



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño sismorresistente de edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar,  
Moche – Trujillo 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Castillo Ravelo, Nancy ([orcid.org/0000-0002-2031-8847](https://orcid.org/0000-0002-2031-8847))

Paredes Alva, Valdir ([orcid.org/0000-0001-7414-5999](https://orcid.org/0000-0001-7414-5999))

**ASESOR:**

Mgtr. Chávez Roncal, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-7463-1919](https://orcid.org/0000-0002-7463-1919))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de tesis está dedicado en primer lugar a Dios por darnos mucha salud y guiarnos para obtener nuestros logros en nuestro proceso de formación académica.

Así mismo está dedicada a nuestros padres, Esther Alva Marquina, Santos Ravelo Segura, Santos Doroteo Castillo Espejo quienes son un pilar fundamental en nuestra vida, quienes velaron por nuestra educación y bienestar, y quienes siempre han sido nuestro mejor apoyo en todo momento. Manteniendo un espíritu invencible ante diversas e intensas batallas, siendo nuestro motor y motivo para ir logrando nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Damos gracias a Dios todopoderoso por acompañarnos en todas las dificultades de la vida, por darnos sabiduría, fuerza y entendimiento, por guiarnos en cada momento por el camino de la vida, y por su protección infinita.

Nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres y familia por su apoyo incondicional y su inestimable esfuerzo para mantenernos en pie y obtener nuestro título profesional.

También queremos agradecer a nuestra casa de estudios, la Universidad César Vallejo, y en especial a nuestro asesor, Mg. Chávez Roncal Luis Alberto, quien nos guio en este proyecto y así llevarlo a un buen término.

Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto y la seriedad con la que abordamos cada aspecto de nuestro trabajo. A todos los que han sido parte de este proyecto, gracias por su compromiso y colaboración.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CHAVEZ RONCAL LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño sismorresistente de edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar, Moche – Trujillo 2023", cuyos autores son CASTILLO RAVELO NANCY, PAREDES ALVA VALDIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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.

TRUJILLO, 05 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CHAVEZ RONCAL LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 32964975 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7463-1919	Firmado electrónicamente por: LCHAVEZRO el 16- 12-2023 23:38:30

Código documento Trilce: TRI - 0684841



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CASTILLO RAVELO NANCY, PAREDES ALVA VALDIR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño sismorresistente de edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar, Moche – Trujillo 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CASTILLO RAVELO NANCY <b>DNI:</b> 76410262 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2031-8847	Firmado electrónicamente por: CCASTILLORA97 el 18-12-2023 23:17:01
PAREDES ALVA VALDIR <b>DNI:</b> 71651073 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7414-5999	Firmado electrónicamente por: PPAREDESAL96 el 06-12-2023 16:09:30

Código documento Trilce: INV - 1468054

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	29
3.2. Variables y Operacionalización .....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos de recolección de datos.....	32
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos .....	33
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>

REFERENCIAS .....	87
ANEXOS .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Variables</i> .....	29
Tabla 2. <i>Técnicas e instrumentos</i> .....	31
Tabla 3. <i>Datos generales del proyecto</i> .....	34
<b>Tabla 4. <i>Datos de sismicidad</i></b> .....	<b>38</b>
<b>Tabla 5. <i>Ensayos realizados</i></b> .....	<b>38</b>
<b>Tabla 6. <i>Resultados de los ensayos</i></b> .....	<b>39</b>
<b>Tabla 7. <i>Ángulos de fricción y cohesión SPT</i></b> .....	<b>39</b>
<b>Tabla 8. <i>Pre – dimensionamiento de columnas</i></b> .....	<b>41</b>
<b>Tabla 9. <i>Diagrama de interacción</i></b> .....	<b>44</b>
<b>Tabla 10. <i>Diagrama de interacción M33</i></b> .....	<b>45</b>
<b>Tabla 11. <i>Diagrama de interacción M22</i></b> .....	<b>45</b>
<b>Tabla 12. <i>Calculo de acero para el muro estructural sótano</i></b> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 13. <i>Pre – dimensionamiento de vigas</i></b> .....	<b>52</b>
<b>Tabla 14. <i>Espectro Pseudoaceleraciones</i></b> .....	<b>63</b>
<b>Tabla 15. <i>Derivas para el eje X-X extraídos del análisis en ETABS</i></b> .....	<b>66</b>
<b>Tabla 16. <i>Cortante basal para el eje X extraído de ETABS</i></b> .....	<b>67</b>
<b>Tabla 17. <i>Cortante de placas para el eje X extraído de ETABS</i></b> .....	<b>67</b>
<b>Tabla 18. <i>Verificación de irregularidad por torsión en la edificación en el eje X</i></b> ..	<b>69</b>
<b>Tabla 19. <i>Espectro Pseudoaceleraciones para Y</i></b> .....	<b>71</b>
<b>Tabla 20. <i>Derivas para el eje Y-Y extraídos del análisis en ETABS</i></b> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 21. <i>Cortante basal para el eje Y extraído de ETABS</i></b> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 22. <i>Cortante de placas para el eje X extraído de ETABS</i></b> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 23. <i>Verificación de irregularidad por torsión en la edificación en el eje Y</i></b> ..	<b>76</b>



## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la edificación.....	34
Figura 2 Vista en planta del diseño de las columnas de la edificación.....	43
Figura 3 Diagrama de interacción de la columna C6 (60x60cm), ETABS .....	46
Figura 4 Verificación de combinaciones de la columna C6 (60x60cm) SISMO XX .....	46
Figura 5 Verificación de combinaciones de la columna C6 (60x60cm) SISMO YY .....	47
Figura 6 Propuesta inicial de la columna C6 representado en ETABS .....	47
Figura 7 Diseño Revit de la sección de la columna C6 60 X 60 cm .....	48
Figura 8 Diseño Revit de muro estructural en el sótano.....	51
Figura 9 Viga 0.75 x 0.35 m modelado 2d en Revit en la estructura completa .....	52
Figura 10 Viga 0.75 x 0.35 m modelado 3d en Revit.....	54
Figura 11 Vista en planta losa entre los ejes 4-3 y B-C.....	55
Figura 12 Franja A, diseño de losa.....	56
Figura 13 Franja B, diseño de losa.....	57
Figura 14 Diseño en planta del paño de losa .....	58
Figura 15 Diseño en Revit losa maciza .....	58
Figura 16 Modelado en Revit de la arquitectura de la edificación .....	59
Figura 17 Diseño sótano de la edificación.....	60
Figura 18 Diseño semisótano de la edificación .....	60
Figura 19 Diseño 1er piso de la edificación.....	61
Figura 19 Diseño típico de los pisos superiores de la edificación .....	61
Figura 21 Espectro Pseudoaceleraciones .....	64
Figura 22 Modelo 3d de la edificación en ETABS .....	64
Figura 23 Modelo de planta típica de la edificación en ETABS .....	65

Figura 24 Espectro Pseudoaceleraciones eje Y .....	72
Figura 25 Modelado 3D en Revit de la estructura de la edificación.....	78
Figura 26 Plano en planta de la estructura de la edificación con Revit .....	79
Figura 27 Cortes y elevación estructural de la edificación con Revit.....	80
Figura 28 Detalles de los elementos estructurales de la edificación con Revit .....	81

## RESUMEN

El presente estudio aborda el diseño sismorresistente de una edificación de siete niveles en concreto armado, aplicando la metodología BIM en una vivienda multifamiliar en Moche - Trujillo, Perú. El estudio es de tipo aplicado y diseño no experimental, se enfoca en la observación de fenómenos en su contexto natural. La investigación se apoya en técnicas, como observación, estudio de campo, así como en técnicas de gabinete, como ensayos de suelos y software como ETABS, Revit y Excel. Los resultados destacan el diseño exitoso de la edificación mediante BIM, con ahorro de tiempo y mayor precisión en todas las etapas de diseño. Los hallazgos en la mecánica de suelos indican la importancia de considerar la filtración de agua y las aguas freáticas en la construcción, así como la caracterización del suelo para el diseño. El diseño estructural incluye elementos como columnas, vigas y placas, con configuraciones sísmicas que cumplen con la normativa E.030. Las derivas tanto en los ejes X y Y no superan el valor de 0.007 indicado por la norma. Los planos estructurales, generados con ETABS y REVIT, facilitaron la identificación y ubicación de elementos estructurales en todos los niveles de la edificación, así como su detallado.

**Palabras clave:** BIM, Edificación, Diseño sismorresistente, Elementos estructurales, Estudio de suelo, Modelación

## **ABSTRACT**

The present study addresses the earthquake-resistant design of a seven-story reinforced concrete building, applying the BIM methodology in a multifamily home in Moche - Trujillo, Peru. The study is of an applied type and non-experimental design; it focuses on the observation of phenomena in their natural context. The research is supported by field techniques, such as observation, field study, as well as office techniques, such as soil testing and software such as ETABS, Revit and Excel. The results highlight the successful design of the building using BIM, with time savings and greater precision in all design stages. Findings in soil mechanics indicate the importance of considering water infiltration and groundwater in construction, as well as soil characterization for design. The structural design includes elements such as columns, beams and plates, with seismic configurations that comply with the E.030 standard. The drifts in the X and Y axes do not exceed the value of 0.007 indicated by the standard. The structural plans, generated with ETABS and REVIT, facilitated the identification and location of structural elements at all levels of the building, as well as their detailing.

**Keywords:** BIM, Building, Earthquake-resistant design, Structural elements, Soil study, Modeling

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el diseño sismorresistente de edificaciones es crucial para garantizar la seguridad en áreas propensas a terremotos. En el contexto de la construcción sostenible a nivel global, se enfrentan desafíos relacionados con la eficiencia energética y cuestiones culturales. El uso de tecnología, como el Modelado de Información de Construcción (BIM), el cual puede mejorar los diseños sostenibles. La integración de tecnología y la comprensión de las influencias culturales son clave para lograr diseños más sostenibles en la región (Alghamdi, Beach y Rezgui, 2022).

La evolución del diseño sismorresistente ha estado influenciada por la respuesta de regulaciones y normativas sísmicas a eventos significativos que causaron daños tanto a las personas como a las propiedades. Además, esta evolución ha estado caracterizada por la introducción de materiales como el hormigón y el acero en la construcción, lo que ha permitido optimizar la resistencia y la integridad estructural para enfrentar cargas y mantener la estabilidad en situaciones críticas (Ivorra y Terán, 2020)

La creciente demanda de edificaciones ha acelerado los procesos en la construcción, lo que a menudo resulta en una pérdida de calidad en los proyectos debido a los tiempos de ejecución extremadamente cortos en todas las fases, desde el diseño hasta la ejecución. La falta de tiempo para realizar una adecuada compatibilización de las especificaciones y especialidades puede generar problemas durante la ejecución del proyecto (Olano y Rivadeneyra, 2022).

En el Perú, A lo largo del tiempo, la norma peruana E.030 sobre diseño sismorresistente ha experimentado diversas modificaciones. La primera versión se remonta a 1970 y abarcaba experiencias sísmicas desde 1940 hasta 2001. Posteriormente, se realizaron reformas en 2016 y 2018, en las cuales se determinó un nuevo mapa de peligro sísmico, en reemplazo del existente desde 2003. Estas actualizaciones son fundamentales en el contexto de Lima, Perú, donde existe una alta probabilidad de sismos significativos. Dado que los cambios en la normativa afectan directamente al diseño estructural, se mantienen en constante investigación, considerando factores como zonificación, estructuración, seguridad y eficiencia económica (De La Cruz y Yoctun, 2022).

Somos un país propenso a sismos de gran magnitud, enfrenta desafíos significativos en la gestión de riesgos sísmicos. A pesar de que un reciente sismo en la región de Loreto se consideró moderado en términos de la aceleración del suelo, ocasionó daños importantes en viviendas e infraestructura en la zona. Estos eventos destacan la necesidad de mejorar la calidad de la infraestructura y abordar la construcción informal como factores críticos en la mitigación de desastres. Además, la estimación de un aumento en el peligro sísmico en la región amazónica subraya la importancia de fortalecer la planificación y las medidas de prevención de desastres en el país (OC, 2019).

El uso de la metodología BIM en la industria peruana comenzó a generalizarse en 2010, inicialmente impulsado por grandes empresas constructoras. Sin embargo, en 2019, el gobierno peruano asumió un papel protagónico en la promoción de BIM al establecer el Plan BIM Perú a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas. Este enfoque colaborativo se basa en la creación de modelos digitales para centralizar la información a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos. Inicialmente, las implementaciones de BIM se centraron en proyectos de construcción y edificación, con un estudio del 2017 que indicaba que alrededor del 24.5% de los proyectos en Lima y Callao utilizaban BIM de manera puntual. Además, en 2019, se celebró el 2º Congreso Internacional de BIM en proyectos de construcción en Lima y se implementaron instalaciones para los Juegos Panamericanos de 2019 utilizando BIM. Es plausible que la experiencia exitosa de esta última aplicación haya impulsado al gobierno peruano a tomar un rol más activo en la promoción y desarrollo normativo de BIM (Comisión Interministerial BIM, 2020).

En el distrito de Moche de la provincia de Trujillo donde se realizará diseño sismorresistente de la edificación de 7 niveles se identifica como zona sísmica 4 de acuerdo a la NTP E.030, lo que indica la gran importancia que amerita este estudio, debido a que la mayoría de construcciones de la zona son autoconstruidas o con poca presencia de profesional en la construcción, que es realidad preocupante en todo el territorio nacional, donde se espera eventos sísmicos de gran magnitud.

En cuanto al diseño sismorresistente de la edificación en concreto armado de 7 niveles de uso multifamiliar es imperativo realizar un análisis y modelamientos

en software de métodos de elementos finitos y uso de herramientas BIM para presentar un diseño seguro y óptimo ya que nuestro país reside en zona sísmica por el cinturón de fuego del pacífico, por ellos se expone la siguiente interrogante: ¿Cómo influye la metodología BIM en el diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de siete niveles, destinada a vivienda multifamiliar, aplicando la metodología BIM en Moche – Trujillo, 2023?

Este estudio se justifica teóricamente, gracias a su enfoque en los componentes, características y técnicas de desarrollo requiere una investigación preliminar sobre suelos, trabajo de laboratorio y parámetros estadísticos, programas computacionales, concepto de metodología BIM, lo que contribuirá al avance de conocimiento en esta área. Se justifica a nivel práctico, debido a contribución directa a la seguridad de los ocupantes, la mejora de la calidad de vida, la reducción de pérdidas económicas tanto en construcción como en eventos sísmicos y el cumplimiento de regulaciones, lo que aporta beneficios tangibles a nivel social, económico y de seguridad en la construcción de viviendas en zonas sísmicas. La justificación metodológica se basa en la aplicación del método científico y el uso de instrumentos válidos y fiables, lo que permite la creación de un diseño sismorresistente óptimo que puede servir de modelo para procesos y modelaciones similares. Desde una perspectiva social, esta investigación radica en su capacidad para mejorar significativamente la seguridad y la calidad de vida de las comunidades. La aplicación de BIM permite un diseño más preciso y eficiente, lo que a su vez reduce el riesgo de daños estructurales durante un sismo.

El objetivo general responde a Realizar el diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar en Moche – Trujillo 2023; en cuanto a los objetivos específicos se tienen a) Determinar las características geotécnicas del terreno para el Diseño sismorresistente de la edificación, b) Realizar el diseño de los elementos estructurales para el Diseño sismorresistente de la edificación, c) Determinar las condiciones sísmicas de la edificación por medio del análisis estático y dinámico, y d) Modelar y presentar los planos estructurales mediante Revit. Por consecuente se postula como hipótesis general, la aplicación de la metodología BIM en el Diseño

sismorresistente de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles en Moche – Trujillo 2023, brindará un desempeño sísmico óptimo.



## **II. MARCO TEÓRICO.**

A nivel internacional, de acuerdo con Ciccone et al. (2023), se enfrentaron un problema significativo al evaluar la seguridad estructural de edificios y comunicar información estructural relevante. Incluso con la adopción de flujos de trabajo, plataformas y estándares de Modelado de Información de Construcción (BIM), los datos estructurales esenciales seguían dispersos en documentos no estructurados, lo que dificultaba su completa integración en la base de datos BIM, así como de otros datos relacionados con el contexto, especialmente en formatos de archivo estándar de openBIM, como Industry Foundation Classes (IFC). Para abordar este problema en el ámbito de la ingeniería estructural sísmica, los autores presentaron un enfoque openBIM con el propósito de incorporar información estructural para respaldar las actividades de los organismos de autoridad de edificación. Este marco condujo a la creación de un Manual de Entrega de Información (IDM) y una Definición de Vista de Modelo (MVD) diseñados específicamente para la integración y el intercambio de información dentro de un entorno basado en BIM utilizando el esquema IFC. Posteriormente, esta solución IDM/MVD se implementó con éxito en un estudio de caso, presentando un flujo de trabajo eficiente para proporcionar los datos necesarios a las autoridades de edificación para obtener permisos de autorización sísmica, ofreciendo una solución prometedora para el futuro.

Por su parte, Laguna et al.(2019) se identificó en su pesquisa la necesidad de analizar el impacto del programa en el proceso de construcción de una edificación existente. El objetivo de su estudio fue modelar la estructura de la edificación utilizando programas de ingeniería como ETABS y REVIT, y evaluar cómo respondía a las especificaciones de la normativa sísmica NSR-10. Además, se buscó comprender la interacción entre la parte arquitectónica y estructural de la edificación. En el marco de este proyecto, se comenzó por obtener los planos estructurales y arquitectónicos de la edificación en cuestión. Luego, se empleó el programa ETABS para modelar la estructura y realizar un análisis de las derivas sísmicas, así como el diseño del espectro elástico. Simultáneamente, se utilizó el software REVIT para modelar los elementos estructurales y se propusieron diferentes tipos de losas para los distintos niveles de la edificación. Finalmente, se exportó el modelo estructural a una plantilla arquitectónica en REVIT para crear

planos arquitectónicos y se obtuvieron las cantidades de materiales requeridos para la construcción. Como resultado de este estudio, se pudo constatar que la edificación no cumplía con las especificaciones de la normativa sísmica en lo que respecta a las derivas. Se logró una comprensión detallada de la interacción entre los aspectos arquitectónicos y estructurales de la edificación, lo que proporcionó información valiosa para futuros proyectos similares y contribuyó al mejor entendimiento del proceso constructivo.

Del mismo modo, Sampaio et al., (2022) evidenciaron el desafío de implementar Building Information Modelling (BIM) en el ámbito del diseño estructural, ya que a pesar de su creciente adopción en la industria de la construcción, se enfrentaban dificultades, especialmente en la interoperabilidad de sistemas basados en BIM. El objetivo de este estudio fue abordar un caso de diseño estructural específico utilizando Revit como software de modelado y Robot como sistema estructural, con la necesidad de lograr un intercambio bidireccional de información entre ambos sistemas y evaluar su capacidad de interoperabilidad. En el proceso, se pusieron de manifiesto observaciones fundamentales relacionadas con la compartición de información, colaboración, integración y interoperabilidad. Se realizaron análisis y pruebas de interacción entre las plataformas Revit y Robot para lograr una comunicación efectiva entre los sistemas. Se evaluaron los desafíos identificados, en gran medida relacionados con la interoperabilidad del software y se buscaron soluciones. Como resultado de esta investigación, a pesar de las limitaciones encontradas, principalmente vinculadas a la interoperabilidad del software, se destacaron las ventajas significativas de la aplicación de BIM en proyectos estructurales. Estas ventajas se respaldaron en la visualización tridimensional, la superposición de modelos, la accesibilidad sencilla a la base de datos del modelo, la coordinación optimizada y la colaboración mejorada, lo que demostró el potencial y los beneficios del enfoque BIM en el diseño estructural.

Así mismo, Sampaio et al (2023) se enfrentaron el desafío de implementar la metodología de Building Information Modelling (BIM) en la industria de la construcción, abarcando todos los sectores, desde el desarrollo de diseño multidisciplinario hasta la planificación y monitoreo de la construcción, así como la gestión y mantenimiento de edificios. El objetivo de este estudio fue destacar la

relevancia de la función del BIM manager en proyectos de construcción al ilustrar su papel en tres casos de edificación distintos, donde se elaboraron proyectos específicos con disciplinas y tareas diversas, colaboración entre disciplinas, análisis estructurales y detalles de refuerzo; cuantificación de materiales y estimación de costos; programación y simulación de la construcción. Los resultados de este estudio demostraron que la función del BIM manager en proyectos de construcción agregaba varias disciplinas y expertos, lo que mejoraba significativamente la calidad del producto final. Se concluyó que para lograr una implementación adecuada de BIM en la industria de la construcción, era necesario contar con tecnología avanzada actual y una coordinación eficaz del BIM manager.

Finalmente, Zhao (2023) identificó que la tecnología de Building Information Modelling (BIM) estaba en una fase de rápido desarrollo en China. BIM se definía como el uso de medios informáticos para simular información sobre las características reales de un edificio, manteniendo la información actualizada y compartida a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, con el propósito de promover la eficiencia en la gestión de proyectos. El problema que se abordaba radicaba en la necesidad de evaluar la estabilidad sísmica de proyectos de edificación civil utilizando la tecnología BIM. El objetivo principal de este estudio en el pasado era llevar a cabo una investigación orientada a la evaluación de la estabilidad sísmica en proyectos de edificación civil basados en la tecnología BIM. Se buscaba acelerar la aplicación de la tecnología BIM y aprovechar sus ventajas, como la disponibilidad de información completa, actualización en tiempo real, visibilidad, virtualización y compartición de datos. En el proceso de investigación en el pasado, se trabajó en el desarrollo de la información completa de proyectos de construcción mediante la aplicación de BIM. Los resultados obtenidos en el pasado apuntaron a un avance en la aplicación de la tecnología BIM en China, con el potencial de mejorar la gestión y eficiencia en todas las etapas de los proyectos de construcción, desde la planificación hasta la operación y el mantenimiento. El uso de BIM se veía como un medio para lograr ahorros en recursos y tiempo, reducir costos de inversión, aumentar la calidad de los proyectos y promover la transparencia en la información de construcción para la regulación del mercado y la integridad del sector de la construcción.

A nivel nacional, Vega (2023) se evidencio que la digitalización y la implementación de la tecnología BIM prometían una serie de beneficios, pero su eficacia dependía de cómo se gestionaba el intercambio de datos a lo largo del proceso, abarcando desde el diseño y la documentación del proyecto hasta la construcción, el mantenimiento y la operación. El objetivo de este estudio fue aplicar la metodología BIM en la propuesta de diseño sísmico de un edificio escolar, con un enfoque en la estimación del ciclo de vida mediante métodos analíticos de la ingeniería basada en el desempeño. Se logró crear un modelo de información de cuatro niveles que cumplía con estándares de seguridad para todo el ciclo de vida del edificio. Este modelo incluía información paramétrica no gráfica, cuantificación de materiales, análisis sísmico y costos, prevención de interferencias con otras especialidades, planificación mediante una construcción virtual. Como resultado de este estudio se concluyó que, aunque ciertos procesos de modelado, tanto gráficos como no gráficos, podían resultar tediosos, una vez creada completamente el modelo de información 3D BIM, las herramientas BIM ofrecían la posibilidad de mejorar significativamente la calidad del diseño sísmico, estructural, arquitectónico y de gestión.

Por su parte, Callupe et al. (2021) en su pesquisa se abordó la necesidad de diseñar una vivienda multifamiliar de 5 niveles en Lima utilizando la metodología BIM. Se buscaba proporcionar al cliente información digitalizada, incluyendo el cronograma y el presupuesto. El proyecto se dividió en tres etapas: búsqueda de información, diseño y modelado, y análisis de costos. El objetivo principal fue aplicar BIM para diseñar la vivienda multifamiliar y generar un modelo 3D detallado que incluyera estructura, análisis sísmico, arquitectura y sistemas. Se buscaba un nivel de desarrollo LOD300, con planos, tablas de cuantificación y una base de datos general del proyecto. Se aplicaron normativas peruanas para el diseño en concreto armado y análisis sísmico. Se realizaron cálculos estructurales y se generaron planos en AutoCAD. La metodología BIM se basó en el modelado tridimensional en Revit, abarcando cuatro familias de especialidades. Como resultado del trabajo, se logró un modelo 3D que cumplió con estándares y normativas, facilitando el diseño y generando una base de datos del proyecto. La metodología BIM demostró su efectividad en la creación de un modelo completo y detallado.

De la misma manera, Alcantara y Rodas (2022) indicaron la importancia continua de la construcción civil y la necesidad constante de mejorar la seguridad de las estructuras en proyectos civiles. El propósito de este estudio fue determinar el diseño estructural de un edificio educativo en la ciudad de Trujillo en 2022 utilizando la metodología BIM. En el proceso de investigación, se aplicó la metodología BIM para el diseño estructural del edificio educativo. Se llevaron a cabo análisis sísmicos para verificar el cumplimiento con las regulaciones de construcción. Además, se desarrolló una guía de modelamiento para orientar el proceso. El estudio fue de tipo aplicado y de diseño no experimental. Como resultado del trabajo, se logró el modelamiento y diseño estructural de un centro educativo. Se realizaron análisis sísmicos que verificaron las derivas máximas según las normativas. Además, se generó una guía de modelamiento. Se concluyó que BIM es una metodología con un alto potencial en Perú, con la capacidad de mejorar significativamente el flujo de trabajo en proyectos de construcción civil.

De acuerdo con Olano y Rivadeneyra (2022) se abordó la necesidad de diseñar una edificación de 6 niveles para vivienda multifamiliar con enfoque en diseño sismorresistente. Se buscaba optimizar el proceso de diseño y reducir errores en el proyecto. El objetivo principal del estudio en el pasado era realizar el diseño de la edificación utilizando un entorno BIM. El enfoque metodológico fue aplicado y descriptivo. En el proceso de investigación se llevaron a cabo estudios geotécnicos y de mecánica de suelos para determinar las características del terreno. Se estableció el pre - dimensionamiento estructural y se validó mediante análisis sísmico. Se calculó el área de acero necesario para resistir cargas sísmicas y se modelaron las secciones y barras de refuerzo en el software Revit. Los resultados mostraron que la metodología BIM para diseño sismorresistente mejoró el flujo de trabajo, evitando errores y reduciendo los tiempos de elaboración gracias a la interoperabilidad entre los softwares Etabs 2020 y Revit 2022. Se concluyó que la implementación de un entorno BIM es adecuada para proyectos de construcción debido a su capacidad de almacenamiento de información y su capacidad para prevenir errores e incompatibilidades en la obra.

Finalmente, Rojas (2019) abordó la pregunta sobre cuál es la metodología más eficiente para llevar a cabo un diseño estructural. Se buscaba determinar si la

metodología BIM supera a los métodos tradicionales en eficiencia. El objetivo general fue seleccionar la metodología más eficiente para realizar un diseño estructural, priorizando la aplicación de BIM en lugar de enfoques tradicionales. La investigación se basó en el método científico y tuvo un enfoque aplicado, con nivel descriptivo comparativo. Se utilizó un diseño no experimental de tipo corte transversal. La población consistió en 15 edificaciones a porticadas en la lotización Hermelinda Salazar, Concepción. Se seleccionó una edificación a porticada de 4 niveles de la misma zona residencial mediante un muestreo no probabilístico o intencional. Se concluyó que la metodología BIM es más eficiente, ya que facilita procesos automatizados y permite trabajar colaborativamente en un modelo tridimensional único con todos los involucrados en el proyecto.

En el ámbito de las bases teóricas se tiene al Diseño Sismorresistente, que es un conjunto de disposiciones especiales que se aplican al material, diseño de elementos, uniones y arriostramientos de una estructura para garantizar su seguridad ante la acción de sismos moderados y severos. Estas disposiciones están respaldadas por normas y se aplican en todo el mundo (Fuentes et al., 2018). Por otra parte, también se indica que el Diseño sismorresistente implica un proceso de diseño y construcción de edificios, en este caso, utilizando mampostería reforzada, que se centra en garantizar que las estructuras sean capaces de resistir los efectos de los terremotos en zonas de alta peligrosidad sísmica. Esto implica el uso de materiales adecuados, técnicas constructivas específicas, normativas de construcción, modelación estructural y detalles de refuerzo para minimizar el riesgo de daños significativos o colapsos durante un evento sísmico, asegurando así la seguridad de las edificaciones y sus ocupantes (Álvarez, Lora y López, 2022)

En ese mismo campo también describimos el estudio de suelo, también conocido como Estudio Geotécnico, se refiere a un conjunto de actividades esenciales para obtener información detallada sobre las propiedades y condiciones de un terreno específico. Este estudio desempeña un papel crucial en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de construcción, ya que su objetivo principal es determinar la naturaleza del suelo, sus características físicas, químicas y mecánicas, y su composición en profundidad, incluyendo la ubicación de cuerpos de agua subterráneos si los hubiera. Además, proporciona datos fundamentales

para definir el tipo y condiciones de cimentación necesarios para el proyecto (MTL Geotecnia, 2017).

En esa misma dimensión se encuentra la Granulometría, que se refiere a la distribución, en términos de porcentajes, de diferentes tamaños de partículas en una muestra de agregados, indicando cuánto de cada tamaño pasó a través de tamices o quedó retenido en ellos. Este aspecto desempeña un papel fundamental en el diseño de mezclas de concreto, ya que impacta en las proporciones relativas de los agregados, influenciando así la cantidad de agua y cemento requerida. Esto, a su vez, afecta propiedades clave del concreto, como su resistencia, manejabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad. Para obtener un concreto de calidad, se busca lograr una distribución de tamaños que minimice los espacios vacíos en la mezcla, lo que implica que los tamaños de partículas se complementen entre sí. Esto es crucial para optimizar el uso de cemento y obtener una mezcla eficiente desde el punto de vista técnico y económico. Es importante destacar que la granulometría puede variar con el tiempo debido a diversos factores que deben ser monitoreados y corregidos en caso de problemas (Toirac, 2018)

Por otra parte también tenemos la Capacidad portante, la cual se refiere a la carga máxima que una cimentación o fundación puede soportar antes de que se alcance su capacidad de carga última. En otras palabras, es el nivel de carga que puede aplicarse gradualmente a la cimentación antes de que el suelo pierda su resistencia al corte y falle la cimentación. La capacidad portante se relaciona con factores como la densidad relativa del suelo ( $D_r$ ) y el ancho de la cimentación ( $B$ ), donde un suelo más denso y una cimentación más ancha tienden a aumentar la capacidad portante. También se consideran factores de seguridad para garantizar un diseño seguro, y se tienen en cuenta los asentamientos permitidos, que son las deformaciones del suelo asociadas con el nivel de carga último, limitadas por regulaciones y normativas específicas (El Murete, 2022).

Así mismo se indica que el suelo, es una capa terrestre resultante de la interacción entre la roca madre, el clima, los organismos vivos y el tiempo, desempeña un papel esencial en la vida en la Tierra al proporcionar nutrientes y agua a las plantas, servir de hábitat para organismos y sustentar la producción de

alimentos. Los tipos de suelos se categorizan según sus propiedades físicas, químicas y biológicas, destacándose los suelos arenosos, caracterizados por su textura gruesa y permeabilidad al agua pero baja retención de nutrientes; los suelos arcillosos, con textura fina y alta capacidad de retención de agua y nutrientes, pero con baja permeabilidad; y los suelos limosos, que poseen una textura intermedia, ofreciendo tanto capacidad de retención de agua y nutrientes como permeabilidad al agua y al aire (Zapata, 2020).

Para entender tanto la capacidad portante como el suelo, debemos tener presente que es la zona sísmica, tema de gran relevancia dentro de nuestro territorio nacional. Una zona sísmica es una región donde la actividad sísmica es frecuente o intensa debido al movimiento de las placas tectónicas o las fallas geológicas. Estas regiones tienen un mayor riesgo de sufrir terremotos, que son sacudidas bruscas de la corteza terrestre. Los terremotos pueden causar daños materiales y humanos, especialmente si el suelo se licúa o se rompen las tuberías de gas o agua. Por eso, las zonas sísmicas deben tener medidas de prevención y protección, como códigos de construcción más estrictos, sistemas de alerta temprana y planes de emergencia. Algunas de las zonas sísmicas más importantes del mundo son el anillo de fuego del Pacífico, el cinturón euroasiático-melanésico y la dorsal mesoatlántica (Montano, 2023)

Por otra parte, tenemos el análisis sísmico que implica el proceso de planificación y construcción de estructuras con la capacidad de resistir terremotos y otras fuerzas sísmicas, con el objetivo de salvaguardar tanto la vida como la propiedad de las personas que utilizan o habitan en estas construcciones. Para llevar a cabo el diseño sísmico, se consideran factores como las propiedades del suelo, el tipo de estructura, los materiales empleados, la distribución de masa, la capacidad de deformación, la resistencia y la disipación de energía. Además, se deben cumplir las regulaciones y normativas de construcción locales, que establecen los requisitos mínimos para garantizar la seguridad y el funcionamiento adecuado de las estructuras. Ejemplos de construcciones que requieren diseño sísmico abarcan edificios, puentes, carreteras, presas, túneles y centrales nucleares (Spiegato, 2023)



Dentro del análisis sísmico, se encuentra el análisis estático y dinámico. El análisis estático es un enfoque no lineal de carga incremental, tiene como objetivo evaluar el comportamiento de una estructura al cuantificar el desplazamiento en la parte superior y el cortante en la base de la misma cuando se somete a un conjunto de fuerzas horizontales que varían con la altura. A medida que se aumenta gradualmente el valor de la fuerza horizontal, se registra el desplazamiento hasta que se alcance un criterio de respuesta predefinido, indicando el punto en el que la estructura podría colapsar. Este método proporciona la capacidad de calcular el cortante en la base de la estructura al aplicar el patrón de carga elegido, lo que permite establecer una relación entre el valor del cortante en la base y el desplazamiento en la parte superior de la estructura, generando lo que se denomina una curva de capacidad (Tavárez, 2018).

El análisis dinámico implica la realización de una secuencia de análisis de respuesta en el tiempo, de carácter no lineal, en los que se incrementa progresivamente la intensidad de la aceleración del suelo, representada a través de un acelerograma, hasta alcanzar un punto de referencia preestablecido. Durante este proceso, se registra el valor del cortante en la base en relación con los correspondientes desplazamientos. Por lo general, se elige un punto en la parte superior de la estructura como referencia. Esta representación gráfica se conoce como la "curva Pushover dinámico" o la "curva de envolvente de IDA". Este enfoque se utiliza principalmente para analizar la respuesta no lineal e inelástica, así como la respuesta lineal y elástica de una estructura frente a una acción sísmica, donde esta acción se describe a través de un acelerograma que excita los soportes de la estructura (Tavárez, 2018).

Para ello en el territorio nacional contamos con la NTP E.030 la cual proporcionan directrices para evaluar la demanda sísmica y la respuesta estructural, así como establecen los niveles de resistencia y rigidez requeridos para edificaciones, considerando su importancia, ubicación y sistema estructural específicos. Los procedimientos para garantizar que las edificaciones alcancen los niveles necesarios de resistencia y ductilidad se detallan en las normativas de diseño correspondientes, como las Normas de Diseño en Concreto Armado, Acero o Albañilería. La Norma E.030 se fundamenta en los conocimientos actuales de

Ingeniería Sísmica, se basa en el análisis de la actividad sísmica local y toma en cuenta las particularidades de las prácticas constructivas y de diseño en Perú (SENCICO, 2020).

En un diseño sísmico lo que se busca es mantenerse por el valor máximo de derivas. La deriva se refiere al desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos ubicados en la misma línea vertical en niveles consecutivos de un edificio. En la práctica, se puede entender como la diferencia de desplazamientos entre dos niveles adyacentes en una columna, representada como  $\Delta$ . Su cálculo implica la medición de los desplazamientos totales desde la base de un piso específico. La importancia de calcular la deriva radica en que las normas de diseño sísmico establecen límites para asegurar que, frente a un sismo leve, la estructura se desplace lo mínimo posible para evitar daños en elementos no estructurales, como muros divisorios o fachadas. Si estos límites no se cumplen, se requiere aumentar la rigidez de la estructura mediante materiales más resistentes, dimensiones más grandes en elementos verticales y, en casos extremos, la adición de nuevos elementos. A pesar de las limitaciones y excepciones proporcionadas por las normas, comprender la razón subyacente es crucial para que el ingeniero diseñador garantice la rigidez adecuada y cumpla con las expectativas del cliente en el diseño de elementos estructurales (Zeballos, 2019).

Para aplicar todos estos conceptos de manera eficiente en estos últimos tiempos se emplea la metodología BIM, que es un enfoque de colaboración que documenta exhaustivamente todo el ciclo de vida de edificios e infraestructuras, aprovechando herramientas informáticas para crear un único repositorio que contenga toda la información necesaria para todos los involucrados en el proyecto, durante su ciclo de vida completo (García, 2020).

En la actualidad, la metodología BIM ha adquirido un destacado protagonismo en la industria de la construcción debido a sus numerosas ventajas en la gestión integral de proyectos, abarcando desde la planificación y ejecución hasta la operación y mantenimiento. BIM se ha consolidado como una opción altamente eficaz para el desarrollo de proyectos de construcción en el contexto contemporáneo. Esta metodología se fundamenta en la generación de documentación digital y hace uso de software especializado para lograr resultados

óptimos. Entre los programas más comunes en el marco de BIM se encuentran Autodesk Revit, Microsoft Office Project, Autodesk Navisworks Manage, así como SAP 2000, Civil 3D, Allplan, ArchiCAD y ETABS, los cuales son seleccionados en función del tipo de proyecto de construcción. (Castillo et al., 2020).

En ese mismo campo tenemos Revit, desarrollado por Autodesk, que es un software dentro de la metodología BIM diseñado para Microsoft Windows que se destaca en el ámbito de la construcción. Este programa utiliza un archivo único que almacena toda la información del proyecto, incluyendo vistas, planos y bibliotecas de objetos paramétricos. Actualmente, Revit es ampliamente utilizado en proyectos de construcción debido a su variedad de herramientas que permiten a los usuarios crear y analizar proyectos en todas sus fases. Además, ofrece la posibilidad de integración con otras herramientas tecnológicas para la transferencia de datos a través de formatos de exportación como IFC (Acosta et al., 2022)

Otra herramienta a usar es el Etabs, el cual es un software especializado en el análisis estructural que facilita el dimensionamiento, modelado, cálculo y análisis de diversas estructuras, incluyendo edificios de múltiples plantas y aquellas con comportamiento dinámico. Desde la creación de modelos hasta el diseño y detalles, ETABS abarca todo el proceso de dimensionamiento con comandos de diseño intuitivos para generar planos y elevaciones de manera eficiente. Los diseños CAD pueden convertirse en modelos ETABS o utilizarse como plantillas para el modelado. Con su avanzado solucionador SAPPHire de 64 bits, permite el análisis rápido de modelos complejos y admite técnicas no lineales, como secuencias constructivas y efectos diferidos en el tiempo. ETABS es una herramienta esencial para ingenieros estructurales que trabajan en proyectos que van desde edificios industriales de un solo piso hasta torres de varios pisos (Choccata, 2021).

En muchas ocasiones, los proyectos de diseño avanzan a la etapa de construcción con diseños que no están optimizados y con potenciales interferencias entre las diferentes disciplinas involucradas, lo que puede tener un impacto negativo en los plazos y costos si estos problemas no se detectan a tiempo mediante herramientas adecuadas. Para prevenir este escenario, se recomienda el uso de herramientas que puedan identificar las interferencias de manera temprana,

lo que brinda más tiempo para abordarlas y, preferiblemente, antes de que se inicien las obras en el terreno. Además, se destaca que el proceso de modelado comienza con la creación de un modelo BIM-3D de la estructura del edificio, seguido por la arquitectura y, posteriormente, por las instalaciones. Esto significa que al final se obtienen distintos modelos BIM-3D por especialidad, que pueden integrarse y centralizarse en un único modelo para permitir una visualización integral del proyecto y la identificación de interferencias y conflictos entre los elementos tridimensionales de estas disciplinas (Taboada et al., 2018).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

##### Tipo

El presente estudio de tipo aplicada, se diferencia de la investigación básica y pura al enfocarse en la identificación de problemas en el entorno real y proponer soluciones basadas en conocimientos previamente adquiridos en la investigación pura. Además, la investigación aplicada considera las regulaciones y normativas que rigen la sociedad, lo que le proporciona un marco adicional para abordar los problemas de manera efectiva (Castro, Gómez y Camargo, 2023)

##### Diseño de investigación

El diseño de investigación será de naturaleza no experimental. Siguiendo la perspectiva de Hernández (2020), este tipo de enfoque de estudio se caracteriza por no involucrar intervenciones deliberadas en las variables y se concentra en la observación de fenómenos en su contexto natural para su posterior análisis.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### Variables

Tabla 1. Variables

Variable Independiente	Variable Dependiente
Metodología BIM	Diseño sismorresistente

Fuente: Elaboración propia

### **Definición:**

**Variable Independiente:** Es un enfoque integral para la planificación, diseño, construcción y gestión de edificaciones y proyectos de infraestructura. Se basa en la creación y gestión de modelos digitales tridimensionales que contienen información detallada sobre cada aspecto del proyecto

**Variable Dependiente:** Es un enfoque de ingeniería que se centra en la creación de estructuras capaces de resistir los efectos de los terremotos y otras fuerzas sísmicas. Involucra la aplicación de técnicas y estándares específicos para garantizar que los edificios y las infraestructuras puedan soportar las fuerzas sísmicas, protegiendo la vida y la seguridad de las personas, así como reduciendo los daños materiales en caso de un evento sísmico.

### **Definición operacional:**

**Variable Independiente:** Enfoque de modelado de información sismorresistente mediante BIM, que implica la creación y gestión de un modelo digital tridimensional de la edificación en concreto armado de 7 niveles, donde se integran datos y características de diseño y construcción

**Variable Dependiente:** Proceso de planificación y cálculo de la edificación de 7 niveles en concreto armado con el objetivo de asegurar que esta sea capaz de resistir las fuerzas sísmicas, implica la aplicación de normativas y estándares de diseño sismorresistente, así como la consideración de factores geotécnicos, estructurales y de materiales para garantizar la seguridad y estabilidad de la vivienda multifamiliar frente a posibles eventos sísmicos en la zona mencionada.

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

### **Población**

Se trata de un conjunto de elementos que comparten características similares y que son perceptibles en un momento o período específico (Arias, 2022).

En nuestro estudio la población está identificada como todas las edificaciones multifamiliares en el distrito de Moche - Trujillo.

### **Muestra**

Una categoría o grupo de elementos o cualidades que exhiben semejanzas y que necesitan ser tenidos en cuenta al realizar el análisis, conforman una parte de una población (Arias, 2022). En este estudio la muestra está establecida como la vivienda multifamiliar de 7 niveles en el distrito de Moche – Trujillo.

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

Se usará como técnica

**Tabla 2.** *Técnicas e instrumentos*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>Técnicas de campo</b>	OBSERVACIÓN
	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	CALICATAS
<b>Técnicas en gabinete</b>	FICHAS DE ENSAYO DE SUELOS
	SOFTWARE ETABS, REVIT, EXCEL

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Procedimientos de recolección de datos**

Ya que es un estudio no experimental, se procede a realizar lo indicado por la NTP E.030 y las normas establecidas por el ASTM para la caracterización y parámetros del suelo.

- Por consiguiente, se procede a realizar en estos pasos la recolección de datos para el estudio:
- Reconocimiento del terreno para el diseño de construcción de la edificación multifamiliar.
- Realizar capturas fotográficas para identificar facilidades u obstáculos de diseño.
- Realizar los estudios de suelo para encontrar la caracterización del suelo para la construcción y análisis sísmico.
- Realizar el diseño arquitectónico propuesto para su posterior diseño sismorresistente

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

Para el análisis de datos, posterior a la recolección, se realizará los ensayos en laboratorio de la muestra de suelos para su posterior adición al diseño sismorresistente.

Para el diseño se empleará software especializado para el análisis y calculo que en este caso será ETABS.

Posterior a ellos se realizará el diseño de elementos estructurales para luego ser modelados en Revit y verificar su compatibilidad con el diseño inicial. Se verificará todos los cálculos realizados y se contrastará con investigaciones relacionadas al tema, así como también con la NTP E.030.



### **3.7. Aspectos éticos**

El aspecto ético de tu investigación es de vital importancia en el diseño sismorresistente de una edificación aplicando metodología BIM. Tu estudio se centra en la seguridad de las personas y la integridad de las estructuras, por lo que la protección de la seguridad humana es prioritaria. Debes asegurarte de que el diseño propuesto cumple rigurosamente con los estándares y regulaciones de construcción para evitar daños a la vida y la propiedad. Además, el respeto por la propiedad intelectual es esencial; si utilizas software o modelos con derechos de autor, debes garantizar que su uso sea legal y ético. La colaboración y la comunicación transparente con otros profesionales, el consentimiento informado al involucrar a participantes humanos y la integridad en la recopilación y presentación de datos son prácticas fundamentales para una investigación ética en esta área. Asimismo, el cumplimiento de las normativas locales e internacionales de construcción es una cuestión ética crítica, ya que contribuye directamente a la seguridad de la edificación.

#### IV. RESULTADOS

Se realizó la estructuración, pre - dimensionamiento y diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar, que se encuentra ubicado en el departamento de La Libertad.

#### Ubicación geográfica

Tabla 3. Datos generales del proyecto

Datos del proyecto			
Departamento / Región	La Libertad		
Provincia	Trujillo		
Distrito	Moche		
Coordenadas UTM	17L	720065E	9097324N
Dirección	Moche S/N		
Región Geográfica	Costa		
Altitud	24-00 m.s.n.m		

Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Ubicación de la edificación

Fuente: Google eart

El proyecto corresponde a un edificio de uso para viviendas, de 1 sótano, 1 semisótano y 7 pisos; con un área techada de 615 m<sup>2</sup> (15.00x41.00).

### **Características generales**

El proyecto en desarrollo es un edificio multifamiliar, consiste con un área de terreno de 615 m<sup>2</sup> ubicado en la ciudad de Trujillo - Moche.

Está dividida por 1 sótano, 1 semisótano y 7 pisos. El ascensor conecta desde el sótano hasta el séptimo piso. Está diseñada en base de placas, columnas, vigas, losas macizas y losas aligeradas.

1er piso cuenta con la recepción, sala de usos múltiples, almacén de multiusos e ingreso vehicular.

2do, 4to y 6to piso cuenta con 2 departamentos tipo flat de 2 dormitorios y 02 departamentos tipo flat de 2 dormitorio, 2 cocina, 2 sala, 2 comedor, y 2 servicios higiénicos. El 3er, 5to, y 7mo cuenta con 2 departamentos tipo flat de 2 dormitorios y 02 departamentos tipo flat de 2 dormitorio, 2 cocina, 2 sala, 2 comedor, y 2 servicios higiénicos.

- **Sistema estructural**

La infraestructura resistente del edificio se compone exclusivamente de componentes de concreto armado. Se emplearon pórticos mixtos en ambas orientaciones, los cuales integran muros de corte (placas) junto con columnas. Estas partes están interconectadas mediante vigas peraltadas con el objetivo de asegurar un desempeño eficaz de los elementos en las direcciones principales. El resultado es una transmisión organizada de fuerzas a través de dichos elementos, priorizando especialmente la rigidez ante desplazamientos laterales.

Dirección "X": Sistema dual de placas y pórticos de Concreto Armado

Dirección "Y": Sistema de muros estructurales de Concreto Armado

- **Elementos estructurales**

En el diseño de la estructura principal del edificio, se han contemplado diversos elementos estructurales que garantizan la estabilidad y resistencia del conjunto. Para la configuración vertical, se han incorporado pórticos de concreto armado, compuestos por robustas columnas que proporcionan soporte estructural. Además, se han integrado placas, funcionando como muros de corte, para fortalecer la resistencia sísmica del edificio. Las vigas peraltadas contribuyen a la distribución de cargas y refuerzan la integridad estructural. En cuanto a los entresijos, se han utilizado losas aligeradas en una sola dirección, optimizando la eficiencia estructural del edificio. Para la cimentación, se han implementado zapatas de cimentación que distribuyen las cargas al suelo de manera adecuada, complementadas por vigas de cimentación que refuerzan la base del edificio. Este conjunto de elementos estructurales se ha seleccionado cuidadosamente para garantizar la seguridad y estabilidad del edificio en diversas condiciones de carga y situaciones sísmicas.

- Materiales empleados

- a) Concreto armado

Dado que la edificación no es de una importancia alta, no se requiere de concretos de alta resistencia, se empleará un concreto de resistencia convencional con las siguientes propiedades mecánicas:

- Resistencia nominal a la compresión: = 210 kg/cm<sup>2</sup>
    - Módulo de elasticidad: = 2,173,703.00 ton/m<sup>2</sup>
    - Módulo de Poisson: = 0.18

- b) Acero

De acuerdo con la Norma E.060, sección 3.5 se utilizarán varillas corrugadas de Acero Grado 60, uno de los más comerciales en nuestro país y mayormente producido en barras de 9 m de longitud.

- Las propiedades mecánicas del material:
    - Esfuerzo de fluencia: = 4,200 kg/cm<sup>2</sup>

- Módulo de elasticidad: = 2'000,000 kg/cm<sup>2</sup>

## **Objetivo específico 1: Características del suelo**

### Geología local

La formación geológica en el departamento de La Libertad, ha estado vinculada a ciclos de sedimentación y orogénesis propias de un geosinclinal, que dio como resultado una estructura fallada y plegada, acompañada de una intensa actividad magmática. Los procesos naturales de intemperización, meteorización actuaron sobre las rocas de los relieves y el consecuente transporte de los detritos hacia las cubetas, donde se permitió el desarrollo de la acreción sedimentaria en un ambiente marino, continental, lacustre, etc. Eso se muestra en las formaciones litológicas rocosas que afloran en superficie y las que están soterradas por las recientes formaciones. Esas unidades litológicas corresponden al paleozoico, mesozoico y cenozoico. Los procesos geológicos que han dado como resultado las formas de relieve actual se encuentran activos (la Neotectónica y geodinámica).

Predomina afloramientos rocosos (rocas sedimentarias, volcánico sedimentarias y plutónicas) y depósitos sedimentarios (marinos, eólicos, coluvio-aluviales y aluviales), las cuales han sufrido las deformaciones terrestres presentándose estructuras regionales (lineamientos estructurales y diaclasas) que tienen una orientación andina (Noroeste-Sureste). Los materiales corresponden a edades desde el mesozoico (Jurásico Superior) al Cenozoico (Cuaternario Recente).

### Zonificación sísmica

Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú y la Norma Sismo Resistente (NTE E.030) aprobada por el Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, el área de estudio se encuentra en la Zona 4, con riesgo de sismos de alta intensidad (VIII en la escala Mercalli Modificada), caracterizada por un factor de aceleración máxima de 0.45.

## Sismicidad

**Tabla 4.** *Datos de sismicidad*

Factor	Valor
Zona Sísmica	4
Z (Factor de Zona)	0.45
Tipo de Suelo (S3 Suelos Blandos)	1
Perfil de Suelo Investigado	Tipo S3
Período que define la Plataforma del Espectro (Tp)	1.00 s
Peso de la Estructura	No indicado
Factor de Uso / Edificaciones Comunes (U)	1

Fuente: Elaboración propia

## Ensayos realizados

**Tabla 5.** *Ensayos realizados*

LUGAR	SONDAJE	TIPO DE SONDAJE	PROFUNDIDAD	MUESTRAS EXTRAÍDAS	PROF. DE NAF.	COTA RELATIVA	COORDENADAS UTM	
							ESTE	NORTE
MOCHE	C-01	Calicata	5.10	3	2.50	24.00	720062	9097313
MOCHE	C-02	Calicata	5.20	3	2.50	24.00	720075	9097332
MOCHE	C-03	Calicata	5.10	3	2.50	24.00	720062	9097335
MOCHE	SPT-1	Perforación	5.00	5	2.50	24.00	720056	9097315

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los ensayos se presentan en los siguientes cuadros:

**Tabla 6. Resultados de los ensayos**

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Humedad %	% de Material			Límites de Atterberg			CLASIFICACIÓN	
				Grava 3" - N 4	Arena N 4 - N 200	Finos N 200	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASTHO
<b>C-1</b>	E-1	0.00 - 0.40	23.7	0	10.4	89.6	44	26	18	CL	A-7-6-12
	E-2	0.40 - 1.90	19.16	0	61.94	38.06	N.P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)
	E-3	1.90 - 5.10	26.21	1.77	58.45	39.79	N. P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)
<b>C-2</b>	E-1	0.00 - 0.50	22.97	0	11.91	88.09	44	25	19	CL	A-7-6-12
	E-2	0.50 - 1.90	20.6	0.29	59.51	40.21	N. P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)
	E-3	1.90 - 5.20	25.17	1.81	59.69	38.5	N. P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)
<b>C-3</b>	E-1	0.00 - 0.50	24.36	0.2	11.68	88.12	44	25	19	CL	A-7-6-12
	E-2	0.50 - 1.80	18.58	0.91	61.96	37.13	N. P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)
	E-3	1.80 - 5.10	27.09	0	59.73	40.27	N. P	N. P	N. P	SM	A-4 (1)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7. Ángulos de fricción y cohesión SPT**

Ensayo	SPT - 1				
	Profundidad de perforación	N70	N60	C Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>0.55- 1.00</b>		4	5	0.00	22.83
<b>1.55 - 2.00</b>		3	3	0.00	20.99
<b>2.55 - 3.00</b>		20	24	0.00	35.62
<b>3.55 - 4.00</b>		13	15	0.00	31.13
<b>4.55 - 5.00</b>		14	17	0.00	32.02

Fuente: Elaboración propia

#### Condiciones de cimentación: SPT - 01

- Tipo de Cimentación: Zapatas armadas aisladas y/o conectadas con vigas de cimentación. También se puede considerar platea de cimentación a criterio del especialista.
- Profundidad Mínima de Cimiento (Df): 4.5 m
- Presión Admisible del Terreno: 2.52 kg/cm<sup>2</sup>
- Factor de Seguridad de Corte: 3
- Asentamiento Máximo Permisible: 1.95 cm
- Agresividad del Suelo: Leve
- Coeficiente de Balasto: 5.04 kg/cm<sup>3</sup>

#### Condiciones de cimentación: Cimiento corrido

- Tipo de Cimentación: Cimiento corrido
- Profundidad Mínima de Cimiento (Df): 0.50 m
- Presión Admisible del Terreno: 0.34 kg/cm<sup>2</sup>
- Factor de Seguridad de Corte: 3
- Asentamiento Máximo Permisible: 0.01 cm
- Agresividad del Suelo: Leve

#### **Objetivo específico 2: Diseño de elementos estructurales**

- Columna

Pre – dimensionamiento



**Tabla 8. Pre – dimensionamiento de columnas**

Código	Nivel	Tipo	X (m)	y (m)	Área Tributaria (m2)	P servicio (kg)	Factor	Área de la Columna (cm2)	Longitud (cm)	Dimensión redondeada a par	Uniformizando
<b>A1</b>	S1-S2	Esquinada	3.75	2.59	9.71	19425.00	0.35	264.29	16.26	25	<b>25*25</b>
<b>A2</b>	S1-S2	Excéntrica	3.75	6.13	22.99	45975.00	0.35	625.51	25.01	30	<b>40*40</b>
<b>A2</b>	1-7	Esquinada	3.75	3.54	13.28	92925.00	0.35	1264.29	35.56	40	<b>40*40</b>
<b>A3</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	7.23	27.09	243843.75	0.35	3317.60	57.60	60	<b>60*60</b>
<b>A4</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	5.81	21.79	196087.50	0.35	2667.86	51.65	60	<b>60*60</b>
<b>A5</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	4.68	17.53	157781.25	0.35	2146.68	46.33	50	<b>60*60</b>
<b>A6</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	5.98	22.41	201656.25	0.35	2743.62	52.38	60	<b>60*60</b>
<b>A7</b>	S1-S2	Excéntrica	3.75	6.02	22.56	45112.50	0.35	613.78	24.77	25	<b>40*40</b>
<b>A7</b>	1-7	Esquinada	3.75	3.43	12.84	89906.25	0.35	1223.21	34.97	40	<b>40*40</b>
<b>A8</b>	S1-S2	Esquinada	3.75	2.59	9.71	19425.00	0.35	264.29	16.26	25	<b>25*25</b>
<b>B1</b>	S1-S2	Excéntrica	7.50	2.59	19.43	38850.00	0.35	528.57	22.99	25	<b>25*25</b>
<b>B2</b>	S1-S2	Centrada	7.50	6.13	45.98	91950.00	0.45	973.02	31.19	40	<b>40*40</b>
<b>B2</b>	1-7	Excéntrica	7.50	3.54	26.55	185850.00	0.35	2528.57	50.28	60	<b>60*60</b>

<b>B3</b>	<b>S1-7</b>	<b>Centrada</b>	<b>7.50</b>	<b>7.23</b>	<b>54.19</b>	<b>487687.50</b>	<b>0.45</b>	<b>5160.71</b>	<b>71.84</b>	<b>75</b>	<b>75*75</b>
<b>B4</b>	S1-7	Centrada	7.50	5.81	43.58	392175.00	0.45	4150.00	64.42	70	<b>75*75</b>
<b>B5</b>	S1-7	Centrada	7.50	4.68	35.06	315562.50	0.45	3339.29	57.79	60	<b>60*60</b>
<b>B6</b>	S1-7	Centrada	7.50	5.98	44.81	403312.50	0.45	4267.86	65.33	70	<b>70*70</b>
<b>B7</b>	S1-S2	Centrada	7.50	6.02	45.11	90225.00	0.45	954.76	30.90	40	<b>40*40</b>
<b>B7</b>	1-7	Excéntrica	7.50	3.43	25.69	179812.50	0.35	2446.43	49.46	60	<b>60*60</b>
<b>B8</b>	S1-S2	Excéntrica	7.50	2.59	19.43	38850.00	0.35	528.57	22.99	25	<b>25*25</b>
<b>C1</b>	S1-S2	Esquinada	3.75	2.59	9.71	19425.00	0.35	264.29	16.26	25	<b>25*25</b>
<b>C2</b>	S1-S2	Excéntrica	3.75	6.13	22.99	45975.00	0.35	625.51	25.01	30	<b>40*40</b>
<b>C2</b>	1-7	Esquinada	3.75	3.54	13.28	92925.00	0.35	1264.29	35.56	40	<b>40*40</b>
<b>C3</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	7.23	27.09	243843.75	0.35	3317.60	57.60	60	<b>60*60</b>
<b>C4</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	5.81	21.79	196087.50	0.35	2667.86	51.65	60	<b>60*60</b>
<b>C5</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	4.68	17.53	157781.25	0.35	2146.68	46.33	50	<b>60*60</b>
<b>C6</b>	S1-7	Excéntrica	3.75	5.98	22.41	201656.25	0.35	2743.62	52.38	60	<b>60*60</b>
<b>C7</b>	S1-S2	Excéntrica	3.75	6.02	22.56	45112.50	0.35	613.78	24.77	25	<b>40*40</b>
<b>C7</b>	1-7	Esquinada	3.75	3.43	12.84	89906.25	0.35	1223.21	34.97	40	<b>40*40</b>
<b>C8</b>	S1-S2	Esquinada	3.75	2.59	9.71	19425.00	0.35	264.29	16.26	25	<b>25*25</b>

Fuente: Elaboración propia

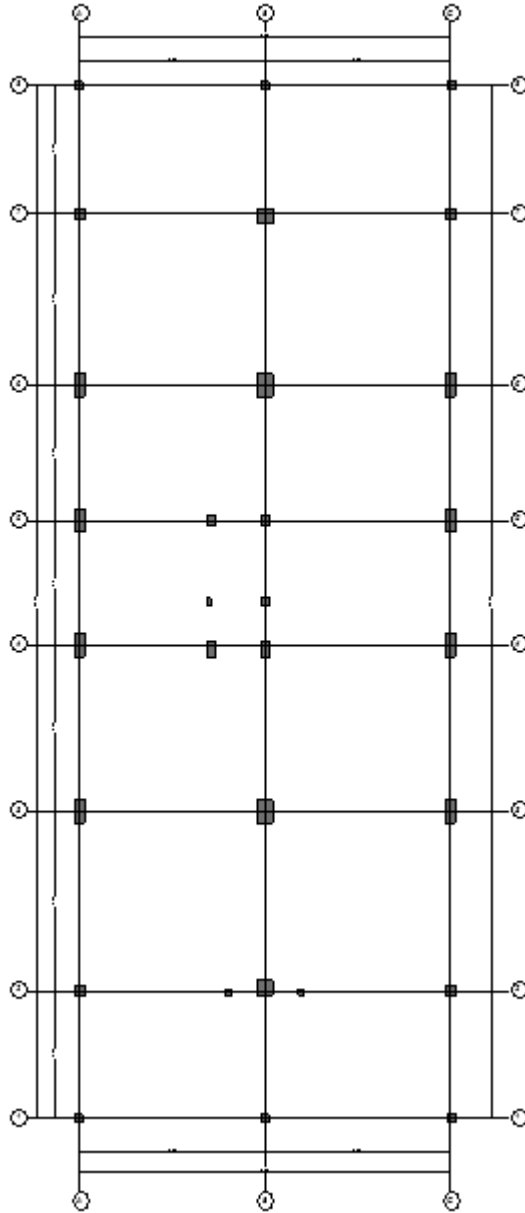


Figura 2. Vista en planta del diseño de las columnas de la edificación

Fuente: Elaboración propia

#### Diseño inicial de la columna de 60 x 60 cm

Analizando las combinaciones de carga en la columna C-6 la cual es típica en todo el proyecto. Este tipo de columna se encuentra desde el inicio hasta el séptimo piso en el eje 7-B. Para la columna de 60x60 cm se tiene un acero mínimo de 36.00 cm<sup>2</sup>, por lo que, se iniciará con un armado de 4φ1" + 12 φ5/8", lo que corresponde a una cuantía de  $\rho = 1.22\%$ . Esta distribución de acero será verificada por el diagrama de interacción.

**Tabla 9.** Diagrama de interacción

	0°		90°			180°			270°		
	0 deg		CURVA 7	90 deg		CURVA 13	180 deg		CURVA 19	270 deg	
	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
<b>579.96</b>	0.00	0.00	579.96	0.00	0.00	579.96	0.00	0.00	579.96	0.00	0.00
<b>579.96</b>	0.00	22.17	579.96	22.17	0.00	579.96	0.00	-22.17	579.96	-	0.00
<b>579.96</b>	0.00	33.69	579.96	33.69	0.00	579.96	0.00	-33.69	579.96	-	0.00
<b>527.28</b>	0.00	43.89	527.28	43.89	0.00	527.28	0.00	-43.89	527.28	-	0.00
<b>470.09</b>	0.00	52.16	470.09	52.16	0.00	470.09	0.00	-52.16	470.09	-	0.00
<b>409.44</b>	0.00	58.82	409.44	58.82	0.00	409.44	0.00	-58.82	409.44	-	0.00
<b>344.76</b>	0.00	64.01	344.76	64.01	0.00	344.76	0.00	-64.01	344.76	-	0.00
<b>274.68</b>	0.00	68.08	274.68	68.08	0.00	274.68	0.00	-68.08	274.68	-	0.00
<b>245.15</b>	0.00	72.03	245.15	72.03	0.00	245.15	0.00	-72.03	245.15	-	0.00
<b>213.44</b>	0.00	75.63	213.44	75.63	0.00	213.44	0.00	-75.63	213.44	-	0.00
<b>167.31</b>	0.00	74.41	167.31	74.41	0.00	167.31	0.00	-74.41	167.31	-	0.00
<b>98.86</b>	0.00	63.01	98.86	63.01	0.00	98.86	0.00	-63.01	98.86	-	0.00
<b>20.96</b>	0.00	47.20	20.96	47.20	0.00	20.96	0.00	-47.20	20.96	-	0.00
<b>-83.96</b>	0.00	21.98	-83.96	21.98	0.00	-83.96	0.00	-21.98	-83.96	-	0.00
<b>-167.05</b>	0.00	0.00	-167.05	0.00	0.00	-167.05	0.00	0.00	-167.05	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** Diagrama de interacción M33

Puntos	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	579.96	0.00	579.96	0.00
2	579.96	22.17	579.96	-22.17
3	579.96	33.69	579.96	-33.69
4	527.28	43.89	527.28	-43.89
5	470.09	52.16	470.09	-52.16
6	409.44	58.82	409.44	-58.82
7	344.76	64.01	344.76	-64.01
8	274.68	68.08	274.68	-68.08
9	245.15	72.03	245.15	-72.03
10	213.44	75.63	213.44	-75.63
11	167.31	74.41	167.31	-74.41
12	98.86	63.01	98.86	-63.01
13	20.96	47.20	20.96	-47.20
14	-83.96	21.98	-83.96	-21.98
15	-167.05	0.00	-167.05	0.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.** Diagrama de interacción M22

Puntos	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	579.96	0.00	579.96	0.00
2	579.96	22.17	579.96	-22.17
3	579.96	33.69	579.96	-33.69
4	527.28	43.89	527.28	-43.89
5	470.09	52.16	470.09	-52.16
6	409.44	58.82	409.44	-58.82
7	344.76	64.01	344.76	-64.01
8	274.68	68.08	274.68	-68.08
9	245.15	72.03	245.15	-72.03
10	213.44	75.63	213.44	-75.63
11	167.31	74.41	167.31	-74.41
12	98.86	63.01	98.86	-63.01
13	20.96	47.20	20.96	-47.20
14	-83.96	21.98	-83.96	-21.98
15	-167.05	0.00	-167.05	0.00

Fuente: Elaboración propia

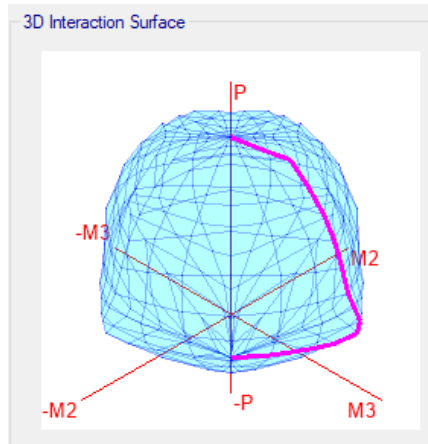


Figura 3. Diagrama de interacción de la columna C6 (60x60cm), ETABS

Fuente: Elaboración propia

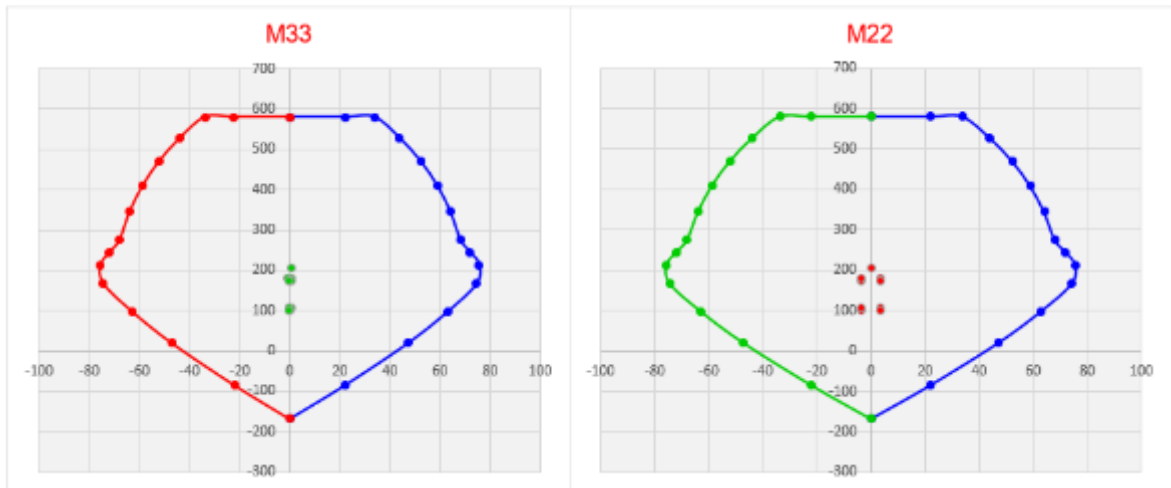


Figura 4. Verificación de combinaciones de la columna C6 (60x60cm) SISMO XX

Fuente: Elaboración propia

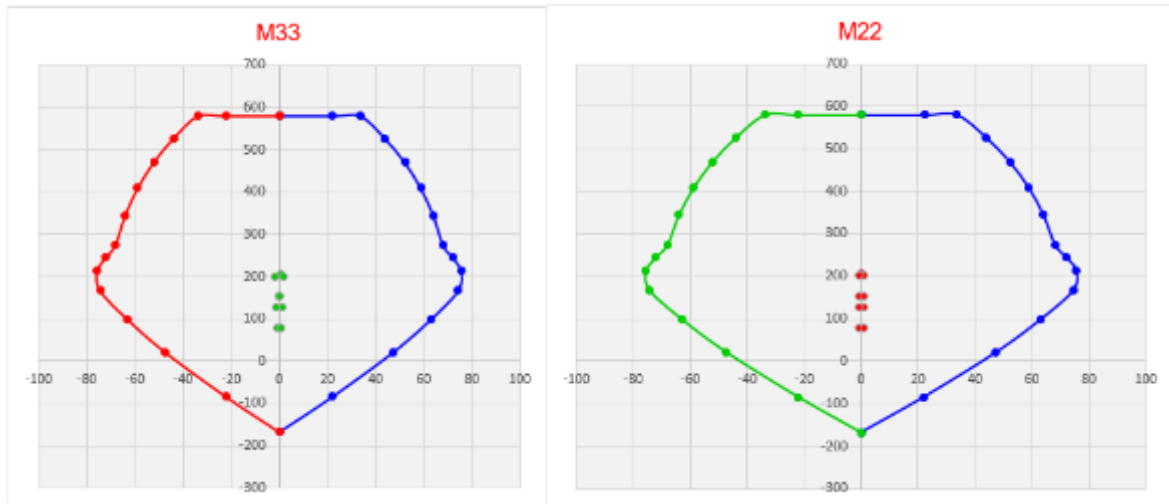


Figura 5. Verificación de combinaciones de la columna C6 (60x60cm) SISMO YY

Fuente: Elaboración propia

### Diseño por corte

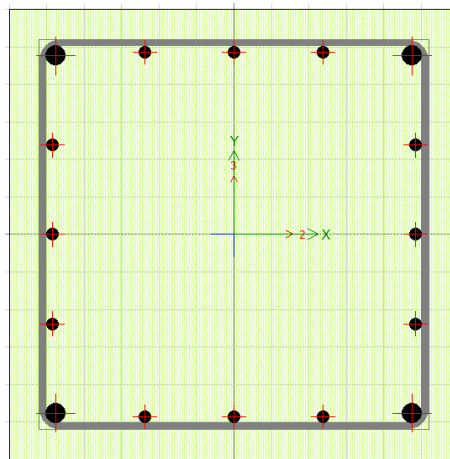


Figura 6. Propuesta inicial de la columna C6 representado en ETABS

Fuente: Elaboración propia

### Propiedades de los materiales

- $f'_c$ : Esfuerzo de compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>) 210

### Propiedades de la sección

- b: Base (cm) 60, h: Altura (cm) 60

$$V_u = 62750 \text{ Kg}$$

$$V_c = 24885 \text{ Kg}$$

$$\phi (\text{corte}) = 0.85$$

$$V_s = 48939 \text{ Kg}$$

$$S = 19.74 \text{ cm}$$

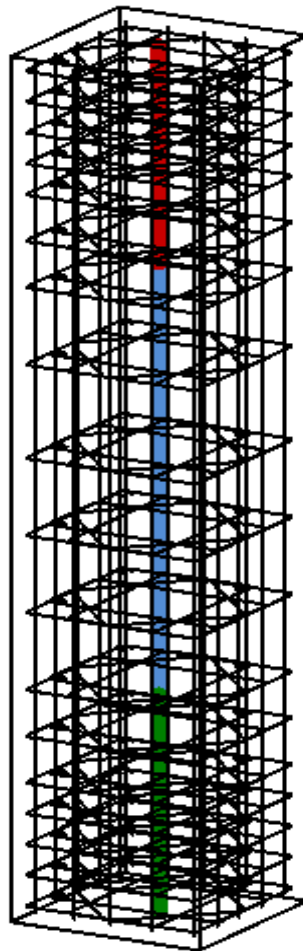


Figura 7. Diseño Revit de la sección de la columna C6 60 X 60 cm

Fuente: Elaboración propia

Diseño de muro estructura (placas)



## Pre – dimensionamiento

Datos:

- Z: 0.45
- U: 1
- C: 2.5
- S:1
- R: 7

$$P = 700\text{kg} * 414.97 * 7$$

$$P = 2033353$$

$$V = (Z * U * C * S / R) * P$$

$$V = 326788.875$$

$$80\%V = 261431.1$$

$$\varnothing V = 261431.1$$

$$\varnothing V = 0.85 * (0.53 \text{RAIZ}(210) * A_{cw})$$

$$A_{cw} = 40045.41582 \text{cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{longitud} = 13.35 \text{ m}$$

## Diseño estructural

y concreto	2.4 ton/m <sup>3</sup>
H	7.04 2.34667
h'	1.5
γ	1.79 ton/m <sup>3</sup>
phi	32.02
c	0

SC	1 ton/m <sup>2</sup>
hs= SC/γ	0.56 m

### activo

ka	0.31
ka*y*hs	0.31
ka*y*(H+hs)	4.18

Ea1 hs rec	2.16
Ea2 H trian	13.62

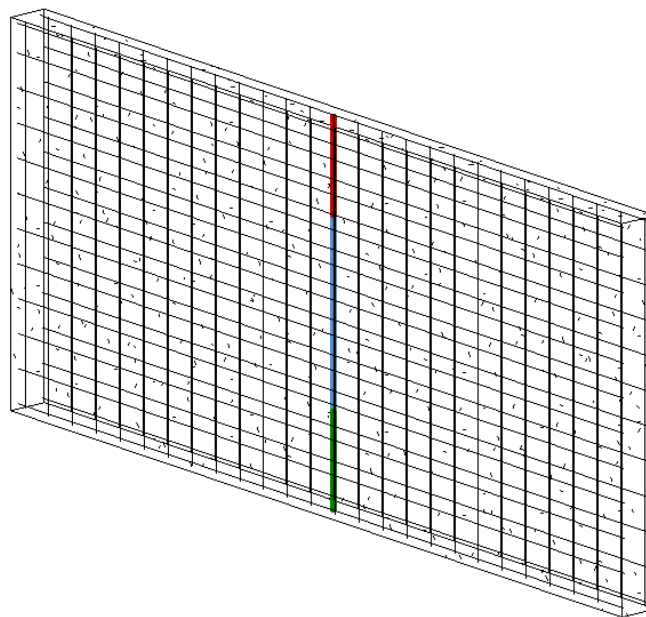
## Diseño Estructural

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
b=	100 cm
h=	30 cm
d=	24 cm
Mu=	ton.m
phi=	0.9

**Tabla 12.** *Calculo de acero para el muro estructural sótano*

8925.0	a2		-428400.0	a +	c	
Cuantía máxima						
pb	=	0.0213		Ø1	=	0.85
ρmáx	=	0.0159				
Asmáx	=	38.3	cm2			
Cuantía mínima			para cada lado dividido entre 2 (arriba y abajo)			
As min. =	0.0018	xbxh=	2.7	cm2		
Diam. Var	As var	Espac.	Esp. Máx	Esp. Fina		
3/8 "	0.71	26.30	60.00	25.00		
As min colocado=		2.84	cm2			

Fuente: Elaboración propia



*Figura 8.* Diseño Revit de muro estructural en el sótano

Fuente: Elaboración propia

Diseño de viga

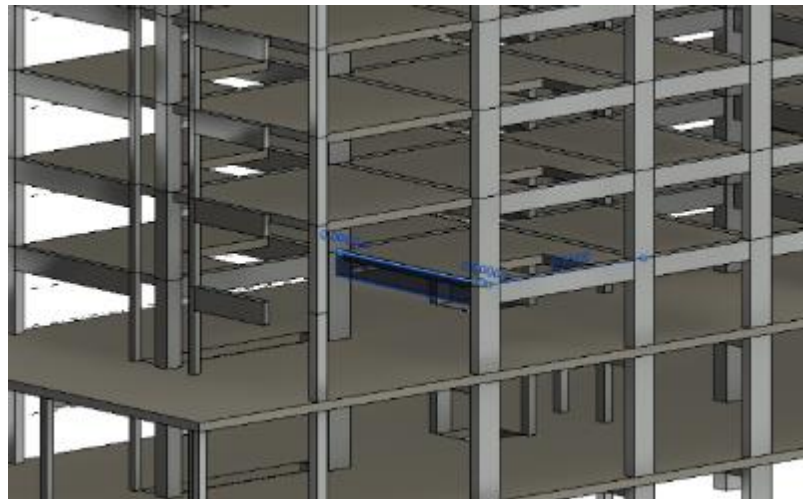
Pre – dimensionamiento

**Tabla 13.** Pre – dimensionamiento de vigas

	Luz (m)	Peralte	Dimensión recomendada	b	Dimensión de viga (m)	
<b>Luz en x-x</b>	7.30	0.61	0.65	0.33	0.65*0.35	<b>0.75*0.35</b>
				0.00		
<b>Luz en y-y</b>	5.18	0.43	0.45	0.23	0.45*0.30	<b>0.65*0.35</b>
	6.85	0.57	0.6	0.30	0.65*0.35	
	5.10	0.43	0.45	0.23	0.65*0.35	
	5.07	0.42	0.45	0.23	0.65*0.35	
	6.55	0.55	0.65	0.33	0.65*0.35	
	7.08	0.59	0.6	0.30	0.65*0.35	
	5.18	0.43	0.45	0.23	0.45*0.30	

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos la viga de 0.65 x 0.35 m en el tramo indicando en la siguiente figura.



*Figura 9.* Viga 0.75 x 0.35 m modelado 2d en Revit en la estructura completa

Fuente: Elaboración propia

## Diseño

Mu 67.24 tn-m (ETABS)

As 28.81 cm<sup>2</sup>

- Acero balanceado

Asb 51.32 cm<sup>2</sup>

- Acero mínimo

$$\phi M_n \geq 1.2 M_{cr}$$

$$M_{cr} = 9.51 \text{ tn}$$

$$\phi M_n \geq 11.41 \text{ tn}$$

$$67.24 \geq 11.41 \text{ si cumple}$$

$$A_s \text{ mínimo } 5.83 \text{ cm}^2$$

$$28.81 \geq 5.83 \text{ sí cumple}$$

- Acero máximo

$$A_s \text{ máximo } = 0.75 A_{sb}$$

$$A_s \text{ máximo } = 38.49 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ requerido } \leq A_s \text{ máximo}$$

$$28.81 \leq 38.49 \text{ sí cumple}$$

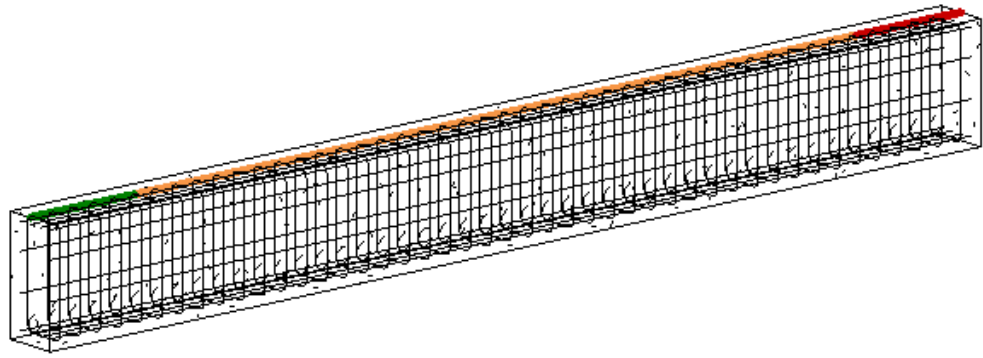


Figura 10. Viga 0.75 x 0.35 m modelado 3d en Revit

Fuente: Elaboración propia

### Diseño de losa

*Pre - dimensionamiento de Losa Maciza (Losa típica de un paño: Eje B – C y Eje 3 – 4)*

Datos:

- $P_t = 100 \text{ kg/m}^2$
- $s/c = 400 \text{ kg/m}^2$
- $\delta_{\text{conc}} = 2.4 \text{ ton/m}^3$

a. Pre - dimensionamiento

$$h = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$h = \frac{6.55 \times 2 + 7.05 \times 2}{180}$$

$$h = 0.151 \approx 0.20 \text{ m}$$

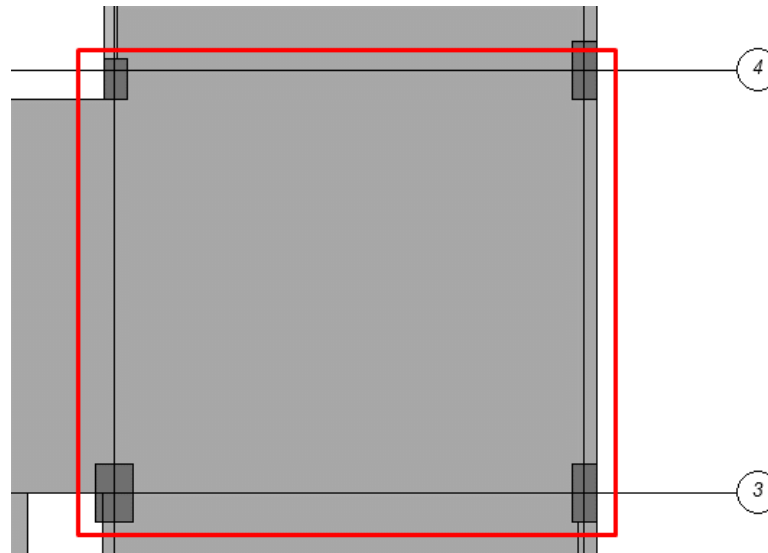


Figura 11. Vista en planta losa entre los ejes 4-3 y B-C

Fuente: Elaboración propia

#### b. Metrado de cargas

- $W_{CM} = W_{pp} + W_{pt}$
- $W_{pp} = 2.4 \times 0.20 = 0.48 \text{ ton/m}^2$
  
- $W_{CM} = 0.48 + 0.1 = 0.58 \text{ ton/m}^2$
- $W_{pt} = 0.1 \text{ ton/m}^2$
  
- $W_{CV} = 0.4 \text{ ton/m}^2$
  
- $W_{UCM} = 1.4 \times 0.58 = 0.81 \text{ ton/m}^2$
  
- $W_{UCV} = 1.7 \times 0.4 = 0.68 \text{ ton/m}^2$
  
- $W_U = W_{UCM} + W_{UCV} = 0.81 + 0.68 = 1.49 \text{ ton/m}^2$

c. Análisis estructural

Caso: 9 (A = 6.55, B = 7.05)

$$m = \frac{A}{B} = \frac{6.55}{7.05} = 0.93 \approx 1$$

Franja A:

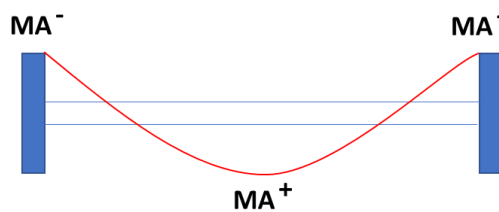


Figura 12. Franja A, diseño de losa

Fuente: Elaboración propia

- $Ma^- = Ca \times wu \times A^2$

Según tabla 13.1 de E.060 (Ca = 0.061)

$$Ma^- = 0.061 \times 1.49 \times 6.55^2$$

$$Ma^- = 3.9 \text{ ton.m (-)}$$

- $Ma^+ = Ca \times W_{UCM} \times A^2 + Ca \times W_{UCV} \times A^2$   
Según tabla 13.2 y 13.3 de E.060

(Cacm = 0.023; Cacv = 0.030)

$$\begin{aligned} Ma^+ &= 0.023 \times 0.81 \times 6.55^2 + 0.030 \times 0.68 \times 6.55^2 \\ &= 1.67 \text{ ton.m (+)} \end{aligned}$$



Franja B:

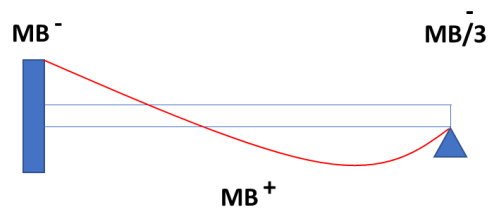


Figura 13. Franja B, diseño de losa

Fuente: Elaboración propia

- $Mb^+ = Cb \times W_{UCM} \times B^2 + Cb \times W_{UCV} \times B^2$   
Según tabla 13.2 y 13.3 de E.060  
( $Cacm = 0.020$ ;  $Cacv = 0.028$ )

$$\begin{aligned} Mb^+ &= 0.020 \times 0.81 \times 7.05^2 + 0.028 \times 0.68 \times 7.05^2 \\ &= 1.75 \text{ ton.m (+)} \end{aligned}$$

- $(Mb^+/3) = 0.58 \text{ ton.m (-)}$

- $Mb^- = Cb \times wu \times B^2$   
Según tabla 13.1 de E.060 ( $Ca = 0.033$ )

$$Mb^- = 0.033 \times 1.49 \times 7.05^2$$

$$Mb^- = 2.44 \text{ ton.m (-)}$$

Diseño

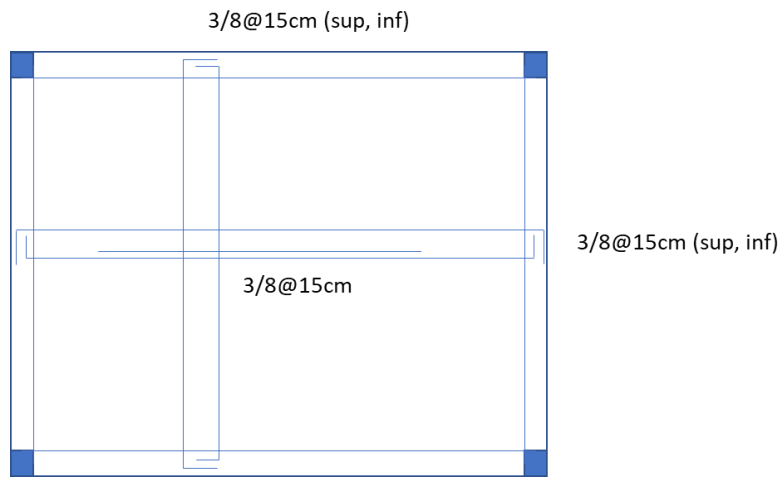


Figura 14. Diseño en planta del paño de losa

Fuente: Elaboración propia

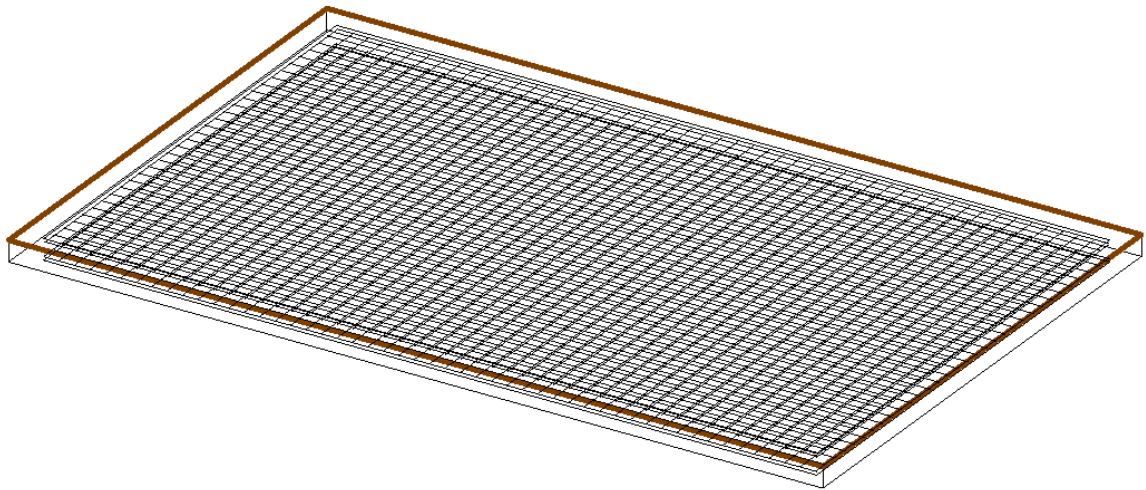
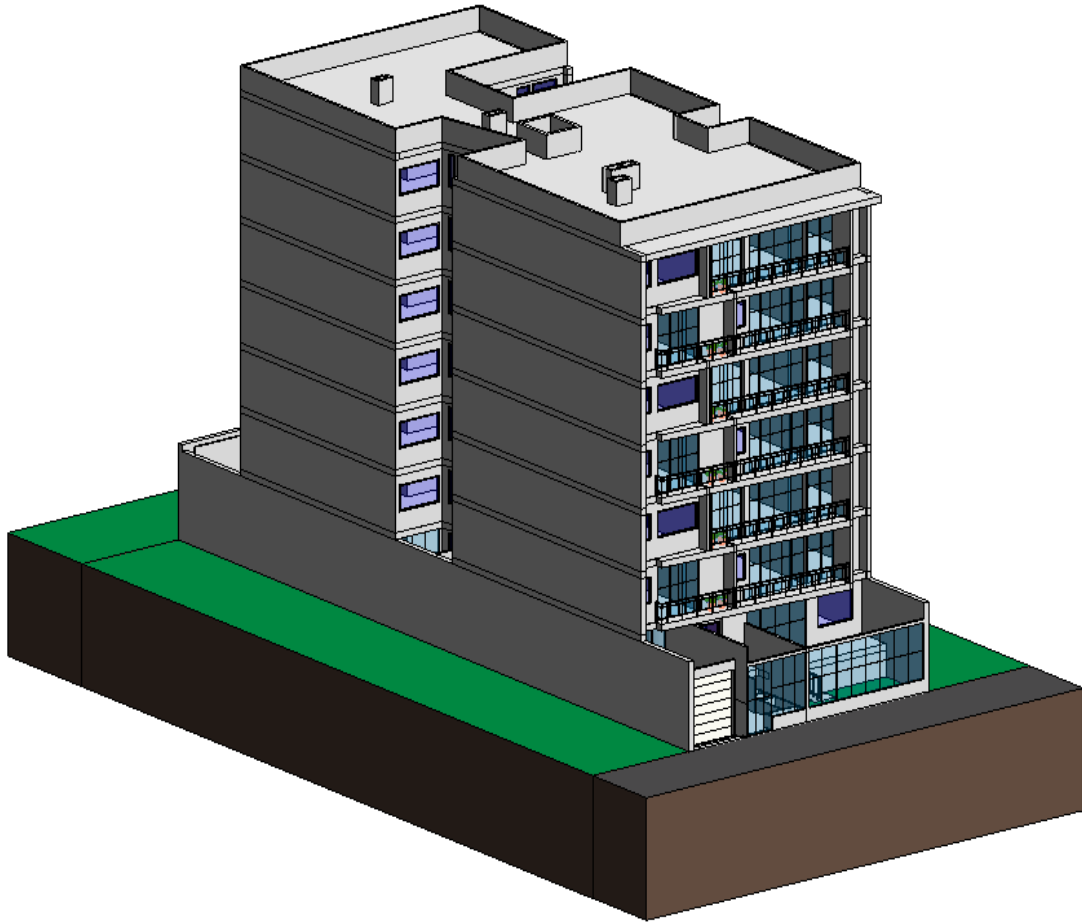


Figura 15. Diseño en Revit losa maciza

Fuente: Elaboración propia

### Objetivo específico 3: Condiciones sísmicas de la edificación

Para realizar el diseño sismorresistente de la edificación se tomó en cuenta el diseño de arquitectura de la edificación, así como los diseños de los elementos estructurales.



*Figura 16.* Modelado en Revit de la arquitectura de la edificación

Fuente: Elaboración propia

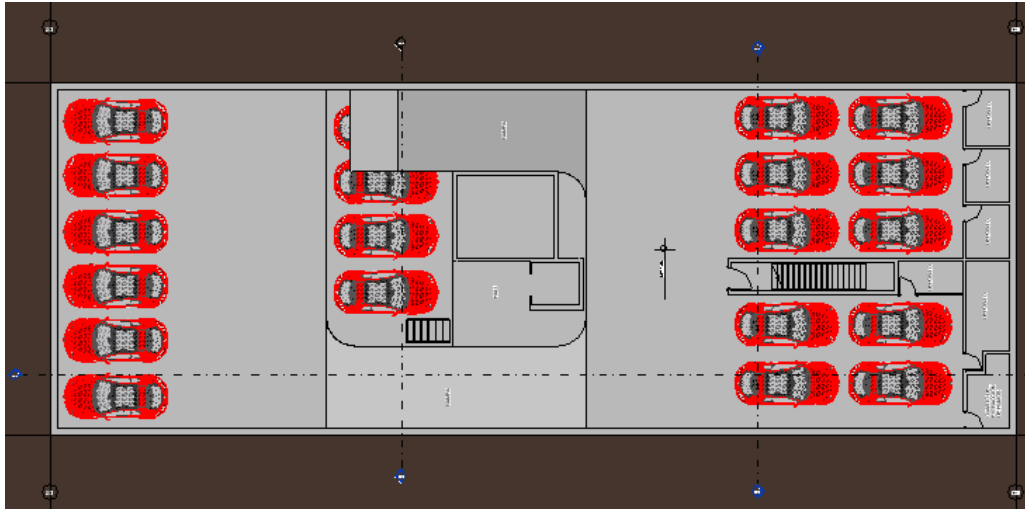


Figura 17. Diseño sótano de la edificación

Fuente: Elaboración propia

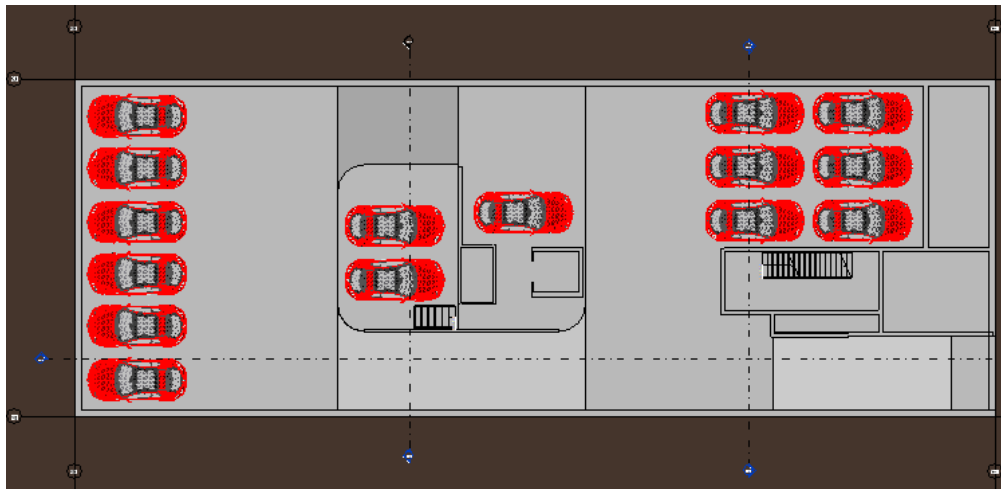


Figura 18. Diseño semisótano de la edificación

Fuente: Elaboración propia

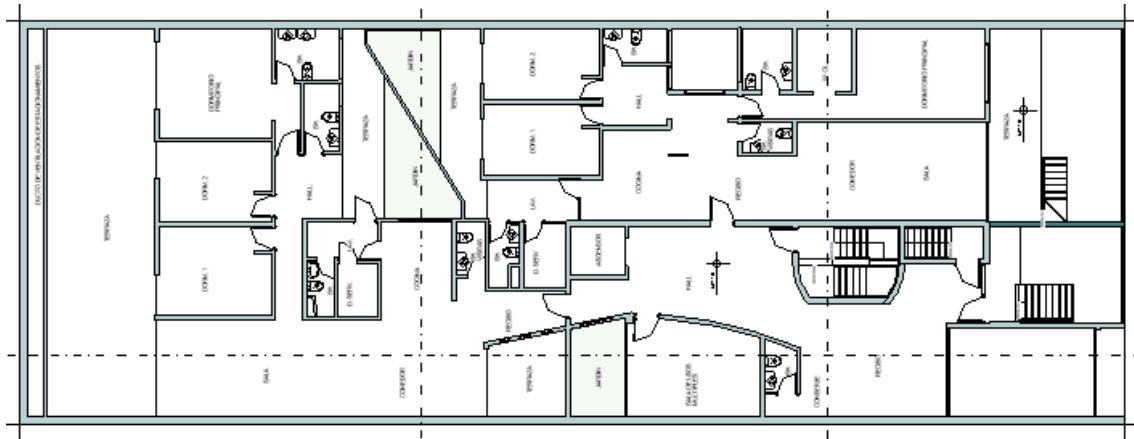


Figura 19. Diseño 1er piso de la edificación

Fuente: Elaboración propia

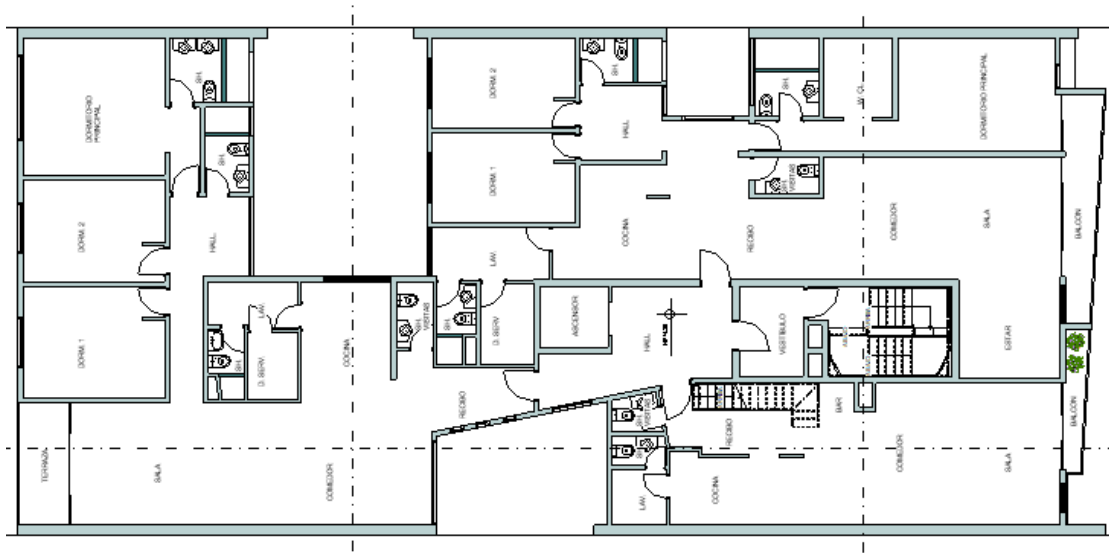


Figura 20. Diseño típico de los pisos superiores de la edificación

Fuente: Elaboración propia

## Análisis sísmico dinámico de la edificación

Factor de zona:

Para este trabajo, se ha establecido que el proyecto se desarrollará en Moche, por lo que se toma la Zona 4 de acuerdo a la norma E.030 Diseño Sismorresistente. El factor que se usará es  $Z = 0.45$ .

Factor de uso:

El factor de uso para este trabajo se tomará de la tabla 5, Categoría de las edificaciones y factor “U”, de la norma. El factor será de la categoría C Edificaciones comunes

$U = 1$ .

Factor de suelo:

El suelo del proyecto es S3 (Suelos blandos) y con la zona Z4 se obtiene un “S”,  
1.10

Asimismo, “TP” y “TL”, los valores a usar serán 1.00 y 1.60 respectivamente.

Irregularidad:

Inicialmente, dado que la estructura muestra una forma regular en los pisos típicos, se considera  $la = 1.00$  y  $lp = 1.00$ .

Coefficiente de reducción:

Preliminarmente, se tomará que la estructura será tipo dual, ya que presenta placas dentro de su estructura aporticada, según la tabla 7, siendo  $R0 = 7$ .

Factor de amplificación sísmica:

A fin de aplicar el factor de amplificación sísmica, se tomará el rango de periodos posibles para la estructura y se desarrollará una curva para este factor.

Para el análisis inicial se tomarán los mismos valores tanto para el eje “X” y el eje “Y”. Se adjunta los resultados:

**Tabla 14. Espectro Pseudoaceleraciones**

<b>T(s)</b>	<b>Factor</b>	1.65	0.0944510		
0	0.1607143	1.7	0.0889768		
0.05	0.1607143	1.75	0.0839650		
0.1	0.1607143	1.8	0.0793651		
0.15	0.1607143	1.85	0.0751330		
0.2	0.1607143	1.9	0.0712307		
0.25	0.1607143	1.95	0.0676247		
0.3	0.1607143	2	0.0642857		
0.35	0.1607143	2.05	0.0611881		
0.4	0.1607143	2.1	0.0583090		
0.45	0.1607143	2.15	0.0556285		
0.5	0.1607143	2.2	0.0531287		
0.55	0.1607143	2.25	0.0507937		
0.6	0.1607143	2.3	0.0486092		
0.65	0.1607143	2.35	0.0465628		
0.7	0.1607143	2.4	0.0446429		
0.75	0.1607143	2.45	0.0428393		
0.8	0.1607143	2.5	0.0411429		
0.85	0.1607143	2.55	0.0395452		
0.9	0.1607143	2.6	0.0380389		
0.95	0.1607143	2.65	0.0366170	3.35	0.0229132
1	0.1607143	2.7	0.0352734	3.4	0.0222442
1.05	0.1530612	2.75	0.0340024	3.45	0.0216041
1.1	0.1461039	2.8	0.0327988	3.5	0.0209913
1.15	0.1397516	2.85	0.0316581	3.55	0.0204041
1.2	0.1339286	2.9	0.0305758	3.6	0.0198413
1.25	0.1285714	2.95	0.0295482	3.65	0.0193014
1.3	0.1236264	3	0.0285714	3.7	0.0187833
1.35	0.1190476	3.05	0.0276423	3.75	0.0182857
1.4	0.1147959	3.1	0.0267578	3.8	0.0178077
1.45	0.1108374	3.15	0.0259151	3.85	0.0173481
1.5	0.1071429	3.2	0.0251116	3.9	0.0169062
1.55	0.1036866	3.25	0.0243449	3.95	0.0164809
1.6	0.1004464	3.3	0.0236128	4	0.0160714

Fuente: Elaboración propia

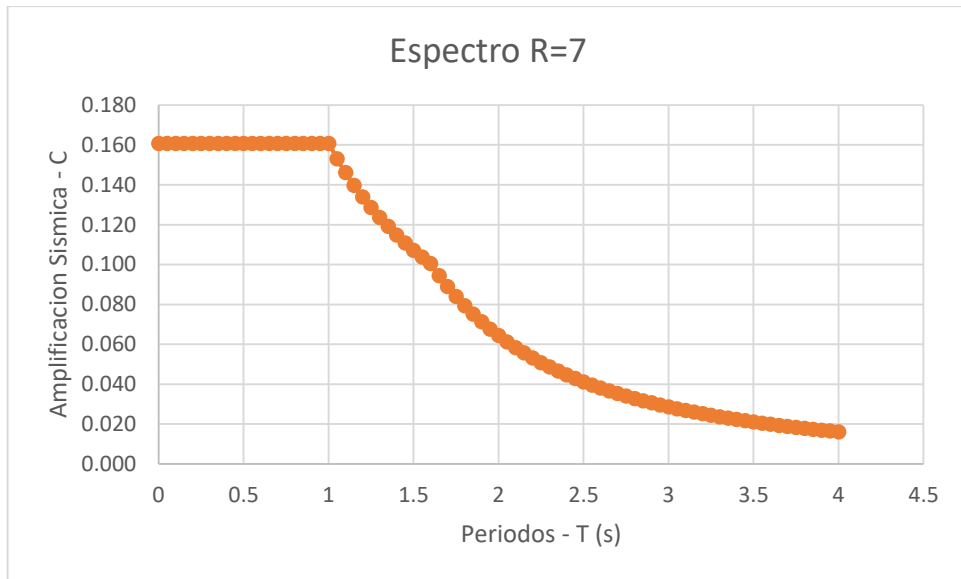


Figura 21. Espectro Pseudoaceleraciones

Fuente: Elaboración propia

### Modelación en ETABS

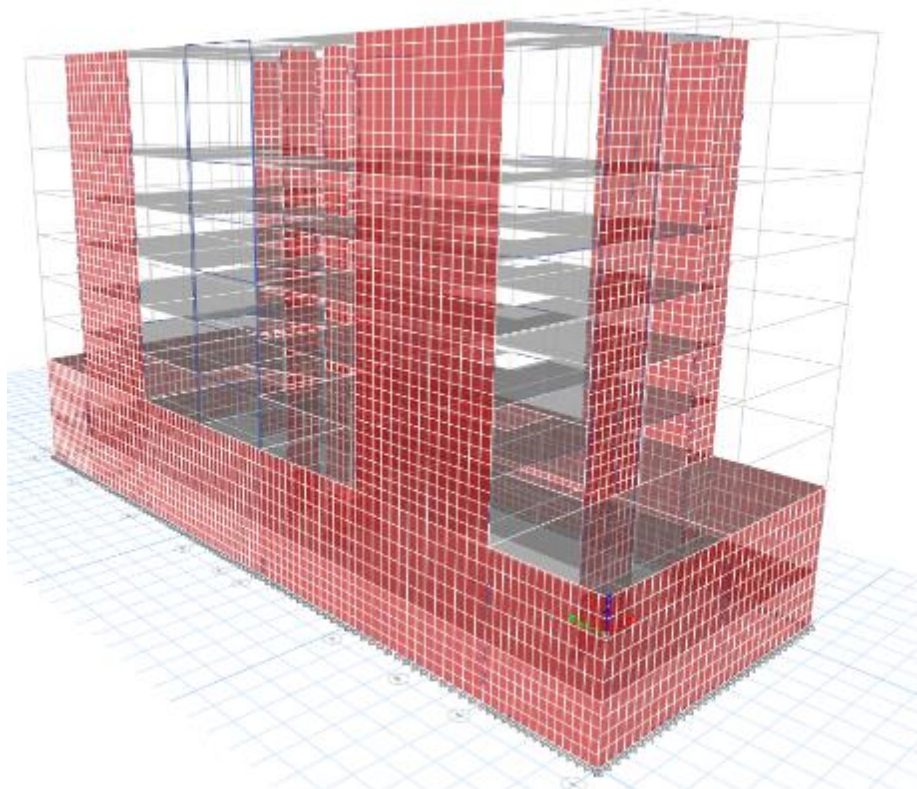


Figura 22. Modelo 3d de la edificación en ETABS

Fuente: Elaboración propia



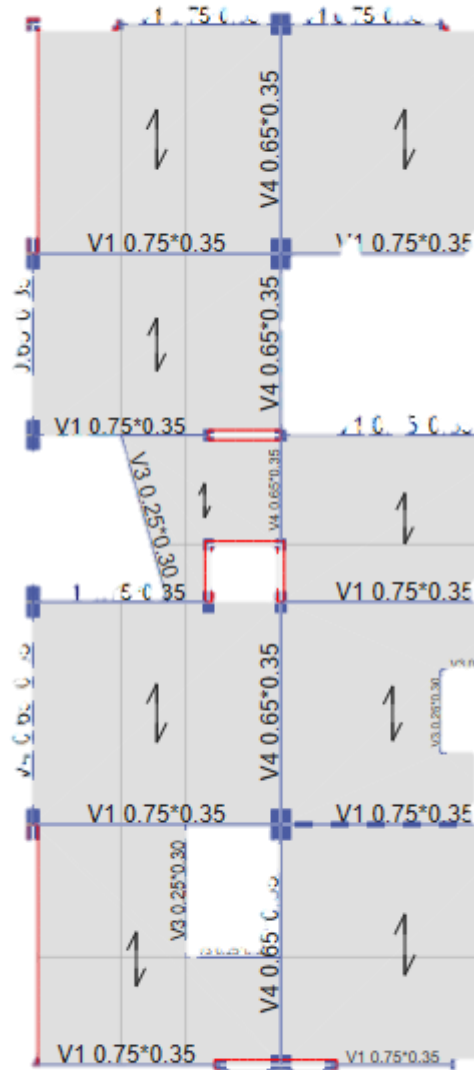


Figura 23. Modelo de planta típica de la edificación en ETABS

Fuente: Elaboración propia

## Análisis en el eje X-X

- Cálculo de derivas preliminares

Para la validación de la deriva de la estructura, en el eje X, las derivas no deben superar a 0.007, según la norma E.030. Se adjuntan los resultados en el que se verifica el cumplimiento de este paso.

Como se puede observar en la siguiente tabla en el caso del eje X, las derivas cumplen con no superar el límite de 0.007, manteniendo un valor conservador para no exigir a la estructura ante un evento sísmico.

**Tabla 15.** Derivas para el eje X-X extraídos del análisis en ETABS

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story7	DX	Combination	Max	X	<b>0.0026</b>
Story6	DX	Combination	Max	X	<b>0.0030</b>
Story5	DX	Combination	Max	X	<b>0.0033</b>
Story4	DX	Combination	Max	X	<b>0.0035</b>
Story3	DX	Combination	Max	X	<b>0.0036</b>
Story2	DX	Combination	Max	X	<b>0.0033</b>
Story1	DX	Combination	Max	X	<b>0.0025</b>
SSotano	DX	Combination	Max	X	<b>0.0005</b>
Sotano	DX	Combination	Max	X	<b>0.0003</b>

Fuente: Elaboración propia

- Revisión del factor “R”

Se debe verificar si el factor “R” considerado preliminarmente cumple las condiciones indicadas en la norma. Por ello, se necesita verificar el porcentaje que corresponde las placas respecto a la cortante basal. Se presentan los datos evaluados.

Cortante basal

Resultados para la cortante basal para el eje X, tomando del 1er piso

**Tabla 16.** Cortante basal para el eje X extraído de ETABS

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX
					tonf	tonf
Story7	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	88.9097
Story6	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	175.559
Story5	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	244.2385
Story4	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	298.7855
Story3	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	342.4105
Story2	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	375.0776
Story1	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	<b>394.5687</b>
SSotano	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	405.3575
Sotano	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	408.6592

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la cortante en placas

**Tabla 17.** Cortante de placas para el eje X extraído de ETABS

Story	Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	V2
						tonf	tonf
Story1	P2	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	60.1173	66.6236
Story1	P3	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	29.8329	45.5683
Story1	P4	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	1.4646	24.9322
Story1	P5	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	4.58	29.2412
Story1	P6	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	63.9999	47.6942
Story1	P7	SX	LinRespSpec	Max	Bottom	84.4626	48.26
						<b>V placas</b>	<b>262.3195</b>

Fuente: Elaboración propia

## Comparación de datos

Se procede a comparar los valores para el eje X a fin de verificar el porcentaje de cortante para placas respecto a la cortante basal.

Cort Basal    V basal        394.5687    ton

Cort Placa    V placas        262.3195    ton

66.483        %        por lo tanto es un sistema DUAL R=7

- Irregularidades

De acuerdo al proyecto, se verifican las principales irregularidades que podrían afectar a la estructura.

### Torción

Para esta irregularidad es necesario conocer el desplazamiento relativo permisible para la estructura y compararlo con los desplazamientos obtenidos por piso, a fin de verificar que no superen el 50% del permisible.

Limite Deriva 0.007

Desplazamiento    0.01015

**Tabla 18.** Verificación de irregularidad por torsión en la edificación en el eje X

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Max rel	Average	Avg rel	EXISTE IRR TOR?	EXISTE IRR TOR EXTR?	
					m	m	m	m			
Story7	DX	Combination	Max	X	0.064702	0.007416	0.062307	0.007008	NO	NO	<b>NO PRESENTA IRREGULARIDAD TORSIONAL</b>
Story6	DX	Combination	Max	X	0.057286	0.008465	0.055299	0.008057	NO	NO	
Story5	DX	Combination	Max	X	0.048821	0.009403	0.047242	0.009007	NO	NO	
Story4	DX	Combination	Max	X	0.039418	0.010031	0.038235	0.009673	NO	NO	
Story3	DX	Combination	Max	X	0.029387	0.01009	0.028562	0.009779	NO	NO	
Story2	DX	Combination	Max	X	0.019297	0.009318	0.018783	0.009053	NO	NO	
Story1	DX	Combination	Max	X	0.009979	0.007116	0.00973	0.006925	NO	NO	
SSotano	DX	Combination	Max	X	0.002863	0.00216	0.002805	0.002121	NO	NO	
Sotano	DX	Combination	Max	X	0.000703	0.000703	0.000684	0.000684	NO	NO	

Fuente: Elaboración propia

Factor de amplificación estático / dinámico

Para calcular este factor debemos comparar la cortante basal obtenido en los análisis estático y dinámico para el eje X. Se presentan los datos obtenidos para el análisis dinámico.

V=	ZUCS/R	x	Psismico	<b>Period</b>
				<b>sec</b>
				0.451
Z=	0.45			
U=	1			
S=	1.1			
Rox	7		tx=	0.451
la	1		C=	2.5
lp	1			
Rx	7			
	factor	0.17678571		
	Psismico	3546.7579 ton		
	<b>V est</b>	<b>627.016129 ton</b>		
	80% V			
	EST	501.612903 ton		
	V			
	dinamica	394.5687 ton		
	<b>FACTOR</b>	<b>1.16</b>		<b>PARA X</b>

## Análisis en el eje Y-Y

Debido a un análisis previo se encontró que en el eje Y no pertenecía a un sistema dual, debido a la presencia de mayor longitud de placas además de encontrar que la cortante en placa superaba el 70% a la cortante basal, en tal sentido se realizó el análisis con  $R = 6$ , para muros estructurales.

**Tabla 19.** Espectro Pseudoaceleraciones para Y

T(s)	Factor	1.65	0.0857055
0	0.1458333	1.7	0.0807382
0.05	0.1458333	1.75	0.0761905
0.1	0.1458333	1.8	0.0720165
0.15	0.1458333	1.85	0.0681763
0.2	0.1458333	1.9	0.0646353
0.25	0.1458333	1.95	0.0613631
0.3	0.1458333	2	0.0583333
0.35	0.1458333	2.05	0.0555225
0.4	0.1458333	2.1	0.0529101
0.45	0.1458333	2.15	0.0504777
0.5	0.1458333	2.2	0.0482094
0.55	0.1458333	2.25	0.0460905
0.6	0.1458333	2.3	0.0441084
0.65	0.1458333	2.35	0.0422514
0.7	0.1458333	2.4	0.0405093
0.75	0.1458333	2.45	0.0388727
0.8	0.1458333	2.5	0.0373333
0.85	0.1458333	2.55	0.0358836
0.9	0.1458333	2.6	0.0345168
0.95	0.1458333	2.65	0.0332265
1	0.1458333	2.7	0.0320073
1.05	0.1388889	2.75	0.0308540
1.1	0.1325758	2.8	0.0297619
1.15	0.1268116	2.85	0.0287268
1.2	0.1215278	2.9	0.0277447
1.25	0.1166667	2.95	0.0268122
1.3	0.1121795	3	0.0259259
1.35	0.1080247	3.05	0.0250829
1.4	0.1041667	3.1	0.0242803
1.45	0.1005747	3.15	0.0235156
1.5	0.0972222	3.2	0.0227865
1.55	0.0940860	3.25	0.0220907
1.6	0.0911458	3.3	0.0214264
		3.35	0.0207916
		3.4	0.0201845
		3.45	0.0196037
		3.5	0.0190476
		3.55	0.0185148
		3.6	0.0180041
		3.65	0.0175142
		3.7	0.0170441
		3.75	0.0165926
		3.8	0.0161588
		3.85	0.0157418
		3.9	0.0153408
		3.95	0.0149549
		4	0.0145833

Fuente: elaboración Propia

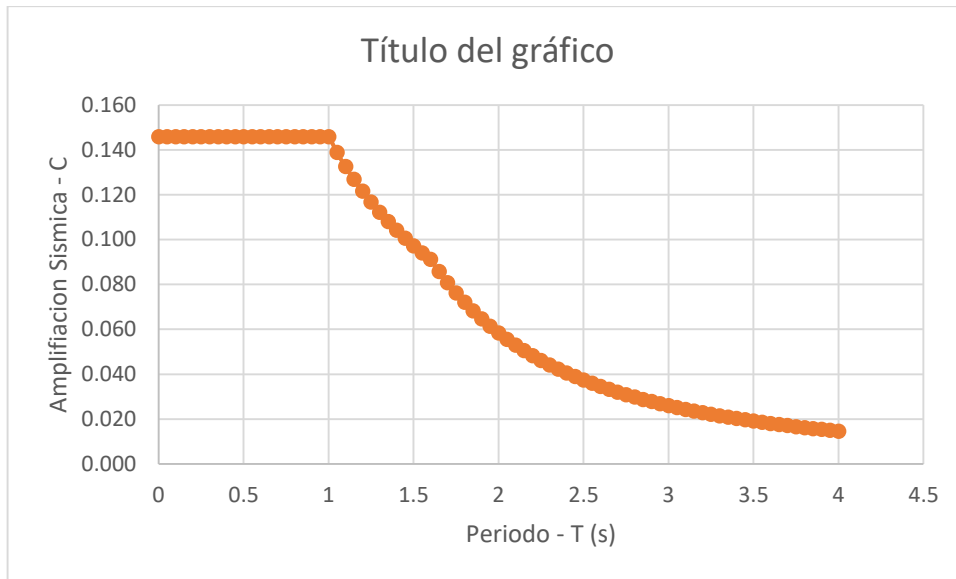


Figura 24. Espectro Pseudoaceleraciones eje Y

Fuente: elaboración Propia

- Cálculo de derivas preliminares

Para la validación de la deriva de la estructura, en el eje Y, las derivas no deben superar a 0.007, según la norma E.030. Se adjuntan los resultados en el que se verifica el cumplimiento de este paso.

Como se puede observar en la siguiente tabla en el caso del eje Y, las derivas cumplen con no superar el límite de 0.007, manteniendo un valor conservador para no exigir a la estructura ante un evento sísmico.



**Tabla 20.** Derivas para el eje Y-Y extraídos del análisis en ETABS

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story7	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0010</b>
Story6	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0011</b>
Story5	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0011</b>
Story4	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0011</b>
Story3	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0010</b>
Story2	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0009</b>
Story1	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0006</b>
SSotano	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0001</b>
Sotano	DY	Combination	Max	Y	<b>0.0001</b>

*Fuente:* elaboración Propia

- Revisión del factor “R”

Se debe verificar si el factor “R” considerado preliminarmente cumple las condiciones indicadas en la norma. Por ello, se necesita verificar el porcentaje que corresponde las placas respecto a la cortante basal. Se presentan los datos evaluados.

Cortante basal

Resultados para la cortante basal para el eje Y, tomando del 1er piso

**Tabla 21.** Cortante basal para el eje Y extraído de ETABS

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY
					tonf	tonf	tonf
Story7	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	6.4424	69.5142
Story6	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	12.8639	139.5073
Story5	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	18.1821	196.3889
Story4	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	22.7085	240.2687
Story3	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	26.6409	271.69
Story2	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	29.8553	291.6388
Story1	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	32.0002	<b>301.6245</b>
SSotano	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	33.4546	305.6124
Sotano	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	33.9117	307.2189

Fuente: elaboración Propia

Cálculo de la cortante en placas

**Tabla 22.** Cortante de placas para el eje X extraído de ETABS

Story	Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	V2
						tonf	tonf
Story1	P2	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	16.9045	12.0334
Story1	P3	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	59.8016	8.8307
Story1	P4	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	15.9143	1.7183
Story1	P5	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	5.3271	2.0649
Story1	P6	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	96.716	11.3325
Story1	P7	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	65.0061	9.7457
Story1	P10	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	26.6016	68.2716
Story1	P12	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	56.1498	69.731
Story1	P14	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	9.8557	2.1147
Story1	P18	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	4.4512	6.2614
Story1	P19	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	59.0485	7.6773
Story1	P20	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	23.8187	2.1184
Story1	P30	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	7.801	2.7298
Story1	P40	SY	LinRespSpec	Max	Bottom	40.1707	10.0402
						<b>V placas</b>	<b>214.6699</b>

Fuente: elaboración Propia

## Comparación de datos

Se procede a comparar los valores para el eje Y a fin de verificar el porcentaje de cortante para placas respecto a la cortante basal.

V basal x 301.6245 ton

V placas 214.6699 ton

71.171 % por lo tanto es un sistema MURO ESTRUCTURAL

- Irregularidades

De acuerdo al proyecto, se verifican las principales irregularidades que podrían afectar a la estructura.

### Torción

Para esta irregularidad es necesario conocer el desplazamiento relativo permisible para la estructura y compararlo con los desplazamientos obtenidos por piso, a fin de verificar que no superen el 50% del permisible.

Limite Deriva 0.007

Desplazamiento 0.01015

**Tabla 23.** Verificación de irregularidad por torsión en la edificación en el eje Y

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Max rel	Average	Avg rel	EXISTE IRR TOR?	EXISTE IRR TOR EXTR?	
					m	m	m	m			
Story7	DY	Combination	Max	Y	0.020176	0.002982	0.017818	0.030737	NO	NO	<b>NO PRESENTA IRREGULARIDAD TORSIONAL</b>
Story6	DY	Combination	Max	Y	0.017194	0.003138	0.015182	0.030737	NO	NO	
Story5	DY	Combination	Max	Y	0.014056	0.0032	0.012412	0.030737	NO	NO	
Story4	DY	Combination	Max	Y	0.010856	0.003138	0.009592	0.030737	NO	NO	
Story3	DY	Combination	Max	Y	0.007718	0.002913	0.006832	0.030737	NO	NO	
Story2	DY	Combination	Max	Y	0.004805	0.002498	0.004272	0.030737	NO	NO	
Story1	DY	Combination	Max	Y	0.002307	0.00179	0.002073	0.030737	NO	NO	
SSotano	DY	Combination	Max	Y	0.000517	0.000338	0.000485	0.030737	NO	NO	
Sotano	DY	Combination	Max	Y	0.000179	0.000179	0.00017	0.030737	NO	NO	

Fuente: elaboración Propia

- Factor de amplificación estático / dinámico

Para calcular este factor debemos comparar la cortante basal obtenido en los análisis estático y dinámico para el eje Y. Se presentan los datos obtenidos para el análisis dinámico.

V=	ZUCS/R	x	Psismico	<b>Period</b> <b>sec</b> 0.283
Z=	0.45			
U=	1			
S=	1.1			
Rox	6		tx=	0.283
la	1		C=	2.5
lp	1			
Rx	6			
	factor	0.1875		
	Psismico	3546.7579	ton	
	<b>V est</b>	<b>665.017106</b>	ton	
	80% V			
	EST	532.013685	ton	
	V			
	dinamica	301.6245	ton	
	<b>FACTOR</b>	<b>1.76</b>		<b>PARA Y</b>

#### **Objetivo específico 4: Plano estructural**

Para los planos estructurales se modelará el diseño en Revit, así como sus elementos estructurales.

Se presenta el diseño estructural desarrollado a partir del modelamiento ETABS en vista 3d mediante Revit.



*Figura 25. Modelado 3D en Revit de la estructura de la edificación*

*Fuente: elaboración Propia*

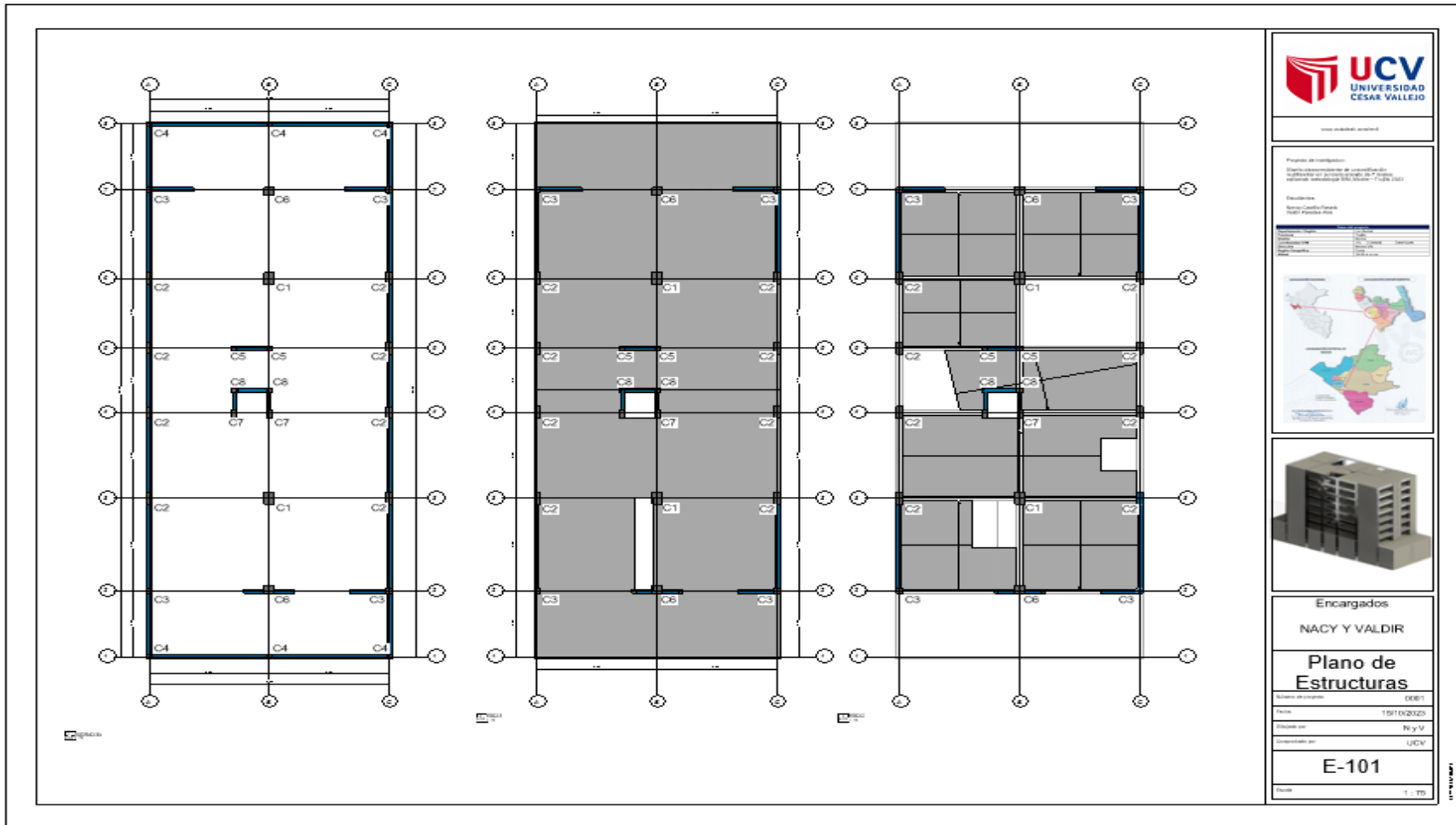


Figura 26. Plano en planta de la estructura de la edificación con Revit

Fuente: elaboración Propia

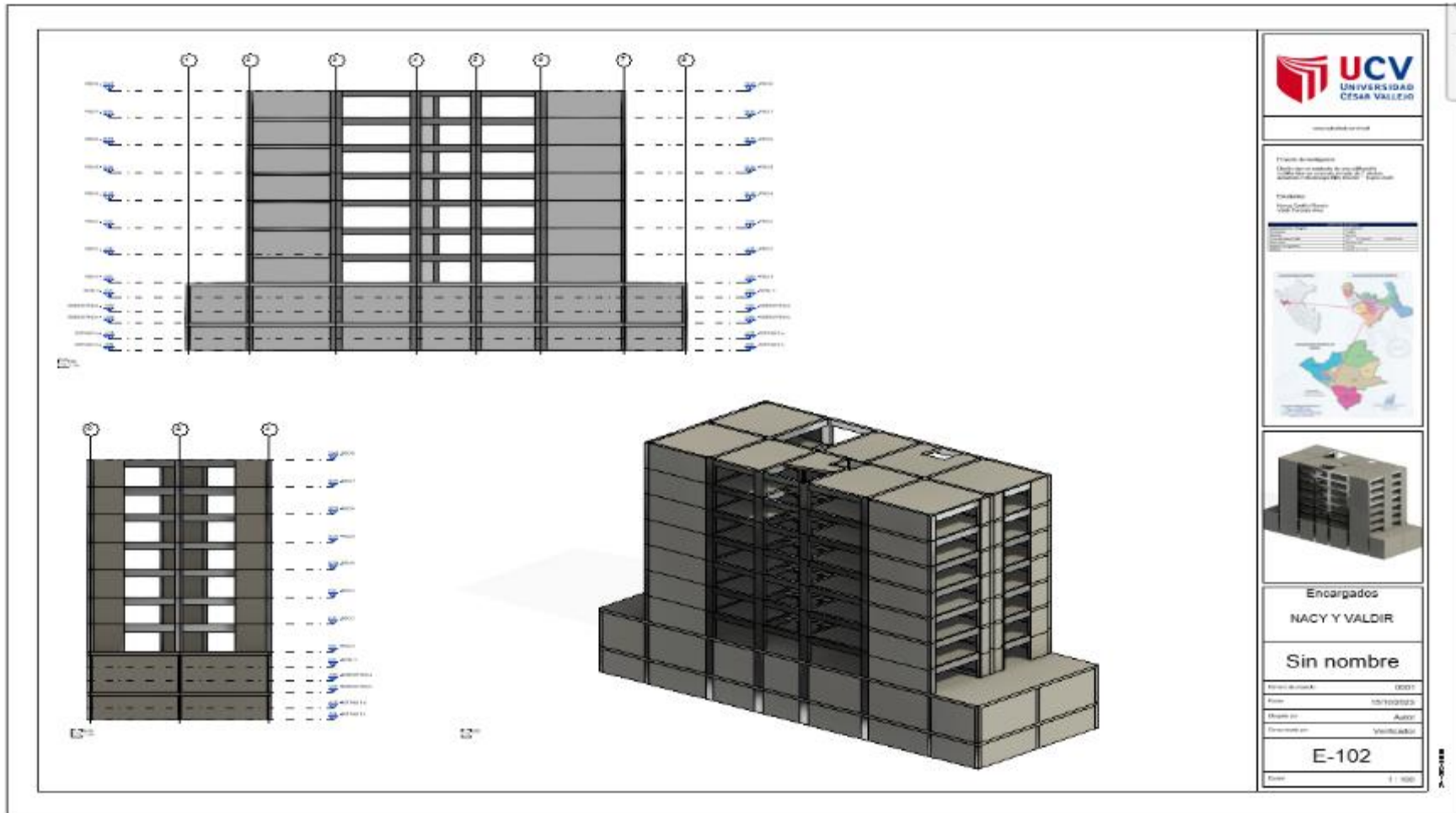


Figura 27. Cortes y elevación estructural de la edificación con Revit

Fuente: elaboración Propia



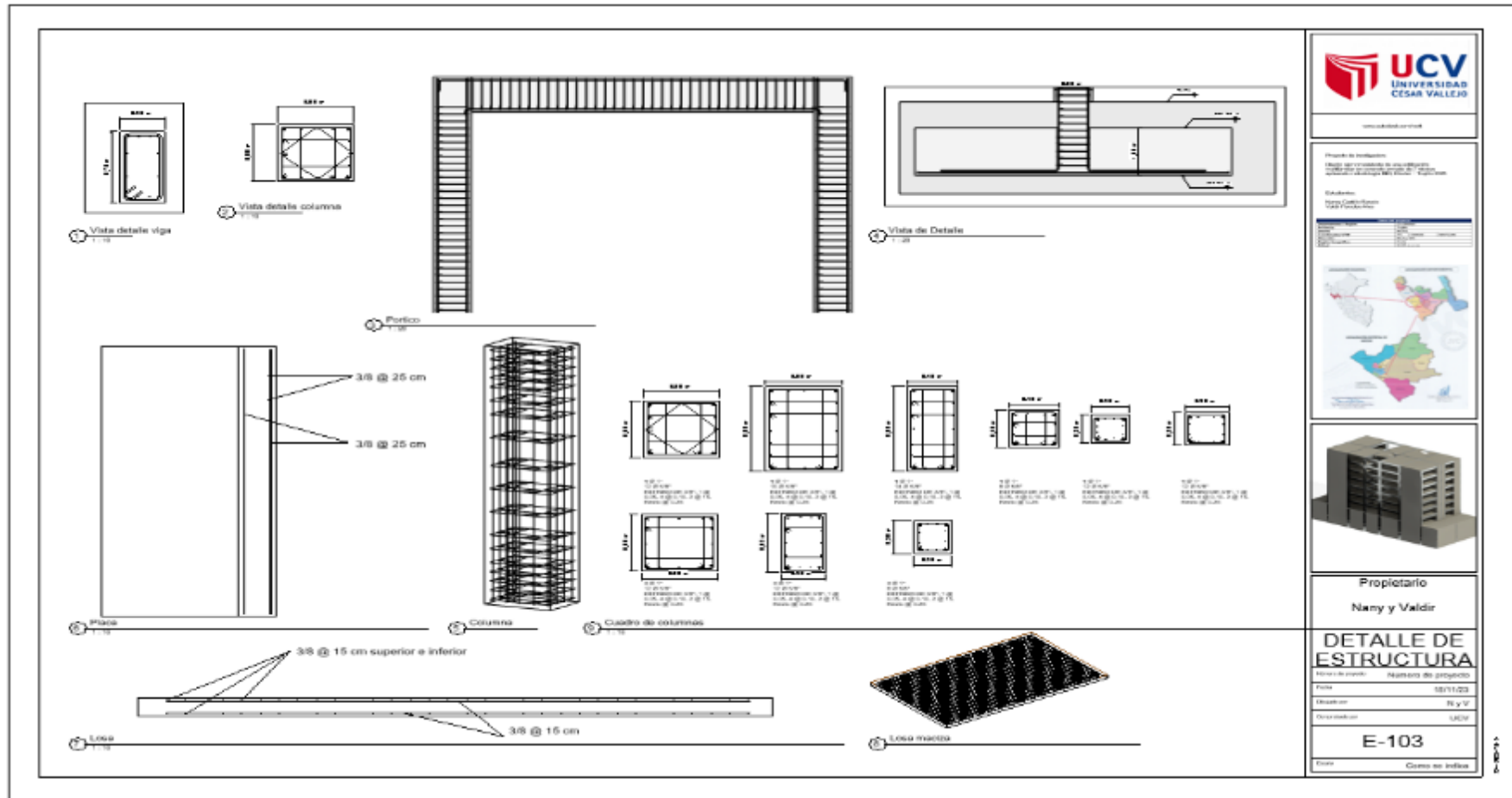


Figura 28. Detalles de los elementos estructurales de la edificación con Revit

Fuente: elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN

En cuanto a lo planteado en la hipótesis general “La aplicación de la metodología BIM en el Diseño sismorresistente de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles brindará un desempeño estructural óptimo” por la cual indicamos que se llevó un proceso óptimo. Debido a que se realizó la estructuración preliminar y su debido predimensionamiento para proseguir con la modelación tridimensional mediante el software Revit 202, se tuvo presente el análisis sísmico al momento de usar el BIM, por consecuente se tuvo en cuenta también el modelo analítico con el propósito de evitar los errores, interferencias, desfases al vincularlo con el ETABS. En el análisis sísmico se obtuvo un resultado favorable al obtener derivas adecuadas que no exceden lo que la Norma E.030 indica.

De acuerdo con Olano y Rivadeneyra (2022) se abordó la necesidad de diseñar una edificación de 6 niveles para vivienda multifamiliar con enfoque en diseño sismorresistente. Se buscaba optimizar el proceso de diseño y reducir errores en el proyecto. guarda relación con el proceso del diseño sismorresistente que fue aceptado debido a que está amparada en la normativa vigente de diseño sismorresistente.

Con respecto al estudio de suelos realizado en esta investigación, esta se puede contrastar con otras investigaciones donde se indica también que es de vital importancia llevar a cabo este tipo de estudios para realizar todo tipo construcciones ingenieriles tales como edificaciones, tal es el caso de autor Vega (2023), quien al desarrollar el diseño de una identificación como primer punto identifico las características geotécnicas del suelo a construir, indicando que se identificaron niveles significativos de humedad, fluctuando entre un 7.6% y un 30%. A pesar de la ausencia de un nivel freático detectado durante la excavación, surgió la necesidad de descartar la presencia de sales solubles en las partículas del terreno. La clasificación del suelo indicó predominantemente suelos de grano fino, incluyendo arcillas y limos arenosos, sugiriendo una capacidad de soporte potencialmente baja.

En relación al diseño de elementos estructurales tales como columnas, vigas, placas, losas mediante cálculos matemáticos y resultados del software ETABS se

contrasta con lo realizado por Vega (2023), quien indica que, en el proceso de diseño de los elementos estructurales, se requirió una composición de elementos robustos, especialmente en el análisis estático lineal, debido a la elevada demanda de cargas verticales y sísmicas. El autor optó por un sistema dual en la dirección longitudinal, que resultó ser el más flexible en comparación con el sistema de albañilería, alcanzando el 50% de la deriva máxima permitida. Para garantizar la condición de rigidez en los nodos "columna fuerte viga débil", diseño placas y columnas como elementos más robustos en comparación con las vigas.

Respecto a las condiciones sísmicas de la edificación mediante software de elementos finitos, en este caso ETABS se puede discutir y contrastar con varias investigaciones, ya que el uso de programas para el diseño de edificaciones tanto sísmicos como estructuras son usados con mayor incidencia hoy en día, tal es el caso de los autores Apaza y Sánchez (2020), quienes en su análisis estático y dinámico del edificio de concreto armado de ocho niveles demostró su idoneidad y eficiencia en términos de resistencia sísmica. Sus resultados estáticos y las derivas máximas en las direcciones X-X e Y-Y (0.006773 y 0.005622, respectivamente) cumplieron con los parámetros de la NORMA E.030.

Asimismo la implementación de la metodología BIM en el análisis sísmico, potencia para minimizar errores, mejora la gestión y eficiencia en todas las etapas de los proyectos estos resultados guardan relación con el autor, Zhao (2023) identificó que la tecnología de Building Information Modelling (BIM) estaba en una fase de rápido desarrollo en China. Los resultados obtenidos en el pasado apuntaron a un avance en la aplicación de la tecnología BIM, con el potencial de mejorar la gestión y eficiencia en todas las etapas de los proyectos de construcción, desde la planificación hasta la operación y el mantenimiento. El uso de BIM se veía como un medio para lograr ahorros en recursos y tiempo, reducir costos de inversión, aumentar la calidad de los proyectos y promover la transparencia en la información de construcción para la regulación del mercado y la integridad del sector de la construcción.

## VI. CONCLUSIONES

Se diseñó la edificación de la vivienda multifamiliar de 7 niveles en la localidad de moche, mediante la aplicación de la metodología BIM, el cual facilitó tanto los cálculos, así como el diseño para su mejor entendimiento, este proceso es más preciso que los tradicionales en todas las etapas de diseño, así como el ahorro en el tiempo empleado para el mismo. Se empleó ETABS, Revit y varios plugins como herramientas facilitadoras de diseño estructural.

El informe de mecánica de suelos revela hallazgos significativos. Se realizaron tres calicatas y un Ensayo de Penetración SPT, alcanzando profundidades de 5.10 m, 5.20 m y 5.10 m, respectivamente. Los estratos identificados incluyen arcilla de baja plasticidad, arena limosa y arena limosa. Se registró filtración de agua a 2.50 m, y se observaron aguas freáticas a la misma profundidad. El ensayo SPT-1 se llevó a cabo hasta 5.00 m según la norma (NTP 339.159) desde la cota relativa -1.00 m del nivel de la vía de acceso. Estos resultados son cruciales para el diseño de cimentación, destacando la importancia de considerar la filtración de agua y las aguas freáticas en el proceso de construcción.

El diseño de elementos estructurales estuvo condicionado por un pre – diseño, análisis sísmico y consiguiente de un diseño final de los elementos, entre ellos se realizaron columnas, vigas, placas y losas. Encontrando secciones de columnas C1 (60x90cm), C2 (40x90cm), C3 (40x40cm), C4 (30x30cm), C5 (35x35cm), C6(60x60cm), C7(62.5x35cm) y C8 (35x30). Por parte de las vigas se establecieron V1 (75X35cm) y V2 (65x35cm) para las principales. Las placas se establecieron de 30 cm para los sótanos y 20 cm para pisos superiores los cuales cumplen con los requerimientos tanto sísmicos como estructurales. Se estableció losa aligerada y losa maciza plugin para áreas críticas en este caso en la zona de baños.

En el diseño sismorresistente de la edificación y las condiciones de las mismas se encontró que las derivas tanto en el eje X-X como el eje Y-Y cumplen con no superar el valor de 0.007 establecido por la norma. La configuración del eje X-X fue establecida como tipo dual, ya que el porcentaje de cortante para placas respecto a la cortante basal es de 66.48%. mientras que la configuración del eje Y-Y fue establecida como Muros estructurales debido a que la cortante de placas respecto

a la cortante basal es de 71.17%. Se verifico también la irregularidad por torsión. Se establecieron los factores de amplificación sísmica, siendo para X 1.16 y para Y 1.76.

Se realizaron los planos estructurales obtenidos del modelamiento en ETABS y REVIT, lo cual facilito su identificación, así como la ubicación de los elementos estructurales en todos los pisos de la edificación. Dentro de estos planos se presenta los pisos y las distribuciones de elementos estructurales, así como las elevaciones y los detalles estructurales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

De la metodología BIM, se aconseja la utilización de aplicaciones adicionales o plugins que puedan mejorar el modelo incorporando información más detallada de cada disciplina. Por ejemplo, en el ámbito de las estructuras, se sugiere visualizar el material de acero con los resultados del diseño, como momentos flectores y cortantes, tanto para la documentación como para una vinculación rápida con las especificaciones técnicas y análisis de costos.

El tipo de cimentación propuesto para el proyecto es mediante zapatas cuadradas y vigas conectadas, situadas en un estrato de arena limosa clasificado como "SM" según el sistema SUCS. Se ha identificado la presencia de la napa freática a 2.50 m de la excavación. La cimentación superficial será dimensionada para aplicar al terreno una carga admisible no mayor de 3.05 kg/cm<sup>2</sup>, considerando una profundidad de desplante de 4.50 m y una superficie de 1.44 m<sup>2</sup> (BxL 1.20x1.20). Se brinda flexibilidad en las dimensiones, permitiendo ajustes según el análisis de cimentación superficial y las solicitudes estructurales definitivas. Debido a concentraciones leves de sulfatos y sales solubles totales en el área del proyecto, se recomienda el uso de Cemento Tipo MS para mitigar la agresividad al concreto y la armadura. Se enfatiza la necesidad de eliminar materiales contaminados y se prohíbe su reutilización. Para pisos y veredas, se aconseja cortar y reemplazar con rellenos controlados. Se destaca la importancia de cumplir con las normas de construcción para garantizar la duración y resistencia de la estructura, evitando posibles defectos y colapsos que podrían tener consecuencias perjudiciales para la población y la sostenibilidad del proyecto.

En relación al diseño, se sugiere considerar con precisión los materiales que se utilizarán, ya que este factor resulta crucial para la justificación del diseño. Asimismo, se recomienda elaborar los elementos estructurales conforme a los formatos establecidos por las normativas locales, tal como se presenta en este estudio ya que el diseño automatizado de software incorpora códigos que no son actualmente aplicables en el Perú, lo que puede generar cierto porcentaje de error.

Se sugiere emplear un enfoque más avanzado para el diseño sismorresistente y no solo basarnos en la norma nacional, como el método de curvas IDA, en lugar del análisis no lineal. Este método se caracteriza por su mayor complejidad y precisión al llevar a cabo el análisis probabilístico de pérdidas en la estructura del edificio.

## REFERENCIAS

- ACOSTA, L., REYES, E., SUAREZ, E., OJEDA, F., HERNÁNDEZ, N. y MATUTE, K., 2022. Aplicación del software Autodesk Revit como herramienta BIM en la gestión de proyectos. *Polo del Conocimiento*, vol. 7, no. 6, pp. 130-144. ISSN 2550 - 682X. DOI 10.23857/pc.v7i6.
- ALCANTARA, G. y RODAS, S., 2022. *Diseño estructural de un edificio educativo, mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), en la ciudad de Trujillo – 2022* [en línea]. Trujillo: Universidad Privada del Norte. [Consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/31136>.
- ALGHAMDI, M.S., BEACH, T.H. y REZGUI, Y., 2022. Reviewing the effects of deploying building information modelling (BIM) on the adoption of sustainable design in Gulf countries: a case study in Saudi Arabia. *City, Territory and Architecture*, vol. 9, no. 1, pp. 18. ISSN 2195-2701. DOI 10.1186/s40410-022-00160-7.
- ÁLVAREZ, E.R., LORA, F. y LÓPEZ, S., 2022. Proceso de diseño sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada para zonas de alta peligrosidad sísmica. *Informes de la Construcción*, vol. 74, no. 566, pp. e445. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.85554.
- APAZA, R. y SÁNCHEZ, Á., 2020. *Análisis estático y dinámico para su comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de ocho niveles – Puno 2020* [en línea]. Tesis de Titulación. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64420>.
- ARIAS, F., 2023. *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica* [en línea]. 6. S.l.: s.n. [Consulta: 30 julio 2023]. ISBN 9800785299. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/EI\\_Proyecto\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Introducci.html?hl=es&id=W5n0BgAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/EI_Proyecto_de_Investigaci%C3%B3n_Introducci.html?hl=es&id=W5n0BgAAQBAJ&redir_esc=y).

- CALLUPE, B., CCACCRO, J. y GAGO, J., 2021. *Aplicación de la metodología bim en la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar de 05 niveles y un semisótano en Villa El Salvador - Lima* [en línea]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/11590>.
- CASTILLO, F.P., CASTRO, J.Y., GARRAGATE, N.A.A. y RAMOS, E.V., 2020. METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN MODERNA CON MIRAS AL BICENTENARIO. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 7, no. 1. ISSN 2313-1926. DOI 10.26495/icti.v7i1.1356.
- CASTRO, J., GÓMEZ, L.K. y CAMARGO, E., 2023. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, vol. 27, no. 75, pp. 140-174. ISSN 2248-7638. DOI 10.14483/22487638.19171.
- CHOCATA, W., 2021. ¿Qué es y para qué sirve Etabs? *Etabs* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://konstruedu.com/es/blog/que-es-y-para-que-sirve-etabs>.
- CICCONE, A., CIOTTA, V. y ASPRONE, D., 2023. INTEGRATION OF STRUCTURAL INFORMATION WITHIN A BIM-BASED ENVIRONMENT FOR SEISMIC STRUCTURAL E-PERIMITS. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 29, no. 2, pp. 171-193. ISSN 1392-3730. DOI 10.3846/jcem.2023.18460.
- COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM, 2020. BIM en el Mundo. *Perú* [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2023]. Disponible en: <https://cibim.mitma.es/bim-en-el-mundo/peru#:~:text=El%20uso%20de%20BIM%20en,elaboraci%C3%B3n%20del%20Plan%20BIM%20Per%C3%BA>.
- DE LA CRUZ, J.E. y YOCTUN, R.R., 2022. Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma e.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente



en la ciudad de Lima. *Gaceta Técnica*, vol. 23, no. 1, pp. 48-71. ISSN 2477-9539. DOI 10.51372/gacetatecnica231.5.

EL MURETE, 2022. Capacidad portante y asentamiento. *Geotecnia* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://desdeelmurete.com/capacidad-portante-y-asentamiento-generalidades/>.

FUENTES, S., GONZÁLEZ, L., CALDERÍN, F. y SÁNCHEZ, Y., 2018. CONSIDERACIONES ACERCA DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICIOS DE ACERO EN CUBA. *Ciencia en su PC*, vol. 1, no. 4, pp. 11-26. ISSN 1027-2887.

GARCÍA, L., 2020. Tendiendo puentes entre la ingeniería y el derecho: El Building Information Modelling (BIM) y su impacto en la obra pública. *Forseti: Revista de Derecho*, vol. 8, no. 11, pp. 149-166. ISSN 23123583. DOI 10.21678/forseti.v8i11.1256.

HERNÁNDEZ, R., 2014. *Metodología de la Investigación*. 6a.ed. México D.F: s.n. ISBN 9781456223960.

IVORRA, S. y TERÁN, A., 2020. Recomendaciones Técnicas. [en línea]. Mérida, Yucatán, México: [Consulta: 12 octubre 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/344252383\\_Recomendaciones\\_Tecnicas\\_Recomendaciones\\_sobre\\_diseno\\_sismorresistente\\_de\\_estructuras\\_de\\_hormigon\\_armado](https://www.researchgate.net/publication/344252383_Recomendaciones_Tecnicas_Recomendaciones_sobre_diseno_sismorresistente_de_estructuras_de_hormigon_armado).

LAGUNA, D., RUBIO, J. y BUSTOS, N., 2019. *INFLUENCIA DEL BIM EN UNA ESTRUCTURA TRES NIVELES* [en línea]. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia. [Consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/items/70a881e9-d4ec-43e9-a6aa-63bff385f327>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). Manual de carreteras Suelos geología, geotécnica y pavimentos. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles. Retrieved from

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

MONTANO, J., 2023. Zonas penisísmicas, asísmicas y sísmicas. *Geografía* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/zona-penisismica-asismica-sismica/>.

MTL GEOTECNIA, 2017. Estudio de suelos. *Suelos* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://mtlgeotecniasac.com/blog/estudio-de-suelos/>.

OC, 2019. Ingeniería Sismorresistente en el Perú. *Ingeniería* [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2023]. Disponible en: <https://optimizacontratistas.com/ingenieria-sismorresistente-en-el-peru/>.

OLANO, J. y RIVADENEYRA, F., 2022. *Diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de 06 niveles para vivienda multifamiliar aplicando metodología BIM* [en línea]. Tesis de Titulación. Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú. [Consulta: 12 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6632>.

ROJAS, R., 2019. *COMPARATIVA EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 04 NIVELES, APLICANDO MÉTODOS TRADICIONALES Y METODOLOGÍA BIM - CONCEPCIÓN 2018* [en línea]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. [Consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1817/T037\\_46968336\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1817/T037_46968336_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

SAMPAIO, A.Z., AZEVEDO, G. y GOMES, A., 2023. BIM Manager Role in the Integration and Coordination of Construction Projects. *Buildings*, vol. 13, no. 8, pp. 2101. ISSN 2075-5309. DOI 10.3390/buildings13082101.

SAMPAIO, A.Z., SEQUEIRA, P., GOMES, A.M. y SANCHEZ-LITE, A., 2022. BIM Methodology in Structural Design: A Practical Case of Collaboration,

Coordination, and Integration. Buildings, vol. 13, no. 1, pp. 31. ISSN 2075-5309. DOI 10.3390/buildings13010031.

SÁNCHEZ, K. (2021). Implementación de la metodología BIM 3D para la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019 . Retrieved from <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1289>

SENCICO, 2020. COMENTARIOS A LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE. [en línea]. Lima: [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/vp4nw6>.

SPIEGATO, 2023. ¿Qué es el diseño sísmico? *Diseño sísmico* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://spiegato.com/es/que-es-el-diseno-sismico>.

TABOADA, J., ALCÁNTARA, V., LOVERA, D. y SANTOS, R., 2011. Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, vol. 14, no. 28, pp. 1-9. ISSN 1682-3087.

TAVÁREZ, J., 2018. *Análisis Estático y Dinámico Incremental de una estructura de muros de hormigón armado en la República Dominicana* [en línea]. Barcelona: Escuela técnica Superior de Ingeniería de Caminos y Canales. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/81572118.pdf>.

TOIRAC, J., 2018. CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ARENA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, SU IMPACTO EN LA CALIDAD Y COSTO DEL HORMIGÓN. *Ciencia y Sociedad*, vol. 37, no. 3, pp. 293-334. ISSN 0378-7680.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. (2021). Building Information Modelling (BIM) for road infrastructure: TEM requirements and recommendations. Trans-European North-South Motorway (TEM), 119 pages. Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>.

VEGA, G., 2023. *Aplicación de la Metodología BIM en un Diseño Sismorresistente de una Infraestructura Educativa mediante el Análisis Lineal y No Lineal* [en línea]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. [Consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11079>.

Wang, K., An, R., LAIU, X., & Qu, J. (2021). Top-Down Design Method of Station Subgrade Surface BIM Model Based on Constituting Surface Method with Multi-Characteristic Lines. Retrieved from [https://searchworks.stanford.edu/articles/edseee\\_\\_edseee.9965276](https://searchworks.stanford.edu/articles/edseee__edseee.9965276)

Yang, A., Han, M., Zeng, Q., & Sun, Y. (2021). Adopting Building Information Modeling (BIM) for the Development of Smart Buildings: A Review of Enabling Applications and Challenges. *Advances in Civil Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8811476>

ZAPATA, R., 2018. TIPOS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS Y LIMOSOS. [en línea]. Rosario: [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf>.

ZEBALLOS, A., 2019. ¡Derivas!. ¿Porque las Chequeamos? *Derivas* [en línea]. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://andresceballos2019.wixsite.com/inicio/post/derivadas>.

ZHAO, R., 2023. Seismic Stability Assessment of Civil Building Projects Based on BIM Technology. . S.l.: s.n., pp. 456-463.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia


PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo influye la metodología BIM en el diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar, Moche – Trujillo 2023?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Realizar el diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Determinar las características del suelo para por medio de un estudio de suelos.</p> <p>Realizar el diseño de los elementos estructurales para el Diseño sismorresistente de la edificación.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La aplicación de la metodología BIM en el Diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles brindará un desempeño estructural optimo.</p>	<p><b>V1 = Diseño sismorresistente</b></p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p><b>X1= Estudio de Suelos</b></p> <p>X1.1 A. Granulométrico X1.2 Capacidad portante X1.3 Tipo de suelo</p> <p><b>X2= Análisis sísmico</b></p> <p>X2.1 Análisis estático X2.2 Análisis dinámico X2.3 NTP E.030</p> <p><b>X3= Derivas</b></p> <p>X3.1 Máximos desplazamientos</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptiva</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población:</b> Todas las edificaciones multifamiliares en el distrito de Moche - Trujillo</p> <p><b>Muestra:</b> Edificio multifamiliar de 07 niveles en el distrito Moche - Trujillo</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b></p>

	<p>Determinar las condiciones sísmicas de la edificación por medio del análisis estático y dinámico.</p> <p>Modelar y presentar los planos estructurales mediante Revit.</p>		<p>X3.2 Rigidez X3.3 Resistencia</p> <p><b>V2 = Metodología BIM</b></p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p><b>Y1 Herramientas BIM</b></p> <p>Y1.1 Modelamiento 3D Y1.2 Revit Y1.3 ETABS</p> <p><b>Y2 Operatividad BIM</b></p> <p>Y2.1 Interacción Y2.2 Gestión de cambios</p> <p><b>Y3 Incompatibilidad</b></p> <p>Y3.1 Interferencias de diseño</p>	<p>Observación, análisis documental, modelamiento.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p>Fichas de registros, guías, software BIM</p> <p><b>Técnicas para el procesamiento y análisis de la información</b></p> <p>Para el procesamiento de datos se utilizará el software de Microsoft Excel, ETABS y Revit.</p>
--	--	--	---	--

## Anexo 2. Operacionalización de Variables

VARIABLE	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Independiente</b>	Es un enfoque integral para la planificación, diseño, construcción y gestión de edificaciones y proyectos de infraestructura. Se basa en la creación y gestión de modelos digitales tridimensionales que contienen información detallada sobre cada aspecto del proyecto	Enfoque de modelado de información sismorresistente mediante BIM, que implica la creación y gestión de un modelo digital tridimensional de la edificación en concreto armado de 7 niveles, donde se integran datos y características de diseño y construcción	X1=Estudio de suelos X2=Análisis Sísmicos X3=Derivas	X1.1 A. Granulométrico X1.2 Capacidad portante X1.3 Tipo de suelo X2.1 Análisis estático X2.2 Análisis dinámico X2.3 NTP E.030 X3.1 Máximos desplazamientos X3.2 Rigidez X3.3 Resistencia	Observación Registro Fotográfico Calicatas
<b>Dependiente</b>	Es un enfoque de ingeniería que se centra en la creación de estructuras capaces de resistir los efectos de los terremotos y otras fuerzas sísmicas. Involucra la aplicación de técnicas y estándares específicos para garantizar que los edificios y las infraestructuras puedan soportar las fuerzas sísmicas, protegiendo la vida y la seguridad de las personas, así como reduciendo los daños materiales en caso de un evento sísmico.	Proceso de planificación y cálculo de la edificación de 7 niveles en concreto armado con el objetivo de asegurar que esta sea capaz de resistir las fuerzas sísmicas, implica la aplicación de normativas y estándares de diseño sismorresistente, así como la consideración de factores geotécnicos, estructurales y de materiales para garantizar la seguridad y estabilidad de la vivienda multifamiliar frente a posibles eventos sísmicos en la zona mencionada	Y1=Herramientas BIM Y2=Operatividad BIM Y3=Incompatibilidad	Y1.1 Modelamiento 3D Y1.2 Revit Y1.3 ETABS Y2.1 Interacción Y2.2 Gestión de cambios Y3.1 Interferencias de diseño	Ficha de ensayo de suelos SOFTWARE ETABS, REVIT, EXCEL

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos mecánica de suelos.



RUC: 20606092297

**JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D6913

PROYECTO	DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023		
SOLICITANTE	NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES		
RESPONSABLE	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ		
UBICACIÓN	MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
FECHA	25 DE OCTUBRE DEL 2023		

DATOS:	CALICATA C-1/E-1	Coordenadas:
Sondaje/Muestra	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Norte: 5,097,313 N
Código de Muestra	MATERIAL GRANULAR FINO	Este: 720,062 E
Observación	DE COLOR MARRÓN OSCURO	Cota: 38 msnm
		Progresiva: - m

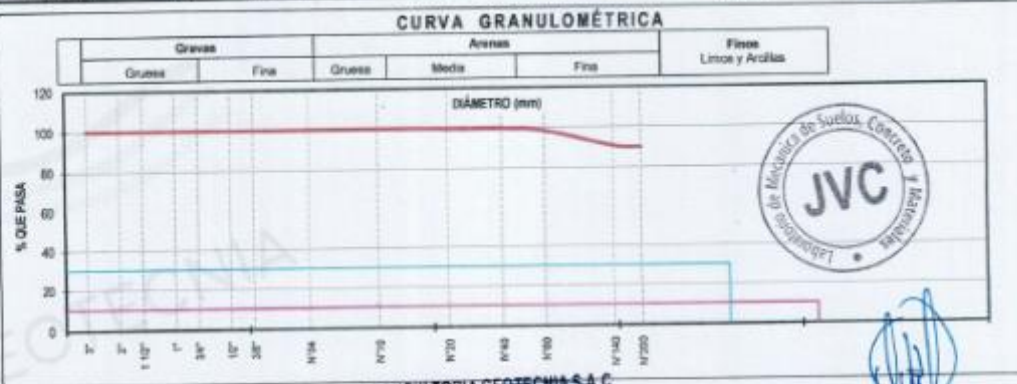
ENSAYO:		Masa de Fines Eliminados: 1,238.50 gr.	Masa de Fines: 144.5 gr.	Error de Tamizado: 0.03%
Masa Seca de Fracción	144.5 gr.			
Masa de Fracción Limpia y Seca	144.5 gr.			
Masa de Fracción Tamizada	144.5 gr.			

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2208		
Sh + Tara	1,238.50 gr.	1,294.10 gr.
Pt + Tara	1,025.10 gr.	1,068.30 gr.
P + Tara	105.50 gr.	103.50 gr.
Humedad (%)	23.72	23.97
Humedad Prom (%)	23.70	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO							LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 309.129	
Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	L. Líquido	44
75	75.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico	25
2	90.800	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico	15
1 1/2	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM	
1	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487)	CL
3/8	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-7-4 (12)
1/2	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arcilla de baja plasticidad	
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		PROF. MUESTREO (H) : 0.40	
Nº10	2.000	0.50	0.04	0.04	99.96		ESTRATO C-1/E-1 : 0.00 - 0.40	
Nº20	0.840	1.20	0.09	0.12	99.88		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
Nº40	0.425	2.50	0.18	0.30	99.70		% Grava	0.00
Nº60	0.250	19.60	1.42	1.72	98.28		% Arena	10.40
Nº140	0.106	108.30	7.85	8.57	91.43		% Fines	89.60
Nº300	0.075	11.50	0.83	10.40	89.60			
< 200	Plato	0.20	89.60	100.00	0.00			
Total		144.00						

DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.75	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.24
	D30 = 0.42		CC = 1.54
	D60 = 0.18		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:**  
Muestras provistas e identificadas por el laboratorio.

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

**Carlos Javier Ramírez Muñoz**  
Ingeniero Civil  
CIP. 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



**JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES**

PROYECTO	DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACION EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGIA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023		
SOLICITANTE	NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES		
RESPONSABLE	ING. CARLOS JAVIER RAMIREZ MUÑOZ		
UBICACION	MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
FECHA	26 DE OCTUBRE DEL 2023		
Prof. de Muestreo	0.40 m	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	CALICATA C-1 / E-1	Tamaño Máximo	N° 04
Estrato	0.00 - 0.40 m	Tamiz Separador	No Requerido

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D2216

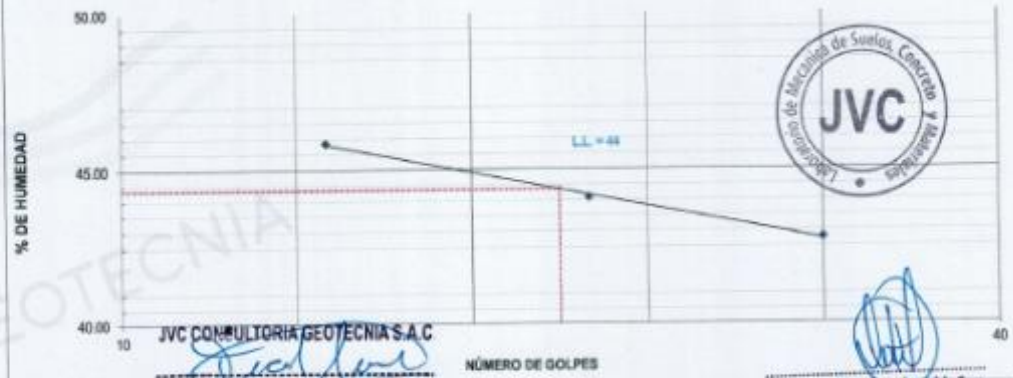
DESCRIPCION	G-11	G-1B
Masa de Recipiente (gr.)	105.80	103.90
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,255.00	1,294.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,037.45	1,068.63
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,035.10	1,066.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1035.10	1066.30
Masa de Suelo Seco (gr.)	929.50	962.40
Masa de Agua (gr.)	220.50	227.80
Contenido de Humedad (%)	23.72	23.67
Clasificación Visual - Manual	CL	CL

Contenido de Humedad Promedio (%) 23.70

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D4318

LIMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° de golpes	17	25	34		
Peso tara (gr.)	19.77	14.35	13.03	14.41	14.48
Peso tara + suelo humedo (gr.)	32.18	32.74	35.28	28.03	28.71
Peso tara + suelo seco (gr.)	23.45	29.89	28.60	23.62	24.17
Humedad %	45.84	44.08	42.77	28.17	28.24
Limites		44.00		26.00	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP. 140574

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO : DISEÑO SIGMOESTRÉS DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023  
 SOLICITANTE : NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES  
 RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ  
 UBICACIÓN : MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : 26 DE OCTUBRE DEL 2023

DATOS :  
 Calicata / Sondaje : CALICATA C-1/E-2  
 Código de Muestra : VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
 Observación : MATERIAL GRANULAR FINO DE COLOR MARRÓN CLARO

Coordenadas :  
 Norte : 9,077,313 m  
 Este : 726,962 E  
 Cota : 24 mm  
 Progresiva : Km

ENSAYO :  
 Masa Seca de Fracción : 1,226.2 gr. Masa de Finos Eliminados : 454.90 gr.  
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 771.7 gr. Error de Tamizado : 0.00%

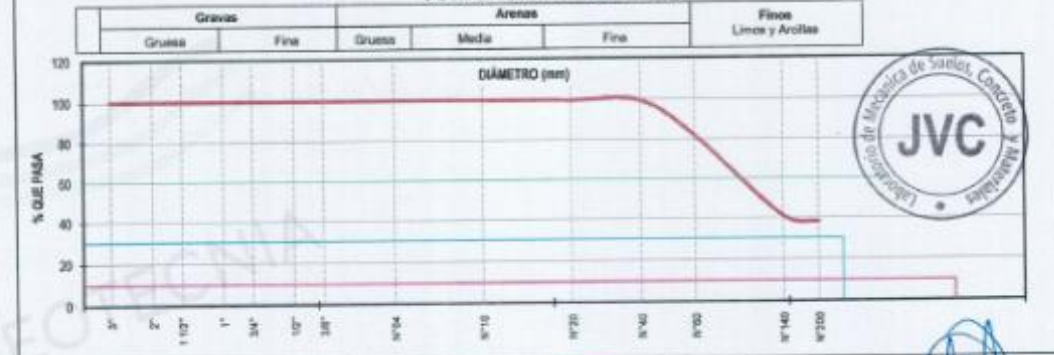
HUMEDAD NATURAL ASTM D2216	
Sh + Tara	2,031.40 gr. / 2,107.90 gr.
Se + Tara	1,723.20 gr. / 1,794.70 gr.
Tara	112.70 gr. / 100.00 gr.
Humedad (%)	19.14 / 19.18
Humedad Prom (%)	19.15

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 328.129
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : N.P.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : N.P.
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (1)
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena Inosa
Nº10	2.000	1.40	0.11	0.11	99.89		PROF. MUESTREO (R) : 1.30
Nº20	0.840	3.20	0.26	0.38	99.62		ESTRATO C-1/E-2 : 0.40 - 1.00
Nº40	0.425	5.20	0.42	0.80	99.20		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
Nº60	0.250	217.10	17.71	18.50	81.50		% Grava : 0.00
Nº100	0.150	406.20	40.47	58.97	41.03		% Arena : 61.94
Nº200	0.075	36.40	2.97	61.94	38.06		% Finos : 38.06
+ 200	Plata	12.20	38.06	100.00	0.00		
Total		771.70					

DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.51 D30 = 0.13 D60 = 0.16	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.31 CC = 0.21
---------------------	--	-------------------------	------------------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:  
 \*Muestras provistas e identificadas por el laboratorio

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Ing. Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoria@geotecniajvc@gmail.com

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
PROYECTO	: DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023*
SOLICITANTE	: NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 26 DE OCTUBRE DEL 2023

Prof. de Muestreo	: 1.90 m.	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Sondaje	: CALICATA C-1 / E-2	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	: 0.40 - 1.90 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

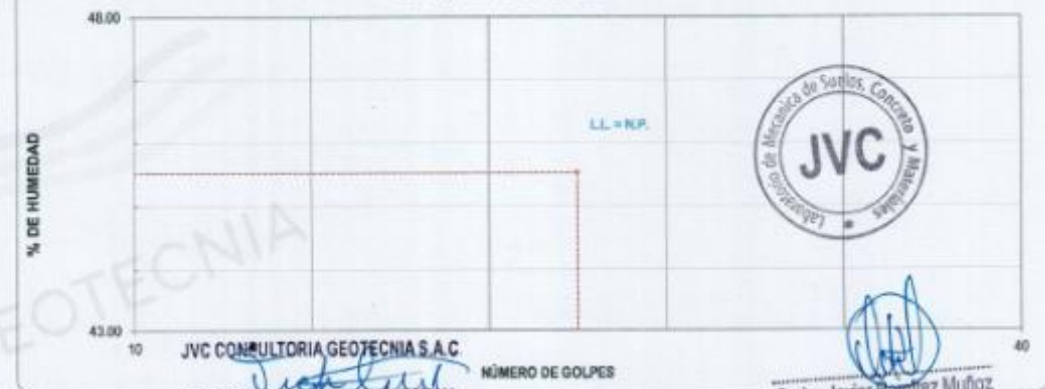
**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D2216

DESCRIPCIÓN	X-13	E-4
Masa de Recipiente	(gr.) 112.70	100.00
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	(gr.) 2,031.40	2,107.90
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial	(gr.) 1,725.55	1,787.03
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02	(gr.) 1,723.20	1,784.70
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final	(gr.) 1,723.20	1,784.70
Masa de Suelo Seco	(gr.) 1,610.50	1,684.70
Masa de Agua	(gr.) 308.20	323.20
Contenido de Humedad	(%) 19.14	19.18
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	19.16	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D4318

LIMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° de golpes					
Peso tara (gr.)					
Peso tara + suelo húmedo (gr.)					
Peso tara + suelo seco (gr.)					
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limites				0.00	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
Ingeniero Civil  
CIP. 140574



JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	: DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023
SOLICITANTE	: NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 26 DE OCTUBRE DEL 2023

DATOS:		Calicata / Sonaje	: CALICATA C-1/E-3	Coordenadas:	
		Código de Muestra	: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Norte	: 9,097,313 N
		Observación	: MATERIAL GRANULAR FINO DE COLOR MARRÓN CLARO	Este	: 720,963 E
				Cota	: 24 mm
				Prograva	: No

ENSAYO:		Masa Seca de Fracción	: 1,823.8 gr.	Masa de Finos Eliminados	: 721.80 gr.
		Masa de Fracción Limpia y Seca	: 1,102.0 gr.	Error de Tamizado	: 0.00%
		Masa de Fracción Tamizada	: 1,102.0 gr.		

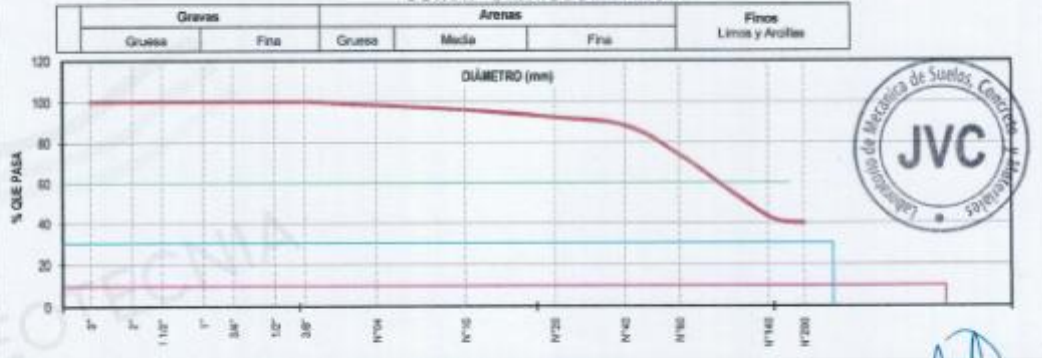
HUMEDAD NATURAL ASTM D2216		
Sh + Tara	: 2,570.20 gr.	2,753.30 gr.
Sa + Tara	: 2,085.10 gr.	2,269.50 gr.
Tara	: 99.30 gr.	96.70 gr.
Humedad (%)	: 25.19	26.24
Humedad Prom (%)	25.21	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : N.P.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : N.P.
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (1)
Nº4	4.750	32.20	1.77	1.77	98.23		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
Nº10	2.000	42.90	2.35	4.12	95.88		Arena Inco
Nº20	0.840	65.80	3.61	7.73	92.27		
Nº40	0.425	73.80	4.05	11.77	88.23		
Nº60	0.250	265.90	14.58	26.35	73.65		
Nº100	0.150	594.80	32.42	58.77	41.23		
Nº200	0.075	62.80	3.44	62.21	37.79		
< 200	Fino	3.80	38.79	100.00	0.00		
Total		1,102.00					

DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.52 D30 = 0.14 D60 = 0.17	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.33 CC = 0.25	% Grava = - % Arena = 68.45 % Finos = 31.79
---------------------	--	-------------------------	------------------------	---

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:  
\*Muestras provistas e identificadas por el laboratorio

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
C.I.P. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
PROYECTO	: "DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACION EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGIA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023"
SOLICITANTE	: NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMIREZ MUÑOZ
UBICACION	: MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 26 DE OCTUBRE DEL 2023

Prof. de Muestreo	: 5.10 m.	Análisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Sondaje	: CALICATA C-1 / E-3	Tamaño Máximo	: N° 24
Estado	: 1.90 - 5.10 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D2216

DESCRIPCION	E-2	E-12
Masa de Recipiente (gr.)	99.30	98.70
Masa de Recipiente + Suelo Húmedo (gr.)	2,610.20	2,763.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	2,091.45	2,211.83
Masa de Recipiente + Suelo Seco O2 (gr.)	2,089.10	2,209.50
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	2089.10	2209.50
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,389.80	2,110.80
Masa de Agua (gr.)	521.10	553.80
Contenido de Humedad (%)	28.19	26.24
Clasificación Visual - Manual	SM	SM

Contenido de Humedad Promedio (%)	26.21
-----------------------------------	-------

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D4318

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
N° de golpes		
Peso tara (gr.)		
Peso tara + suelo húmedo (gr.)		
Peso tara + suelo seco (gr.)		
Humedad %	0.00	0.00
Límites	0.00	0.00

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Agustín Díaz*  
 Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

RUC: 20606092297

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

PROYECTO : DISEÑO SIGMOPRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023  
 SOLICITANTE : NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES  
 RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ  
 UBICACIÓN : MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : 28 DE OCTUBRE DEL 2023  
 Calicata : C-1 Nivel Freático: 2.50 m  
 Tipo de Excavación : A cielo abierto

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción de la muestra
0.40	CALICATA	23.70%		CL	Estrato compuesto por Arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, con un 89.60% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "CL" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-7-6 (12)". Con una humedad natural de 23.70% y presenta un índice de plasticidad de 18.
1.90		19.16%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 38.06% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 19.16%.
5.10		26.21%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 39.79% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 26.21% y se encontró presencia de napa freática a una profundidad de 2.50m.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 140574

**Observaciones:**

M = Muestra C = Calicata

S/M = Sin muestra

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**PROYECTO** : DISEÑO DISMORFISANTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHE - TRUJILLO 2023  
**SOLICITANTE** : NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES  
**RESPONSABLE** : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ  
**UBICACIÓN** : MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : 26 DE OCTUBRE DEL 2023  
**Calicata** : C-2 **Nivel Freático:** 2.50 m  
**Tipo de Excavación** : A cielo abierto



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción de la muestra
0.50	CALICATA	22.97%		CL	Estrato compuesto por Arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, con un 88.09% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "CL" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-7-6 (12)". Con una humedad natural de 22.97% y presenta un índice de plasticidad de 19.
1.90		20.60%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 40.21% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 20.60%.
5.20		25.17%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 38.50% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 25.17% y se encontró presencia de napa freática a una profundidad de 2.50m.

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
  
 Ing. Agustín de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 140574

Observaciones:

M = Muestra C = Calicata

S/M = Sin muestra

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES APLICANDO METODOLOGÍA BIM EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, MOCHÉ - TRUJILLO 2023  
 SOLICITANTE : NANCY CASTILLO RAVELO, VALDIR PAREDES  
 RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ  
 UBICACIÓN : MOCHÉ - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : 26 DE OCTUBRE DEL 2023  
 Calicata : C-3 Nivel Freático: 2.50 m  
 Tipo de Excavación : A cielo abierto



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción de la muestra
0.50	CALICATA	24.36%		CL	Estrato compuesto por Arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, con un 88.12% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "CL" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-7-6 (12)". Con una humedad natural de 24.36% y presenta un índice de plasticidad de 19.
1.80		18.58%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 37.13% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 18.58%.
5.10		27.09%		SM	Estrato compuesto por Arena limosa de color marrón claro, con un 40.27% que pasa la malla N° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-4 (1)". Con una humedad natural de 27.09% y se encontró presencia de napa freática a una profundidad de 2.50m.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 140574

Observaciones:

M = Muestra C = Calicata

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com





**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-724-2022**

Página 1 de 5

Expediente : 234-2022  
Fecha de emisión : 2022-12-15

1. **Solicitante** : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. **Instrumento de medición** : ESTUFA  
Marca : PyS EQUIPOS  
Modelo : STHX-2A  
Número de Serie : 2020216  
Procedencia : NO INDICA  
Código de identificación : NO INDICA  
Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL  
Alcance del Indicador : NO INDICA  
Resolución del Indicador : 0,1 °C  
Marca del Indicador : AUTCOMP  
Modelo del Indicador : TCD  
Serie del Indicador : NO INDICA  
Tipo de indicador del seic. : DIGITAL  
Alcance del Selector : NO INDICA  
División de Escala : 0,1 °C  
Clase : NO INDICA  
Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C  
Fecha de calibración : 2022-12-13

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Genéricamente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar al uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

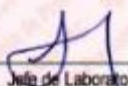
3. **Método de calibración**

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para mediciones isotérmicas usando aire como medio conductor".

4. **Lugar de calibración**

PJ. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-724-2022  
Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	23,6	23,8
Humedad relativa (%/hr)	67,0	67,0

### 6. Trazabilidad

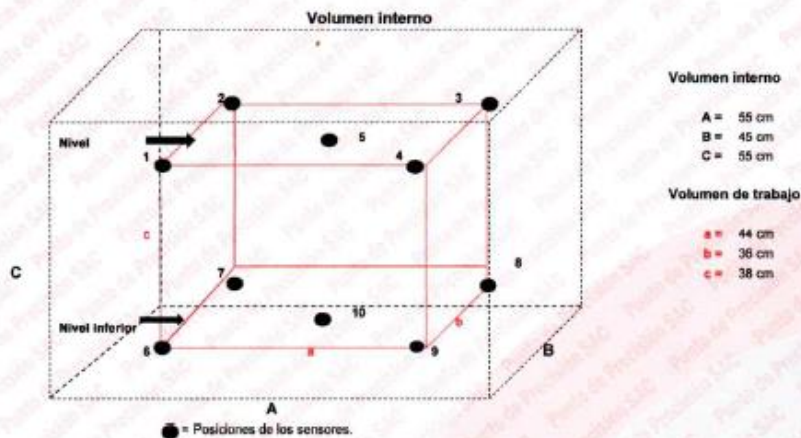
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C.	0063-TPES-C-2021	PESATEC PERÚ S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazón de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 8,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 8,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-724-2022  
Página 3 de 5

### 3. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	AT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110,1	111,7	112,2	111,6	108,0	108,9	108,4	114,5	112,9	105,2	111,3	110,8	9,3
00:02	110,3	111,3	112,3	111,6	108,9	109,9	108,6	115,2	113,1	105,0	111,3	110,7	10,2
00:04	110,4	110,8	111,0	111,1	109,0	109,5	108,4	114,7	112,0	104,9	111,1	110,3	9,8
00:06	110,1	110,4	111,7	111,0	108,2	109,5	108,0	113,7	111,7	104,5	110,6	109,9	9,2
00:08	109,9	109,9	111,9	110,7	108,2	109,5	107,8	113,2	111,8	104,8	110,6	109,9	8,4
00:10	109,7	110,7	111,7	110,8	108,6	109,4	107,8	114,2	111,3	104,9	110,4	110,0	9,3
00:12	109,8	110,8	112,4	111,3	108,6	110,2	108,0	113,6	112,5	104,7	111,1	110,3	8,9
00:14	110,1	111,2	111,6	111,1	109,0	110,2	108,3	114,6	113,4	105,6	111,1	110,8	9,0
00:16	109,9	110,1	111,4	110,5	107,8	108,4	107,3	113,4	112,5	105,0	110,6	109,9	8,4
00:18	109,0	109,7	111,9	110,6	107,9	109,3	107,5	113,1	111,6	104,7	110,6	109,7	8,4
00:20	109,6	110,8	111,4	111,0	108,1	109,3	107,4	114,1	111,9	105,1	110,6	109,9	9,0
00:22	109,7	111,2	112,5	111,4	109,0	110,0	107,9	114,3	112,1	104,9	110,9	110,4	9,4
00:24	110,0	111,8	112,5	111,4	108,5	109,9	107,4	115,0	113,8	105,3	111,2	110,8	9,7
00:26	110,3	111,7	112,5	111,6	109,3	110,3	108,6	114,2	112,2	105,3	111,2	110,7	8,9
00:28	110,4	111,1	112,0	111,2	108,2	110,2	108,2	114,2	112,8	105,0	111,1	110,5	9,2
00:30	110,2	110,5	111,9	111,1	108,4	109,8	109,1	113,7	111,8	104,5	110,8	110,1	9,2
00:32	110,4	110,1	111,7	111,3	108,0	108,5	107,8	113,4	112,0	104,9	110,4	110,0	8,5
00:34	110,1	109,7	112,0	111,0	108,2	109,4	107,3	113,7	112,2	104,7	110,8	110,0	9,0
00:36	109,7	109,9	112,2	111,4	107,8	109,9	107,8	114,2	112,5	105,2	111,1	110,2	9,0
00:38	109,9	110,7	112,3	111,3	108,1	110,0	107,8	114,5	112,9	105,3	111,3	110,4	9,2
00:40	110,1	111,1	112,0	111,0	108,2	109,9	108,3	114,7	111,9	105,0	110,8	110,3	9,1
00:42	110,3	110,7	111,6	111,2	108,6	109,5	108,6	114,3	111,6	105,2	110,4	110,2	9,1
00:44	110,4	110,5	111,4	111,1	108,9	110,0	108,4	114,1	112,2	104,9	110,6	110,2	9,2
00:46	110,1	110,1	112,0	110,5	108,4	110,2	107,9	113,4	112,5	104,5	111,1	110,1	8,9
00:48	110,0	109,7	112,4	111,1	107,8	109,9	107,6	113,1	112,9	105,2	110,8	110,0	7,9
00:50	110,3	110,8	112,5	111,3	108,1	109,5	108,1	113,4	111,6	105,6	111,3	110,2	7,8
00:52	110,0	111,1	111,9	110,7	108,6	109,3	108,4	113,7	112,0	105,3	111,1	110,2	8,4
00:54	109,9	111,2	111,4	111,0	109,0	109,5	107,8	113,1	112,2	105,0	110,6	110,1	8,1
00:56	109,6	110,8	111,7	111,4	109,3	109,9	107,3	113,4	112,9	104,5	110,4	110,3	8,9
00:58	109,9	110,5	112,0	111,1	108,2	110,0	107,6	113,7	112,1	105,1	110,8	110,1	8,6
01:00	110,3	109,9	112,4	110,7	107,8	110,2	108,1	114,2	112,9	104,7	111,1	110,2	8,5

T. Promedio	110,6	111,9	111,1	108,5	109,7	108,0	114,0	112,3	105,0	110,9	Temperatura promedio general (°C)	
T. Máximo	111,8	112,5	111,6	109,9	110,3	108,6	115,2	113,8	105,6	111,3		
T. Mínimo	109,7	111,4	110,5	107,8	109,3	107,3	113,1	111,3	104,5	110,4		
DTT	2,1	1,1	1,2	2,1	1,0	1,3	2,1	2,5	1,1	0,9	110,2	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	115,2	0,3
Mínima temperatura registrada durante la calibración	104,5	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2,5	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	9,0	0,1
Estabilidad (s)	1,25	0,04
Uniformidad	10,2	0,2



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

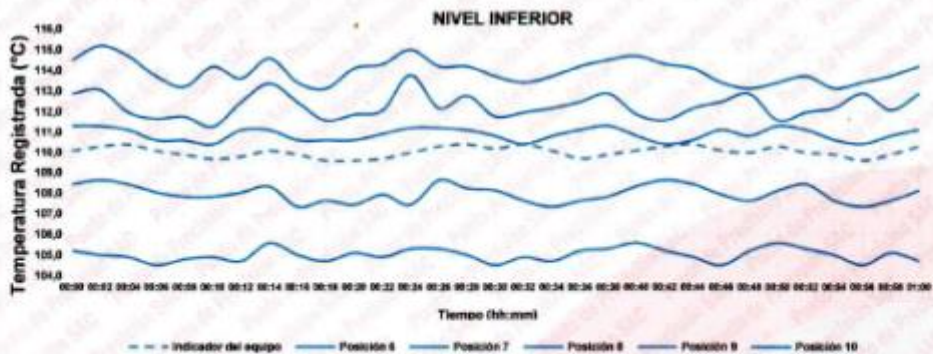
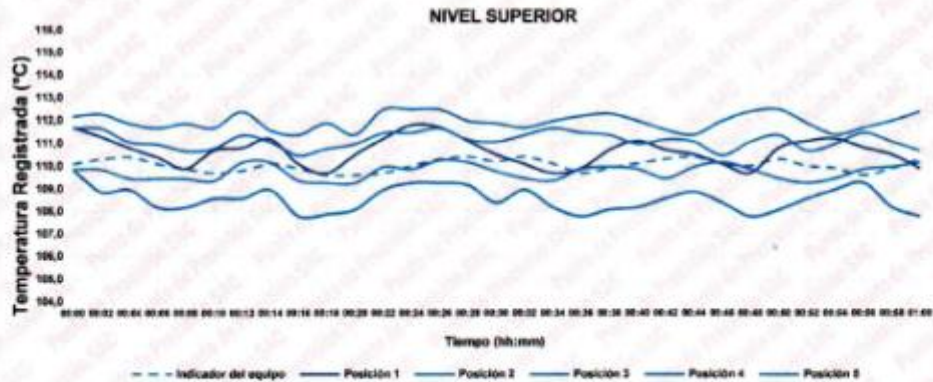
LABORATORIO DE CALIBRACI3N

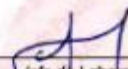
CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LT-724-2022

Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibraci3n del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-724-2022

Página 5 de 5

### Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$ .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-849-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 234-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-12-16

**1. Solicitante** : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca : OHAUS  
 Modelo : NVT6201  
 Número de Serie : 8341246232  
 Alcance de Indicación : 6 200 g  
 División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g  
 División de Escala Real (d) : 0,1 g  
 Procedencia : NO INDICA  
 Identificación : NO INDICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2022-12-13

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

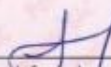
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
P.J. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-849-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	23,8	23,9
Humedad Relativa	64,8	65,7

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 197,6 g para una carga de 6 200,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

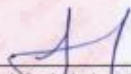
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23,9	23,8

Medición N°	Carga L1= 3 100,00 g			Carga L2= 6 200,01 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,07	-0,03
2	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
3	3 100,1	0,06	0,09	6 199,9	0,03	-0,09
4	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,0	0,05	-0,01
5	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,07	-0,03
6	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
7	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,06	-0,04
8	3 100,0	0,05	0,00	6 200,1	0,06	0,06
9	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,05	-0,01
10	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,07	-0,03
Diferencia Máxima	0,18			0,17		
Error máximo permitido ±	0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-849-2022

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,8	23,8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00	1,0	0,06	-0,01	2 000,00	1 999,9	0,03	-0,08	-0,07
2		1,0	0,08	-0,03		2 000,0	0,05	0,00	0,03
3		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,04	-0,09	-0,09
4		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,08	-0,03	-0,01
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,06	-0,01	0,00

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 0,3 g

**ENSAYO DE PERSA.IF**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,6	23,6

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Fr (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Fr (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,06	-0,03	-0,01	5,0	0,05	0,00	0,02	0,1
20,00	20,0	0,05	0,00	0,02	20,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	50,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
1 000,00	1 000,0	0,06	-0,01	0,01	1 000,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
1 500,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,01	1 500,0	0,05	0,00	0,02	0,2
2 000,00	2 000,0	0,05	0,00	0,02	2 000,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
5 000,01	5 000,0	0,07	-0,03	-0,01	4 999,9	0,08	-0,14	-0,12	0,3
6 000,01	6 000,0	0,06	-0,04	-0,02	6 000,0	0,07	-0,03	-0,01	0,3
6 200,01	6 200,0	0,05	-0,01	0,01	6 200,0	0,06	-0,01	0,01	0,3

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,21 \times 10^{-7} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = \pm \sqrt{4,01 \times 10^{-14} \text{ g}^2 + 0,16 \times 10^{-14} \times R^2}$$

Π Lectura de la balanza    AL Carga transmitida    E Error aleatorio    E<sub>o</sub> Error en peso    E<sub>c</sub> Error corregido

R : en g

EN EL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

*[Firma]*  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



#### Anexo 4. Panel fotográfico



*Figura 29: Reconocimiento del terreno y ubicación de puntos de exploración*



*Figura 30: Armado del trípode metálico*



*Figura 31:* verificando que el trípode que equidistante



*Figura 32:* iniciando con el proceso y registrando la cantidad de golpes para una distancia de 45 cm, en 3 tiempos para obtener cada estrato.



Figura 33: extracción de la muestra de la caña de muestreo.



Figura 34: colocación de la muestra en una bolsa plástica para su posterior llevado al laboratorio.



*Figura 35:* excavación de calicatas con maquinaria pesada a una profundidad de 5 m.



*Figura 36:* realizando la densidad de campo por el método de cono de arena.





*Figura 37: muestras extraídas de SPT.*



*Figura 38: Excavación de calicata con maquinaria pesada.*



Figura 39: realizando el ensayo de contenido de humedad



Figura 40: realizando el ensayo de límites de consistencia



Figura 41: realizando el ensayo de peso específico



Figura 42: realizando el ensayo de sales totales





Figura 43: realizando el ensayo de sales totales



Figura 44: realizando el ensayo granulométrico por tamizado





Figura 45: realizando el ensayo sales totales (apuntes)

## **Anexo 6. Asentimiento Informado**

### **Asentimiento Informado**

Título de la investigación: Diseño sismorresistente de edificación multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM, Moche – Trujillo 2023.  
Investigadores: Castillo Ravelo Nancy y Paredes Alva Valdir

#### **Propósito del estudio**

Le invitamos a participar en la investigación titulada Diseño sismorresistente de edificación multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM, Moche – Trujillo 2023, cuyo objetivo es: Realizar el diseño sismorresistente de edificación en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM en una vivienda multifamiliar. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado, de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

Describir el impacto del problema de la investigación.

En lo que concierne a la zona de estudio siendo está la campiña de Moche, distrito de moche, provincia Trujillo, se observa que dicha zona es una zona alta mente sísmica En el distrito de Moche de la provincia de Trujillo donde se realizará diseño sismorresistente de edificación de 7 niveles se identifica como zona sísmica 4 de acuerdo a la NTP E.030, lo que indica la gran importancia que amerita este estudio, debido a que la mayoría de construcciones de la zona son autoconstruidas o con poca presencia de profesional en la construcción, que es realidad preocupante en todo el territorio nacional, donde se espera eventos sísmicos de gran magnitud.

#### **Procedimiento**

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará la extracción de las muestras y a la vez se procesará en laboratorio de mecánica de suelos.
2. Se realizará la caracterización de las muestras en el laboratorio JVC.
3. Se procederá a realizar los ensayos correspondientes para la determinación del tipo de suelo, capacidad admisible.
4. Se realizará el procesamiento de datos obtenidos así mismo el posterior diseño de los diferentes elementos estructurales.
5. Se realizará un análisis estadístico el cual evaluará la viabilidad de los resultados obtenidos.

### **Participación voluntaria**

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

### **Riesgo**

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

### **Beneficios**

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzarán a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

### **Confidencialidad**

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

**Problemas o preguntas:**

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es) Castillo Ravelo Nancy & Paredes Alva Valdir email: [castillora97@ucvvirtual.edu.pe](mailto:castillora97@ucvvirtual.edu.pe) y [paredealva1996@gmail.com](mailto:paredealva1996@gmail.com) y Docente asesor: Chávez Roncal, Luis Alberto email: [LCHAVEZRO@ucvvirtual.edu.pe](mailto:LCHAVEZRO@ucvvirtual.edu.pe)

## Anexo 7. Matriz Evaluación por juicio de expertos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Fichas de registros, guías, software BIM". 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

Nombre del juez:	ING. Ramírez Muñoz Carlos Javier
Grado profesional:	Maestría (X)    Doctor ( )
Área de formación académica:	Clínica ( )    Social ( ) Educativa (X)    Organizacional ( )
Áreas de experiencia profesional:	GEOTECNIA, SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
Institución donde labora:	UPAO
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( ) Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM, Moche – Trujillo 2023
Autores:	Castillo Ravelo Nancy, Paredes Alva Valdir
Procedencia:	.....
Administración:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de aplicación:	
Ámbito de aplicación:	Moche - Trujillo - La Libertad 2023

Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)
----------------	---

#### 4. Soporte teórico (describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
De razón	Estudio de Suelos, Análisis sísmico, Derivas, Herramientas BIM, Operatividad BIM, Incompatibilidad	<p><b>Estudio de Suelos:</b> Este estudio abarca un conjunto de actividades de campo y laboratorio que nos permiten saber las propiedades del terreno donde se ejecutará la infraestructura.</p> <p><b>Análisis sísmico:</b> subconjunto de análisis estructural y es el cálculo de la respuesta de un edificio o estructura a los terremotos.</p> <p><b>Derivas:</b> desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación</p> <p><b>Herramientas BIM:</b> para gestionar el diseño, la construcción y el funcionamiento de un edificio</p> <p><b>Operatividad BIM:</b> La fase operativa de una instalación es el principal contribuyente a los costos del proyecto durante todo su ciclo de vida.</p> <p><b>Incompatibilidad.</b> Una interferencia se da cuando elementos diferentes ocupan/se cruzan en un mismo espacio</p>

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

A continuación, a usted le presento el cuestionario para la calificación correspondiente, elaborado por la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD 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.
COHERENCIA 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.
RELEVANCIA 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: **Diseño sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM



Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
<b>X1. Estudio de Suelos</b>	X1.1 A. Granulométrico X1.2 Capacidad portante X1.3 Tipo de suelo	4	4	4	
<b>X2. Análisis sísmico</b>	X2.1 Análisis estático X2.2 Análisis dinámico X2.3 NTP E.030	4	3	4	
<b>X3. Derivas</b>	X3.1 Máximos desplazamientos X3.2 Rigidez X3.3 Resistencia	4	4	4	

Segunda dimensión: **Metodología BIM**

- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
<b>Y1. Herramientas BIM</b>	Y1.1 Modelamiento 3D Y1.2 Revit Y1.3 ETABS	4	3	4	
<b>Y2. Operatividad BIM</b>	Y2.1 Interacción Y2.2 Gestión de cambios	3	4	3	
<b>Y3. Incompatibilidad</b>	Y3.1 Interferencias de diseño	3	3	4	

  
.....  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP. 140574  
.....

Firma del evaluador

DNI:



### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Fichas de registros, guías, software BIM". 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

Nombre del juez:	Bueno Ramos Jorge Basilio
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ( )
Área de formación académica:	Clínica ( ) Social ( ) Educativa (X) Organizacional ( )
Áreas de experiencia profesional:	Ingeniería civil / Supervisor de obra / consultor
Institución donde labora:	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( ) Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM, Moche – Trujillo 2023
Autores:	Castillo Ravelo Nancy, Paredes Alva Valdir
Procedencia:	.....
Administración:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de aplicación:	
Ámbito de aplicación:	Moche - Trujillo - La Libertad 2023
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

#### 4. Soporte teórico (describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
De razón	Estudio de Suelos, Análisis sísmico, Derivas, Herramientas BIM, Operatividad BIM, Incompatibilidad	<p><b>Estudio de Suelos:</b> Este estudio abarca un conjunto de actividades de campo y laboratorio que nos permiten saber las propiedades del terreno donde se ejecutará la infraestructura.</p> <p><b>Análisis sísmico:</b> subconjunto de análisis estructural y es el cálculo de la respuesta de un edificio o estructura a los terremotos.</p> <p><b>Derivas:</b> desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación</p> <p><b>Herramientas BIM:</b> para gestionar el diseño, la construcción y el funcionamiento de un edificio</p> <p><b>Operatividad BIM:</b> La fase operativa de una instalación es el principal contribuyente a los costos del proyecto durante todo su ciclo de vida.</p> <p><b>Incompatibilidad.</b> Una interferencia se da cuando elementos diferentes ocupan/se cruzan en un mismo espacio</p>

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

A continuación, a usted le presento el cuestionario para la calificación correspondiente, elaborado por la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD 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> 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: **Diseño sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
X1. Estudio de Suelos	X1.1 A. Granulométrico X1.2 Capacidad portante X1.3 Tipo de suelo	3	4	4	
X2. Análisis sísmico	X2.1 Análisis estático X2.2 Análisis dinámico X2.3 NTP E.030	4	4	3	
X3. Derivas	X3.1 Máximos desplazamientos X3.2 Rigidez X3.3 Resistencia	4	3	4	

#### Segunda dimensión: Metodología BIM

- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Y1. Herramientas BIM	Y1.1 Modelamiento 3D Y1.2 Revit Y1.3 ETABS	4	3	4	
Y2. Operatividad BIM	Y2.1 Interacción Y2.2 Gestión de cambios	4	3	3	
Y3. Incompatibilidad	Y3.1 Interferencias de diseño	4	3	4	



JORGE BASILIO BUENO RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 136405

Firma del evaluador

DNI: 08592567

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Fichas de registros, guías, software BIM". 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

Nombre del juez:	Alva Reyes Luis Alberto
Grado profesional:	Maestría (X)    Doctor ( )
Área de formación académica:	Clínica ( )    Social ( ) Educativa (X)    Organizacional ( )
Áreas de experiencia profesional:	Ingeniería civil / ingeniería de materiales
Institución donde labora:	UCV / UPN / UCT
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( ) Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM, Moche – Trujillo 2023
Autores:	Castillo Ravelo Nancy, Paredes Alva Valdir
Procedencia:	.....
Administración:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de aplicación:	
Ámbito de aplicación:	Moche - Trujillo - La Libertad 2023
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

#### 4. Soporte teórico (describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
De razón	Estudio de Suelos, Análisis sísmico, Derivas, Herramientas BIM, Operatividad BIM, Incompatibilidad	<p><b>Estudio de Suelos:</b> Este estudio abarca un conjunto de actividades de campo y laboratorio que nos permiten saber las propiedades del terreno donde se ejecutará la infraestructura.</p> <p><b>Análisis sísmico:</b> subconjunto de análisis estructural y es el cálculo de la respuesta de un edificio o estructura a los terremotos.</p> <p><b>Derivas:</b> desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación</p> <p><b>Herramientas BIM:</b> para gestionar el diseño, la construcción y el funcionamiento de un edificio</p> <p><b>Operatividad BIM:</b> La fase operativa de una instalación es el principal contribuyente a los costos del proyecto durante todo su ciclo de vida.</p> <p><b>Incompatibilidad.</b> Una interferencia se da cuando elementos diferentes ocupan/se cruzan en un mismo espacio</p>

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

A continuación, a usted le presento el cuestionario para la calificación correspondiente, elaborado por la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD 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> 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: **Diseño sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
X1. Estudio de Suelos	X1.1 A. Granulométrico X1.2 Capacidad portante X1.3 Tipo de suelo	4	3	4	
X2. Análisis sísmico	X2.1 Análisis estático X2.2 Análisis dinámico X2.3 NTP E.030	4	3	4	
X3. Derivas	X3.1 Máximos desplazamientos X3.2 Rigidez X3.3 Resistencia	4	4	4	

### Segunda dimensión: Metodología BIM

- Objetivos de la Dimensión: Realizar el Diseño sismorresistente de una edificación de vivienda multifamiliar en concreto armado de 7 niveles aplicando metodología BIM

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Y1. Herramientas BIM	Y1.1 Modelamiento 3D Y1.2 Revit Y1.3 ETABS	4	3	4	
Y2. Operatividad BIM	Y2.1 Interacción Y2.2 Gestión de cambios	3	3	3	
Y3. Incompatibilidad	Y3.1 Interferencias de diseño	3	3	4	



Firma

DNI: 45275898