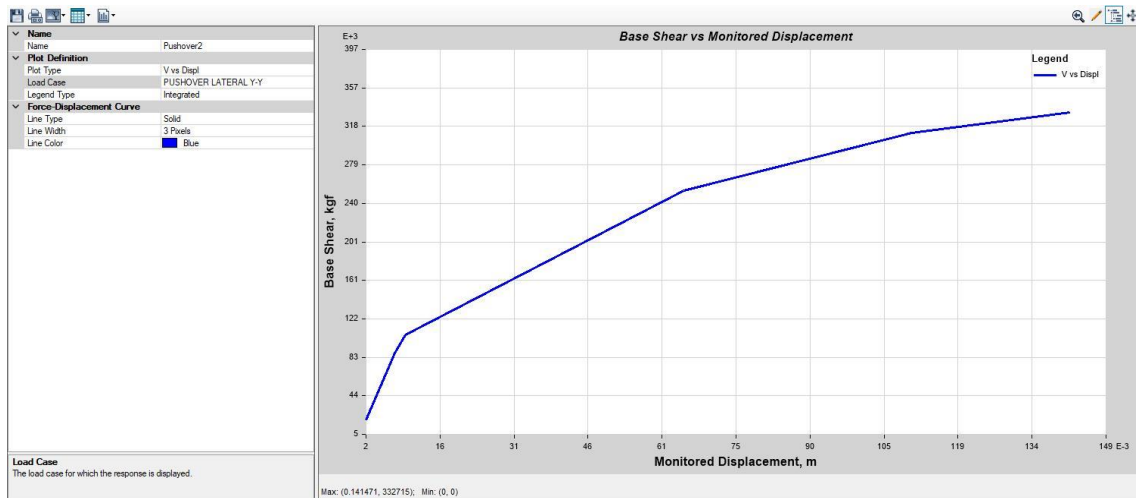


Figura 59. Curva de capacidad para eje "X positivo"

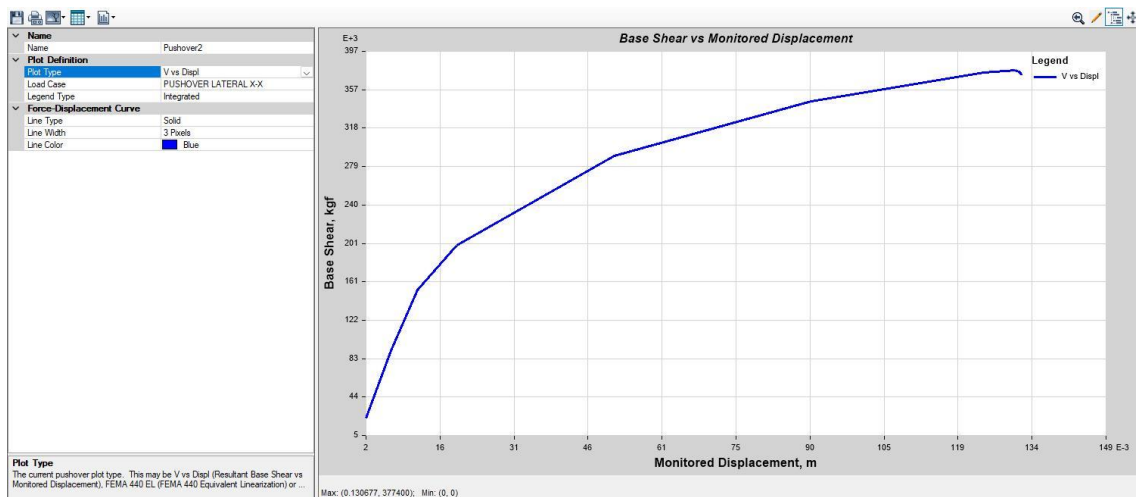


Figura 60. Curva de capacidad para eje "Y positivo"

Según la Figura 61 y 62 se tiene la curva de capacidad desarrollado para las direcciones X-X y Y-Y en el sistema estructural aporticado.

## Curva de Capacidad de albañilería confinada

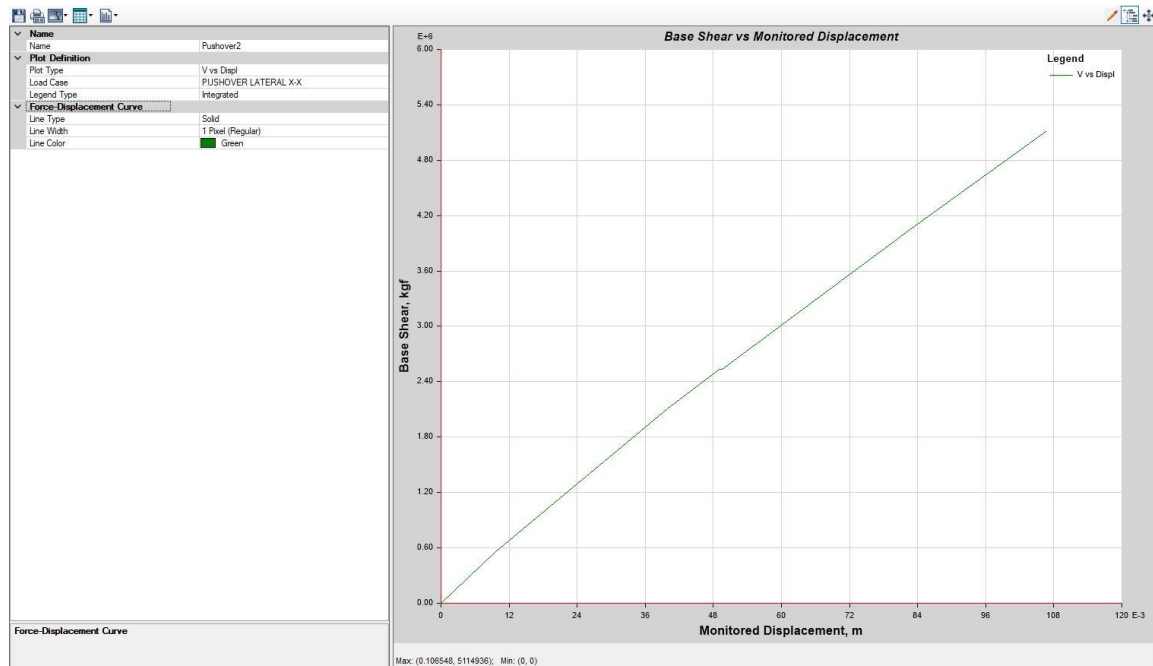


Figura 61. Curva de capacidad para eje "X positivo" - albañilería

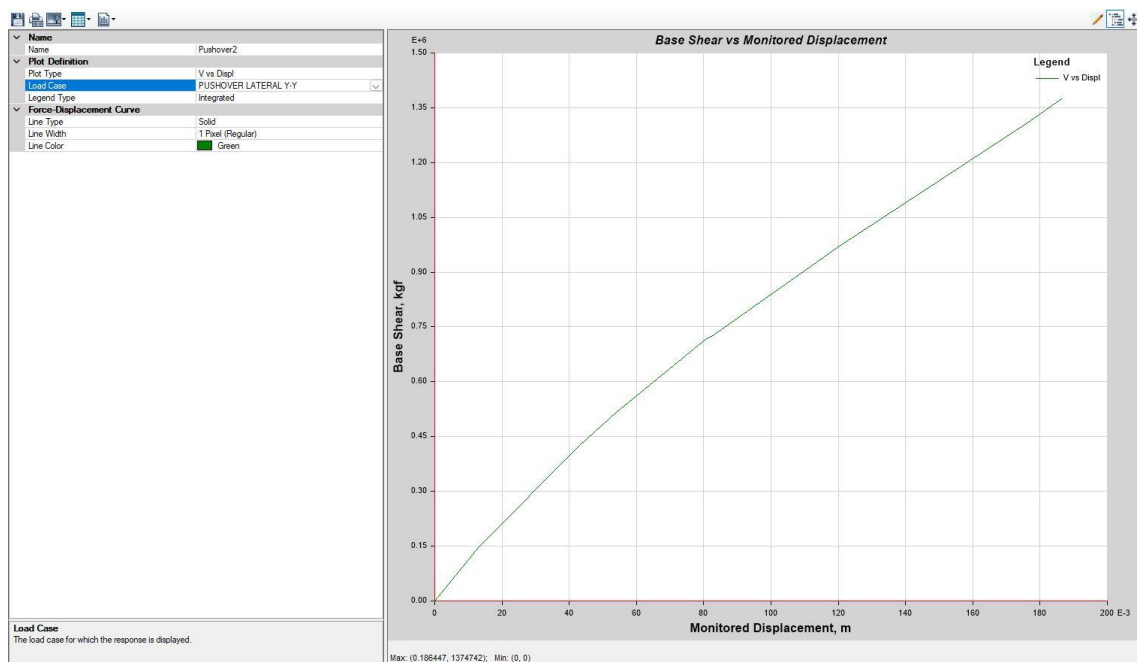


Figura 62. Curva de capacidad para eje "Y positivo" - albañilería

Según la Figura 63 y 64 se tiene la curva de capacidad desarrollado para las direcciones X-X y Y-Y en el sistema estructural de albañilería confinada.

## Espectro de Demanda Sísmica para aporticado

Según la Tabla 25 se tiene los valores referentes a el periodo, coeficiente sísmico, espectro de aceleraciones, de servicio, diseño y máximo.

**Tabla 36.** Espectro de demandas sísmicas en S. Aporticado

| ESPECTROS DE DEMANDA |       |          |       |          |      |                |       |         |         |      |      |    |
|----------------------|-------|----------|-------|----------|------|----------------|-------|---------|---------|------|------|----|
| DATOS                |       | FACTORES |       |          |      | DATOS          |       | DIR X-X | DIR Y-Y |      |      |    |
| Z                    |       | 0.45     |       |          |      | R <sub>o</sub> |       | 8       | 8       |      |      |    |
| U                    |       | 1.00     |       |          |      | I <sub>a</sub> |       | 1       | 1       |      |      |    |
| S                    |       | 1.00     |       |          |      | I <sub>p</sub> |       | 1       | 1       |      |      |    |
| T <sub>P</sub>       |       | 0.40     |       |          |      | R              |       | 8       | 8       |      |      |    |
| T <sub>L</sub>       |       | 2.50     |       |          |      |                |       |         |         |      |      |    |
| g                    |       | 9.81     |       | atc 40   |      |                |       |         |         |      |      |    |
|                      |       |          |       | SERVICIO |      | DISEÑO         |       | MAXIMO  |         |      |      |    |
|                      |       |          |       | Sa1=     | 0.45 | Sa             | Sa2 = | 1.00    | Sa1     | Sa3= | 1.25 | Sa |
| T                    | C     | Sa/R     | Sa    | Sa 1     |      | Sa 2           |       | Sa 3    |         |      |      |    |
| 0.000                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.050                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.100                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.150                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.200                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.250                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.300                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.350                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.400                | 2.500 | 11.036   | 1.380 | 0.5063   |      | 1.1250         |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.450                | 2.222 | 9.810    | 1.226 | 0.4500   |      | 1.0000         |       | 1.2500  |         |      |      |    |
| 0.500                | 2.000 | 8.829    | 1.104 | 0.4050   |      | 0.9000         |       | 1.1250  |         |      |      |    |
| 0.550                | 1.818 | 8.026    | 1.003 | 0.3682   |      | 0.8182         |       | 1.0227  |         |      |      |    |
| 0.600                | 1.667 | 7.358    | 0.920 | 0.3375   |      | 0.7500         |       | 0.9375  |         |      |      |    |
| 0.650                | 1.538 | 6.792    | 0.849 | 0.3115   |      | 0.6923         |       | 0.8654  |         |      |      |    |
| 0.700                | 1.429 | 6.306    | 0.788 | 0.2893   |      | 0.6429         |       | 0.8036  |         |      |      |    |
| 0.750                | 1.333 | 5.886    | 0.736 | 0.2700   |      | 0.6000         |       | 0.7500  |         |      |      |    |
| 0.800                | 1.250 | 5.518    | 0.690 | 0.2531   |      | 0.5625         |       | 0.7031  |         |      |      |    |
| 0.850                | 1.176 | 5.194    | 0.649 | 0.2382   |      | 0.5294         |       | 0.6618  |         |      |      |    |
| 0.900                | 1.111 | 4.905    | 0.613 | 0.2250   |      | 0.5000         |       | 0.6250  |         |      |      |    |
| 0.950                | 1.053 | 4.647    | 0.581 | 0.2132   |      | 0.4737         |       | 0.5921  |         |      |      |    |
| 1.000                | 1.000 | 4.415    | 0.552 | 0.2025   |      | 0.4500         |       | 0.5625  |         |      |      |    |
| 1.050                | 0.952 | 4.204    | 0.526 | 0.1929   |      | 0.4286         |       | 0.5357  |         |      |      |    |
| 1.100                | 0.909 | 4.013    | 0.502 | 0.1841   |      | 0.4091         |       | 0.5114  |         |      |      |    |
| 1.150                | 0.870 | 3.839    | 0.480 | 0.1761   |      | 0.3913         |       | 0.4891  |         |      |      |    |
| 1.200                | 0.833 | 3.679    | 0.460 | 0.1688   |      | 0.3750         |       | 0.4688  |         |      |      |    |
| 1.250                | 0.800 | 3.532    | 0.441 | 0.1620   |      | 0.3600         |       | 0.4500  |         |      |      |    |
| 1.300                | 0.769 | 3.396    | 0.424 | 0.1558   |      | 0.3462         |       | 0.4327  |         |      |      |    |
| 1.350                | 0.741 | 3.270    | 0.409 | 0.1500   |      | 0.3333         |       | 0.4167  |         |      |      |    |
| 1.400                | 0.714 | 3.153    | 0.394 | 0.1446   |      | 0.3214         |       | 0.4018  |         |      |      |    |
| 1.450                | 0.690 | 3.044    | 0.381 | 0.1397   |      | 0.3103         |       | 0.3879  |         |      |      |    |
| 1.500                | 0.667 | 2.943    | 0.368 | 0.1350   |      | 0.3000         |       | 0.3750  |         |      |      |    |
| 1.550                | 0.645 | 2.848    | 0.356 | 0.1306   |      | 0.2903         |       | 0.3629  |         |      |      |    |
| 1.600                | 0.625 | 2.759    | 0.345 | 0.1266   |      | 0.2813         |       | 0.3516  |         |      |      |    |
| 1.650                | 0.606 | 2.675    | 0.334 | 0.1227   |      | 0.2727         |       | 0.3409  |         |      |      |    |
| 1.700                | 0.588 | 2.597    | 0.325 | 0.1191   |      | 0.2647         |       | 0.3309  |         |      |      |    |



|        |       |       |       |        |        |        |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1.750  | 0.571 | 2.523 | 0.315 | 0.1157 | 0.2571 | 0.3214 |
| 1.800  | 0.556 | 2.453 | 0.307 | 0.1125 | 0.2500 | 0.3125 |
| 1.850  | 0.541 | 2.386 | 0.298 | 0.1095 | 0.2432 | 0.3041 |
| 1.900  | 0.526 | 2.323 | 0.290 | 0.1066 | 0.2368 | 0.2961 |
| 1.950  | 0.513 | 2.264 | 0.283 | 0.1038 | 0.2308 | 0.2885 |
| 2.000  | 0.500 | 2.207 | 0.276 | 0.1013 | 0.2250 | 0.2813 |
| 2.500  | 0.400 | 1.766 | 0.221 | 0.0810 | 0.1800 | 0.2250 |
| 3.000  | 0.278 | 1.226 | 0.153 | 0.0563 | 0.1250 | 0.1563 |
| 3.500  | 0.204 | 0.901 | 0.113 | 0.0413 | 0.0918 | 0.1148 |
| 4.000  | 0.156 | 0.690 | 0.086 | 0.0316 | 0.0703 | 0.0879 |
| 5.000  | 0.100 | 0.441 | 0.055 | 0.0203 | 0.0450 | 0.0563 |
| 6.000  | 0.069 | 0.307 | 0.038 | 0.0141 | 0.0313 | 0.0391 |
| 7.000  | 0.051 | 0.225 | 0.028 | 0.0103 | 0.0230 | 0.0287 |
| 8.000  | 0.039 | 0.172 | 0.022 | 0.0079 | 0.0176 | 0.0220 |
| 9.000  | 0.031 | 0.136 | 0.017 | 0.0063 | 0.0139 | 0.0174 |
| 10.000 | 0.025 | 0.110 | 0.014 | 0.0051 | 0.0113 | 0.0141 |

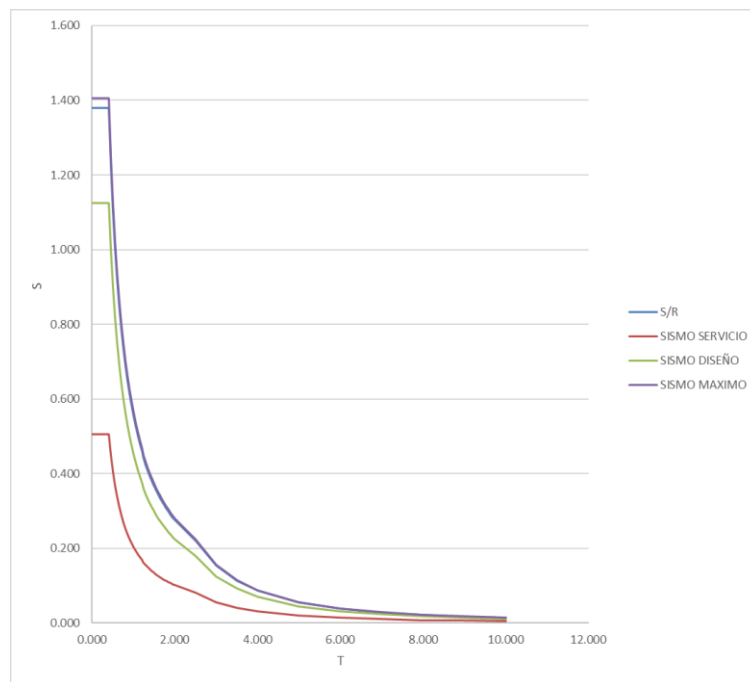


Figura 63. Representación de niveles de demanda sísmica en S. Aporticado

### Espectro de Demanda Sísmica para el S. Albañilería

Según la Tabla 26 se tiene los valores referentes a el periodo, coeficiente sísmico, espectro de aceleraciones, de servicio, diseño y máximo.

**Tabla 37. Espectro de demandas sísmicas en S. Albañilería**

| ESPECTROS DE DEMANDA |       |          |       |          |      |        |       |         |         |      |      |    |
|----------------------|-------|----------|-------|----------|------|--------|-------|---------|---------|------|------|----|
| DATOS                |       | FACTORES |       |          |      | DATOS  |       | DIR X-X | DIR Y-Y |      |      |    |
| Z                    |       | 0.45     |       |          |      |        |       | 3       | 3       |      |      |    |
| U                    |       | 1.00     |       |          |      |        |       | 1       | 1       |      |      |    |
| S                    |       | 1.00     |       |          |      |        |       | 1       | 1       |      |      |    |
| TP                   |       | 0.40     |       |          |      |        |       | 3       | 3       |      |      |    |
| TL                   |       | 2.50     |       |          |      |        |       |         |         |      |      |    |
| <b>atc 40</b>        |       |          |       |          |      |        |       |         |         |      |      |    |
| g                    |       | 9.81     |       | SERVICIO |      | DISEÑO |       | MAXIMO  |         |      |      |    |
|                      |       |          |       | Sa1=     | 0.45 | Sa     | Sa2 = | 1.00    | Sa1     | Sa3= | 1.25 | Sa |
| T                    | C     | Sa/R     | Sa    | Sa 1     |      | Sa 2   |       | Sa 3    |         |      |      |    |
| 0.000                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.050                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.100                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.150                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.200                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.250                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.300                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.350                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.400                | 2.500 | 11.036   | 3.679 | 0.5063   |      | 1.1250 |       | 1.4063  |         |      |      |    |
| 0.450                | 2.222 | 9.810    | 3.270 | 0.4500   |      | 1.0000 |       | 1.2500  |         |      |      |    |
| 0.500                | 2.000 | 8.829    | 2.943 | 0.4050   |      | 0.9000 |       | 1.1250  |         |      |      |    |
| 0.550                | 1.818 | 8.026    | 2.675 | 0.3682   |      | 0.8182 |       | 1.0227  |         |      |      |    |
| 0.600                | 1.667 | 7.358    | 2.453 | 0.3375   |      | 0.7500 |       | 0.9375  |         |      |      |    |
| 0.650                | 1.538 | 6.792    | 2.264 | 0.3115   |      | 0.6923 |       | 0.8654  |         |      |      |    |
| 0.700                | 1.429 | 6.306    | 2.102 | 0.2893   |      | 0.6429 |       | 0.8036  |         |      |      |    |
| 0.750                | 1.333 | 5.886    | 1.962 | 0.2700   |      | 0.6000 |       | 0.7500  |         |      |      |    |
| 0.800                | 1.250 | 5.518    | 1.839 | 0.2531   |      | 0.5625 |       | 0.7031  |         |      |      |    |
| 0.850                | 1.176 | 5.194    | 1.731 | 0.2382   |      | 0.5294 |       | 0.6618  |         |      |      |    |
| 0.900                | 1.111 | 4.905    | 1.635 | 0.2250   |      | 0.5000 |       | 0.6250  |         |      |      |    |
| 0.950                | 1.053 | 4.647    | 1.549 | 0.2132   |      | 0.4737 |       | 0.5921  |         |      |      |    |
| 1.000                | 1.000 | 4.415    | 1.472 | 0.2025   |      | 0.4500 |       | 0.5625  |         |      |      |    |
| 1.050                | 0.952 | 4.204    | 1.401 | 0.1929   |      | 0.4286 |       | 0.5357  |         |      |      |    |
| 1.100                | 0.909 | 4.013    | 1.338 | 0.1841   |      | 0.4091 |       | 0.5114  |         |      |      |    |
| 1.150                | 0.870 | 3.839    | 1.280 | 0.1761   |      | 0.3913 |       | 0.4891  |         |      |      |    |
| 1.200                | 0.833 | 3.679    | 1.226 | 0.1688   |      | 0.3750 |       | 0.4688  |         |      |      |    |
| 1.250                | 0.800 | 3.532    | 1.177 | 0.1620   |      | 0.3600 |       | 0.4500  |         |      |      |    |
| 1.300                | 0.769 | 3.396    | 1.132 | 0.1558   |      | 0.3462 |       | 0.4327  |         |      |      |    |
| 1.350                | 0.741 | 3.270    | 1.090 | 0.1500   |      | 0.3333 |       | 0.4167  |         |      |      |    |
| 1.400                | 0.714 | 3.153    | 1.051 | 0.1446   |      | 0.3214 |       | 0.4018  |         |      |      |    |
| 1.450                | 0.690 | 3.044    | 1.015 | 0.1397   |      | 0.3103 |       | 0.3879  |         |      |      |    |
| 1.500                | 0.667 | 2.943    | 0.981 | 0.1350   |      | 0.3000 |       | 0.3750  |         |      |      |    |
| 1.550                | 0.645 | 2.848    | 0.949 | 0.1306   |      | 0.2903 |       | 0.3629  |         |      |      |    |
| 1.600                | 0.625 | 2.759    | 0.920 | 0.1266   |      | 0.2813 |       | 0.3516  |         |      |      |    |
| 1.650                | 0.606 | 2.675    | 0.892 | 0.1227   |      | 0.2727 |       | 0.3409  |         |      |      |    |
| 1.700                | 0.588 | 2.597    | 0.866 | 0.1191   |      | 0.2647 |       | 0.3309  |         |      |      |    |
| 1.750                | 0.571 | 2.523    | 0.841 | 0.1157   |      | 0.2571 |       | 0.3214  |         |      |      |    |
| 1.800                | 0.556 | 2.453    | 0.818 | 0.1125   |      | 0.2500 |       | 0.3125  |         |      |      |    |
| 1.850                | 0.541 | 2.386    | 0.795 | 0.1095   |      | 0.2432 |       | 0.3041  |         |      |      |    |
| 1.900                | 0.526 | 2.323    | 0.774 | 0.1066   |      | 0.2368 |       | 0.2961  |         |      |      |    |
| 1.950                | 0.513 | 2.264    | 0.755 | 0.1038   |      | 0.2308 |       | 0.2885  |         |      |      |    |
| 2.000                | 0.500 | 2.207    | 0.736 | 0.1013   |      | 0.2250 |       | 0.2813  |         |      |      |    |
| 2.500                | 0.400 | 1.766    | 0.589 | 0.0810   |      | 0.1800 |       | 0.2250  |         |      |      |    |

|        |       |       |       |        |        |        |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 3.000  | 0.278 | 1.226 | 0.409 | 0.0563 | 0.1250 | 0.1563 |
| 3.500  | 0.204 | 0.901 | 0.300 | 0.0413 | 0.0918 | 0.1148 |
| 4.000  | 0.156 | 0.690 | 0.230 | 0.0316 | 0.0703 | 0.0879 |
| 5.000  | 0.100 | 0.441 | 0.147 | 0.0203 | 0.0450 | 0.0563 |
| 6.000  | 0.069 | 0.307 | 0.102 | 0.0141 | 0.0313 | 0.0391 |
| 7.000  | 0.051 | 0.225 | 0.075 | 0.0103 | 0.0230 | 0.0287 |
| 8.000  | 0.039 | 0.172 | 0.057 | 0.0079 | 0.0176 | 0.0220 |
| 9.000  | 0.031 | 0.136 | 0.045 | 0.0063 | 0.0139 | 0.0174 |
| 10.000 | 0.025 | 0.110 | 0.037 | 0.0051 | 0.0113 | 0.0141 |

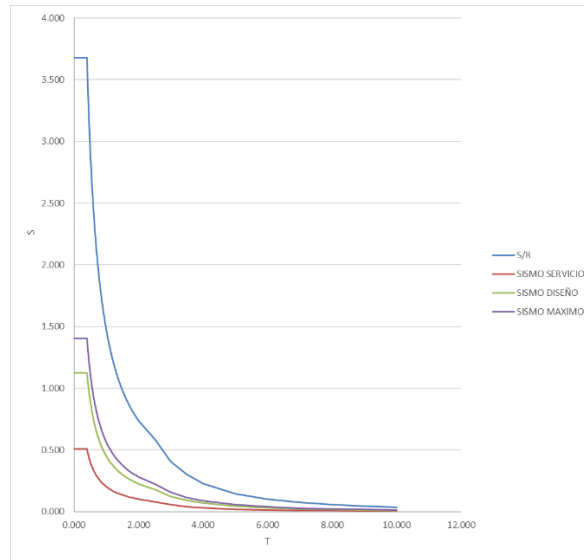


Figura 64. Representación de niveles de demanda sísmica en S. Albañilería

### Punto de Desempeño para diferentes niveles de sismo

### Punto de Desempeño en Sistema Aporticado

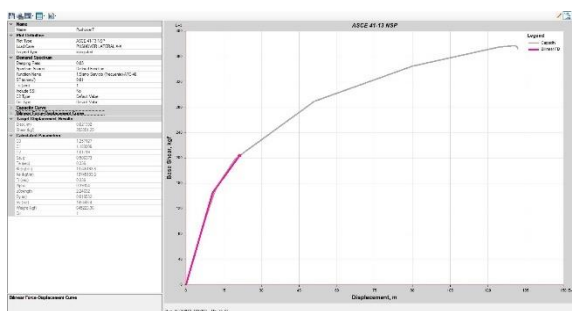


Figura 65. Punto de desempeño para Sismo de servicio en eje "X"

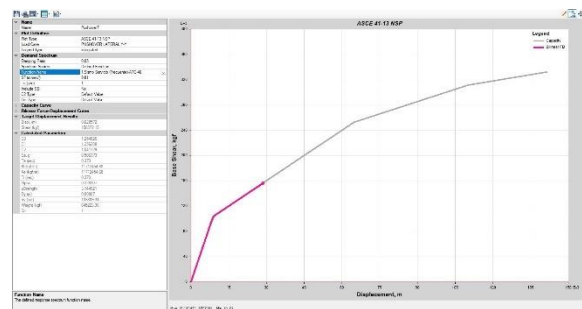


Figura 66. Punto de desempeño para Sismo de servicio en eje "Y"

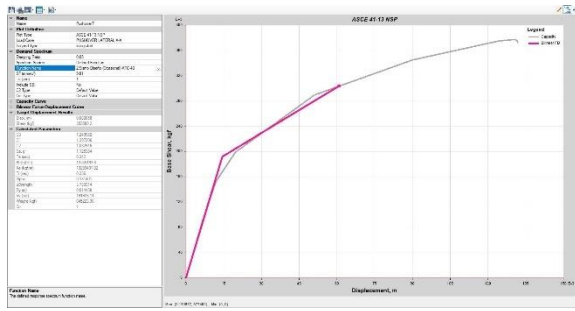


Figura 67. Punto de desempeño para Sismo de diseño en eje "X"

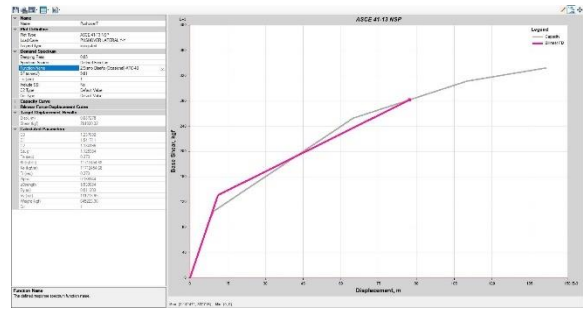


Figura 68. Punto de desempeño para Sismo de diseño en eje "Y"

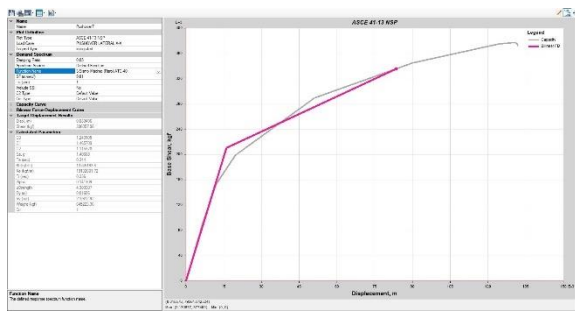


Figura 69. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "X"

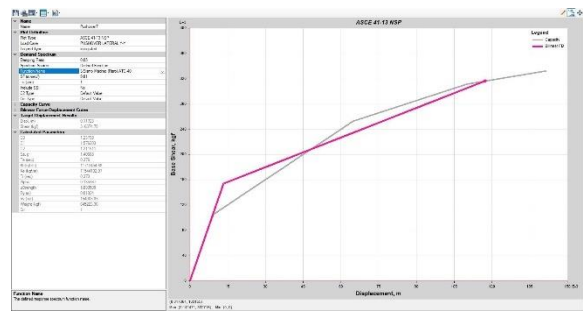


Figura 70. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "Y"

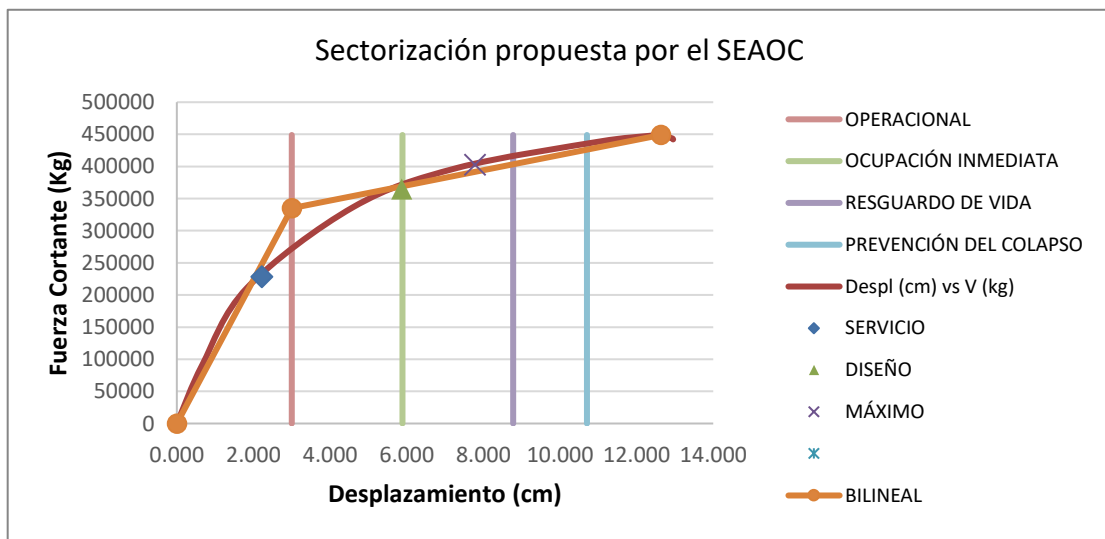


Figura 71. Puntos de desempeño para aporticado Eje "X"

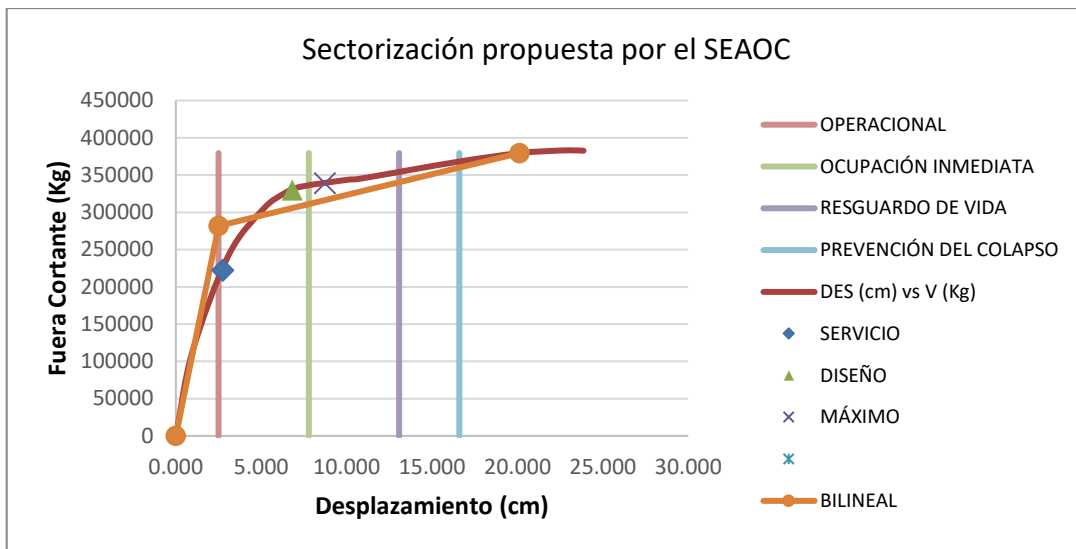


Figura 72. Puntos de desempeño para aporticado Eje "Y"

**Punto de desempeño en Sistema de albañilería confinada**

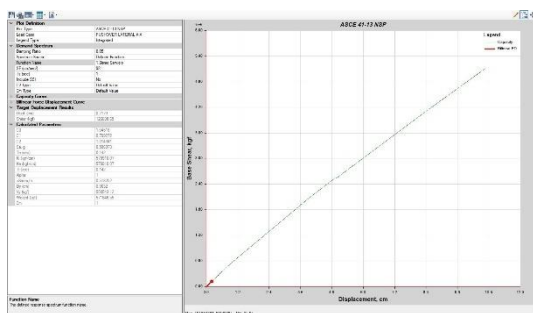


Figura 73. Punto de desempeño para Sismo de Servicio en eje "X"

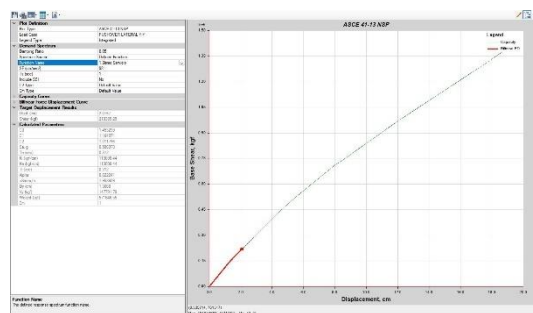


Figura 74. Punto de desempeño para Sismo de Servicio en eje "Y"

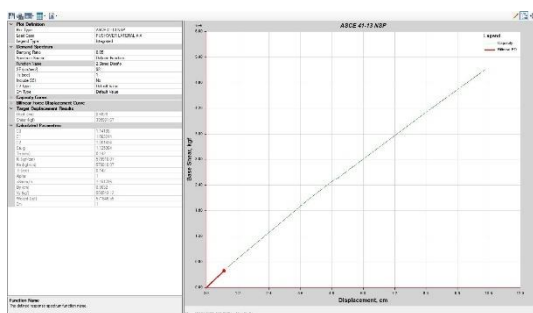


Figura 75. Punto de desempeño para Sismo de Diseño en eje "X"

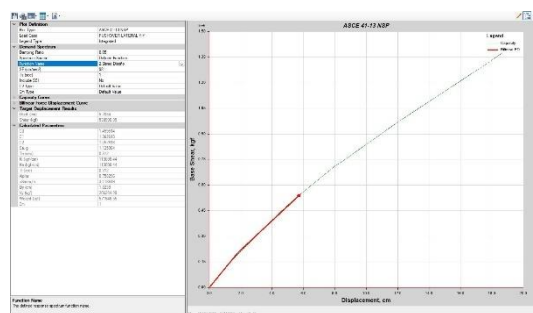


Figura 76. Punto de desempeño para Sismo de Diseño en eje "Y"

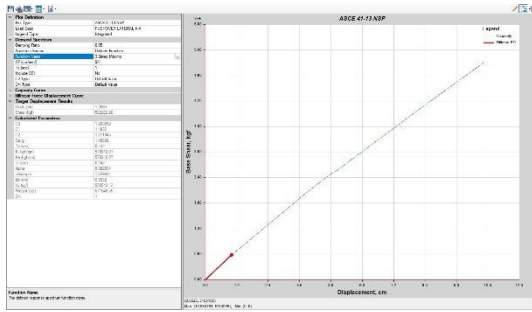


Figura 77. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "X"

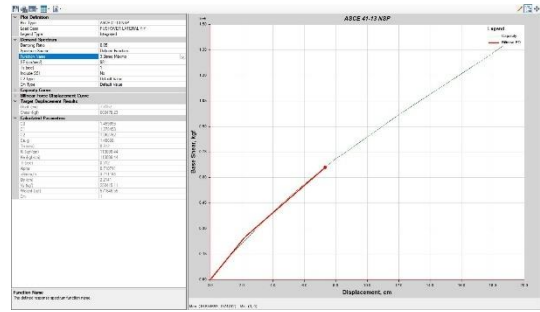


Figura 78. Punto de desempeño para Sismo Máximo en eje "Y"

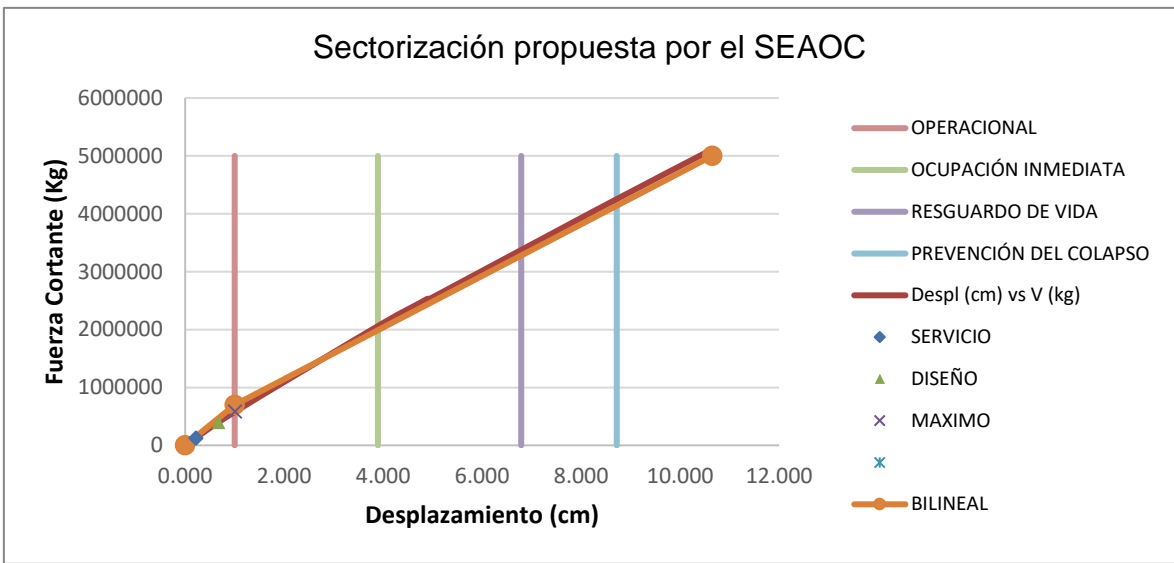


Figura 79. Puntos de desempeño para albañilería Eje "X"

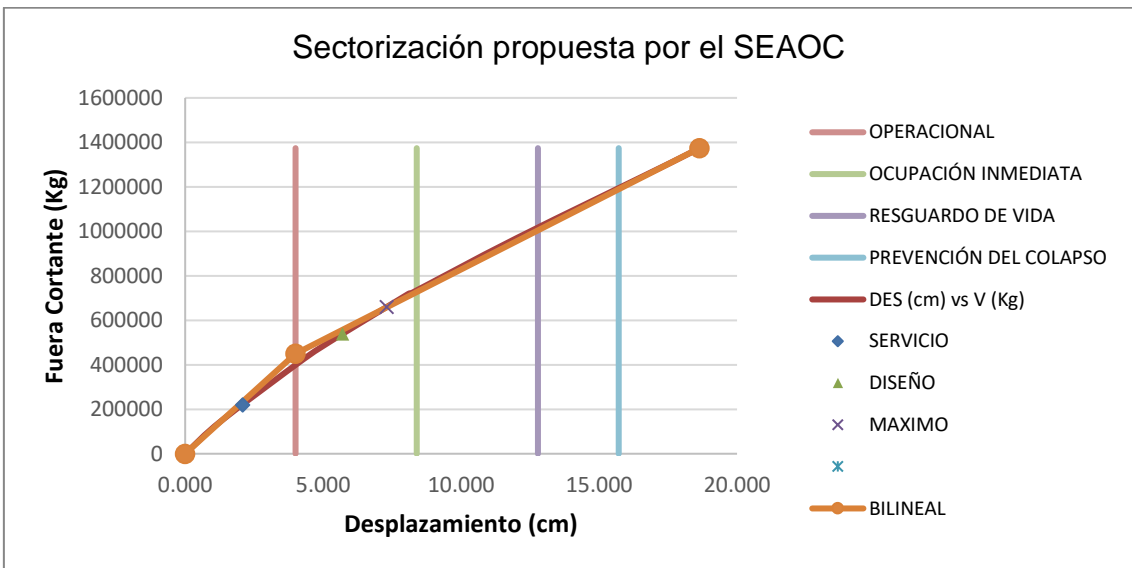


Figura 80. Puntos de desempeño para aporticado Eje "Y"

**Tabla 38.** Cortantes en edificaciones de sistema aporticado y albañilería confinada

| Sismo    | Edificación de Sistema Aporticado |                           | Edificación de Sistema de Albañilería Confinada |                           |
|----------|-----------------------------------|---------------------------|---|---------------------------|
|          | Fuerza Cortante X-X (kgf)         | Fuerza Cortante Y-Y (kgf) | Fuerza Cortante X-X (kgf)                       | Fuerza Cortante Y-Y (kgf) |
| Servicio | 228519.57                         | 222084.73                 | 126038.69                                       | 219389.29                 |
| Diseño   | 365087.42                         | 329927.85                 | 395981.67                                       | 538990.99                 |
| Máximo   | 402846.27                         | 339149.09                 | 582262.26                                       | 660478.23                 |

Según la Tabla 27 respecto a las cortantes en los aporticados se tiene el de servicio en dirección X-X(228519.57 kgf) y Y-Y(222084.73 kgf). Para el diseño se tiene X-X(365087.42 kgf) y Y-Y(329927.85 kgf). Para el máximo se tiene X-X(402846.27 kgf) y Y-Y(339149.09 kgf) para aporticado. Y para el sistema de albañilería confinada en dirección X-X(126038.69 kgf) y Y-Y(219389.29 kgf). Para el diseño se tiene X-X(395981.67 kgf) y Y-Y(538990.99 kgf). Para el máximo se tiene X-X(582262.26 kgf) y Y-Y(660478.23 kgf).

**Tabla 39.** Desplazamientos en edificaciones aporticado y albañilería confinada

| Sismo    | Edificación de Sistema Aporticado |                         | Edificación de Sistema de Albañilería Confinada |                         |
|----------|-----------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|
|          | Desplazamiento X-X (cm)           | Desplazamiento Y-Y (cm) | Desplazamiento X-X (cm)                         | Desplazamiento Y-Y (cm) |
| Servicio | 2.2143                            | 2.7559                  | 0.22  | 2.08                    |
| Diseño   | 5.8649                            | 6.8318                  | 0.68  | 5.70                    |
| Máximo   | 7.7808                            | 8.7178                  | 1.01  | 7.31                    |

Según la Tabla 28 respecto a los desplazamientos en los aporticados y albañilería se tiene el de servicio en dirección X-X(2.21 cm) y Y-Y(2.76 cm). Para el diseño se tiene X-X(5.86 cm) y Y-Y(6.83 cm). Para el máximo se tiene X-X(8.78 cm) y Y-Y(8.72 cm) para aporticado. Y para el sistema de albañilería confinada en dirección X-X(0.22 cm) y Y-Y(2.08 cm). Para el diseño se tiene X-X(0.68 cm) y Y-Y(5.70 cm). Para el máximo se tiene X-X(1.01 cm) y Y-Y(7.31 cm)

**Tabla 40. Niveles de desempeño en edificación aporticado y albañilería confinada**

| Nivel de Demanda Sísmica (ATC-40) | Sistema Aporticado  |                     | Sistema de Albañilería Confinada |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                   | X-X                 | Y-Y                 | X-X                              | Y-Y                 |
| S. Servicio                       | Operacional         | Ocupación Inmediata | Operacional                      | Operacional         |
| S. Diseño                         | Ocupación Inmediata | Ocupación Inmediata | Operacional                      | Ocupación Inmediata |
| S. Máximo                         | Seguridad de Vida   | Seguridad de Vida   | Ocupación Inmediata              | Ocupación Inmediata |

Según la Tabla 29 respecto a los desplazamientos en los aporticados y albañilería se tiene el de servicio en dirección X-X(operacional) y Y-Y(ocupación inmediata). Para el diseño se tiene X-X(ocupación inmediata) y Y-Y(ocupación inmediata). Para el máximo se tiene X-X(seguridad de vida) y Y-Y(seguridad de vida) para aporticado. Y para el sistema de albañilería confinada en dirección X-X(operacional) y Y-Y(operacional). Para el diseño se tiene X-X(operacional) y Y-Y(ocupación inmediata). Para el máximo se tiene X-X(ocupación inmediata) y Y-Y(ocupación inmediata).



## **V. DISCUSIÓN**

El análisis comparativo del desempeño sísmico considerando el análisis estático no lineal según la dirección Y-Y para un sismo máximo en edificaciones aporticadas se tiene un nivel de desempeño “Seguridad de Vida” con un desplazamiento de 8.72 cm y en albañilería confinada un nivel de desempeño de “Ocupación Inmediata” con un desplazamiento de 7.31 cm, validando la hipótesis planteada, se confirma una diferencia significativa de 1.41 cm en la dirección “y” del desempeño sísmico entre la edificación de sistema aporticado y de albañilería confinada.

### **Discusión 1:**

Huamani (2021), en su tesis se asignaron rótulas plásticas en vigas, columnas y placas, tanto en la dirección X-X como en la dirección Y-Y y se crearon espectros de servicio, diseño y máximo, obteniendo resultados semejantes en cuanto a la aceleración espectral tomando en cuenta que para el sismo de servicio es el 0.5 del sismo de diseño y el sismo máximo es el 1.25 del sismo de diseño, los mismos que se le fueron considerados en la presente investigación considerando los parámetros de diseño de la zona, llegando a tener resultados semejantes.

### **Discusión 2:**

Campos y Leandro (2022), concluye que el nivel de rendimiento sísmico, de acuerdo con ASCE 41-13, indica que el módulo de la I.E. Andrés Avelino Cáceres está localizado en el nivel de Resguardo de viga en ambas direcciones, cumpliendo con el objetivo que se tiene para un sismo máximo, a diferencia del presente estudio del desempeño de una vivienda multifamiliar alcanzando niveles de Resguardo de Vida para el Sistema Aporticado y de Ocupación Inmediata para el sistema de albañilería confinada.

### **Discusión 3:**

Casamayor y Vasquez (2020), en su tesis concluye que los resultados indican que la estructura evaluada garantiza el nivel de Resguardo de Viga ante los distintos niveles de sismicidad considerados en el estudio los cuales se cumple con lo contemplado bajo la norma E.060 para Instituciones Educativa, lo cual comparte

similitud en el nivel de desempeño alcanzado de “Resguardo de Vida” con la investigación presentada.

#### **Discusión 4:**

Según Huerta (2022), según sus resultados concluye que, para el edificio M2 en el sentido transversal, se obtuvo un nivel de desempeño de Cercano al colapso para el sismo máximo, siendo éste de sistema aporticado considerando placas en su eje transversal, puesto que de la misma forma manejan niveles similares para la presente investigación, pero que se tuvo un nivel de desempeño de Resguardo de Vida, siendo concordante a su resultado.

#### **Discusión 5:**

Los autores Choque y Luque (2019), llegan a concluir que a través de la utilización de sistema aporticado para un sismo máximo, se logra alcanzar un nivel de desempeño de Seguridad de Vida, considerando placas de concreto armado en ambas direcciones de análisis, que a diferencia del presente estudio no contempla, se denota la necesidad de asignar placas de concreto armado.

Para el desarrollo del presente trabajo se tuvo limitaciones para realizar la distribución estructural debido a que en la dirección “y” presentaba una deriva muy elevada en la edificación de albañilería confinada en el análisis dinámico, como estrategia para superarlo se adicionó muros, por ello se planteó 2 diseños arquitectónicos, para cumplir con los límites permitidos y según a ello se planteó realizar el análisis no lineal pushover para ser comparadas entre ellas e identificar cual sistema tiene un mejor desempeño.

El desempeño en ambos sistemas alcanza el nivel de “ocupación inmediata” para un sismo de diseño lo cual cumple con el objetivo de la norma, y para el sismo máximo llegan a tener una diferencia significativa siendo el aporticado el más castigado en dirección “y” llegando a tener un nivel de “seguridad de vida” que de la misma manera, se estaría cumpliendo con el objetivo de norma de que la estructura no llegue al colapso.

## VI. CONCLUSIONES

**Primera:** De acuerdo con los resultados se determinó las diferencias del desempeño sísmico, alcanzando el nivel de “seguridad de vida” en el eje “y” para un sismo máximo en el sistema aporticado, y “ocupación inmediata” para el de albañilería confinada, siendo el sistema aporticado el más castigado con un desplazamiento de 8.72 cm, de 7.31 en albañilería, teniendo una diferencia de 1.41 cm de ambos sistemas.

**Segunda:** Tras adquirir los parámetros topográficos, se calcularon las áreas y distancias perimetrales de la propiedad. El resultado fueron los planos de localización y perímetro presentados en el Anexo 2.3, hoja U-1, que describen las zonas y accesos con una superficie de 162 m<sup>2</sup>, o 6 m por 27 m, y una pendiente inferior al 3%. A una profundidad de 2,10 metros, se determinaron los parámetros de mecánica del suelo del lugar de estudio, lo que permitió identificar el estrato que debe cementarse a un mínimo de 1,80 metros, correspondiente a una clasificación de Roca Ígnea Clase IV (roca mala). El tipo de suelo de acuerdo con la norma E.030 es suelo rocoso. Para los objetivos del análisis sísmico se tuvo en cuenta el tipo S1.

**Tercera:** Se determinaron las derivas en base al análisis lineal, para ello se modeló la edificación en dos distintos sistemas estructurales, se predimensionaron los elementos estructurales, el sistema aporticado obtuvo columnas de 40x60 cm, 40x45 cm y vigas de 30x50 cm en ambos sentidos. Para el sistema de albañilería confinada el predimensionamiento arrojó muros de 13 cm de espesor, columnas típicas de 25x25 cm y de columnas de confinamiento de 25x15 cm y para vigas un solo tipo de 25x20 cm. En la edificación del tipo aporticado se tuvo un peso acumulado de 644,744.36 kg, mientras que del tipo albañilería confinada de 644,527 kg. La fuerza cortante en la base del sistema aporticado en el eje “x” es de 90,667.18 kgf, en el eje “y” 120,889.57 kgf, para el sistema de albañilería confinada en el eje “x” es de 103,910.39 kgf, en “y” 160,987.94 kgf. Según las derivas analizadas a partir del análisis dinámico, se observó que las derivas no alcanzan los límites permitidos tanto para albañilería y aporticado.

**Cuarta:** Se determinaron los desplazamientos máximos en base al análisis no lineal según el código del ASCE 41-17, de acuerdo con los resultados mostrados en el capítulo III, se determinó las diferencias del desempeño sísmico entre dos diferentes edificaciones de sistema aporticado y de albañilería confinada; para el primer sistema estructural (aporticado) en el sentido “x” y “y” se determinó que, para el sismo de servicio y diseño, la edificación se clasifica como “ocupación inmediata” y para el sismo máximo alcanza el nivel de “seguridad de vida” en ambos sentidos. Para el sistema de albañilería confinada en el sentido “x” y “y” se obtuvo un nivel de “operacional” para ambos sentidos, mientras que en el sismo de diseño alcanzó el nivel de “ocupación inmediata” para el eje “y”, y para el sismo máximo obtuvo un nivel desempeño de “ocupación inmediata” en ambos sentidos, según se clasifican en la guía Vision 2000.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primera:** Se recomienda que el gobierno regional de Moquegua contemple las realizaciones de un estudio comparativo del desempeño basado en recursos en edificaciones de concreto armado y de albañilería confinada, con el objetivo de conocer el costo de reparación, con respecto a niveles de amenazas sísmicas.

**Segunda:** Se recomienda hacia las empresas privadas enfocadas en el rubro de la construcción y diseño, la realización de un análisis Pushover es una tarea delicada y crucial en el diseño estructural, y es esencial contar con un software adecuadamente calibrado para obtener resultados precisos y confiables. Se recomienda calibrar el software utilizado para el estudio, permitiendo así comparar las respuestas obtenidas con los datos proporcionados en artículos de investigación que describan experimentos realizados en laboratorios con estructuras de pórticos o muros de corte. Al hacerlo, se logra una validación cruzada que proporciona certeza sobre la precisión del software. Dado que comprobar las respuestas para una edificación completa puede ser difícil, esta comparación con investigaciones previas brinda una base sólida para evaluar la confiabilidad de las respuestas generadas por el software durante el análisis Pushover.

**Tercera:** Se recomienda a los investigadores llevar a cabo un estudio o diseño basado en el desempeño sísmico de una estructura, se recomienda contar, como mínimo, con los planos estructurales. Además de esto, es aconsejable tener acceso a las especificaciones detalladas de la edificación en estudio. Esto es crucial para poder plasmar adecuadamente la información en el software utilizado, permitiendo así una representación lo más realista y detallada posible.

**Cuarta:** Se recomienda hacia la población de la provincia de Ilo, promover que se implementen políticas que respalden el diseño por desempeño sísmico en nuestro país, especialmente debido a nuestra alta actividad sísmica. Inicialmente, estas políticas podrían centrarse en estructuras esenciales o de importancia crítica, ya que estas categorías deben permanecer operativas incluso durante un evento sísmico máximo. Establecer esta implementación como un requisito básico para obtener la licencia de construcción es fundamental. Garantizar que las estructuras

esenciales estén diseñadas para resistir eventos sísmicos ayuda a proteger vidas humanas y a mantener la infraestructura operativa en situaciones de emergencia.

## REFERENCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 2017a. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (7-16)* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://sp360.asce.org/PersonifyEbusiness/Merchandise/Product-Details/productId/233133882>.
- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 2017b. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (41-17)* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 15 junio 2023]. ISBN 9780784480816. Disponible en: <https://sp360.asce.org/PersonifyEbusiness/Merchandise/Product-Details/productId/233163464>.
- ARIAS, J.L., 2020. *Proyecto de Tesis. Guía para la elaboración*. S.l.: s.n. ISBN 978-612-00-5416-1.
- ARIAS-GÓMEZ, J., VILLASÍS-KEEVER, M. y MIRANDA-NOVALES, M., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea], vol. 63, no. 2, [consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- ARIAS-GONZALES, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y Metodología de Investigación* [en línea]. 01. Arequipa: s.n. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>.
- ATC-40, 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings - Applied Technology Council Online Store* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 15 junio 2023]. Disponible en: [https://store.atcouncil.org/index.php?dispatch=products.view&product\\_id=65](https://store.atcouncil.org/index.php?dispatch=products.view&product_id=65).
- BAENA, G., 2017. *Metodología de la investigación* [en línea]. 03. México: Grupo Editorial Patria. [consulta: 13 junio 2023]. vol. 08. ISBN 9786077447481. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n.html?id=jzZCDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=jzZCDwAAQBAJ&redir_esc=y).
- BERNAL, M. y ROZO, J., 2017. Ventajas Y Desventajas Del Análisis De Un Diseño De Medidas Repetidas Mediante Análisis De Varianza Univariado, Multivariado Y Modelos Lineales Mixtos. *Core*,

- CAHUANA, R. y QUISPE, J., 2015. *Desempeño sísmico del centro de salud San Cristóbal del Distrito, Provincia y Región de Huancavelica, diseñado con el reglamento nacional de construcciones y aceptando una deriva máxima de 1%* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Huancavelica. [consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/257>.
- CAMPOS, C. y LEANDRO, D., 2022. *Evaluación del desempeño sísmico utilizando el análisis no lineal estático según la metodología ASCE 41-13 de un módulo de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito de San Juan de Miraflores, provincia de Lima, Departamento de Lima* [en línea]. S.I.: Universidad Continental. [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12123>.
- CASAMAYOR, M. y VASQUEZ, R., 2020. *Diseño estructural basado en desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal "Pushover" de la institución educativa virgen de la natividad, carabamba - Julcan, 2020*. [en línea]. S.I.: Universidad Privada de Tacna. [consulta: 16 junio 2023]. Disponible en: <http://181.176.219.234/handle/UPRIT/320>.
- CCAPANTINA, J. y SANDOVAL, K., 2021. *Estudio comparativo estructural del sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77462>
- CHOQUE, J. y LUQUE, E., 2019. *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de San Agustín. [consulta: 16 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8866>.
- CHUNQUE, J., 2013. *Nivel de desempeño sísmico del edificio «A» de la universidad privada del norte- sede Cajamarca* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Cajamarca. [consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/80>.
- EL-BETAR, S., 2019. Seismic vulnerability evaluation of existing R.C. buildings. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2016.09.002> [en línea], vol. 14, no. 2, [consulta: 13 junio 2023]. ISSN 20909934. DOI 10.1016/J.HBRCJ.2016.09.002. Disponible en:



- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.hbrcj.2016.09.002>.
- ESCUADERO, C.L. y CORTEZ, L.A., 2018. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. S.I.: Ediciones UTMACH. ISBN 978-9942-24-092-7.
- FEMA, 2005. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 440 FEMA nehrp.
- FLORES, C. y NIETO, E., 2022. Análisis Comparativo Estructural del Sistema Confinada y Aporticado de una Vivienda Multifamiliar de 5 Pisos, San Juan de Lurigancho 2022. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105240>
- FLORES, E., 2021. Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático No lineal Pushover: Estudio de caso. *Journal Boliviano de Ciencias* [en línea], vol. 17, no. 50, [consulta: 13 junio 2023]. ISSN 2075-8944. DOI 10.52428/20758944.V17I50.20. Disponible en: <https://revistas.univalle.edu/index.php/ciencias/article/view/20>.
- FLORES, R., 2015. *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del Distrito de Samegua, Región Moquegua* [en línea]. S.I.: s.n. [consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/159>.
- GARAY, M. y LLAURE, L., 2020. *Evaluación de la capacidad sísmica de viviendas conformadas por sistemas estructurales de albañilería confinada y pórticos de concreto armado en el distrito de La Victoria, Lima* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. [consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24319>.
- GUILLOT-VALDÉS, M., GUILLÉN-RIQUELME, A. y BUELA-CASAL, G., 2022. Content Validity through Expert Judgment for the Depression Clinical Evaluation Test. *International Journal of Clinical and Health Psychology* [en línea], vol. 22, no. 2, [consulta: 17 mayo 2023]. ISSN 1697-2600. DOI 10.1016/J.IJCHP.2022.100292. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-international-journal-clinical-health-psychology-355-articulo-content-validity-through-expert-judgment-S1697260022000011>.
- HERNÁNDEZ, E., 2022. Aplicación del método del espectro de capacidad para la evaluación del desempeño sísmico de estructuras - INESA | TECH. [en línea].

- [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://www.inesa-tech.com/blog/aplicacion-metodo-espectro-de-capacidad-evaluacion-desempeno-sismico-estructuras/>.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.I.: Mc Graw Hill Education. vol. 1. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HUAMANI, L., 2021a. *Comparación del desempeño sísmico del pabellón Chaminade de la Universidad Católica de Santa María considerando el método espectro capacidad y método de los coeficientes de desplazamiento*. [en línea]. S.I.: s.n. [consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11339>.
- HUAMANI, L., 2021b. *Comparación del desempeño sísmico del pabellón Chaminade de la Universidad Católica de Santa María considerando el método espectro capacidad y método de los coeficientes de desplazamiento*. [en línea]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. [consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11339>.
- HUERTA, P., 2022. *Desempeño sísmico de edificios multifamiliares de muros estructurales aplicando el método de espectro de capacidad* [en línea]. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú. [consulta: 16 junio 2023]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/22726>.
- LÓPEZ, S. y AYALA, G., 2013. Método de diseño sísmico basado en desplazamientos para marcos de concreto reforzado. *Ingeniería sísmica* [en línea], no. 88, [consulta: 13 junio 2023]. ISSN 0185-092X. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- MANDER, J., PRIESTLEY, M. y PARK, R., 1989. Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. ,
- MARTÍNEZ, V. y NUNGARAY, C., 2019. Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones compuestas de marcos rígidos de acero en zonas hondureñas de alto peligro sísmico. *Informes de la Construcción*, vol. 71, no. 556, ISSN 0020-0883. DOI 10.3989/ic.64333.
- MUÑOZ, J., 2009. La ingeniería sismorresistente, apuntes del curso ingeniería antisísmica. *Pontificia Universidad Católica del Perú*,

- OTAZZI, G., 2004. *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado* [en línea]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. [consulta: 23 junio 2023]. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1055/OTAZZI\\_PASINO\\_GIANFRANCO\\_MATERIAL\\_ENSE%C3%91ANZA\\_CONCRETETO\\_ARMADO.pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1055/OTAZZI_PASINO_GIANFRANCO_MATERIAL_ENSE%C3%91ANZA_CONCRETETO_ARMADO.pdf?sequence=1).
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, ISSN 0717-9502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- PÉREZ, E. y TEQUEN, Y., 2021. Comparativo estructural del sistema aporticado y albañilería confinada de un edificio multifamiliar, Jaén – Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio de la Universidad Nacional de Jaén. Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/285>.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2022. Objetivos de Desarrollo Sostenible . *Los ODS en acción* [en línea]. [consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE), 2006. *NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA*. S.l.: s.n.
- RIOS, R., 2017. *Metodología para la investigación y redacción* [en línea]. 01. Málaga: s.n. [consulta: 14 junio 2023]. ISBN 978-84-17211-23-3. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html>.
- ROMO, M., 2008. FUNDAMENTOS DEL HORMIGÓN SIMPLE. *TEMAS DE HORMIGÓN ARMADO*. S.l.: s.n.,
- SALAZAR, M. y FERNÁNDEZ, J., 2022. *Comparación del desempeño sísmico de un edificio de 05 niveles considerando el método espectro capacidad y método de los coeficientes* . S.l.: Universidad Tecnológica del Perú.
- SAN BARTOLOMÉ, Á. y QUIUN, D., 2004. Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de mampostería confinada. *Boletín Técnico* [en línea], vol. 42, no. 2, [consulta: 23 junio 2023]. ISSN 0376-723X. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-)

723X2004000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- SHOWKAT, N. y PARVEEN, H., 2017. *Non-Probability and Probability Sampling* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/319066480\\_Non-Probability\\_and\\_Probability\\_Sampling/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/319066480_Non-Probability_and_Probability_Sampling/citation/download).
- VALDERRAMA, S., 2019. *Pasos para elaborar proyectos de investigacion científica, cuantitativa, cualitativa y mixta*. Segunda edicion. S.l.: s.n.
- WANG, Y., 2021. Study on performance-based seismic design theory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea], vol. 669, no. 1, [consulta: 13 junio 2023]. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/669/1/012020. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/669/1/012020>.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Tabla de operacionalización de variables

| Variable  | Definición<br>Conceptual   | Definición<br>Operacional  | Dimensiones   | Indicadores             | Escala de medición |
|---|--|--|---|-------------------------|--------------------|
| Desempeño sísmico                                   | Es la cuantificación del daño soportado por una edificación, ante un movimiento sísmico y el impacto que este representa en su funcionamiento (Martínez y Nungaray 2019) | La variable desempeño sísmico viene operacionalizada mediante la dimensión espectro de capacidad que representa los indicadores de totalmente operacional, operacional, seguridad de colapso, pre colapso, y colapso | <b>Parámetros topográficos</b>                          | Coordenadas UTM         | Razón              |
|   |  |  |   | Altitud                 |                    |
|   |  |  | <b>Parámetros de mecánica de Suelos</b>                 | Perfil estratigráfico   | Razón              |
|   |  |  |   | Clasificación de Suelos |                    |
|   |  |  |   | Capacidad portante      |                    |
|   |  |  |   | Asentamiento            |                    |
|   |  |  | <b>Derivas según Análisis Lineal</b>                    | Predimensionamiento     | Razón              |
|   |  |  |   | Fuerzas                 |                    |
|   |  |  |   | Peso                    |                    |
|   |  |  | <b>Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal</b> | Curva de Capacidad      | Razón              |
| Espectros de demandas sísmicas                      |  |  |   |                         |                    |
| Punto de desempeño para diferentes niveles de sismo |  |  |   |                         |                    |





Anexo 2.2: Guía de observación 2

| Guía de observación 2   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
|---|-----------------|--|--|-----------|---|---|------|---|------|---|------|
| Indicador 1: PREDIMENSIONAMIENTO  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Tesis:  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Autor:  |                 | UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Normatividad: E.070 (R.N.E.)  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| 1) VIGAS  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| $h = \left(\frac{1}{10} a \frac{1}{12}\right) \cdot L$  |                 | En forma Practica $h = \frac{L}{10}$   | $b = \left(\frac{1}{2} a \frac{2}{3}\right) \cdot h$ |           |   |   |      |   |      |   |      |
|   |                 | En forma Practica $b = \frac{h}{2}$  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Predimensionamiento de la viga  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Luz libre del portico principal   | <b>L =</b>      | b, h con dimensiones cada 5 cm<br>b mín = 25 cm<br>(Para evitar cangrejas)   | 0.00 m   |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Peralte de viga   | <b>h =</b>      |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Peralte de viga definitivo  | <b>h def. =</b> |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Base de la viga   | <b>b =</b>      |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Base de la viga definitivo  | <b>b def. =</b> |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| 2) COLUMNAS   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| $\text{Área Columna Centrica} = \frac{P \text{ servicio}}{0.45 \cdot f'c}$                              |                 | $P \text{ servicio} = P \cdot \text{Átri. Npisos}$   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| $\text{Área Columna Excentrica} = \frac{P \text{ servicio}}{0.35 \cdot f'c}$                            |                 | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th>Categoría</th> <th>P</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1250</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1000</td> </tr> </table> |  | Categoría | P | A | 1500 | B | 1250 | C | 1000 |
| Categoría   | P               |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| A   | 1500            |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| B   | 1250            |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| C   | 1000            |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| $\text{Área Columna Esquinada} = \frac{P \text{ servicio}}{0.35 \cdot f'c}$                             |                 | Zonas de alta Sísmicidad   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
|   |                 | Área mín $\geq 1000 \text{ cm}^2$  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| <b>CATEGORIA DE LA EDIFICACION</b>  |                 | <b>Área de columna def. =</b>  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| <b>C : EDIFICACIONES COMUNES</b>  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| P0 (Kgf/m2) =   |                 | <b>b =</b>   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Numero de pisos =   |                 | <b>b def. =</b>  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| F'c =   |                 | <b>d =</b>   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
|   |                 | <b>d def. =</b>  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| <b>Tipo de Columna</b>  |                 | Centrica   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| <b>AREA TRIBUTARIA</b>  |                 | Importante<br>$K_{columna} \geq 1.2 K_{viga}$<br>Para evitar rapida aparicion de rotulas plasticas   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| L =   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| B =   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
|   |                 | 0.00 m   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| 3) LOSA ALIGERADA   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| En forma Practica $h = \frac{L}{25}$  |                 | DETALLE GENERAL ALIGERADO  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Longitud de mayor lado  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| L =   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| h =   |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| h def. =  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| h def. =  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| 4) LOSA MACIZA  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| En forma Practica $h \text{ mín} = \frac{L}{40}$ ; $h \text{ máx} = h \text{ aligerado} - 5 \text{ cm}$ |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| Longitud de mayor lado  |                 | Espesor de losa def.   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| L =   |                 | <b>h máx =</b>   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| h =   |                 | <b>h definida =</b>  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| h def. =  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
|   |                 | 0.00 m   |  |           |   |   |      |   |      |   |      |
| <b>Validado por:</b>  |                 |  |  |           |   |   |      |   |      |   |      |


Ing. Mario Rodríguez Vasquez

Ing. Edwin Arocutipá Calatayud

Ing. Josualdo Villar Quiroz



Anexo 2.3: Guía de observación

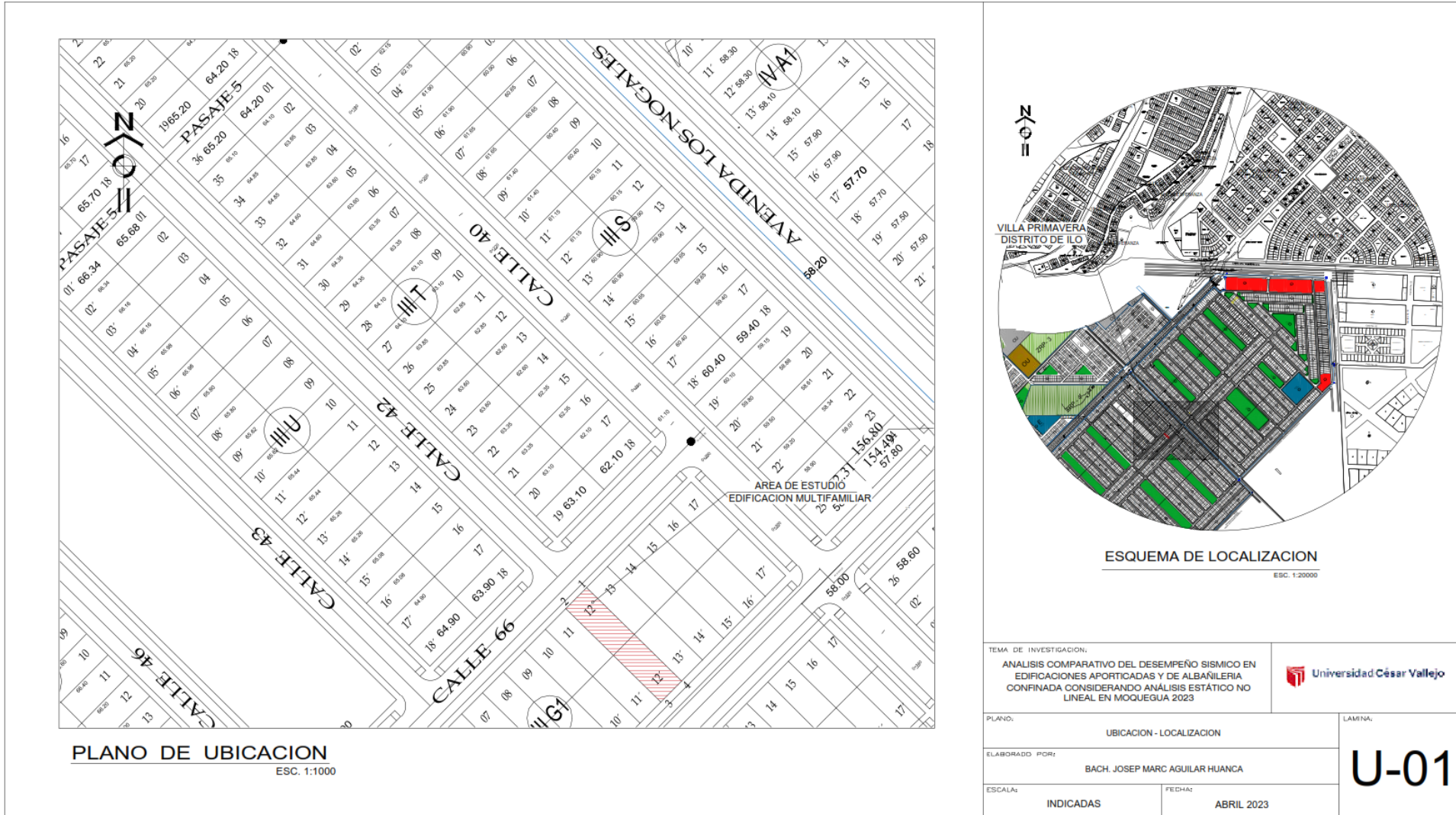
| <b>Guía de observación 1</b>   |              |             |                  |   |
|--|--------------|-------------|------------------|---|
| <b>Dimensión 1: Parámetros topográficos</b>  |              |             |                  |   |
| Tesis: "Análisis comparativo del desempeño sísmico en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua" |              |             |                  |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |
| Autor: Bach. Josep Marc Aguilar Huanca   |              |             |                  |   |
| <b>Indicador 1: Coordenadas UTM (Estación Total)</b>   |              |             |                  |   |
| <b>Punto</b>   | <b>Norte</b> | <b>Este</b> | <b>Elevación</b> | <b>Descripción</b>  |
| 01   | 8045215.279  | 251340.348  | 163.169          | Terreno plano   |
| 02   | 8045211.008  | 251336.1341 | 163.154          | Terreno plano   |
| 03   | 8045192.045  | 251355.3541 | 162.894          | Terreno plano   |
| 04   | 8045196.316  | 251359.5681 | 162.851          | Terreno plano   |
|  |              |             |                  |   |
|  |              |             |                  |   |
|  |              |             |                  |   |
|  |              |             |                  |   |
|  |              |             |                  |   |



Anexo 2.4: Guía de observación

| Guía de observación 2   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
|---|------------------------|--|---|--------------------------|-----------------|---------------------------------|--------|--|----------|----------------------|------|---------|--------|---------|--------|
| Indicador 1: PREDIMENSIONAMIENTO  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Tesis: "Análisis comparativo del desempeño sísmico en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua"  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Autor: Bach. Josep Marc Aguilar Huanca  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Normatividad: E.070 (R.N.E.)  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| 1) VIGAS  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| $h = \left(\frac{1}{10} a \frac{1}{12}\right).L$ En forma Practica  |                        | $h = \frac{L}{10}$   | $b = \left(\frac{1}{2} a \frac{2}{3}\right).h$ En forma Practica        |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| $b = \frac{h}{2}$   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Predimensionamiento de la viga  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Luz libre del portico principal   | L =                    | 4.70 m   | b, h con dimensiones cada 5 cm<br>b mín = 25 cm (Para evitar cangrejas) |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Peralte de viga   | h =                    | 0.47 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Peralte de viga definitivo  | h def. =               | 0.50 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Base de la viga   | b =                    | 0.25 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Base de la viga definitivo  | b def. =               | 0.30 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| 2) COLUMNAS   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| $\text{Área Columna Centrica} = \frac{P \text{ servicio}}{0.45.f'c}$  |                        | $P \text{ servicio} = P. \text{Átri. Npisos}$  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| $\text{Área Columna Excentrica} = \frac{P \text{ servicio}}{0.35.f'c}$  |                        | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1250</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table> |   | Categoría                | P               | A                               | 1500   | B  | 1250     | C                    | 1000 |         |        |         |        |
| Categoría   | P                      |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| A   | 1500                   |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| B   | 1250                   |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| C   | 1000                   |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| $\text{Área Columna Esquinada} = \frac{P \text{ servicio}}{0.35.f'c}$   |                        | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Zonas de alta Sísmisidad</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Área mín ≥ 1000 cm<sup>2</sup></td> </tr> </thead> </table>   |   | Zonas de alta Sísmisidad |                 | Área mín ≥ 1000 cm <sup>2</sup> |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Zonas de alta Sísmisidad  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Área mín ≥ 1000 cm <sup>2</sup>   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN<br><b>C : EDIFICACIONES COMUNES</b>   |                        | Área de columna def. = 624.96 cm <sup>2</sup>  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| P0 (Kgf/m <sup>2</sup> ) =  | 1000.00                | b =  | 25.00 cm  |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Numero de pisos =   | 5                      | b def. =   | 0.45 m  |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| F'c =   | 210 kg/cm <sup>2</sup> | d =  | 25.00 cm  |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
|   |                        | d def. =   | 0.45 m  |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Tipo de Columna   | Centrica               | Importante<br>$K_{columna} \geq 1.2K_{viga}$<br>Para evitar rapida aparicion de rotulas plasticas  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| AREA TRIBUTARIA<br>L = 4.13 m<br>B = 2.86 m<br>11.81 m <sup>2</sup>   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Donde:<br>H : Altura de entrepiso<br>h : Espesor de la viga   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| 3) LOSA ALIGERADA   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| En forma Practica $h = \frac{L}{25}$  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| <table border="1"> <tr> <td>Longitud de mayor lado</td> <td>L =</td> <td>2.70 m</td> </tr> <tr> <td>Espesor de losa</td> <td>h =</td> <td>0.17 m</td> </tr> <tr> <td>Espesor de losa def.</td> <td>h def. =</td> <td>0.20 m</td> </tr> </table> |                        | Longitud de mayor lado   | L =   | 2.70 m                   | Espesor de losa | h =                             | 0.17 m | Espesor de losa def.   | h def. = | 0.20 m               |      |         |        |         |        |
| Longitud de mayor lado  | L =                    | 2.70 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Espesor de losa   | h =                    | 0.17 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Espesor de losa def.  | h def. =               | 0.20 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| 4) LOSA MACIZA  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| En forma Practica   |                        | $h \text{ mín} = \frac{L}{40}; h \text{ máx} = h \text{ aligerado} - 5 \text{ cm}$   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| <table border="1"> <tr> <td>Longitud de mayor lado</td> <td>L =</td> <td>4.80 m</td> </tr> <tr> <td>Espesor de losa</td> <td>h mín =</td> <td>0.12 m</td> </tr> </table>  |                        | Longitud de mayor lado   | L =   | 4.80 m                   | Espesor de losa | h mín =                         | 0.12 m | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Espesor de losa def.</td> </tr> <tr> <td>h máx =</td> <td>0.12 m</td> </tr> <tr> <td>h def =</td> <td>0.15 m</td> </tr> </table> |          | Espesor de losa def. |      | h máx = | 0.12 m | h def = | 0.15 m |
| Longitud de mayor lado  | L =                    | 4.80 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Espesor de losa   | h mín =                | 0.12 m   |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| Espesor de losa def.  |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| h máx =   | 0.12 m                 |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
| h def =   | 0.15 m                 |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |
|   |                        |  |   |                          |                 |                                 |        |  |          |                      |      |         |        |         |        |


### Anexo 2.5: Ubicación y localización del lugar de estudio



**Anexo 2.6: Estudio de Mecánica de Suelos**

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**PROYECTO:**  
**" CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."**

**GEOPOL EIRL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad



15 sep. 2023 4:32:15 p. m.  
17.66129931S 71.34109996W  
Altitud: 187.4m  
C-03  
- BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
- ILO - MOQUEGUA

**SOLICITANTE:**

**BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA**

LUGAR : PAMPA INALAMBRICA  
DISTRITO : ILO  
PROVINCIA : ILO  
DPTO : MOQUEGUA

SETIEMBRE DEL 2023

**GEOPOL EIRL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad



CONTENIDO

1.0 RESUMEN .....4

2.0 ANTECEDENTES .....6

3.0 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....7

4.0 MEMORIA DESCRIPTIVA .....7

4.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO .....7

4.2 ACCESIBILIDAD .....9

4.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA .....9

4.4 ALTITUD DE LA ZONA .....10

4.5 ASPECTOS GEOLOGICOS DEL AREA DEL PROYECTO .....10

    4.5.1 GEOMORFOLOGÍA .....10

    4.5.2 LITOESTRATIGRAFÍA .....12

    4.5.3 FORMACION SOTILLO .....13

    4.5.4 FORMACION MOQUEGUA .....13

    4.5.5 DEPOSITOS ALUVIALES .....13

4.6. ESTRATIGRAFIA .....14

4.7. GEODINAMICA .....14

    4.7.1 GEODINAMICA INTERNA - SISMICIDAD .....14

    4.7.2 PELIGROSIDAD SISMICA .....14

    4.7.3 TSUNAMI .....15

4.8 GEODINAMICA EXTERNA .....15

5. CONSIDERACIONES SÍSMICAS .....16

5.1 INTENSIDADES .....16

5.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA .....16

5.3 TIPO DE SUELO Y PERIODO .....18

5.4 FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE .....18

6. INVESTIGACIONES DE CAMPO .....19

6.1 TRABAJOS DE CAMPO .....19

    6.1.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN .....19

    6.1.2 MUESTREO .....19

    6.1.3 REGISTRO DE EXCAVACIONES .....19

7. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....19

8. ENSAYOS DE LABORATORIO .....20

9. ENSAYOS ESTÁNDAR .....20

10. ENSAYOS ESPECIALES .....20

11. CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....20

12. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO .....21

13. DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO .....21

13.1 NIVEL DE LA NAPA FREATICA .....21

13.2 HUMEDAD NATURAL .....22

14. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN .....22

15. CIMENTACION EN ROCA .....22

  
**GEOPOL**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOTECNICAS Y SISMICAS  
CIP 199702





## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

#### 1.0 RESUMEN

Con la finalidad de describir el perfil estratigráfico del área del proyecto, se realizaron exploraciones del suelo, para lo cual se han realizado excavaciones a cielo abierto (calicatas).

Se eligió tres puntos de muestreo (03), al cual se le nombró como C-01, C-02 y C-03, donde se realizaron excavaciones a cielo abierto, para la obtención de muestras, el cual fue convenientemente coordinado y ubicado dentro del perímetro del área del proyecto, las profundidades de las excavaciones son suficientes para la descripción de la conformación del suelo de fundación.

Se seleccionaron muestras representativas del suelo debidamente identificado, los mismos se remitieron al laboratorio para ser sometidos a los diferentes ensayos, con el propósito de conocer sus principales propiedades físicas y mecánicas para la identificación y clasificación de los mismos, cuyos resultados de laboratorio se presenta en el anexo ensayos de laboratorio.

Los mismos fueron realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa GEOPOL E.I.R.L., siguiendo las normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM).

En los niveles de desplante de los cimientos de la infraestructura proyectada, el suelo de fundación está constituido en la calicata C-1, C-2 y C-3, presenta Basamento rocoso, conformado de rocas ígneas, bastante fracturado, seco, ligeramente alterado, de color gris verdoso a gris pardusco, de textura granular, de composición diorítica con horblenda, constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas dispuestas en forma masiva, presenta la calicata C-01 un RQD de 36.66%, compresión simple 124.41 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 24.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala, la Calicata C-02 presenta RQD de 34.22%, compresión simple 125.08 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 25.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala y la Calicata C-03 presenta RQD de 26.93%, compresión simple 123.46 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 26.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala.

la mecánica de rocas guarda una estrecha relación con otras disciplinas como la geología estructural, para el estudio de los procesos y estructuras tectónicas que afectan a las rocas, y la mecánica de suelos, para abordar el estudio de rocas alteradas y meteorizadas en superficie, la caracterización de las rocas y de los macizos rocosos y el estudio de su comportamiento mecánico y deformacional son complejos debido a la gran variabilidad de características y propiedades que presentan y al elevado número de factores que los



condicionan, La finalidad de la mecánica de rocas es conocer y predecir el comportamiento de los materiales rocosos ante la actuación de las fuerzas internas y externas que se ejercen sobre ellos. Cuando se excava un macizo rocoso o se construyen estructuras sobre las rocas se modifican las condiciones iniciales del medio rocoso, el cual responde a estos cambios deformándose y/o rompiéndose. el estado y comportamiento mecánico de los macizos rocosos son resultado de la combinación de todos ellos, con diferente grado de importancia para cada situación. Así, en medios superficiales las discontinuidades y los procesos de meteorización juegan un papel muy importante en el comportamiento mecánico de los macizos rocosos

matriz rocosa es el material rocoso exento de discontinuidades, o los bloques de «roca intacta» que quedan entre ellas. La matriz rocosa, a pesar de considerarse continua, presenta un comportamiento heterogéneo y anisótropo ligado a su fábrica y a su microestructura mineral. Mecánicamente queda caracterizada por su peso específico, resistencia y deformabilidad.

Macizo rocoso es el conjunto de los bloques de matriz rocosa y de las discontinuidades de diverso tipo que afectan al medio rocoso. Mecánicamente los macizos rocosos son medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos. Prácticamente puede considerarse que presentan una resistencia a la tracción nula.

La mecánica de rocas se ocupa del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamiento mecánico de los materiales rocosos, y de su respuesta ante la acción de fuerzas aplicadas en su entorno físico. El desarrollo de la mecánica de rocas se inició como consecuencia de la utilización del medio geológico para obras superficiales, en campo se encuentra bastante fracturado, ligeramente afectado por la meteorización La presencia de agua puede tener efectos perjudiciales sobre el suelo de fundación, una de ellas por ejemplo la disminución de las fuerzas de atracción entre las partículas. Y también el agua intersticial puede soportar los esfuerzos aplicados modificando así el comportamiento del suelo. En síntesis, el aumento de la humedad del suelo reduce por lo general, la resistencia del mismo.

La agresión que ocasiona el subsuelo bajo el cual la estructura se apoyara, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada como la rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.

Los principales elementos químicos a evaluar son las sales solubles por su acción química



sobre el concreto y acero del cimiento.

De los resultados obtenidos se puede observar que la concentración de las sales solubles es de 5610 ppm, se determina que, si existe agresividad insignificante de los sulfatos al concreto, por lo tanto, se recomienda el uso de cemento Tipo Hs y/o Cemento tipo V, acompañando de un impermeabilizante.

## 2.0 ANTECEDENTES

El presente estudio de mecánica de suelos, se ha desarrollado con la finalidad de caracterizar e identificar las condiciones estratigráficas y físicas del sub suelo de fundación y definir así las condiciones de cimentación para el proyecto: **“CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO”**, Para caracterizar un macizo rocoso donde se pretende insertar una excavación, se requiere conocer los parámetros básicos de la roca y de las discontinuidades así como la estructura del macizo que incluye aspectos como el número de familias de discontinuidades existentes, el espaciado medio de los planos de discontinuidad, las características geomecánicas básicas de las discontinuidades. Asimismo, será necesario medir o estimar el estado tensional in-situ y en su caso las alteraciones producidas en el macizo por otras excavaciones, Las superficies de discontinuidad constituyen planos de debilidad que gobiernan, en la mayoría de los casos, el comportamiento geomecánico de los macizos rocosos, al condicionar la resistencia del conjunto y los mecanismos y zonas de deformación y rotura. Este control por parte de las discontinuidades es definitivo en macizos de rocas duras y resistentes (como granitos o cuarcitas), donde la resistencia de los bloques de matriz es muy superior a la de los planos que los separan.

Al realizar obras sobre el terreno, como excavaciones o cimentaciones, se modifican las condiciones iniciales y las fuerzas que actúan sobre los macizos rocosos, tanto las internas, debidas al propio peso o a las propiedades intrínsecas de los materiales, como las fuerzas externas: aparecen presiones intersticiales por modificación del flujo, se aplican cargas adicionales, etc. Estas modificaciones en el estado tensional, junto con las características y propiedades resistentes y deformacionales de los materiales rocosos, controlan la respuesta mecánica y los modelos de deformación y rotura.

También por lo general a escala de macizo la matriz rocosa suele considerarse como un material isótropo y continuo, los aspectos anteriores son importantes en el estudio de determinados tipos de materiales rocosos, como son las rocas que presentan laminación o esquistosidad. A la hora de evaluar la influencia de estos «defectos» también debe tenerse en cuenta la escala o el ámbito de trabajo a realizar.

  
César Vallejo  
CIP 75370





### 3.0 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente trabajo tiene por objetivo determinar las propiedades físicas, geomecánicas y la determinación de la capacidad portante del suelo de fundación, dentro del perímetro donde se emplazará los cimientos de la infraestructura proyectada, del proyecto denominado: **“CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR – ILO”**, Para lo cual se ha efectuado el reconocimiento respectivo del terreno, el sondeo geotécnico y muestreo de suelos, a fin de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio. Con el propósito de lograr los objetivos del estudio planteado se considera las siguientes etapas, trabajos de campo a través de la recolección de muestras en las excavaciones a cielo abierto, ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo y labores de gabinete en base a los datos obtenidos del perfil Estratigráfico del suelo. El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Ubicación de puntos de muestreo
- Toma de muestras
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil del suelo
- Determinación de la capacidad portante del suelo de fundación
- Conclusiones y recomendaciones

Los cimientos de la edificación quedaran emplazados sobre un terreno llano, con pendiente considerada, esta unidad geomorfológica surgió durante el terciario, activado por medio de eventos tectónicos, volcánicos y fluviales. Estas formaciones están constituidas por un ensamble de rocas ígneas del jurásico superior, formando un basamento rocoso, dispuestas en forma masiva, y en algunas áreas forman zonas de escarpe, en gran parte de estas unidades de relieve, el basamento rocoso está cubierto de suelos.

### 4.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 4.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Este proyecto de infraestructura denominado: **“CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR – ILO”**, se encuentra ubicado en la Sector Pampa Inalámbrica de la Provincia de Ilo. y Región Moquegua.

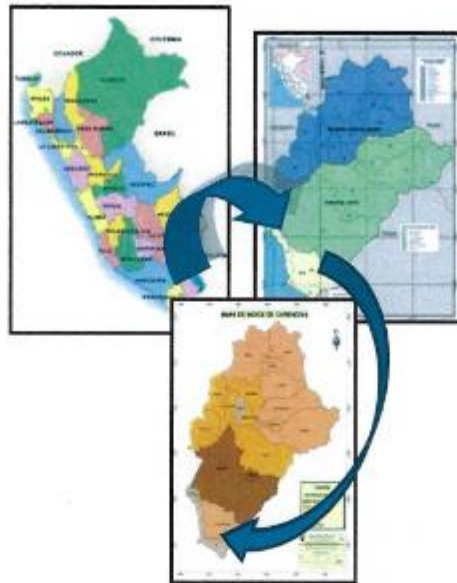
- LUGAR : PAMPA INALAMBRICA
- PROVINCIA : ILO
- DISTRITO : ILO
- REGION : MOQUEGUA

AGEOPOL EIRL

AGEOPOL EIRL  
César Augusto Estrada Flores  
MUSEO N.º 104  
C.I.U. 199712

pág. 7

Fig. N°01 ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Fig. N°02 ubicación del catastral del Proyecto

UBICACIÓN - FUENTE: PLANO CATASTRAL - ILO



Fuente: Google Earth

  
César Augusto Ramos Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 75902

**4.2 ACCESIBILIDAD**

La principal vía de acceso desde la Avenida Interoceánica sur a la zona del área del proyecto, es a través de la carretera asfaltada, el detalle de las distancias y tiempo de recorrido se indican en la tabla que sigue a continuación:

Tabla N.º 01; Accesibilidad al área del proyecto.

| CARRETERA | TRAMO                       | DIST. (Km) | TIEMPO    | TIPO DE VIA |
|-----------|-----------------------------|------------|-----------|-------------|
| Moquegua  | Ilo                         | 81.5       | 1 h 3 min | Asfaltada   |
| Ilo       | Carretera Interoceánica Sur | 4.5        | 5 min     | Asfaltada   |

Fuente; Elaboración propia

Fig. N°3 Plano Accesibilidad del proyecto



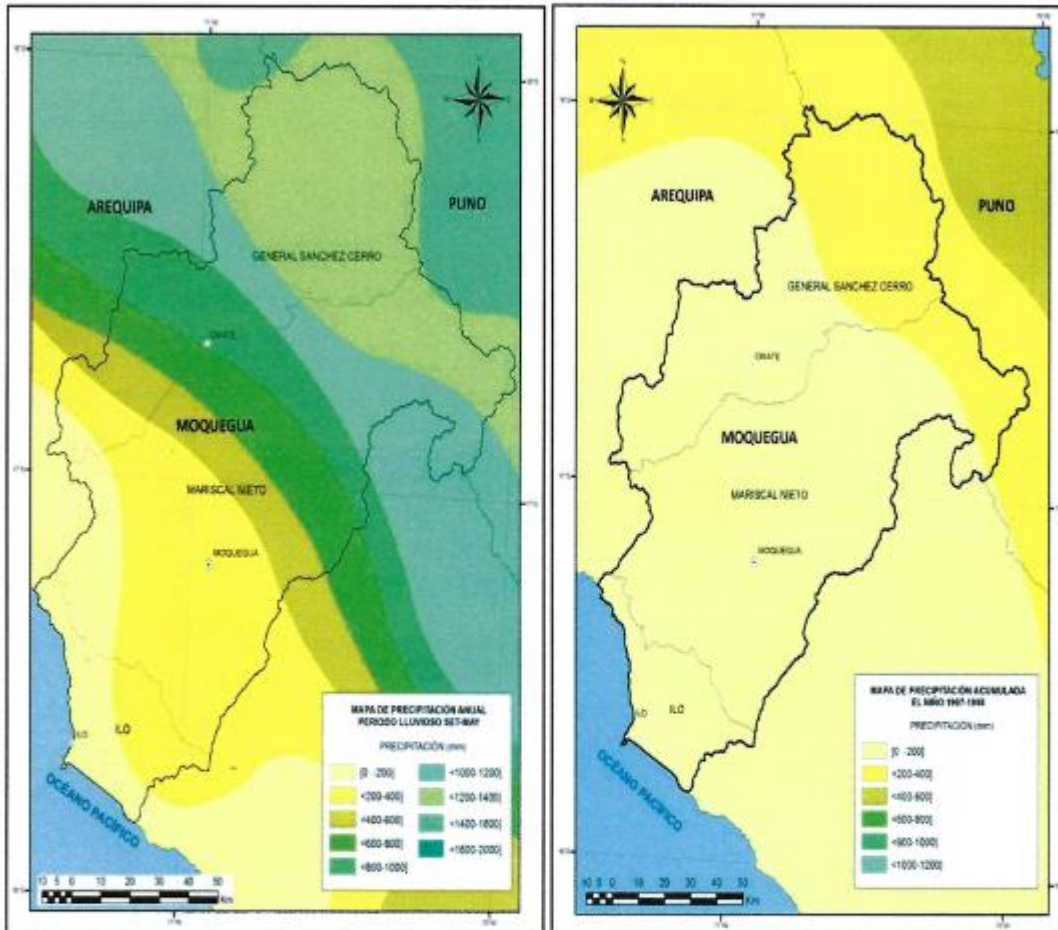
Fuente; Elaboración propia – Google Earth Pro.

**4.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA**

La provincia de Ilo, presenta características relacionadas con una baja precipitación, elevada humedad relativa y temperaturas relativamente moderadas. Con respecto a la humedad, ésta fluctúa entre 84% y 90% en promedio, ocasionada por la intensa evaporación marina, que produce nubosidad sin llegar a producir lluvias, conformando una masa de nubes de diversa altitud, especialmente entre los meses de mayo y noviembre. Las temperaturas más altas se registran en los meses de enero y marzo (21.2 °C promedio en verano) y las más bajas entre julio y agosto (16.6 °C promedio en invierno). En los últimos 30 años la temperatura promedio anual alcanzó los 18.3°C, la humedad relativa máxima fue de 87.3% y las precipitaciones de 12.8 mm. Anual, información registrada en la estación meteorológica de Punta Coles. Con respecto a los vientos, éstos siguen una dirección sur – sureste con una velocidad promedio de 10 Km/h., la cual equivale a una brisa ligera, según la escala de Beaufort para medir la

fuerza del viento. Las horas de sol varían en relación directa a las estaciones, notablemente mayores en los meses de verano (diciembre – abril), con un promedio de 240 horas de sol mensual, que equivalen a 8 horas de sol por día. Durante el invierno (mayo – noviembre) el promedio de horas de sol se reduce a 103 horas mensuales, equivalentes a 3.5 horas por día, coincidiendo con la época nublada. (SENAMHI, 2003). Figura 2.

Fig. N°4: Condiciones Climáticas



Fuente: SENAMHI

#### 4.4 ALTITUD DE LA ZONA

El área de estudio se encuentra ubicada a una altitud de 160 m.s.n.m. aproximadamente.

#### 4.5 ASPECTOS GEOLOGICOS DEL AREA DEL PROYECTO

##### 4.5.1 GEOMORFOLOGÍA

La estructuración de la superficie terrestre es una continua lucha entre fuerzas endógenas y exógenas y con eso una interacción entre movimientos tectónicos, meteorización, erosión y sedimentación. Salvo las formaciones tectónicas surgientes, no existe una parte







Los depósitos cuaternarios tienen una amplia distribución y están constituidos de gravas, arenas y finos, no consolidados, son principalmente acumulaciones eólicas y aluviales que forman terrazas, al cubrir al basamento rocoso.

#### 4.5.3 FORMACION SOTILLO

Constituidos principalmente por una secuencia de areniscas y areniscas arcósicas con materiales volcánoclasticos, del paleógeno, esta formación se caracteriza por su coloración gris parduzco, los mismos se encuentran intruidos por intrusivos cretácicos, presentan estratificación paralela y sub horizontal predominando las lodolitas en los niveles superiores así como capas de yeso, las que se incrementan en su tercio superior, hacia la transición con la formación Moquegua está marcada por un banco promedio de 18 cm de yeso. Estas facies se ubican al Sur Oeste de la ciudad de Moquegua, quebrada seca y Santallana, también afloran al SO del poblado de Torata específicamente en el cerro San Miguel.

#### 4.5.4 FORMACION MOQUEGUA

Conformados principalmente por conglomerados polimicticos, con clastos de guijas y areniscas gruesas, medianamente estratificadas, pertenecientes al paleógeno – neógeno, intercalados con algunos niveles de tobas grises blanquecinos en las secuencias superiores. Los clastos son de andesitas y riolitas e intrusivos dioríticos. Estas secuencias presentan numerosas estructuras sedimentarias tales como estratificación sesgada, gradada, canales de corte y relleno. En los niveles inferiores de esta formación está constituida por conglomerados redondeados con clastos polimicticos, presentan imbricación al SO, originando un cambio de facies laterales que gradan a las secuencias de arenas medias y lodolitas de la formación sotillo.

#### 4.5.5 DEPOSITOS ALUVIALES

Corresponde al cuaternario reciente, es decir a los últimos 11000 años, tiempo en el cual el territorio de nuestro país llega a su actual fisonomía y donde la acción erosiva de los ríos se acentúa; Las acumulaciones fluvio-aluviales se van engrosando. El proyecto de infraestructura estará emplazada sobre una extensa llanura aluvial, constituida principalmente por depósitos aluviales, los mismos están constituidos por una mezcla de bloques, gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas depositados por las corrientes de ríos y otras corrientes laminares, todas ellas incluyen sedimentos fluviales, estos depósitos están dispuestos en forma estratificada, predominan las secuencias de arenas y limos con considerable presencia de arcillas de plasticidad baja a media.

  
César Augusto B. Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 82702

#### 4.6. ESTRATIGRAFIA.

En la región del área estudiada afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias que abarcan en edad desde el Precambriano hasta el Cuaternario reciente. La formación más antigua es la denominada Complejo Basal de la Costa que aflora en el cuadrángulo de Ilo en un área relativamente pequeña a la orilla del mar. Consiste de rocas metamórficas asociadas con intrusiones de granito rojo. Esta formación se considera de edad precambriana y constituye el basamento cristalino. Las rocas del grupo Yamayo constituyen la unidad más baja del Mesozoico, está compuesta por 600 metros de arenisca, limolitas, lutitas y derrames volcánicos cuya edad se supone entre el Triásico superior y el Jurásico inferior. Suprayaciendo discordantemente al grupo Yamayo se encuentra una formación volcánica de 1,000 a 2,500 metros de grosor, compuesta de derrames, aglomerados y brechas, principalmente andesíticos, que han sido correlacionados con el Volcánico Chocolate del área de Arequipa, de edad jurásico inferior. Sobre los Volcánicos Chocolate yace discordantemente la formación Guaneros de edad calloviana, constituida por rocas volcánicas intercaladas con rocas sedimentarias de origen marino con un grosor superior a 3,000 metros. Las rocas de edad terciaria están representadas por depósitos sedimentarios que constituyen la formación Moquegua y por tufos riolíticos denominados Volcánicos Huaylillas. Los depósitos cuaternarios tienen una amplia distribución y están constituidos por terrazas marinas, conos aluviales y detritus de talud cerca del litoral, y por acumulaciones eólicas y terrazas aluviales en las planicies interiores. En el fondo de los valles principales existen depósitos de grava fluvial y suelos cultivados. Rocas intrusivas, principalmente granodioritas y dioritas, integrantes del batolito costanero, afloran casi ininterrumpidamente frente al litoral y su edad va probablemente desde el Cretáceo superior al Terciario inferior.

#### 4.7. GEODINAMICA

##### 4.7.1 GEODINAMICA INTERNA - SISMICIDAD

La distribución de sismos en tiempo y espacio es materia elemental en sismología, observaciones sísmicas han acumulado una extensa información de la actividad sísmica. La definición de la palabra "sismicidad" no es muy precisa, pero podemos describirla como la actividad sísmica en un área particular durante un cierto período de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. Sin embargo, la representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no sólo el número de eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia y distribución espacial, así como su modo de ocurrencia.

##### 4.7.2 PELIGROSIDAD SISMICA

La ciudad de Ilo se encuentra en una zona de gran actividad sísmica por consiguiente susceptible a ser expuesta a esta clase de peligro, El tipo de edificación o construcción debe ofrecer resistencia sísmica, en toda la ciudad y particularmente en el área del proyecto, las viviendas han sido construidas sin ningún criterio antisísmico la que en el futuro se vuelven





vulnerables, por la falta de acondicionamiento y previsión cuando no se toma en cuenta la calidad de los suelos, que es el caso preocupante de la Pampa Inalámbrica por el alto contenido de sales en algunos sectores, que en el futuro podría ocasionar asentamientos o hundimientos por la disolución de las mismas. En el caso particular de Ilo la mayor parte de sus edificaciones se encuentran bastante conservados sobre todo las edificaciones cercanas al puerto, adicionalmente se podría indicar que su suelo es bastante competente, consistente en rocas intrusivas y metamórficas excepto algunos sectores. Por el contrario, en la Pampa Inalámbrica hay serias deficiencias constructivas, pero además su suelo por el contenido de sales representa siempre un peligro latente de no tomarse previsiones sobre todo con los servicios de agua y desagüe.

#### 4.7.3 TSUNAMI

Los Tsunami han sido estudiadas para la ciudad de Ilo, se ha logrado determinar el tiempo mínimo de ocurrencia para el SW de Perú que es de 5 a 10 minutos, en el caso de Ilo se ha catalogado como de máxima peligrosidad por las condiciones topográficas, según los cálculos podría penetrar hasta unos 400 metros en la desembocadura del río. El plano de inundación por efecto del tsunami se calcula entre las curvas de nivel 15 a 20 metros.

#### 4.8 GEODINAMICA EXTERNA

La gran variedad de fenómenos naturales que ocurren en el Perú y en especial en la zona sur, han moldeado a través de su historia una evolución en el desarrollo urbano, agrícola, industrial, etc. Particularmente en el sector correspondiente a la ciudad de Ilo, las amenazas a la que está expuesta es la erosión fluvial, arenamientos, inundaciones y activaciones de las quebradas.

#### INUNDACIONES

Considerando que la precipitación pluvial en la ciudad de Ilo es sumamente escasa, la amenaza de inundación es baja, sin embargo, por las condiciones del suelo de la Pampa Inalámbrica, por su alto contenido de sales le corresponde una peligrosidad moderada a futuro por la posible disolución de la misma. En el caso del Puerto por la pendiente existente no resulta preponderante en el caso de las inundaciones. Por el contrario, es necesario considerar cierto grado de peligrosidad en las quebradas secas y sobre todo en las cercanías de la desembocadura, por una eventualidad futura por el incremento de las precipitaciones en las cercanías de Ilo o en la región que comprometa los drenajes naturales.

#### Erosión Fluvial

Este fenómeno generalmente ocurre a lo largo de los ríos, especialmente en los torrentosos y durante las épocas de avenidas, debidas a las fuertes precipitaciones pluviales, por consiguiente, el río Osmore debe considerarse como un peligro latente sobre todo en su desembocadura.

### Arenamiento

Este proceso morfodinámico se presenta en Ilo como en muchos lugares de la costa peruana, originando depósitos de arenas conocidas como dunas. Estas arenas transitorias invaden terrenos de cultivos y particularmente en el caso de Ilo las carreteras.

## 5. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

### 5.1 INTENSIDADES

Según análisis sismo tectónicos, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como: el Círculo Alpino Himalayo y el Circulo Pacifico. En esta última zona han ocurrido el 80 % de los eventos sísmicos, quedando el 15 % para el Circulo Alpino Himalayo, y el 5 % restante se reparte en todo el mundo.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas es el trabajo de Silgado (1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú.

De lo anterior se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona en estudio existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden VIII en la escala de Mercalli Modificada.

### 5.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos.

El Distrito de Moquegua, está comprendido dentro del área geográfica que corresponde a la calificación de Sismicidad alta, de acuerdo a los Parámetros de Sitio, y Zonificación sísmica del Perú, el área del presente estudio se ubica dentro de la zona 4., su intensidad, aceleración, coeficiente sísmico y desplazamiento máximo relativo, están supeditadas a las condiciones locales como las características físico- mecánicas del suelo y profundidad del nivel freático.

Para fines de diseño de las estructuras y las condiciones geotécnicas, para efecto de cumplir con la norma sismo resistente, NTE E - 030, la cual tiene por objeto proporcionar las pautas a seguir para la consideración de la acción sísmica, en las edificaciones se recomienda adoptar en los diseños sismo resistente los siguientes parámetros:

**TABLA N°02 ; Parámetros Sísmicos**

| DESCRIPCION  | SUELO |
|--|-------|
| Parámetro  | Valor |
| Factor Zona (Z)= 4                                 | 0.45  |
| Factor de amplificación del suelo (S)S1            | 1.0   |
| Periodo que define la plataforma del espectro (Tp) | 0.4   |

| ZONA | Z    |
|------|------|
| 4    | 0.45 |
| 3    | 0.35 |
| 2    | 0.25 |
| 1    | 0.10 |

| REGION (PRTC)  | PROVINCIA             | DISTRITO        | ZONA SISMICA        | AMBITO                   |
|----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|
| MOQUEGUA       | GENERAL SANCHEZ CERRO | CHOJATA         | 3                   | DIEZ DISTRITOS           |
|                |                       | COALAQUE        |                     |                          |
|                |                       | ICHUÑA          |                     |                          |
|                |                       | ILLOQUE         |                     |                          |
|                |                       | MATALAQUE       |                     |                          |
|                |                       | OMATE           |                     |                          |
|                |                       | PUQUINA         |                     |                          |
|                |                       | QUINISTAGUILLAS |                     |                          |
|                |                       | UBINAS          |                     |                          |
|                |                       | YUNGA           |                     |                          |
| MOQUEGUA       | LA CAPILLA            | 4               | UN DISTRITO         |                          |
| MARISCAL NIETO | CARLINAS              | 3               | CINCO DISTRITOS     |                          |
|                |                       |                 |                     | CUCHUMBAYA               |
|                |                       |                 |                     | SAMEGUA                  |
|                |                       |                 |                     | SAN CRISTOBAL DE CALACOA |
|                |                       |                 |                     | TORATA                   |
| MOQUEGUA       | MOQUEGUA              | 4               | UN DISTRITO         |                          |
| ILO            | EL AGARROBAL          | 4               | TODOS LOS DISTRITOS |                          |
|                |                       |                 |                     | PKOCHOCHA                |

**2.4 Parámetros de Sitio (S, T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>)**

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizando los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub> dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

| ZONA \ SUELO   | S <sub>0</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Z <sub>4</sub> | 0,80           | 1,00           | 1,35           | 1,30           |
| Z <sub>3</sub> | 0,80           | 1,00           | 1,15           | 1,20           |
| Z <sub>2</sub> | 0,80           | 1,00           | 1,20           | 1,40           |
| Z <sub>1</sub> | 0,80           | 1,00           | 1,60           | 2,00           |

|                    | S <sub>0</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| T <sub>p</sub> (s) | 0,3            | 0,4            | 0,6            | 1,0            |
| T <sub>L</sub> (s) | 3,0            | 2,5            | 2,0            | 1,6            |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Según el mapa de zonificación sísmica del Perú, el distrito de Ilo, departamento de Moquegua está comprendida en la Zona Sísmica correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona Z=0.45, el perfil del suelo es de Tipo S1: Roca o Suelos muy Rígidos y correspondiéndole un factor de Suelo de 1.0, con periodo de TP de 0.4 y TL de 2.5

### 5.3 TIPO DE SUELO Y PERIODO

De acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del reglamento nacional de construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S1, con un periodo  $T_p(s) = 0.4$  seg. y un factor de suelo  $T_L = 2.5$

### 5.4 FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * V * S * C * P}{R_d}$$

Donde:

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

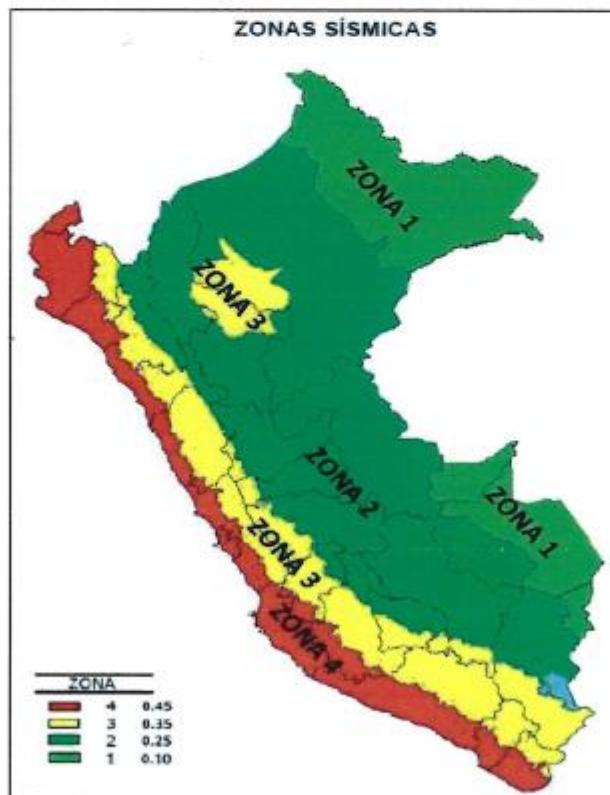
S = Factor de Suelo

C = Coeficiente Sísmico

$R_d$  = Factor de Ductilidad

P = Peso de la Estructura

Figura N° 6; Zonificación Sísmica



Fuente; Reglamento Nacional de Edificaciones, norma técnica E 030, Diseño Sismo Resistente



## 6. INVESTIGACIONES DE CAMPO

### 6.1 TRABAJOS DE CAMPO

#### 6.1.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Con la finalidad de describir el perfil estratigráfico del área del proyecto, se realizaron exploraciones del suelo, para lo cual se han realizado excavaciones a cielo abierto (calicatas). Se eligió tres puntos de muestreo (03), al cual se le nombró como C-01, C-02 y C-03, donde se realizaron excavaciones a cielo abierto, para la obtención de muestras, el cual fue convenientemente coordinado y ubicado dentro del perímetro del área del proyecto, la profundidad de las excavaciones es suficiente para la descripción de la conformación del suelo de fundación.

Este sistema de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas.

#### 6.1.2 MUESTREO

Se tomaron muestras inalteradas y alteradas o disturbadas de cada estrato atravesado y en cada una de las excavaciones, de las cuales se ensayaron las más representativas en el laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación. En las excavaciones a cielo abierto, realizadas para el desplante de los cimientos, se aprovechó para tomar muestras alteradas e inalteradas. Las mismas fueron extraídas mediante palas y métodos manuales, introduciéndolas en sacos de polietileno.

#### 6.1.3 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Nos proporcionan información valiosa acerca de los suelos que forman el subsuelo a diferentes profundidades, En el perfil del suelo se indican una sección vertical a través del terreno, que muestra los espesores y el orden de sucesión de los estratos, la localización respecto a un sistema permanente de coordenadas; la elevación de la superficie del terreno con respecto a un banco de nivel permanente; la elevación de la frontera superior de cada estrato sucesivo de suelo; una clasificación de campo de los estratos encontrados; los valores, cualesquiera que sean los que se hayan obtenido.

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto denominado: “CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR – ILO”, el mismo consistirá en la construcción de:

- Edificio Multifamiliar



### 8. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se seleccionaron muestras inalteradas y alteradas representativas de los suelos debidamente identificados, los mismos se remitieron al laboratorio para ser sometidos a los diferentes ensayos, con el propósito de conocer sus principales propiedades físicas y mecánicas para la identificación y clasificación de los mismos, cuyos resultados de laboratorio se presenta en el anexo ensayos de laboratorio.

Los mismos fueron realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa GEOPOL E.I.R.L., siguiendo las normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM).

### 9. ENSAYOS ESTÁNDAR

Con las muestras de suelos tomadas en campo, siguiendo un procedimiento de laboratorio que permitan caracterizarlos en función de diferentes propiedades físicas, químicas y mecánicas; se realizaron ensayos conducentes a definir sus principales propiedades, los mismos se citan a continuación:

Para C-1, C-2 y C-3

- Compresión simple de roca.
- Humedad Natural.

### 10. ENSAYOS ESPECIALES

Se realizaron los siguientes ensayos:

Para C-1, C-2 y C-3

- Caracterización del macizo rocoso
- Gravedad específico y absorción ASTM C-128

### 11. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Con el propósito de clasificar suelos con propiedades similares en grupos y sub grupos basados en su comportamiento ingenieril. Los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa las características generales de los suelos, que son infinitamente variadas sin una descripción detallada.

Consiste en incluir un suelo en un grupo que presenta un comportamiento semejante. La correlación de unas ciertas propiedades con un grupo de un sistema de clasificación suele ser un proceso empírico puesto a punto a través de una experiencia considerable. La mayoría de las clasificaciones de suelos utilizan pruebas muy sencillas, de tipo indicativo, para obtener las características del suelo necesarias para asignarlo a un determinado grupo



## 12. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

Consiste en la descripción geológico-geotécnica de las muestras obtenidas en las calicatas o excavaciones a cielo abierto, así como la descripción realizada durante la perforación de las mismas. Con los datos obtenidos en campo y resultados de laboratorio, se realiza la descripción de la conformación del subsuelo.

### Calicata N° 01; Prof. 210

Basamento rocoso, conformado de rocas ígneas, bastante fracturado, seco, ligeramente alterado, de color gris verdoso a gris pardusco, de textura granular, de composición diorítica con hornblenda, constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas dispuestas en forma masiva, presenta un RQD de 36.66%, compresión simple 124.41 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR total 24.00, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala.

### Calicata N° 02; Prof. 2.10

Basamento rocoso, conformado de rocas ígneas, bastante fracturado, seco, ligeramente alterado, de color gris verdoso a gris pardusco, de textura granular, de composición diorítica con hornblenda, constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas dispuestas en forma masiva, presenta un RQD de 34.22%, compresión simple 125.08 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR total 25, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala.

### Calicata N° 03; Prof. 1.90

Basamento rocoso, conformado de rocas ígneas, bastante fracturado, seco, ligeramente alterado, de color gris verdoso a gris pardusco, de textura granular, de composición diorítica con hornblenda, constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas dispuestas en forma masiva, presenta un RQD de 26.93%, compresión simple 123.46 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR total 26, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala.

## 13. DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO

El terreno sobre el cual se proyecta apoyar los cimientos de la edificación está constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas, de color gris verdoso a gris pardusco, formando un basamento rocoso, fracturado, este ensamble de rocas está dispuesto en forma masiva, que abarca la totalidad del área de cimentación.

### 13.1 NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Las condiciones del nivel freático son dinámicas, es decir tanto el nivel freático como los flujos subsuperficiales, varían según la estación del año, comportamiento hidrológico de la zona, tipo de suelo, pendiente, alteración del medio poroso, etc. En la totalidad del área



del proyecto, hasta la profundidad evaluada, no hay presencia de la napa freática, el macizo rocoso se encuentra seco.

Tabla N° 03; Determinación del nivel de la Napa Freática

| CALICATA | COORDENADA             | PROF. (m) | NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA (m) |
|----------|------------------------|-----------|-------------------------------|
| C-01     | E251635.00; N8045752.6 | 2.10      | NO SE ENCONTRO                |
| C-02     | E251662.3; N8045738.5  | 2.10      | NO SE ENCONTRO                |
| C-03     | E251681.5; N8045709.9  | 1.90      | NO SE ENCONTRO                |

Fuente: Elaboración propia

### 13.2 HUMEDAD NATURAL

El conocimiento de las principales características físicas de los suelos y rocas es de fundamental importancia en el estudio de mecánica de suelos y rocas, pues mediante su atinada interpretación se puede predecir el futuro comportamiento de un terreno bajo cargas cuando dicho terreno presenta diferentes contenidos de humedad.

El contenido de humedad de una roca, es la suma de sus aguas, libre, capilar e higroscópica. En mecánica de suelos, el contenido de humedad  $w$  está referido al peso del material seco. La humedad de un suelo se define como la razón entre el peso del agua que hay en el suelo y el peso de las partículas de suelo secas, expresándola en tanto por ciento. El efecto de la humedad es de capital importancia en todas las ramas de la mecánica del suelo y, en casi todos los ensayos es necesario hacer determinaciones de la misma. Aparte de estos ensayos de laboratorio, las determinaciones de la humedad natural son necesarias para obtener datos acerca de las condiciones de humedad de los suelos en el campo.

El terreno de fundación constituido por basamento rocoso, no presenta humedad, este ensamble masivo de rocas intrusivas, se encuentra seco.

### 14. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

La carga última de una cimentación superficial se puede definir como el valor máximo de la carga con el cual en ningún punto del subsuelo se alcanza la condición de rotura (método de Frolich), o también refiriéndose al valor de la carga, mayor del anterior, para el cual el fenómeno de rotura se extiende a un amplio volumen del suelo (método de Prandtl).

### 15. CIMENTACION EN ROCA

#### 15.1 CONSIDERACIONES PARA LA CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE MACIZOS ROCOSOS

Para la clasificación geomecánica del macizo rocoso, en el área de cimentación antes mencionado, se ha considerado utilizar los parámetros propuestos por Bieniawski (1976),





sistema de valoración de macizo rocoso (Rock Mass Rating) comúnmente denominado RMR, cuyo procedimiento consta de los siguientes parámetros.

1. Resistencia a la compresión uniaxial del material rocoso
2. Índice de calidad de roca RQD
3. Espaciamiento de las juntas
4. Estado de las fisuras
5. Condiciones de las aguas subterráneas
6. Corrección por la orientación de las discontinuidades

Para calcular el índice de calidad de roca RQD, se ha utilizado una ecuación diferencial propuesta por Priest y Hodsson 1976; en donde, se considera el número de discontinuidades por metro lineal.

$$RQD = 100 e^{-0.1 \lambda} \text{ (0.1} \lambda \text{)} \%$$

Donde:

$\lambda$  = Número de juntas por metro lineal

Tabla N° 04; Evaluación geomecánica (RMR)

| PARÁMETROS RMR | TIPO | CONDICION      |
|----------------|------|----------------|
| 100 - 81       | I    | Muy buena roca |
| 80 - 61        | II   | Buena roca     |
| 60 - 41        | III  | Roca regular   |
| 40 - 21        | IV   | Roca mala      |
| < 20           | V    | Roca muy mala  |

Fuente; Basado en la clasificación CSIR, y propuesta por Bieniawski.

### 15.2 CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS

Durante la descripción y toma de muestras no se ha observado presencia de agua subterránea, pero cuando se produce una precipitación pluvial, se presentan pequeño escurrimiento superficiales, pero no se descarta la presencia de aguas meteóricas que se infiltran al macizo a través de fracturamiento, pudiendo facilitar el deslizamiento de bloque.

### 15.3 GRADO DE METEORIZACION

La meteorización, causante de la desintegración y la descomposición del material rocoso, es el más importante de los procesos tiempo-dependientes, afectando principalmente a las rocas arcillosas. También pueden darse procesos de «hinchamiento» o «expansión» en algunos tipos de rocas por liberación de tensiones o por reacciones químicas, como el paso de anhidrita a yeso por hidratación

AGEOPOL EIRL  
CALLE LOS FLORES  
URUGUAY 1000  
CALLE LOS FLORES  
CALLE LOS FLORES



Para predecir la respuesta de los macizos rocosos ante una determinada actuación que suponga un cambio de las condiciones iniciales, deben estudiarse sus propiedades globales y su comportamiento mediante los métodos de investigación y estudio habituales en ingeniería geológica y en geotecnia

Los suelos se originan por los procesos de alteración y disgregación de las rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas a que dan lugar los procesos geológicos extremos y los fenómenos climáticos. Se forman suelos residuales cuando el producto de descomposición de la roca permanece en el lugar de origen, o suelos transportados cuando no permanece en su lugar de origen. Estos procesos físicos comienzan en el momento en que una roca situada en la superficie terrestre sufre fragmentación mecánica por fenómenos físicos o químicos y, en el caso de los suelos transportados, comprenden las siguientes etapas:

- Disgregación y removilización de las partículas por alteración y meteorización de la roca madre.
- Transporte del material por agentes con ciertos niveles de energía.
- Acumulación del material en zonas de bajo nivel energético, iniciándose los procesos de sedimentación.

Matriz rocosa es el material rocoso exento de discontinuidades, o los bloques de «roca intacta» que quedan entre ellas. La matriz rocosa, a pesar de considerarse continua, presenta un comportamiento heterogéneo y anisótropo ligado a su fábrica y a su microestructura mineral. Mecánicamente queda caracterizada por su peso específico, resistencia y deformabilidad.

Una discontinuidad es cualquier plano de origen mecánico o sedimentario que independiza o separa los bloques de matriz rocosa en un macizo rocoso. Generalmente la resistencia a la tracción de los planos de discontinuidad es muy baja o nula. Su comportamiento mecánico queda caracterizado por su resistencia al corte o, en su caso, por la del material de relleno.

Macizo rocoso es el conjunto de los bloques de matriz rocosa y de las discontinuidades de diverso tipo que afectan al medio rocoso. Mecánicamente los macizos rocosos son medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos. Prácticamente puede considerarse que presentan una resistencia a la tracción nula.

- Anisotropía: la presencia de planos de debilidad de orientaciones preferentes (estratificación, laminación, familias de diaclasa tectónicas) implica diferentes propiedades y comportamiento mecánico en función de la dirección considerada.



También la orientación de los esfuerzos que se ejercen sobre el material rocoso puede implicar una anisotropía asociada al estado tensional.

- **Discontinuidad:** la presencia de discontinuidades (superficies de estratificación, juntas, fallas, diques, etc.) rompe la continuidad de las propiedades mecánicas de los bloques rocosos, confiriendo al macizo un comportamiento geomecánico e hidráulico discontinuo, condicionado por la naturaleza, frecuencia y orientación de los planos de discontinuidad
- **Heterogeneidad:** las zonas con diferente litología, grado de alteración o meteorización, contenido en agua, etc., pueden presentar propiedades muy diferentes.

Las discontinuidades y los bloques de matriz constituyen en conjunto la estructura rocosa, y gobiernan el comportamiento global del macizo rocoso, predominando uno u otro componente en función de sus propiedades relativas y de la escala o ámbito de estudio en el macizo. Además de las propiedades relativas del macizo rocoso asociadas a las características de la matriz rocosa y de las discontinuidades, que definen en gran parte su resistencia, existen otros factores que afectan a su comportamiento mecánico, como son:

- Estructuras tectónicas y sedimentarias no discontinuas en el macizo rocoso (por ejemplo, los pliegues).
- Las tensiones naturales a que está sometido (estado tensional in situ).
- Las condiciones hidrogeológicas y los factores geoambientales

Las superficies de discontinuidad constituyen planos de debilidad que gobiernan, en la mayoría de los casos, el comportamiento geomecánico de los macizos rocosos, al condicionar la resistencia del conjunto y los mecanismos y zonas de deformación y rotura. Este control por parte de las discontinuidades es definitivo en macizos de rocas duras y resistentes (como granitos o cuarcitas), donde la resistencia de los bloques de matriz es muy superior a la de los planos que los separan. En macizos rocosos blandos (lutíticos, pizarrosos, margosos) la diferencia entre la resistencia de ambos componentes puede no ser muy importante, e incluso llegar a gobernar el comportamiento del macizo la matriz rocosa.

El macizo presenta una alteración media, se encuentra cubierto por una delgada capa de suelo, y en algunos sectores se encuentra expuesto a la superficie, sometido constantemente a la acción de los agentes de intemperización, y a la fricción con materiales de arrastre como suelos y bloques angulosos a sub angulosos de rocas.

## 16. CLASIFICACION GEOMECANICA

Las clasificaciones de los macizos rocosos están basadas en alguno o varios de los factores que determinan su comportamiento mecánico:

- Propiedades de la matriz rocosa.
- Frecuencia y tipo de las discontinuidades, que definen el grado de fracturación, el tamaño y la forma de los bloques del macizo, sus propiedades hidrogeológicas, etc.
- Grado de meteorización o alteración.
- Estado de tensiones in situ.
- Presencia de agua.

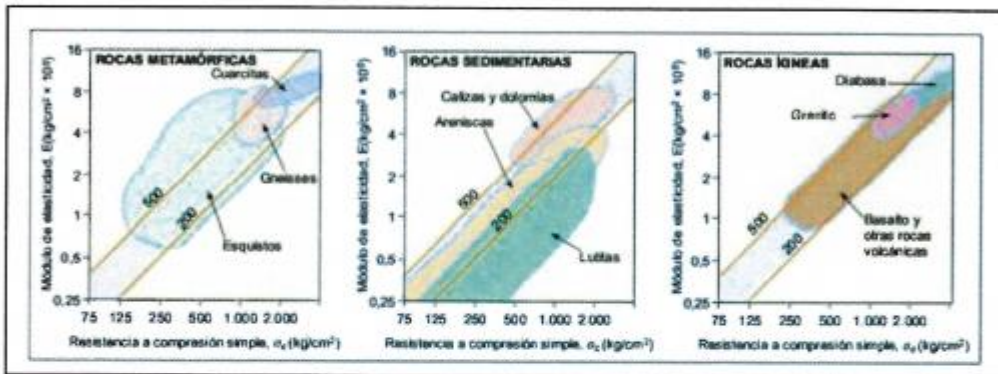


Fig. N°07: clasificación de las rocas basada en el módulo relativo

Las clasificaciones más útiles en mecánica de rocas son las denominadas clasificaciones geomecánicas, de las cuales la RMR de Bieniawski y la Q de Barton son las más utilizadas

Establecen diferentes grados de calidad del macizo rocoso en función de las propiedades de la matriz rocosa y de las discontinuidades, y proporcionan valores estimativos de sus propiedades resistentes globales.

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso en los punto de muestreo, son como sigue:



The image shows a handwritten signature in blue ink over a blue circular stamp. The stamp contains the text 'INGENIERO EN GEOTECNIA' and 'César Vallejo'.

Tabla N° 05, Clasificación RMR en el punto de muestreo C-01

| CALCULO RMR FINAL           |  |                           |                          |   |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|
| Nº                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALLUACION               |   |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.20 Mpa                 | 2                        |   |
| 2                           | RQD %                                      | 36.86                     | 6                        |   |
| 3                           | Separacion entre discontinuidades          | 0,06 - 0,2 m              | 7                        |   |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2 |
|                             |  | Abertura                  | 1 - 5 mm                 | 0 |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1 |
|                             |  | Repleno                   | RELL. BLANDO<5 mm        | 0 |
|                             | Alteracion                                 | MÓDERAD. ALTERADA         | 3                        |   |
| 5                           | Agua Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |
| 6                           | RMR basico                                 |                           | 31                       |   |
| 7                           | Ajuste por orientacion de discontinuidades | MEIAS                     | -7                       |   |
| VALUACION RMR TOTAL         |  |                           | 24                       |   |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALA                |   |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 kg/cm <sup>2</sup> |   |
| ANGULO DE ROZAMIENTO        |  |                           | 15° - 25°                |   |

Fuente; Elaboración Propia

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso en el punto de muestreo C-01, son como sigue:

Clasificación RMR = 24.0  
 Clasificación RMR = IV  
 Descripción = Roca mala  
 Resistencia de la roca = 12.20 Mpa  
 Angulo de fricción = 15° - 25° (Bieniawski)

Tabla N° 06, Clasificación RMR en el punto de muestreo C-02

| CALCULO RMR FINAL           |  |                           |                          |   |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|
| Nº                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALLUACION               |   |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.27 Mpa                 | 2                        |   |
| 2                           | RQD %                                      | 34.22                     | 6                        |   |
| 3                           | Separacion entre discontinuidades          | 0,06 - 0,2 m              | 6                        |   |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2 |
|                             |  | Abertura                  | 1 - 5 mm                 | 0 |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1 |
|                             |  | Repleno                   | RELL. BLANDO<5 mm        | 0 |
|                             | Alteracion                                 | MÓDERAD. ALTERADA         | 3                        |   |
| 5                           | Agua Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |
| 6                           | RMR basico                                 |                           | 32                       |   |
| 7                           | Ajuste por orientacion de discontinuidades | MEIAS                     | -7                       |   |
| VALUACION RMR TOTAL         |  |                           | 25                       |   |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALA                |   |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 kg/cm <sup>2</sup> |   |
| ANGULO DE ROZAMIENTO        |  |                           | 15° - 25°                |   |

Fuente; Elaboración Propia

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso en el punto de muestreo C-02, son como sigue:

Clasificación RMR = 25.0  
 Clasificación RMR = IV  
 Descripción = Roca mala  
 Resistencia de la roca = 12.27 Mpa  
 Angulo de fricción = 15° - 25° (Bieniawski)

Tabla N° 07, Clasificación RMR en el punto de muestreo C-03

| CALCULO RMR FINAL           |  |                           |                          |   |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|
| Nº                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALUACION                |   |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.67 Mpa                 | 2                        |   |
| 2                           | RCD %                                      | 26.93                     | 6                        |   |
| 3                           | Separación entre discontinuidades          | 0.06 - 0.2 m              | 9                        |   |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2 |
|                             |  | Abertura                  | 1 - 5 mm                 | 0 |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1 |
|                             |  | Relleno                   | RELL. BLANDO < 5 mm      | 0 |
|                             | Alteración                                 | MODERAD. ALTERADA         | 3                        |   |
| 5                           | Água Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |
| 6                           | RMR básico                                 |                           | 33                       |   |
| 7                           | Ajuste por orientación de discontinuidades | MEJIAS                    | -7                       |   |
| VALUACION RMR TOTAL         |  |                           | 26                       |   |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALA                |   |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 kg/cm <sup>2</sup> |   |
| ANGULO DE ROZAMIENTO        |  |                           | 15° - 25°                |   |

Las valuaciones geomecánicas del macizo rocoso en el punto de muestreo C-03, son como sigue:

Clasificación RMR = 26.0  
 Clasificación RMR = IV  
 Descripción = Roca mala  
 Resistencia de la roca = 12.67 Mpa  
 Angulo de fricción = 15° - 25° (Bieniawski)

**17. METEORIZACION DE LA MATRIZ ROCOSO**

La meteorización física de la matriz rocosa da lugar a exfoliación por planos de direcciones preferentes, apertura de micro discontinuidades por hielo o por crecimiento de sales, cambios de volumen por cambios de humedad o temperatura, etc.

La meteorización química produce la disolución de minerales solubles y la formación de nuevos minerales por procesos de oxidación, reducción, hidratación, etc. Los resultados de la alteración química van desde la decoloración de la matriz rocosa a la descomposición de los silicatos y otros minerales, aunque algunos de ellos, como el cuarzo, son resistentes a estas acciones. Los procesos de disolución juegan un papel muy importante en la alteración química de las rocas, especialmente en materiales carbonatados y salinos.

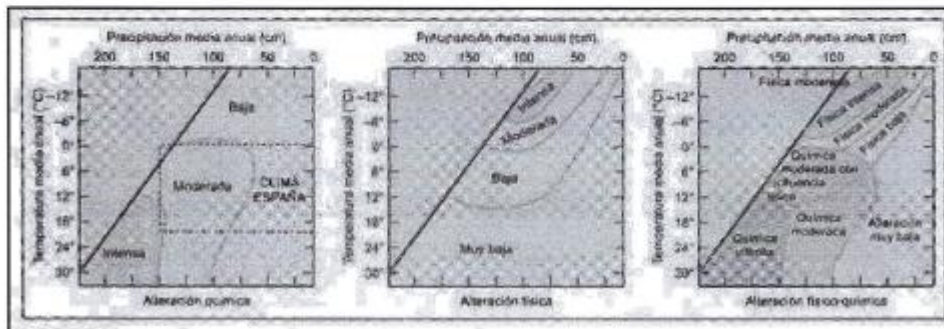


Fig. N°8: Relación entre el clima y los procesos de meteorización





Donde:

$$P_h = \beta(N_s - \zeta)$$

$$\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8} = \frac{m_i\sigma_{ci}}{8} \exp \frac{RMR-100}{28}$$

$$\zeta = \frac{8s}{m^2} = \frac{8}{m_i^2} \exp \frac{RMR-100}{25,2}$$

Siendo  $m$ ,  $s$  y  $m_i$  los parámetros del criterio de Hoek y Brown y  $\sigma_{ci}$  el valor de la resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa. El coeficiente de carga  $N$  es una generalización de los parámetros  $N_c$  y  $N_q$  de Prandtl; es función de la inclinación del terreno, de la inclinación de las cargas y de la sobrecarga externa normalizada actuando alrededor de la cimentación.

Sin entrar en consideraciones respecto al análisis de asientos, que podrían determinar en algún caso singular el diseño de las cimentaciones en roca, es necesario establecer la carga admisible, dividiendo la carga de hundimiento,  $P_h$ , por un coeficiente de seguridad global,  $F$ , que puede expresarse como producto de dos factores:

$$F = F_p F_m$$

El factor  $F_p$  considera las variaciones estadísticas de los parámetros de la roca y su magnitud está también vinculada a la probabilidad de rotura del cimient. El factor  $F_m$  cubre la posibilidad de que la rotura por fragilidad, de una parte, o de la totalidad del cimient, no se ajuste al modelo de Hoek y Brown.

## 20. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

De acuerdo a las características observadas en el campo, estas son las siguientes:

### Punto de muestreo C-01

|               |   |                               |
|---------------|---|-------------------------------|
| ROCA          | = | Ígnea (Diorita con horblenda) |
| RQD           | = | 36.66 %                       |
| Clase de roca | = | IV (")                        |
| RMR           | = | 24.0 (")                      |
| $m$           | = | 0.729 (")                     |
| $s$           | = | 0.00022 (")                   |
| $m_i$         | = | 11 (")                        |
| $\sigma_{ci}$ | = | 12.20 Mpa ("" )               |
| $N$           | = | 5                             |
| $F_p$         | = | 7.5                           |
| $F_m$         | = | 1                             |
| $F$           | = | 7.5                           |





- (<sup>1</sup>) Valor calculado
- (<sup>2</sup>) Valores tomados de Hoek y Brown (1997)
- (<sup>3</sup>) Valor de ensayo de Laboratorio

Calculando la carga de hundimiento,  $P_h$ , con las formulas establecidas, se tiene:  
 $P_h = 2.69 \text{ Mpa}$

Calculando la carga admisible =  $P_h / F$

$$P_h / 8 = 0.740 \text{ MPa} = 7.55 \text{ Kg/cm}^2$$

**Punto de muestreo C-02**

|               |   |                               |
|---------------|---|-------------------------------|
| ROCA          | = | Ígnea (Diorita con horblenda) |
| RQD           | = | 34.22 %                       |
| Clase de roca | = | IV ( <sup>1</sup> )           |
| RMR           | = | 25.0 ( <sup>1</sup> )         |
| m             | = | 0.755 ( <sup>1</sup> )        |
| s             | = | 0.00024 ( <sup>1</sup> )      |
| $m_i$         | = | 11 ( <sup>1</sup> )           |
| $c_i$         | = | 12.27 Mpa ( <sup>3</sup> )    |
| N             | = | 5                             |
| $F_p$         | = | 7.5                           |
| $F_m$         | = | 1                             |
| F             | = | 7.5                           |

- (<sup>1</sup>) Valor calculado
- (<sup>2</sup>) Valores tomados de Hoek y Brown (1997)
- (<sup>3</sup>) Valor de ensayo de Laboratorio

Calculando la carga de hundimiento,  $P_h$ , con las fórmulas establecidas, se tiene:  
 $P_h = 12.27 \text{ Mpa}$

Calculando la carga admisible =  $P_h / F$

$$P_h / 8 = 0.772 \text{ MPa} = 7.87 \text{ Kg/cm}^2$$

**Punto de muestreo C-03**

|               |   |                               |
|---------------|---|-------------------------------|
| ROCA          | = | Ígnea (Diorita con horblenda) |
| RQD           | = | 26.93 %                       |
| Clase de roca | = | IV ( <sup>1</sup> )           |
| RMR           | = | 26.0 ( <sup>1</sup> )         |
| m             | = | 0.783 ( <sup>1</sup> )        |
| s             | = | 0.00027 ( <sup>1</sup> )      |
| $m_i$         | = | 11 ( <sup>1</sup> )           |
| $c_i$         | = | 12.11 Mpa ( <sup>3</sup> )    |
| N             | = | 5                             |
| $F_p$         | = | 7.5                           |
| $F_m$         | = | 1                             |
| F             | = | 8.0                           |

  
  
 GEOPOL EIRL  
 Ingeniería Civil  
 Calle 10012, Urb. Los Olivos, Lima 18



(\*) Valor calculado

(\*\*) Valores tomados de Hoek y Brown (1997)

(\*\*\*) Valor de ensayo de Laboratorio

Calculando la carga de hundimiento,  $P_h$ , con las fórmulas establecidas, se tiene:

$$P_h = 12.27 \text{ Mpa}$$

Calculando la carga admisible =  $P_h / F$

$$P_h / 8 = 0.74 \text{ MPa} = 7.546 \text{ Kg/cm}^2$$

### 21. TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

Los asentamientos elásticos que puede experimentar la estructura se pueden determinar con la relación de Harr (1966)

$$S_e = \frac{BP_{adm} \cdot [1 - \mu_s^2] \cdot \alpha}{E}$$

El factor de forma es expresado mediante la siguiente expresión;

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right], \quad m = L/B$$

Dónde:

- L; longitud de la cimentación
- B; Ancho de cimentación

Finalmente, los valores obtenidos de las tablas son reemplazados en la expresión del asentamiento.

Dónde:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Ancho de zapata       | B = 1.80 m                                    |
| Longitud de zapata    | L = 1.80 m                                    |
| Presión admisible     | Padm = 7.546 Kg/cm <sup>2</sup>               |
| Relación de poisson   | $\mu_s = 0.28$                                |
| Módulo de elasticidad | E = 1.88 x 10 <sup>5</sup> Kg/cm <sup>2</sup> |
| Factor de forma       | = 0,561                                       |

Remplazando valores en el algoritmo se obtiene:  $S_e = 0.014 \text{ cm}$

Se observa que los asentamientos elásticos determinados, son insignificantes.



**22. AGRESION DEL SUBSUELO AL CONCRETO DE LA CIMENTACION**

La agresión que ocasiona el subsuelo bajo el cual la estructura se apoyara, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada como la rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.

Los principales elementos químicos a evaluar son las Sales Solubles por su acción química sobre el concreto y acero del cimienta.

El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contengan sulfatos debe cumplir con los requisitos de la Tabla N° 08, El concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y que tenga una relación agua-material cementante máxima y un  $f_c$  mínimo según la Tabla N° 08, Además de la selección apropiada del cemento, son esenciales otros requisitos para lograr concretos durables expuestos a concentraciones de sulfatos, tales como: baja relación agua - material cementante, resistencia, adecuado contenido de aire, bajo asentamiento, adecuada compactación, uniformidad, recubrimiento adecuado del refuerzo y suficiente curado húmedo para desarrollar las propiedades potenciales del concreto.

Tabla N° 08; Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

| REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS |   |                                    |   |   |  |
|--|---|------------------------------------|---|---|--|
| Exposición a sulfatos                                      | Sulfato soluble en agua ( $SO_4$ ) presente en el suelo, porcentaje en peso | Sulfato ( $SO_4$ ) en el agua, ppm | Tipo de Cemento                               | Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal* | $f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero* |
| Insignificante   | $0,0 \leq SO_4 < 0,1$   | $0 \leq SO_4 < 150$                | —   | —   | —  |
| Moderada**   | $0,1 \leq SO_4 < 0,2$   | $150 \leq SO_4 < 1500$             | II, IP(MS), IS(MS), P(MS), (PM)(MS), (SM)(MS) | 0,50  | 28   |
| Severa   | $0,2 \leq SO_4 < 2,0$   | $1500 \leq SO_4 < 10000$           | V   | 0,45  | 31   |
| Muy severa   | $2,0 < SO_4$  | $10000 < SO_4$                     | Tipo V más puzolana***                        | 0,45  | 31   |

Fuente; Norma Técnica de Edificación E 060 concreto armado

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto las concentraciones máximas de iones cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 - 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites de la Tabla N° 09. Cuando se lleven a



cabo ensayos para determinar el contenido de iones cloruro solubles en agua, los procedimientos de ensayo deben cumplir los requisitos establecidos en la NTP 334.148.

Tabla N° 09; Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.

**CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DEL REFUERZO**

| Tipo de elemento  | Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento) |
|---|---|
| Concreto preesforzado   | 0,06  |
| Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros                | 0,15  |
| Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad | 1,00  |
| Otras construcciones de concreto armado                                   | 0,30  |

Fuente; Norma Técnica de Edificación E 060 concreto armado

Las concentraciones de estos elementos, se muestran en la tabla N° 09, son resultados obtenidos de los análisis químico efectuados a las muestras de suelo obtenidas en campo (Calicata C-01). Tal y como se detalla en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10; Resultados del análisis químico de las muestras obtenidas en campo

| Ubicación           | SALES SOLUBLES |      |
|---------------------|----------------|------|
|                     | ppm            | %    |
| Calicata C-01, E-01 | 5610           | 0.56 |

Fuente; Elaboración propia

De los resultados obtenidos se puede observar que la concentración de las sales solubles es de 5610 ppm, el cual nos indica que es insignificante, no ocasionara ataque al concreto de la cimentación, por lo tanto, se recomienda el uso de cemento Tipo Hs y/o Cemento tipo V, acompañando de un impermeabilizante.

De los resultados obtenidos y la comparación con los parámetros establecidos por la norma E 060 (concreto armado), se concluye que el estrato del terreno de fundación, que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones Moderada de sales solubles.





## 23. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 23.1 CONCLUSIONES

Del análisis efectuado en las investigaciones, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos y al conocimiento de los suelos encontrados, se concluye:

- Este informe técnico tiene por objeto determinar las propiedades físicas y geomecánicas del suelo de fundación, sobre el cual se emplazarán los cimientos de la infraestructura proyectada, así mismo, determinar la capacidad portante admisible, para el proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR – ILO"**.
- Los trabajos de campo han consistido en la toma de muestras de suelos en las excavaciones a cielo abierto. Los puntos de toma de muestra han sido convenientemente ubicados, para poder contar con la información y resultados correctos. Los puntos de muestreo han sido identificados como C-01, C-02 y C-03 de los cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas de suelo, para poder realizar ensayos como: contenido de humedad, Gravedad específico, absorción, etc.
- Los trabajos de campo han consistido en la toma de muestras de rocas en las excavaciones a cielo abierto, efectuadas para el desplante de los cimientos. Los puntos de toma de muestras han sido convenientemente ubicados, para poder contar con la información y resultados correctos. el punto de muestreo ha sido identificado como C-01, C-02 y C-03, del cual se extrajo muestras alteradas e inalteradas para poder realizar ensayos como compresión simple de rocas, caracterización de macizo rocoso y otros.
- El terreno de fundación sobre el cual se proyecta apoyar los cimientos de la edificación, en los niveles de desplante, está constituido de un ensamble caótico de rocas ígneas, de color gris verdoso a gris parduzco, formando un basamento rocoso, fracturado, de composición diorítica con horblenda, este ensamble de rocas está dispuesto en forma masiva, que abarca la totalidad área de cimentación. Este basamento rocoso está cubierto de una delgada capa de suelos sueltos no consolidados.
- En la totalidad del área del proyecto, hasta la profundidad evaluada, no hay presencia de la napa freática, el macizo rocoso se encuentra seco.
- El terreno de fundación está constituido de un basamento rocoso, fracturado, seco, alterado, de color gris verdoso a gris parduzco, de textura granular, de composición diorítico con horblenda, constituido de un ensamble caótico de rocas intrusivas, en el punto de muestreo la calicata C-01 un RQD de 36.66%, compresión simple 124.41 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 24.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala, la Calicata C-02 presenta RQD de 34.22%, compresión simple 125.08 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 25.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala y la Calicata C-03 presenta RQD de

26.93%, compresión simple 123.46 kg/cm<sup>2</sup>, índice RMR 26.0%, clase de roca IV, calidad de macizo roca mala.

- Los asentamientos elásticos determinados, son insignificantes. Los valores calculados para efectos de diseño de cimentación en las formaciones rocosas y los parámetros geomecánicos se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla N° 11; Parámetros geomecánicos del macizo rocoso

| Calicata | Clasificación de la roca | RQD (%) | Clase | Clasificación RMR | Calidad | Resistencia de la roca (Mpa) | Angulo de fricción (°) | Carga admisible Kg/cm <sup>2</sup> | Asentamiento (cm) |
|----------|--------------------------|---------|-------|-------------------|---------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|-------------------|
| C-1      | IGNEA                    | 36.66   | IV    | 24                | MALA    | 12.20                        | 15°-25° (Bieniowski)   | 7.55                               | 0.014             |
| C-2      | IGNEA                    | 34.22   | IV    | 25                | MALA    | 12.27                        | 15°-25° (Bieniowski)   | 7.87                               | 0.014             |
| C-3      | IGNEA                    | 26.93   | IV    | 26                | MALA    | 12.11                        | 15°-25° (Bieniowski)   | 7.546                              | 0.014             |

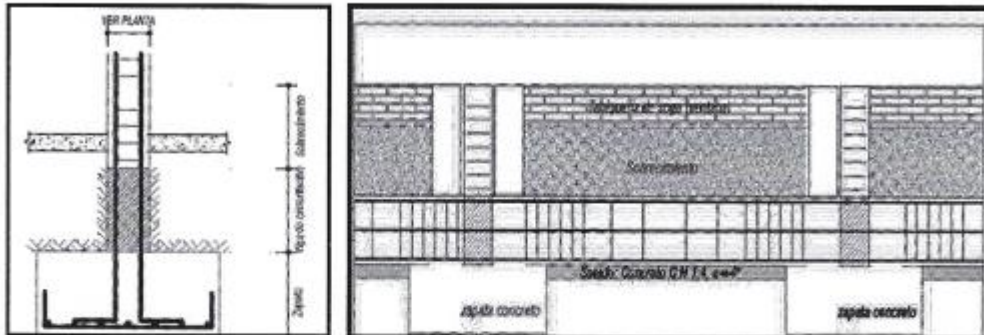
Fuente; Elaboración propia

- La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura se apoyara, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada como la rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc, se concluye que el estrato del terreno de fundación, que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones Moderada de sales solubles, por lo que se recomienda usar Cemento Tipo Hs y/o Cemento Tipo V, acompañado de un impermeabilizante.

### 23.2 RECOMENDACIONES

- Los cimientos se emplazarán sobre el basamento rocoso, por lo que se recomienda para el desplante de los mismos, nivelar la superficie final de corte, que deberá quedar allanada, limpia y encontrarse libre de cavidades, de puntas de roca y libre de todo material deletéreo.

- Se recomienda que el tipo de cimentación a utilizar, sea del tipo zapatas cuadradas, de 1.80 m de ancho, desplantadas a una profundidad no menor a 1.80 m, e interconectadas por vigas de cimentación, armadas con la finalidad de distribuir mejor los esfuerzos actuantes y absorber los asentamientos diferenciales que podrían generar grietas y fisuras en las paredes de la construcción proyectada.



- Por las propiedades físicas y mecánicas de los materiales del terreno de fundación, en los niveles de desplante y sobre los cuales se colocarán los cimientos de los ambientes académicos, se espera en general un buen comportamiento del terreno, sobre el cual serán construidas las bases de las estructuras propuestas.
- Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son sólo aplicables para el área estudiada.



## 24. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO



# CALICATA C-01



**GEOPOL EIRL**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**PROYECTO** "CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO,"  
**SOLICITANTE** BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
**UBICACIÓN** PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA CALICATA** BASAMENTO ROCOSO C-01  
**PROG (Km)** -----  
**PROF (m)** -----  
**LADO :** EJE

**TEC. RESP.** K.P.M.  
**ING. RESP.** C.A.B.F.  
**FECHA** 15/09/2023

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**

| PROFUNDIDAD | LONGITUD TIRADO | N. F. (n) | CLASIFICACION | CLASIFICACION | REMBOLSO | REPRESENTACION | DESCRIPCION DEL MATERIAL  | MUESTRA | NATURALEZA | LIMITE DE CONSISTENCIA |        | % DE HUMEDAD |
|-------------|-----------------|-----------|---------------|---------------|----------|----------------|---|---------|------------|------------------------|--------|--------------|
|             |                 |           |               |               |          |                |   |         |            | LL (%)                 | PL (%) |              |
| 0 cm        |                 |           |               |               |          |                | BASAMENTO ROCOSO, CONFORMADO DE ROCAS IGNEAS, BASTANTE FRACTURADO, SECO, LIGERAMENTE ALTERADO, DE COLOR GRIS VERDOSO A GRIS PARDUSCO, DE TEXTURA GRANULAR, DE COMPOSICION DORTICA CON HORS-LEUDA, CONSTITUIDO DE UN ENSAMBLE CAOTICO DE ROCAS INTRUSAS DISPUESTAS EN FORMA MASIVA, PRESENTA UN RCO DE 35.85%, COMPRESION SIMPLE 124.41 KG/CM2, INDICE RMR TOTAL 24.50, CLASE DE ROCA IV, CALIDAD DE MACIZO ROCA MALA. |         |            |                        |        | 1.22         |
| 10 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 20 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 30 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 40 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 50 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 60 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 70 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 80 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 90 cm       |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 100 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 110 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 120 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 130 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 140 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 150 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 160 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 170 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 180 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 190 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 200 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 210 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 220 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 230 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 240 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 250 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 260 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 270 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 280 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 290 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 300 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 310 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 320 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 330 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 340 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 350 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 360 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 370 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 380 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 390 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 400 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 410 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 420 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 430 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 440 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 450 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 460 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 470 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 480 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 490 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |
| 500 cm      |                 |           |               |               |          |                |   |         |            |                        |        |              |

15 sep. 2023 3:55:45 p. m.  
17.661259428 -71.34108888W  
Altitud:193.7m  
C-01  
BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - ILO - MOQUEGUA

15 sep. 2023 4:03:59 p. m.  
17.661244058 -71.34111413W  
Altitud:193.2m  
C-01  
BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - ILO - MOQUEGUA

**OBSERVACIONES :**  
 M.A. MUESTRA ALTERADA  
 M.A. MUESTRA ALTERADA  
 SPT : ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR  
 MND: MUESTRA NO CONSEGUIDA  
 T.P. TESTIGO PARAFINADO  
 N.F. NIVEL FREATICO

Cesar Flores  
ING. CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**SALES SOLUBLES**  
(Método MTC E 219)

**PROYECTO** : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO",  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
**UBICACIÓN** : PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : SUELO DE FUNDACION  
**CANtera** : MATERIAL PROPIO  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : -----

**TEC. RESP.** : K.P.M.  
**ING. RESP.** : C.A.B.F.  
**FECHA** : 16/09/2023

**ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E 219/NTP 339.152)**

| MATERIAL           | PROCEDENCIA | SALES SOLUBLES |      |
|--------------------|-------------|----------------|------|
|                    |             | ppm            | %    |
| SUELO DE FUNDACION | C-1         | 5610.0         | 0.56 |

(\*) Material Fue Puesto en el Laboratorio por el Solicitante



**GGEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
**UBICACIÓN** : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : BASAMENTO ROCOSO  
**CANtera** : ----  
**CALICATA** : C-01  
**ESTRATO** : ----  
**PROG (Km)** : -----  
**PROF (m)** : -----

**TEC. RESP** K.P.M.  
**ING. RESP.** C.A.B.F.  
**FECHA** :15/09/2023

**LADO** : EJE

| DESCRIPCION              | HUMEDAD NATURAL |             |
|--------------------------|-----------------|-------------|
|                          | X-8             | W-4         |
| N° de tara               |                 |             |
| Peso tara + suelo húmedo | 1250.0          | 1262.3      |
| Peso tara + suelo seco   | 1235.0          | 1247.0      |
| Peso tara                | 0.0             | 0.0         |
| Peso del agua            | 15.0            | 15.3        |
| Peso suelo seco          | 1235.0          | 1247.0      |
| Humedad (%)              | 1.2             | 1.2         |
| <b>Promedio</b>          |                 | <b>1.22</b> |

  
**Cesar Antonio Ramos Flores**  
 INGENIERO EN CIVIL  
 CIP 159712



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
 SOLICITANTE : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
 UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO  
 CANTERA : ----  
 CALICATA : C-01  
 ESTRATO : ----  
 PROG (Km) : ----  
 PROF (m). : ----  
 LADO : : EJE

TEC. RESP. K.P.M.  
 ING. RESP. C.A.B.F.  
 FECHA 15/09/2023

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

| AGREGADO GRUESO   |     |               |    |      |
|---|-----|---------------|----|------|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |    |      |
|   |     | 01            | 02 | 03   |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. | 1,345.0       |    |      |
| Peso material saturado superficialmente seca (en agua)    | gr. | 830.0         |    |      |
| Volúmen de masa + Volúmen de vacios                       |     | 515.0         |    |      |
| Peso material seco  | gr. | 1,318.0       |    |      |
| Volúmen de masa   |     | 488.0         |    |      |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     | 2.56          |    | 2.56 |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     | 2.81          |    | 2.61 |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     | 2.7           |    | 2.70 |
| % Absorción   |     | 2.05          |    | 2.05 |

| AGREGADO FINO   |     |               |   |   |
|---|-----|---------------|---|---|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |   |   |
|   |     | 1             | 2 | 3 |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O   | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca           | gr. |               |   |   |
| Peso material + H2O en el frasco                          | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa + volúmen de vacios                       |     |               |   |   |
| Peso material seco  | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa   |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     |               |   |   |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     |               |   |   |
| % Absorción   |     |               |   |   |



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**COMPRESION SIMPLE DE ROCA  
ASTM D-2938**

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE: BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : -

CALIGATA : C-1

CORD. : -

LADO : EJE

ESTRATO : E-01

TIPO DE ROCA : ----

TEC. RESP: K.P.M.

ING. RESP : C.A.B.F.

FECHA : 16/09/2023

| N°       | DESCRIPCION                              | ALTURA DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 01 DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 02 DE MUESTRA (Cm) | AREA DE MUESTRA (Cm <sup>2</sup> ) | RELACION DE ALTURA/ ANCHO | CARGA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA A LA COMPRESION Mpa |
|----------|--|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------|---|---------------------------------|
| 1        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-01) | 16.05                  | 8.72                     | 8.85                     | 59.73                              | 2.06                      | 7540       | 126.23  | 12.38                           |
| 2        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-02) | 16.12                  | 8.78                     | 7.08                     | 62.16                              | 2.03                      | 7620       | 122.58  | 12.02                           |
| PROMEDIO |  |                        |                          |                          |                                    |                           | PROMEDIO   | 124.41  | 12.20                           |



# GEOPOL EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

## CLASIFICACION RMR - CRITERIO DE VALUACION DE PARAMETROS

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE : BACH. JOSEF MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : 2.10 - MAS

CALICATA : C-01

CORD. : -

LADO : E/EJ

ESTRATO : E-01

TIPO DE ROCA : -

TEC. RESP. : K.P.M

ING. RESP. : C.A.B.F.

FECHA : 16/09/2023

| PUNTAJACION | RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA (Mpa)                  | ENSAYO DE CARGA PUNTAJACION | COMPRESION SIMPLE (Mpa) |                      |                      |                |                         |
|-------------|--|-----------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
|             |  |                             | > 10                    | 10-4                 | 4-2                  | 2-1            | COMPRESION SIMPLE (Mpa) |
| 1           | > 250  | 250-100                     | 100-50                  | 50-25                | 25-5                 | 5-1            | <1                      |
| 2           | 10   | 12                          | 7                       | 4                    | 2                    | 1              | 0                       |
| 3           | 30%-50%  | 70%-80%                     | 50%-75%                 | 30%-50%              | < 25%                |                |                         |
| 4           | 20   | 17                          | 10                      | 6                    | 3                    |                |                         |
| 5           | < 2m   | 0.5-2m                      | 0.2-0.5m                | 0.05-0.2m            | < 0.05m              |                |                         |
| 6           | 20   | 10                          | 6                       | 3                    |                      |                |                         |
| 7           | < 1m   | 1-8m                        | 3-10m                   | 10-20m               | > 20m                |                |                         |
| 8           | 5  | 4                           | 2                       | 1                    |                      |                |                         |
| 9           | NA DA  | < 0.1mm                     | 0.1-10mm                | 1-6mm                | > 6mm                |                |                         |
| 10          | 6  | 3                           | 1                       |                      |                      |                |                         |
| 11          | MUY RUCOSA   | RUCOSA                      | LIBERAMENTE RUCOSA      | ONDULADA             | SUAVE                |                |                         |
| 12          | 6  | 3                           | 1                       |                      |                      |                |                         |
| 13          | NINGUNO  | RELLENO DURO < 5mm          | RELLENO DURO > 5mm      | RELLENO BLANDO < 5mm | RELLENO BLANDO > 5mm |                |                         |
| 14          | 6  | 4                           | 2                       |                      |                      |                |                         |
| 15          | INALTERADA   | LIBERAMENTE ALTERADA        | MODERADAMENTE ALTERADA  | MUY ALTERADA         | DESCOMPOSITA         |                |                         |
| 16          | 6  | 3                           | 1                       |                      |                      |                |                         |
| 17          | CAUDAL POR 1m DE TUNEL                                 | NULLO                       | < 0 litros/min          | 0-25 litros/min      | > 25 litros/min      |                |                         |
| 18          | RELACION (presión de agua/temperatura principal/mayor) | I                           | 0-0.1                   | 0.1-0.2              | 0.2-0.5              | > 0.5          |                         |
| 19          | ESTADO GENERAL   | SECO                        | LIBERAMENTE HUMEDO      | HUMEDO               | GOZANDO              | AGUA FLOUYENDO |                         |
| 20          | 6  | 10                          | 7                       | 4                    | 0                    |                |                         |

### CORRECCION POR LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

| DIRECCION Y RUMBO | PUNTAJACION | CORRECCION POR LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES |            |        |               |                   |
|-------------------|-------------|---|------------|--------|---------------|-------------------|
|                   |             | MUY FAVORABLES  | FAVORABLES | MEDIAS | DESFAVORABLES | MUY DESFAVORABLES |
| TUNELES           | 0           | -2  | -5         | -10    | -12           |                   |
| CIMENTACIONES     | 0           | -3  | -7         | -15    | -25           |                   |
| TALUDES           | 0           | -2  | -5         | -10    | -15           |                   |

### CALIDAD DE MACIZOS ROCOSOS EN RELACION AL INDICE RMR

| CLASE | CALIDAD   | VALORACION RMR | COHESION               | ANGULO DE RAZONAMIENTO |
|-------|-----------|----------------|------------------------|------------------------|
| I     | MUY BUENA | 100-81         | > 4 Kg/cm <sup>2</sup> | > 45°                  |
| II    | BUENA     | 80-61          | 3-4 Kg/cm <sup>2</sup> | 35°-45°                |
| III   | MODERADA  | 60-41          | 2-3 Kg/cm <sup>2</sup> | 25°-35°                |
| IV    | MALE      | 40-21          | 1-2 Kg/cm <sup>2</sup> | 15°-25°                |
| V     | MUY MALE  | < 20           | < 1 Kg/cm <sup>2</sup> | < 15°                  |

| CLASE       | I         | II    | III      | IV    | V        |
|-------------|-----------|-------|----------|-------|----------|
| CALIDAD     | MUY BUENA | BUENA | MODERADA | MALE  | MUY MALE |
| PUNTAJACION | 100-81    | 80-61 | 60-41    | 40-21 | < 20     |

### CALCULO DE RMR (ROCK QUALITY DESIGNATION)

| N°                  | PARAMETROS                                 | Km 00-110, C-23 |           |     |    |    |    |     |      |
|---------------------|--|-----------------|-----------|-----|----|----|----|-----|------|
|                     |  | I               | II        | III | IV | V  | VI | VII | VIII |
| 1                   | Numero de discontinuidades                 | 21              | 22        | -   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 2                   | Indice de frecuencia de discontinuidades   | 0.05            | 0.05      | -   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 3                   | RQD %                                      | 37.81           | 35.41     | -   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 4                   | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 1               | 1         | -   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 5                   | Separacion entre discontinuidades (m)      | 8               | 8         | -   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 6                   | Estado de las discontinuidades             | Continuidad     | 2         | 2   | -  | -  | -  | -   | -    |
|                     |  | Apertura        | 1         | 1   | -  | -  | -  | -   | -    |
|                     |  | Rugosidad       | 3         | 11  | 3  | 11 | -  | -   | -    |
|                     |  | Releno          | 2         | 2   | -  | -  | -  | -   | -    |
|                     |  | Alteracion      | 3         | 3   | -  | -  | -  | -   | -    |
| 7                   | Agua Freatica                              | 10              | 10        | -   | -  | -  | -  | -   |      |
| 8                   | RMR basico                                 | 30              | 39        | -   | -  | -  | -  | -   |      |
| 9                   | Ajuste por orientacion de discontinuidades | -7              | -7        | -   | -  | -  | -  | -   |      |
| VALUACION RMR TOTAL |  | 23              | 32        | -   | -  | -  | -  | -   |      |
| CLASE               |  | IV              | IV        | -   | -  | -  | -  | -   |      |
| TIPO DE ROCA        |  | ROCA MALE       | ROCA MALE | -   | -  | -  | -  | -   |      |

### CALCULO RMR FINAL

| N°                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALUACION                | Numero de Familias Direccion / Buzamiento |             |             |             |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
|                             |  |                           |                          | FAMILIA N°1                               | FAMILIA N°2 | FAMILIA N°3 | FAMILIA N°4 |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.20 Mpa                 | 2                        |   |             |             |             |
| 2                           | RQD %                                      | 38.86                     | 6                        |   |             |             |             |
| 3                           | Separacion entre discontinuidades          | 0.08 - 0.2 m              | 7                        |   |             |             |             |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2   |             |             |             |
|                             |  | Apertura                  | 1 - 3 mm                 | 0   |             |             |             |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1   |             |             |             |
|                             |  | Releno                    | REL. ELASTICO 0.5 mm     | 0   |             |             |             |
|                             |  | Alteracion                | MODERAD. ALTERADA        | 3   |             |             |             |
| 5                           | Agua Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |             |             |             |
| 6                           | RMR basico                                 |                           | 31                       |   |             |             |             |
| 7                           | Ajuste por orientacion de discontinuidades | MEFIA S                   | -7                       |   |             |             |             |
| VALUACION RMR TOTAL         |  |                           | 24                       |   |             |             |             |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |             |             |             |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALE                |   |             |             |             |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 Kg/cm <sup>2</sup> |   |             |             |             |
| ANGULO DE RAZONAMIENTO      |  |                           | 15° - 25°                |   |             |             |             |

GEOPOL EIRL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

CALLE 100 N° 1000  
CALLE 100 N° 1000  
CALLE 100 N° 1000



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CALCULO DE LA PRESIÓN DE HUNDIMIENTO DE MACIZO ROCOSO**

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALÁMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE : BACH. JOSEF MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : 2.10 - MAS

CALICATA : C-01

CORD. : -

PROG. : -

LADO : EJE

ESTRATO : E-01

TIPO DE ROCA : SEDIMENTARIA CLASTICA

TEC. RESP. : K.P.M

ING. RESP. : C.A.B.F.

FECHA : 16/09/2023

| ECUACIONES  | DATOS                 | m     | s       | p    | S       | Ph   | Qadm. (Mpa) | Qadm. (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|-----------------------|-------|---------|------|---------|------|-------------|-----------------------------|
| $Ph = \beta(N_p - \zeta)$   | RMR 24                | 0.729 | 0.00022 | 1.11 | 0.00324 | 5.55 | 0.740       | 7.550                       |
| $Q_{adm} = \frac{Ph}{F}$  | m <sub>i</sub> 11     |       |         |      |         |      |             |                             |
| $\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8} = \frac{m_i\sigma_{ci}}{8} \exp \frac{RMR - 100}{28}$ | σ <sub>ci</sub> 12.20 |       |         |      |         |      |             |                             |
| $\zeta = \frac{8s}{m^2} = \frac{8}{m_i^2} \exp \frac{RMR - 100}{25.2}$                | N <sub>p</sub> 5      |       |         |      |         |      |             |                             |
| $m = m_i \exp \frac{RMR - 100}{28}$   | F <sub>p</sub> 7.5    |       |         |      |         |      |             |                             |
| $s = \exp \frac{RMR - 100}{9}$  | F <sub>m</sub> 1      |       |         |      |         |      |             |                             |
|   | F 7.5                 |       |         |      |         |      |             |                             |
| OBSERVACIONES:  |                       |       |         |      |         |      |             |                             |

**DATOS:**

- σ<sub>ci</sub>: 27.44 Kg/cm<sup>2</sup> 2.59 Mpa
- RMR: 24 Valor calculado Cuadro 3.26
- m: Valor calculado
- s: Valor calculado
- m<sub>i</sub>: 19.17 Constante de la matriz rocosa Cuadro 3.14 según tipo de roca (Pág. 162)
- σ<sub>ci</sub>: 12.20 Valor calculado Del ensayo en laboratorio
- N<sub>p</sub>: 5 Coeficiente de carga, cuando el terreno es horizontal (Fig. 8.38)
- F<sub>p</sub>: 7.5 Factor de seguridad parcial en función de RMR y Resist a la compres. Simple
- F<sub>m</sub>: 1 Factor de seguridad parcial en función del grupo (Fig. 8.36)
- F: 7.5 Valor calculado F<sub>p</sub>\*F<sub>m</sub>



# CALICATA C-02



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

PROYECTO "CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - I.O."  
SOLICITANTE BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
UBICACIÓN PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA BASAMENTO ROCOSO  
CALIGATA C-02  
PROG (Km) -----  
PROF (m) -----  
LADO : EJE  
TEC. RESP. K.P.M.  
ING. RESP. C.A.B.F.  
FECHA 15/09/2023

PERFIL ESTRATIGRAFICO

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

| P<br>R<br>O<br>F<br>U<br>N<br>D<br>I<br>D<br>A<br>D | L<br>I<br>M<br>I<br>T<br>E<br>S<br>D<br>E<br>P<br>R<br>E<br>S<br>E<br>N<br>T<br>A | M<br>E<br>T<br>R<br>O<br>S | C<br>L<br>A<br>S<br>I<br>F<br>I<br>C<br>A<br>C<br>I<br>O<br>N | C<br>L<br>A<br>S<br>I<br>F<br>I<br>C<br>A<br>C<br>I<br>O<br>N | S<br>I<br>G<br>N<br>A<br>T<br>U<br>R<br>A<br>D<br>E<br>L<br>O | R<br>E<br>P<br>R<br>E<br>S<br>E<br>N<br>T<br>A<br>C<br>I<br>O<br>N | D<br>E<br>S<br>C<br>R<br>I<br>P<br>C<br>I<br>O<br>N<br>D<br>E<br>L<br>M<br>A<br>T<br>E<br>R<br>I<br>A<br>L  | M<br>E<br>T<br>R<br>O<br>S | R<br>A<br>T<br>I<br>O<br>D<br>E<br>C<br>O<br>M<br>P<br>R<br>E<br>S<br>I<br>O<br>N<br>E<br>S<br>T<br>R<br>A<br>T<br>I<br>G<br>R<br>A<br>F<br>I<br>C<br>A | R<br>E<br>S<br>U<br>L<br>T<br>A<br>D<br>O<br>S<br>O<br>L<br>I<br>D<br>O | L<br>I<br>M<br>I<br>T<br>E<br>S<br>D<br>E<br>C<br>O<br>N<br>S<br>I<br>S<br>T<br>E<br>N<br>C<br>I<br>A |        | S<br>O<br>B<br>R<br>E<br>L<br>I<br>M<br>I<br>T<br>E |  |
|---|---|----------------------------|---|---|---|--|---|----------------------------|---|---|---|--------|---|--|
|   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   | LL (%)  | IP (%) |   |  |
| 0 cm  |   |                            |   |   |   |  | BASAMENTO ROCOSO, CONFORMADO DE ROCAS IGNEAS, BASTANTE FRACTURADO, SECO, LIGERAMENTE ALTERADO, DE COLOR GRIS VERDOSO A GRIS PARDUSCO, DE TEXTURA GRANULAR, DE COMPOSICIÓN DIORITICA CON HORBLENDA, CONSTITUIDO DE UN ENSAMBLE CAÓTICO DE ROCAS INTRUSIVAS DISPUESTAS EN FORMA MASIVA, PRESENTA UN RQD DE 34.22%, COMPRESIÓN SIMPLE 125.05 KG/CM2, ÍNDICE RMR TOTAL 25, CLASE DE ROCA IV, CALIDAD DE MACIZO ROCA MALA. |                            |   |   |   |        | 1.44  |  |
| 10 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 20 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 30 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 40 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 50 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 60 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 70 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 80 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 90 cm   |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 100 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 110 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 120 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 130 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 140 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 150 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 160 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 170 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 180 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 190 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 200 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 210 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 220 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 230 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 240 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 250 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 260 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 270 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 280 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 290 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 300 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 310 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 320 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 330 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 340 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 350 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 360 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 370 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 380 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 390 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |
| 400 cm  |   |                            |   |   |   |  |   |                            |   |   |   |        |   |  |



OBSERVACIONES:  
M.I.: MUESTRA INALTERADA  
M.A.: MUESTRA ALTERADA  
SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR  
MNC: MUESTRA NO CONNEBIDA  
T.P.: TESTIGO PARAFINADO  
N.F.: NIVEL PRÁCTICO

*César Augusto Flores Flores*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 19702



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
**UBICACIÓN** : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : BASAMENTO ROCOSO  
**CANtera** : -----  
**CALICATA** : C-02  
**ESTRATO** : -----  
**PROG (Km)** : -----  
**PROF (m)** : -----

**TEC. RESP** K.P.M.  
**ING. RESP.** C.A.B.F.  
**FECHA** : 15/09/2023

**LADO** : EJE

| DESCRIPCION              | HUMEDAD NATURAL |             |
|--------------------------|-----------------|-------------|
|                          | T-1             | H-3         |
| N° de tara               |                 |             |
| Peso tara + suelo húmedo | 1060.0          | 1072.3      |
| Peso tara + suelo seco   | 1045.0          | 1057.0      |
| Peso tara                | 0.0             | 0.0         |
| Peso del agua            | 15.0            | 15.3        |
| Peso suelo seco          | 1045.0          | 1057.0      |
| Humedad (%)              | 1.4             | 1.5         |
| <b>Promedio</b>          |                 | <b>1.44</b> |

  
 GEOPOL EIRL  
 Calle Los Flores  
 Ilo, Moquegua



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
 SOLICITANTE : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
 UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO  
 CANTERA : -----  
 CALICATA : C-02  
 ESTRATO : -----  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----  
 LADO : : EJE

TEC. RESP. K.P.M.  
 ING. RESP. C.A.B.F.  
 FECHA 15/09/2023

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

| AGREGADO GRUESO   |     |               |    |      |
|---|-----|---------------|----|------|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |    |      |
|   |     | 01            | 02 | 03   |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. | 1,160.0       |    |      |
| Peso material saturado superficialmente seca (en agua)    | gr. | 715.0         |    |      |
| Volúmen de masa + Volúmen de vacíos                       |     | 445.0         |    |      |
| Peso material seco  | gr. | 1,137.0       |    |      |
| Volúmen de masa   |     | 422.0         |    |      |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     | 2.56          |    | 2.56 |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     | 2.61          |    | 2.61 |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     | 2.69          |    | 2.69 |
| % Absorción   |     | 2.02          |    | 2.02 |

| AGREGADO FINO   |     |               |   |   |
|---|-----|---------------|---|---|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |   |   |
|   |     | 1             | 2 | 3 |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O   | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca           | gr. |               |   |   |
| Peso material + H2O en el frasco                          | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa + volúmen de vacíos                       |     |               |   |   |
| Peso material seco  | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa   |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     |               |   |   |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     |               |   |   |
| % Absorción   |     |               |   |   |

**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Flores  
 Ing. Civil  
 CIP 41102



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CALCULO DE LA PRESIÓN DE HUNDIMIENTO DE MACIZO ROCOSO**

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE : BACH. JOSEF MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : 2.10 - MAS

CALIGATA : C-02

CORD. : -

PROG. : -

LADO : EJE

ESTRATO : E-01

TIPO DE ROCA : SEDIMENTARIA CLASTICA

TEC. RESP. :

ING. RESP. :

FECHA :

K. P. M.

C. A. B. F.

16/09/2023

| EQUACIONES  | DATOS          | m     | s     | $\beta$ | $\zeta$ | $P_h$   | $Q_{adm} (Rgs)$ | $Q_{adm} (Kg/cm^2)$ |
|---|----------------|-------|-------|---------|---------|---------|-----------------|---------------------|
| $P_h = \beta(N\beta - C)$   | RMR            | 25    |       |         |         |         |                 |                     |
| $Q_{adm} = \frac{P_h}{F}$   | m              | 11    |       |         |         |         |                 |                     |
|   | $\sigma_{ci}$  | 12.27 |       |         |         |         |                 |                     |
| $\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8} = \frac{m_s\sigma_{ci}}{8} \exp \frac{RMR-100}{28}$ | NB             | 5     | 0.755 | 0.00024 | 1.16    | 0.00337 | 5.79            | 0.772               |
| $\zeta = \frac{8x}{m^2} = \frac{8}{m_s^2} \exp \frac{RMR-100}{25.2}$                | Fp             | 7.5   |       |         |         |         |                 |                     |
| $m = m_s \exp \frac{RMR-100}{28}$   | Fm             | 1     |       |         |         |         |                 |                     |
| $s = s \exp \frac{RMR-100}{9}$  | F              | 7.5   |       |         |         |         |                 |                     |
|   | OBSERVACIONES: |       |       |         |         |         |                 |                     |

**DATOS:**

- $\sigma_{ci}$ : 125.08 Kg/cm<sup>2</sup>      12.27 Mpa
- RMR: 25      Valor calculado Cuadro 3.26
- m:      Valor calculado
- s:      Valor calculado
- $m_s$ : 19<sup>03</sup>      Constante de la matriz rocosa Cuadro 3.14 según tipo de roca (Pág. 162)
- $\sigma_{ci}$ : 12.27      Valor calculado Del ensayo en laboratorio
- NB: 5      Coeficiente de carga, cuando el terreno es horizontal (Fig. 8.38)
- Fp: 7.5      Factor de seguridad parcial en función de RMR y Resist a la compres. Simple
- Fm: 1      Factor de seguridad parcial en función del grupo (Fig. 8.36)
- F: 7.5      Valor calculado Fp\*Fm

  
 GEOPOL EIRL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 ING. CARLOS RUIZ  
 C.P. 03102



# GEOPOL EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

## CLASIFICACION RMR - CRITERIO DE VALUACION DE PARAMETROS

PROYECTO : "CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACION : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE : BACH. JOSEF MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : 2.10 - MAS

CALICATA : C-02

LADO : EJE

ESTRATO : E-01

TIPO DE ROCA : -----

TEC. RESP. :

ING. RESP. :

FECHA :

K.P.M

C.A.B.F.

16/09/2023

| PUNTAJACION                    | RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA (Mpa)               | ENSAYO DE CARGA PUNTUAL |                                | COMPRESION RMPFIE                  |                                   |                               | COMPRESION SM PL2 (Mpa) |     |  |
|--------------------------------|---|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----|--|
|                                |   | > 290                   | 290-100                        | 100-50                             | 50-25                             | 25-5                          | 5-1                     | < 1 |  |
| 1                              |   | 29                      | 22                             | 10                                 | 4                                 | 2                             | 1                       | 0   |  |
| 2                              | RQD %   | 80-100                  | 75-80%                         | 50-75%                             | 35-50%                            | < 25%                         |                         |     |  |
| 3                              | SEPARACION ENTRE DISCONTINUIDADES                   | > 2 m                   | 0.8 - 2 m                      | 0.2 - 0.8 m                        | 0.05 - 0.2 m                      | < 0.05 m                      |                         |     |  |
| ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES | LONGITUD DE LA DISCONTINUIDAD                       | < 1 m                   | 1 - 3 m                        | 3 - 10 m                           | 10 - 20 m                         | > 20 m                        |                         |     |  |
|                                | ABERTURA  | NADA                    | < 0.1 mm                       | 0.1 - 10 mm                        | 1 - 5 mm                          | > 5 mm                        |                         |     |  |
|                                | RUGOSIDAD   | MUY RUGOSA              | RUGOSA                         | LIGERAMENTE RUGOSA                 | ONDULADA                          | SUAVE                         |                         |     |  |
|                                | RELLENO   | REGIMO                  | RELLENO DURO < 5 mm            | RELLENO DURO > 5 mm                | RELLENO BLANDO < 5 mm             | RELLENO BLANDO > 5 mm         |                         |     |  |
|                                | ALTERACION  | ALTERADA                | LIGERAMENTE ALTERADA           | MODERADAMENTE ALTERADA             | MUY ALTERADA                      | DESCOMPUESTA                  |                         |     |  |
|                                | CAUDAL POR 10 m DE TUNEL                            | SECO                    | < 0.05 lts/cm <sup>2</sup> min | 0.05 - 0.2 lts/cm <sup>2</sup> min | 0.2 - 0.5 lts/cm <sup>2</sup> min | > 0.5 lts/cm <sup>2</sup> min |                         |     |  |
|                                | RELACION (presión de agua/tensoión principal mayor) | I                       | 0 - 0.1                        | 0.1 - 0.2                          | 0.2 - 0.5                         | > 0.5                         |                         |     |  |
|                                | ESTADO GENERAL                                      | SECO                    | LIGERAMENTE HUMEDO             | HUMEDO                             | GOTEARDO                          | AGUA FLUYENDO                 |                         |     |  |

### CORRECCION POR LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

| DIRECCION Y BUZAMIENTO | MUY FAVORABLES | FAVORABLES | MEDIAS | DESFAVORABLES | MUY DESFAVORABLES |
|------------------------|----------------|------------|--------|---------------|-------------------|
| TUNELES                | 0              | -2         | -5     | -8            | -10               |
| COMENTACIONES          | 0              | -2         | -7     | -10           | -15               |
| VALORES                | 0              | -2         | -15    | -30           | -40               |

### CALIDAD DE MACIZOS ROCOSOS EN RELACION AL INDICE RMR

| CLASE | CALIDAD   | VALORACION RMR | COHESION                 | ANGULO DE ROZAMIENTO |
|-------|-----------|----------------|--------------------------|----------------------|
| I     | MUY BUENA | 80 - 100       | > 4 Kg/cm <sup>2</sup>   | > 45°                |
| II    | BUENA     | 60 - 80        | 3 - 4 Kg/cm <sup>2</sup> | 35° - 45°            |
| III   | MEJOR     | 40 - 60        | 2 - 3 Kg/cm <sup>2</sup> | 25° - 35°            |
| IV    | POBRE     | 20 - 40        | 1 - 2 Kg/cm <sup>2</sup> | 15° - 25°            |
| V     | MUY POBRE | < 20           | < 1 Kg/cm <sup>2</sup>   | < 15°                |

### CALCULO DE RMR (ROCK QUALITY DESIGNATION)

| Nº                   | PARAMETROS                                 | I           | II        | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|----------------------|--|-------------|-----------|-----|----|---|----|-----|------|
| 1                    | Numero de discontinuidades                 | 20          | 22        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 2                    | Indice de frecuencia de discontinuidades   | 0.04        | 0.05      | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 3                    | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 1           | 1         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 4                    | RQD %                                      | 8           | 9         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 5                    | Separacion entre discontinuidades (m)      | 8           | 8         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 6                    | Estado de las discontinuidades             | Continuidad | 2         | 2   | -  | - | -  | -   | -    |
|                      | Abertura                                   | 1           | 1         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
|                      | Rugosidad                                  | 3           | 11        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
|                      | Releno                                     | 2           | 2         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 7                    | Agua Freatica                              | 10          | 10        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 8                    | RMR basico                                 | 36          | 39        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 9                    | Ajuste por orientacion de discontinuidades | -7          | -7        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| VALORACION RMR TOTAL |  | 29          | 32        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| CLASE                |  | IV          | IV        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| TIPO DE ROCA         |  | ROCA MALA   | ROCA MALA | -   | -  | - | -  | -   | -    |

### CALCULO RMR FINAL

| Nº                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALUACION                | Numero de Familias Direccion / Buzamiento |             |             |             |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
|                             |  |                           |                          | FAMILIA Nº1                               | FAMILIA Nº2 | FAMILIA Nº3 | FAMILIA Nº4 |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.27 Mpa                 | 3                        |   |             |             |             |
| 2                           | RQD %                                      | 34.22                     | 6                        |   |             |             |             |
| 3                           | Separacion entre discontinuidades          | 0.08 - 0.2 m              | 8                        |   |             |             |             |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2   |             |             |             |
|                             |  | Abertura                  | 1 - 5 mm                 | 0   |             |             |             |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1   |             |             |             |
|                             |  | Releno                    | REL. BLANDO < 5 mm       | 0   |             |             |             |
|                             |  | Alteracion                | MODERADA ALTERADA        | 3   |             |             |             |
| 5                           | Agua Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |             |             |             |
| 6                           | RMR basico                                 |                           | 32                       |   |             |             |             |
| 7                           | Ajuste por orientacion de discontinuidades | MEDIAS                    | -7                       |   |             |             |             |
| VALORACION RMR TOTAL        |  |                           | 25                       |   |             |             |             |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |             |             |             |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALA                |   |             |             |             |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 Kg/cm <sup>2</sup> |   |             |             |             |
| ANGULO DE ROZAMIENTO        |  |                           | 15° - 25°                |   |             |             |             |

*[Handwritten signature]*  
 C. A. B. F.  
 C. A. B. F.  
 C. A. B. F.



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**COMPRESION SIMPLE DE ROCA  
ASTM D-2938**

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE: BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : -

LADO : EJE

TEC. RESP: K.P.M.

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-01

ING. RESP : C.A.B.F.

CORD. : -

TIPO DE ROCA : ----

FECHA : 16/09/2023

| N°       | DESCRIPCION                              | ALTURA DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 01 DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 02 DE MUESTRA (Cm) | AREA DE MUESTRA (Cm2) | RELACION DE ALTURA ANCHO | CARGA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) | RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa) |
|----------|--|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-01) | 12.60                  | 8.45                     | 6.41                     | 54.16                 | 1.70                     | 6915       | 127.67                               | 12.52                             |
| 2        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-02) | 12.83                  | 8.32                     | 6.81                     | 56.66                 | 1.70                     | 6940       | 122.49                               | 12.01                             |
| PROMEDIO |  |                        |                          |                          |                       |                          | PROMEDIO   | 125.08                               | 12.27                             |

*Handwritten signature in blue ink over a blue circular stamp.*



# CALICATA C-03





# GEOPOL EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

PROYECTO "CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO"  
 SOLICITANTE BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
 UBICACION PAMPA INALAMBICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA BASAMENTO ROCOSO  
 CALICATA C-03  
 PROG (Km) -----  
 PROF (m) -----  
 LADO : EJE

TEC. RESP. K.P.M.  
 ING. RESP. C.A.B.F.  
 FECHA 15/09/2023

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

### REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

| PROFUNDIDAD | LOGU (m) | M.F.A.R.L. | CLASIFICACION | C.A.S.I.F.I.C.A.C.I.O.N. | S.G.R.A.B.F.L.C.O. | R.E.P.R.E.S.E.N.T.A.C.I.O.N. | DESCRIPCION DEL MATERIAL  | MUESTREOS | NATURALEZA DEL SUELO (DEFINICION) | NIVEL REAL | LIMITE DE CONSISTENCIA |        | % DE AGUA NATURAL |
|-------------|----------|------------|---------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|---|-----------|-----------------------------------|------------|------------------------|--------|-------------------|
|             |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            | LL (%)                 | IP (%) |                   |
| 0 cm        |          |            |               |                          |                    |                              | BASAMENTO ROCOSO, CONFORMADO DE ROCAS IGNEAS, BASTANTE PRACTURADO, SECO, LIGERAMENTE ALTERADO, DE COLOR GRIS VERDOSO A GRIS PARDUSCO, DE TEXTURA GRANULAR, DE COMPOSICION DIORITICA CON HORBLENDA, CONSTITUIDO DE UN ENSAMBLE CAOTICO DE ROCAS INTRUSIVAS DISPUESTAS EN FORMA MASIVA, PRESENTA UN RQD DE 28.93%, COMPRESION SIMPLE 123.46 KG/CM2, INDICE RMR TOTAL 26, CLASE DE ROCA IV, CALIDAD DE MACIZO ROCA MALA. |           |                                   |            |                        | 1.76   |                   |
| 10 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 20 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 30 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 40 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 50 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 60 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 70 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 80 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 90 cm       |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 100 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 110 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 120 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 130 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 140 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 150 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 160 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 170 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 180 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 190 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 200 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 210 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 220 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 230 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 240 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 250 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 260 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 270 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 280 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 290 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 300 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 310 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 320 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 330 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 340 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 350 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 360 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 370 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 380 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 390 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 400 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 410 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 420 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 430 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 440 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 450 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 460 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 470 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 480 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 490 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |
| 500 cm      |          |            |               |                          |                    |                              |   |           |                                   |            |                        |        |                   |



OBSERVACIONES:  
 M.L. MUESTRA BIALTERADA  
 M.A. MUESTRA ALTERADA  
 SPT : ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR  
 MNC: MUESTRA NO CONSOLIDADA  
 T.P. TESTIGO PARAFINADO  
 N.F. NIVEL REALICO

*Josep Marc Aguilar Huanca*  
 BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
 - ILO - MOQUEGUA



**GEOPOL** EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
**UBICACIÓN** : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : BASAMENTO ROCOSO  
**CANtera** : ----  
**CALICATA** : C-03  
**ESTRATO** : ----  
**PROG (Km)** : ----  
**PROF (m)** : ----

**TEC. RESP** : K.P.M.  
**ING. RESP.** : C.A.B.F.  
**FECHA** : 15/09/2023

**LADO** : EJE

| DESCRIPCION              | HUMEDAD NATURAL |             |
|--------------------------|-----------------|-------------|
|                          | S-9             | L-4         |
| N° de tara               |                 |             |
| Peso tara + suelo húmedo | 985.0           | 997.3       |
| Peso tara + suelo seco   | 968.0           | 980.0       |
| Peso tara                | 0.0             | 0.0         |
| Peso del agua            | 17.0            | 17.3        |
| Peso suelo seco          | 968.0           | 980.0       |
| Humedad (%)              | 1.8             | 1.8         |
| <b>Promedio</b>          |                 | <b>1.76</b> |

GEOPOL EIRL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Calle 1000 - Pisco - Ilo - Moquegua  
 Telf: 084 222 222



**GEOPOL** EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."  
 SOLICITANTE : BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA  
 UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO  
 CANTERA : ----  
 CALICATA : C-03  
 ESTRATO : ----  
 PROG (Km) : ----  
 PROF (m) : ----  
 LADO : : EJE

TEC. RESP. K.P.M.  
 ING. RESP. C.A.B.F.  
 FECHA 15/09/2023

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

| AGREGADO GRUESO   |     |               |    |      |
|---|-----|---------------|----|------|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |    |      |
|   |     | 01            | 02 | 03   |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. | 845.0         |    |      |
| Peso material saturado superficialmente seca (en agua)    | gr. | 519.0         |    |      |
| Volúmen de masa + Volúmen de vacíos                       |     | 326.0         |    |      |
| Peso material seco  | gr. | 828.0         |    |      |
| Volúmen de masa   |     | 309.0         |    |      |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     | 2.54          |    | 2.54 |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     | 2.59          |    | 2.59 |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     | 2.68          |    | 2.68 |
| % Absorción   |     | 2.05          |    | 2.05 |

| AGREGADO FINO   |     |               |   |   |
|---|-----|---------------|---|---|
| DESCRIPCION   |     | N° DE MUESTRA |   |   |
|   |     | 1             | 2 | 3 |
| Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O   | gr. |               |   |   |
| Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca           | gr. |               |   |   |
| Peso material + H2O en el frasco                          | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa + volúmen de vacíos                       |     |               |   |   |
| Peso material seco  | gr. |               |   |   |
| Volúmen de masa   |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base seca)                          |     |               |   |   |
| Peso Especifico Bulk (base saturada)                      |     |               |   |   |
| Peso Especifico aparente (base seca)                      |     |               |   |   |
| % Absorción   |     |               |   |   |





# GEOPOL EIRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

## CLASIFICACION RMR - CRITERIO DE VALUACION DE PARAMETROS

PROYECTO : CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO.

UBICACION : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE : BACH. JOSEF MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : 1.90 - MAS

CALICATA : C-03

LADO : EJE

ESTRATO : E-01

TEC. RESP. :

K.P.M

ING. RESP. :

C.A.B.F.

FECHA :

16/09/2023

| N°          | DESCRIPCION                           | ENSAYO DE CARGA PUNTUAL                              |                   | 10-4        |                      | 4-2                    |                       | 2-1                   |     | COMPRESION SIMPLE (MPa) |   |
|-------------|---------------------------------------|--|-------------------|-------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-------------------------|---|
|             |                                       | PUNTAJACION  | COMPRESION SIMPLE | > 250       | 250-100              | 100-50                 | 50-25                 | 25-5                  | 5-1 | < 1                     |   |
| 1           | RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA (Mpa) | 20   | 0                 | 0           | 0                    | 0                      | 0                     | 0                     | 0   | 0                       | 0 |
| 2           | RQD                                   | 90%-100%   | 75%-90%           | 50%-75%     | 25%-50%              | < 25%                  |                       |                       |     |                         |   |
| 3           | SEPARACION ENTRE DISCONTINUIDADES     | > 2 m  | 0.6 - 2 m         | 0.2 - 0.6 m | 0.06 - 0.2 m         | < 0.06 m               |                       |                       |     |                         |   |
| 4           | ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES        | LONGITUD DE LA DISCONTINUIDAD                        |                   | > 10 m      | 1 - 10 m             | 3 - 10 m               | 10 - 30 m             | > 30 m                |     |                         |   |
|             |                                       | PUNTAJACION  |                   | 0           | 1                    | 2                      | 3                     | 4                     |     |                         |   |
|             |                                       | ABERTURA   |                   | NADA        | < 0.1 mm             | 0.1 - 0.2 mm           | 0.2 - 0.5 mm          | > 0.5 mm              |     |                         |   |
|             |                                       | PUNTAJACION  |                   | 0           | 1                    | 2                      | 3                     | 4                     |     |                         |   |
|             |                                       | RUGOSIDAD  |                   | MUY RUGOSA  | RUGOSA               | LIGERAMENTE RUGOSA     | ONDULADA              | SUAVE                 |     |                         |   |
|             |                                       | PUNTAJACION  |                   | 0           | 1                    | 2                      | 3                     | 4                     |     |                         |   |
|             |                                       | RELLENO  |                   | NINGUNO     | RELLENO DURO < 5 mm  | RELLENO DURO > 5 mm    | RELLENO BLANDO < 5 mm | RELLENO BLANDO > 5 mm |     |                         |   |
|             |                                       | PUNTAJACION  |                   | 0           | 1                    | 2                      | 3                     | 4                     |     |                         |   |
|             |                                       | ALTERACION   |                   | INALTERADA  | LIGERAMENTE ALTERADA | MODERADAMENTE ALTERADA | MUY ALTERADA          | DESCOMPUESTA          |     |                         |   |
|             |                                       | PUNTAJACION  |                   | 0           | 1                    | 2                      | 3                     | 4                     |     |                         |   |
| 5           | AGUA FREATICA                         | CAUDAL POR 10m DE TUNEL                              |                   | NULL        | < 10 litros/min      | 10-25 litros/min       | 25-50 litros/min      | > 50 litros/min       |     |                         |   |
|             |                                       | RELACION : presion de agua / tension principal mayor |                   | 0           | 0-0.1                | 0.1-0.2                | 0.2-0.5               | > 0.5                 |     |                         |   |
|             |                                       | ESTADO GENERAL                                       |                   | SECO        | LIGERAMENTE HUMEDO   | HUMEDO                 | MOJANDO               | AGUA FLOJENDO         |     |                         |   |
| PUNTAJACION |                                       | 0  | 1                 | 2           | 3                    | 4                      |                       |                       |     |                         |   |

### CORRECCION POR LA ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES

| DIRECCION Y BUZAMIENTO | CLASIFICACION  |            |         |               |                   |
|------------------------|----------------|------------|---------|---------------|-------------------|
|                        | MUY FAVORABLES | FAVORABLES | NEUTROS | DESFAVORABLES | MUY DESFAVORABLES |
| TUNELES                | 0              | -2         | -5      | -10           | -15               |
| ORIENTACIONES          | 0              | -2         | -7      | -15           | -25               |
| FALDAS                 | 0              | -2         | -25     | -50           | -80               |

| CLASE | CALIDAD   | VALORACION RMR | COHESION               | ANGULO DE RAZONAMIENTO |
|-------|-----------|----------------|------------------------|------------------------|
| I     | MUY BUENA | 80-95          | > 4 Kg/cm <sup>2</sup> | > 45°                  |
| II    | BUENA     | 60-80          | 3-4 Kg/cm <sup>2</sup> | 35°-45°                |
| III   | MODERADA  | 40-60          | 2-3 Kg/cm <sup>2</sup> | 25°-35°                |
| IV    | POBRE     | 20-40          | 1-2 Kg/cm <sup>2</sup> | 15°-25°                |
| V     | MUY POBRE | < 20           | < 1 Kg/cm <sup>2</sup> | < 15°                  |

### CALCULO DE RMR (ROCK QUALITY DESIGNATION)

| N°                  | PARAMETROS                                 | Km 09+180; C-03 |           |     |    |   |    |     |      |
|---------------------|--|-----------------|-----------|-----|----|---|----|-----|------|
|                     |  | I               | II        | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 1                   | Numero de discontinuidades                 | 24              | 28        | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 2                   | Indice de frecuencia de discontinuidades   | 0.04            | 0.04      | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 3                   | RQD %                                      | 30.80           | 25.07     | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 4                   | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 1               | 1         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 5                   | Separacion entre discontinuidades (m)      | 8               | 8         | -   | -  | - | -  | -   | -    |
| 6                   | Estado de las discontinuidades             | Continuidad     | 2         | 2   | -  | - | -  | -   | -    |
|                     |  | Abertura        | 1         | 1   | -  | - | -  | -   | -    |
|                     |  | Rugosidad       | 3         | 3   | -  | - | -  | -   | -    |
|                     |  | Relleño         | 2         | 2   | -  | - | -  | -   | -    |
|                     |  | Alteracion      | 3         | 3   | -  | - | -  | -   | -    |
| 7                   | Agua Freatica                              | 10              | 10        | -   | -  | - | -  | -   |      |
| 8                   | RMR basico                                 | 35              | 39        | -   | -  | - | -  | -   |      |
| 9                   | Ajuste por orientacion de discontinuidades | -7              | -7        | -   | -  | - | -  | -   |      |
| VALUACION RMR TOTAL |  | 28              | 32        | -   | -  | - | -  | -   |      |
| CLASE               |  | IV              | IV        | -   | -  | - | -  | -   |      |
| TIPO DE ROCA        |  | ROCA MALA       | ROCA MALA | -   | -  | - | -  | -   |      |

### CALCULO RMR FINAL

| N°                          | PARAMETROS                                 | VALORES Y CARACTERISTICAS | VALUACION                | Numero de Familias Direccion / Buzamiento |             |             |             |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
|                             |  |                           |                          | FAMILIA N°1                               | FAMILIA N°2 | FAMILIA N°3 | FAMILIA N°4 |
| 1                           | Resistencia a la matriz rocosa (Mpa)       | 12.67 Mpa                 | 0                        |   |             |             |             |
| 2                           | RQD %                                      | 26.93                     | 6                        |   |             |             |             |
| 3                           | Separacion entre discontinuidades          | 0.06 - 0.2 m              | 9                        |   |             |             |             |
| 4                           | Estado de las discontinuidades             | Continuidad               | 3 - 10 m                 | 2   |             |             |             |
|                             |  | Abertura                  | 1 - 5 mm                 | 0   |             |             |             |
|                             |  | Rugosidad                 | Ondulada                 | 1   |             |             |             |
|                             |  | Relleño                   | RELL. BLANDO < 5 mm      | 0   |             |             |             |
|                             |  | Alteracion                | MODERAD. ALTERADA        | 3   |             |             |             |
| 5                           | Agua Freatica                              | HUMEDO                    | 10                       |   |             |             |             |
| 6                           | RMR basico                                 |                           | 33                       |   |             |             |             |
| 7                           | Ajuste por orientacion de discontinuidades | MEDIA                     | -7                       |   |             |             |             |
| VALUACION RMR TOTAL         |  |                           | 26                       |   |             |             |             |
| CLASE                       |  |                           | IV                       |   |             |             |             |
| CALIDAD                     |  |                           | ROCA MALA                |   |             |             |             |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup> |  |                           | 1 - 2 Kg/cm <sup>2</sup> |   |             |             |             |
| ANGULO DE RAZONAMIENTO      |  |                           | 15° - 26°                |   |             |             |             |

*Augusto Barros Flores*  
 Ing. Civil  
 CIP 101702



**GEOPOL EIRL**

Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**COMPRESION SIMPLE DE ROCA  
ASTM D-2938**

PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - ILO."

UBICACIÓN : PAMPA INALAMBRICA - PROVINCIA DE ILO - MOQUEGUA

SOLICITANTE: BACH. JOSEP MARC AGUILAR HUANCA

MUESTRA : BASAMENTO ROCOSO

PROFUND. : -

LADO : EJE

TEC. RESP: K.P.M

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-01

ING. RESP : C.A.B.F.

CORD. : -

TIPO DE ROCA : -----

FECHA : 16/09/2023

| N°       | DESCRIPCION                              | ALTURA DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 01 DE MUESTRA (Cm) | ANCHO 02 DE MUESTRA (Cm) | AREA DE MUESTRA (Cm2) | RELACION DE ALTURA ANCHO | CARGA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) | RESISTENCIA A LA COMPRESION Mpa |
|----------|--|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-01) | 12.84                  | 8.62                     | 7.20                     | 62.06                 | 1.62                     | 7650       | 123.26                               | 12.09                           |
| 2        | ESPECIMEN DE ROCA TALLADA (MUESTRA M-02) | 12.76                  | 8.53                     | 7.34                     | 62.61                 | 1.61                     | 7742       | 123.65                               | 12.13                           |
| PROMEDIO |  |                        |                          |                          |                       |                          |            | 123.46                               | 12.11                           |

Handwritten signature and stamp of the laboratory technician, including the name 'César Vallejo' and the company name 'GEOPOL EIRL'.



**PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTO N° 1: CALICATA C-1 – BASAMENTO ROCOSO**



**FOTO N° 2: CALICATA C-1**

*Handwritten signature in blue ink*

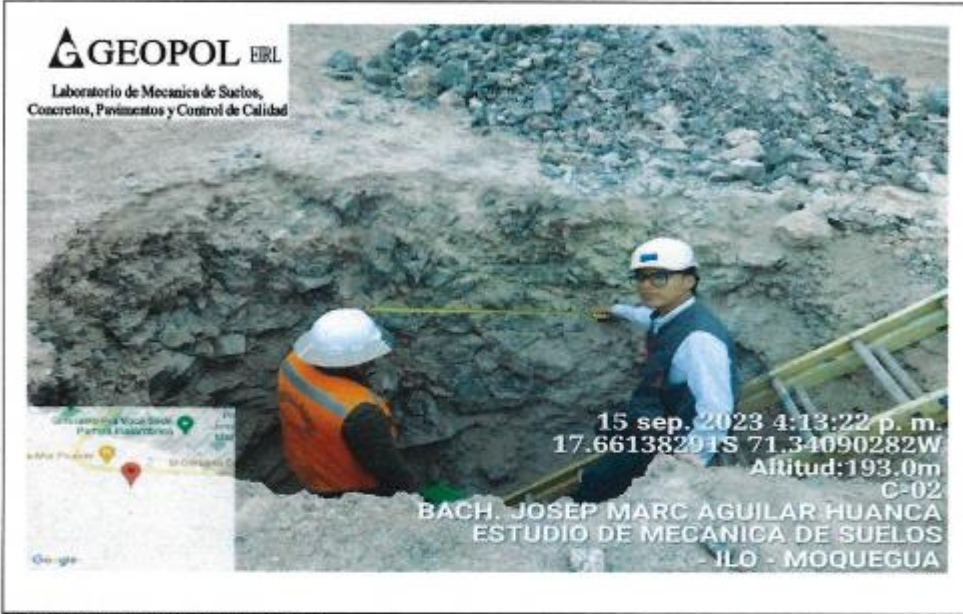
**GEOPOL EIRL**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

**César Augusto Ramos Flores**  
Ingeniero en Geotecnia  
CIP 100702



VILLA MAGISTERIAL F-1- SAN FRANCISCO - MOQUEGUA  
CEL: 951 764001 – 951633644; 980456870

**PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTO N° 3: CALICATA C-2**



**FOTO N° 4: CALICATA C-2 – BASAMENTO ROCOSO**

**GEOPOL EIRL**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
César Vallejo - Moquegua - Ilo  
www.geopol.com.pe  
951 764 001





**PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTO N° 5: CALICATA C-3**



**FOTO N° 6: PERFIL ESTRATIGRAFICO C-3**



FOTO N° 7: ENSAYO DE COMPRESION C-01



FOTO N° 8: ENSAYO DE COMPRESION DE ROCA C-03

  
GEOPOL EIRL  
CALLE LOS FLORES  
CALLE LOS FLORES  
CALLE LOS FLORES



VILLA MAGISTERIAL F-1- SAN FRANCISCO - MOQUEGUA  
CEL: 951 764001 – 951633644; 980456870



FOTO N° 9: ENSAYO DE COMPRESION DE ROCA C-02



FOTO N° 10: ENSAYO DE COMPRESION DE ROCA C-02

  
Geólogo  
César Flores

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



*[Handwritten signature]*  
César Vallejo  
César Vallejo

**Anexo 3: Matriz Evaluación por juicio de expertos**

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Guía de Observación 1". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**1. Datos generales del juez**

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre del juez:</b>  | Mario Pedro Rodríguez Vásquez  |
| <b>Grado profesional:</b>  | Maestría (X)                      Doctor ( )   |
| <b>Área de formación académica:</b>                                    | Clinica ( )                      Social ( )<br>Educativa (X)                      Organizacional ( ) |
| <b>Áreas de experiencia profesional:</b>                               | Estructuras y Construcción Civil   |
| <b>Institución donde labora:</b>                                       | Universidad Nacional de Moquegua   |
| <b>Tiempo de experiencia profesional en el área:</b>                   | 2 a 4 años ( )<br>Más de 5 años (X)  |
| <b>Experiencia en Investigación Psicométrica:<br/>(si corresponde)</b> | No corresponde   |

**2. Propósito de la evaluación:**

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

**3. Datos de la escala**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Nombre de la Prueba:  | Guía de observación 1  |
| Autora:               | Josep Marc Aguilar Huanca  |
| Procedencia:          | Elaboración propia   |
| Administración:       | Presencial   |
| Tiempo de aplicación: | 60 minutos   |
| Ámbito de aplicación: | Ilo - Moquegua   |
| Significación:        | Está compuesta de casillas en las que se colocará las coordenadas UTM (este, norte y altitud) de cada vértice del terreno de estudio, con el objetivo de realizar el levantamiento topográfico del área. |

**4. Soporte teórico**

| Escala/ÁREA                                      | Subescala (dimensiones)    | Definición  |
|--|----------------------------|---|
| Escala: Razón<br>Área: Levantamiento topográfico | Coordenadas UTM<br>Altitud | El levantamiento topográfico es el estudio técnico del terreno, que incluye la recolección de datos como las coordenadas del lugar y su altitud, con instrumentos de precisión. |

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario GUIA DE OBSERVACION 1 elaborado por: Josep Marc Aguilar Huanca en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

| Categoría  | Calificación  | Indicador   |
|--|---|---|
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem no es claro.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |
|  | 3. Moderado nivel                                       | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.  |
| <b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.        | 1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.  |
|  | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)                   | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.   |
|  | 3. Acuerdo (moderado nivel)                             | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.  |
|  | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)                   | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.   |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                     | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.  |
|  | 3. Moderado nivel                                       | El ítem es relativamente importante.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.   |

*Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde*

*sus observaciones que considere pertinente*

|                             |
|-----------------------------|
| 1 No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel               |
| 3. Moderado nivel           |
| 4. Alto nivel               |

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Parámetros topográficos
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros topográficos en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| Indicadores     | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|-----------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Coordenadas UTM | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Altitud         | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |

- Tercera dimensión: Derivas según Análisis Lineal
- Objetivos de la Dimensión: Determinar las derivas en base al análisis sísmico lineal según la normativa E 030 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES         | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---------------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Predimensionamiento | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Fuerzas             | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Peso                | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |

- Cuarta dimensión: Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los desplazamientos máximos en base al análisis no lineal en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES   | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Curva de Capacidad                                  | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Espectro de Capacidad y Demanda                     | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Punto de Desempeño para diferentes niveles de sismo | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |



Mario Pedro Rodríguez Viquez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 122801

Firma del evaluador  
DNI: 43036851



## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Guía de Observación 1°. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

|   |   |                                     |                          |
|---|---|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Nombre del juez:</b>   | Edwin Ivan Arocutipa Calatayud                  |                                     |                          |
| <b>Grado profesional:</b>   | Maestría <input checked="" type="checkbox"/>    | Doctor                              | <input type="checkbox"/> |
| <b>Área de formación académica:</b>                                   | Clinica <input type="checkbox"/>                | Social                              | <input type="checkbox"/> |
|   | Educativa <input checked="" type="checkbox"/>   | Organizacional                      | <input type="checkbox"/> |
| <b>Áreas de experiencia profesional:</b>                              | Estructuras                                     |                                     |                          |
| <b>Institución donde labora:</b>                                      | Municipalidad Provincial Jorge Basadre Grohmann |                                     |                          |
| <b>Tiempo de experiencia profesional en el área:</b>                  | 2 a 4 años                                      | <input type="checkbox"/>            |                          |
|   | Más de 5 años                                   | <input checked="" type="checkbox"/> |                          |
| <b>Experiencia en Investigación Psicométrica:</b><br>(si corresponde) | No corresponde                                  |                                     |                          |

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

**4. Datos de la escala**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Nombre de la Prueba:  | Guía de observación 1  |
| Autora:               | Josep Marc Aguilar Huanca  |
| Procedencia:          | Elaboración propia   |
| Administración:       | Presencial   |
| Tiempo de aplicación: | 60 minutos   |
| Ámbito de aplicación: | Ilo - Moquegua   |
| Significación:        | Está compuesta de casillas en las que se colocará las coordenadas UTM (este, norte y altitud) de cada vértice del terreno de estudio, con el objetivo de realizar el levantamiento topográfico del área. |

**4. Soporte teórico**

| Escala/ÁREA                                      | Subescala (dimensiones)    | Definición  |
|--|----------------------------|---|
| Escala: Razón<br>Área: Levantamiento topográfico | Coordenadas UTM<br>Altitud | El levantamiento topográfico es el estudio técnico del terreno, que incluye la recolección de datos como las coordenadas del lugar y su altitud, con instrumentos de precisión. |



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario GUIA DE OBSERVACION 1 elaborado por: Josep Marc Aguilar Huanca en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

| Categoría  | Calificación  | Indicador   |
|--|---|---|
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem no es claro.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |
|  | 3. Moderado nivel                                       | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.  |
| <b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.        | 1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.  |
|  | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)                   | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.   |
|  | 3. Acuerdo (moderado nivel)                             | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.  |
|  | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)                   | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.   |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                     | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.  |
|  | 3. Moderado nivel                                       | El ítem es relativamente importante.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.   |

*Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente*

|                             |
|-----------------------------|
| 1 No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel               |
| 3. Moderado nivel           |
| 4. Alto nivel               |

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Parámetros Topográficos
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros topográficos en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| Indicadores     | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|-----------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Coordenadas UTM | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Altitud         | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |

- Tercera dimensión: Derivas según Análisis Lineal
- Objetivos de la Dimensión: Determinar las derivas en base al análisis sísmico lineal según la normativa E 030 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES         | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---------------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Predimensionamiento | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Fuerzas             | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Peso                | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |



- Cuarta dimensión: Análisis No Lineal según ASCE 41-17
- Objetivos de la Dimensión: Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal17 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES   | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Curva de Capacidad                                  | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Espectro de Capacidad y Demanda                     | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Punto de Desempeño para diferentes niveles de sismo | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |



INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 227055

Firma del evaluador  
DNI: 43036851



**5. Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario GUIA DE OBSERVACION 1 elaborado por: Josep Marc Aguilar Huanca en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

| Categoría  | Calificación  | Indicador   |
|--|---|---|
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem no es claro.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |
|  | 3. Moderado nivel                                       | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.  |
| <b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.        | 1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.  |
|  | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)                   | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.   |
|  | 3. Acuerdo (moderado nivel)                             | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.  |
|  | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)                   | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.   |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                     | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.  |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.  |
|  | 3. Moderado nivel                                       | El ítem es relativamente importante.  |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.   |

*Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente*

|                             |
|-----------------------------|
| 1 No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel               |
| 3. Moderado nivel           |
| 4. Alto nivel               |

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Parámetros Topográficos
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros topográficos en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| Indicadores     | Item | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|-----------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Coordenadas UTM | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Altitud         | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |

- Tercera dimensión: Derivas según Análisis Lineal
- Objetivos de la Dimensión: Determinar las derivas en base al análisis sísmico lineal según la normativa E 030 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada considerando análisis estático no lineal en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES         | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---------------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Predimensionamiento | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Fuerzas             | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Peso                | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |



- Cuarta dimensión: Análisis No Lineal según ASCE 41-17
- Objetivos de la Dimensión: Desplazamientos máximos según Análisis No Lineal17 en edificaciones aporticadas y de albañilería confinada en Moquegua 2023 Moquegua, 2023

| INDICADORES   | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|---|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Curva de Capacidad                                  | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Espectro de Capacidad y Demanda                     | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |
| Punto de Desempeño para diferentes niveles de sismo | 4    | 4        | 4          | 4          | -                                 |



Firma del evaluador  
DNI: 40132759