

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL
MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, UTILIZANDO LA NORMA
VIGENTE E.030 – 2025”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Ronaldo Jhonmilton Rueda Chugden

Bach. Lino Andrey Muñoz Delgado

Asesora: Dra. Ing. Zarith Nancy Garrido Campaña

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN-PERÚ

2026

Ronaldo J. Rueda Chugden - Lino A. Muñoz Delgado

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA UN...”

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaén

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3612379389

137 páginas

Fecha de entrega
16 jul 2026, 3:33 p.m. GMT-5

16.851 palabras

Fecha de descarga
16 jul 2026, 3:37 p.m. GMT-5

102.137 caracteres

Nombre del archivo
n_Rueda_Chugden_UNJ_PARAFRASEADO_-_Arturo_Rodriguez_bardales.pdf

Tamaño del archivo
10.2 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marieni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. Marta Marient Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 16 de julio del año 2026, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Vocal : Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) **Tesis**
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, UTILIZANDO LA NORMA VIGENTE E.030 - 2025", presentado por los Bachilleres **Ronaldo Jhonmilton Rueda Chugden y Lino Andrey Muñoz Delgado**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

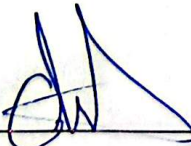
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) **Aprobar** () Desaprobar (**X**) **Unanimidad** () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | (18) |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 11:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dra. Christiaan Zayed Apaza Panca
Presidente



Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Secretario



Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva
Vocal



“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

Yo, Ronaldo Jhonmilton Rueda Chugden, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 77039100.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, UTILIZANDO LA NORMA VIGENTE E.030 – 2025”.

Asesorado por Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña.

El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 10, setiembre y 2026.

Bach. RUEDA CHUGDEN, Ronaldo Jhonmilton

DNI: 77039100



“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

Yo, Lino Andrey Muñoz Delgado, egresados de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 72222359.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, UTILIZANDO LA NORMA VIGENTE E.030 – 2025”.

Asesorado por Dra. Ing. Zarith Nancy Garrido Campaña.

El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 10, setiembre y 2026.


Bach. MUÑOZ DELGADO, Lino Andrey
DNI: 72222359



ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Realidad Problemática.....	7
1.2. Planteamiento del problema.	9
1.3. Justificación del problema.....	10
1.4. Antecedentes de la investigación	11
1.5. Objetivos	23
1.6. Hipótesis.....	23
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	24
2.2. Población, muestra y muestreo.....	35
III. RESULTADOS	58
IV. DISCUSIÓN.....	87
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1. Conclusiones	92
5.2. Recomendaciones.....	93
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros sísmicos de análisis	58
Tabla 2. Resultados del análisis sísmico global	59
Tabla 3. Distribución de fuerza sísmica en altura.....	59
Tabla 4. Desplazamientos y derivas de entrepiso.....	60
Tabla 5. Evaluación de cumplimiento normativos.....	61
Tabla 6. Distribución de fuerza sísmica en altura.....	63
Tabla 7. Parámetros vinculados al comportamiento dúctil.....	71
Tabla 8. Períodos fundamentales y respuesta dinámica de la estructura	72
Tabla 9. Participación modal de masas	73
Tabla 10. Control de deformaciones vinculadas a la ductilidad	73
Tabla 11. Evaluación del comportamiento dúctil de la estructura.....	74
Tabla 12. Evaluación de posibles deficiencias estructurales.....	83
Tabla 13. Análisis de comportamiento estructural frente a sollicitaciones sísmicas.....	84
Tabla 14. Identificación de condiciones potenciales de mejora.....	85
Tabla 15. Propuesta de medidas técnicas de mejora (preventivas).....	85
Tabla 16. Matriz de Operacionalización.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación del objetivo general.....	37
Figura 2. Aplicación del objetivo específico N°01.....	38
Figura 3. Aplicación del objetivo específico N°02.	39
Figura 4. Aplicación del objetivo específico N°03.....	40
Figura 5. Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.....	47
Figura 6. Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.....	48
Figura 7. Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.....	49
Figura 8. Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.....	50
Figura 9. Resolución ministerial N°355-2018-vivienda.....	51
Figura 10. Resolución ministerial N°355-2018-vivienda.....	52
Figura 11. Resolución ministerial N°406-2018-vivienda.....	53
Figura 12. Resolución ministerial N°406-2018-vivienda.....	54
Figura 13. Decreto supremo N° 010-2009.....	56
Figura 14. Análisis sísmico estático de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y.....	62
Figura 15. Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Análisis Structural (SIS EST X-X).....	64
Figura 16. Deformación generada por el Sismo Estático en el sentido X-X.....	65
Figura 17. Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Analysis Structural (SIS EST Y-Y).....	66
Figura 18. Deformación generada por el Sismo estático en el sentido Y-Y.....	67
Figura 19. Coeficientes de desplazamiento relativo del sismo estativos X-X.....	68
Figura 20. Análisis dinámico modal espectral.....	69

Figura 21. Parámetros de análisis modal X-X.....	70
Figura 22. Modelo estructural la cimentación	75
Figura 23. Modelo estructural del primer piso	76
Figura 24. Modelo estructural del segundo piso	77
Figura 25. Modelo estructural del tercer piso	78
Figura 26. Modelo estructural para el análisis sísmico.....	89
Figura 27. Asignación de cargas.....	80
Figura 28. Asignación de carga muerta.....	81
Figura 29. Asignación de carga viva (TECHO).....	82
Figura 30. Ubicación geográfica.....	99
Figura 31. Diagrama de flujo.....	101

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, aplicando la Norma Técnica vigente E.030 (2026). La metodología fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con diseño no experimental, ya que se analizó la estructura existente sin manipulación de variables, mediante modelamiento y simulación en software especializado, empleando análisis sísmico estático y dinámico conforme a la normativa vigente. Los resultados evidenciaron una cortante basal de 333.96 toneladas y períodos fundamentales de 0.30 s y 0.31 s, indicando una estructura rígida y estable. La participación modal superó el 90 %, garantizando una adecuada representación del comportamiento dinámico. Asimismo, las derivas máximas obtenidas (0.00055 y 0.00057) se encuentran muy por debajo del límite permisible de la norma, lo que demuestra un adecuado control de desplazamientos y una buena rigidez estructural. No se identificaron deficiencias estructurales significativas, evidenciándose una respuesta sísmica uniforme y segura. En conclusión, la estructura presenta un desempeño sismorresistente satisfactorio, cumpliendo con los requisitos de la Norma vigente E.030 (2026), garantizando su estabilidad y seguridad ante eventos sísmicos de diseño.

Palabras clave: Sismorresistencia, análisis estructural, norma vigente E.030 (2026), desempeño sísmico y modelamiento estructural.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the seismic-resistant behavior of the Mechanical and Electrical Engineering module at the National University of Jaén, applying the Technical current Standard E.030 (2026). The methodology followed a quantitative approach, applied type, and a non-experimental design, since the existing structure was analyzed without variable manipulation, through modeling and simulation using specialized software, employing both static and dynamic seismic analysis in accordance with current regulations. The results showed a base shear of 333.96 tons and fundamental periods of 0.30 s and 0.31 s, indicating a rigid and stable structure. Modal participation exceeded 90%, ensuring an adequate representation of the dynamic behavior. Likewise, the maximum interstory drifts obtained (0.00055 and 0.00057) were significantly below the permissible limit established by the standard, demonstrating effective displacement control and good structural stiffness. No significant structural deficiencies were identified, evidencing a uniform and safe seismic response. In conclusion, the structure exhibits satisfactory seismic-resistant performance, complying with the requirements of current Standard E.030 (2026), thus ensuring stability and safety under design seismic events.

Keywords: Seismic resistance, structural analysis, current E.030 (2026) standard, seismic performance, structural modeling.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El territorio peruano debido a su ubicación en el límite de las placas Nazca y Sudamericana, es altamente sísmico y ha sufrido eventos de alta magnitud en el pasado, incluyendo Chimbote (1970), Lima (1974), Ocoña (2001), Moyobamba (2005), e Ica (2007). La ciudad de Jaén-Cajamarca, también ha experimentado eventos sísmicos significativos, cuando tuvieron lugar los terremotos de Chimbote (1970) con magnitud 7.9 y el terremoto de Moyobamba (2005) con magnitud 7.5, causando daños materiales y humanos en varias zonas de la región. Esta circunstancia implica un riesgo significativo para la población y los bienes materiales, razón por la cual resulta imperativo diseñar y construir estructuras capaces de resistir las sollicitaciones sísmicas.

En tal sentido, la ingeniería estructural se concibe como una disciplina orientada a proteger la vida humana, cuya evolución está ligada inexorablemente a la mejora del comportamiento sísmico de las edificaciones, con el fin de reducir el peligro de colapso y minimizar los efectos negativos en la sociedad. El diseño de estructuras con capacidad sismorresistente exige una comprensión profunda de las características físicas y mecánicas de los materiales, así como una formación sólida en matemáticas y física que permita explicar el comportamiento de las edificaciones ante las sollicitaciones sísmicas. Del mismo modo, es indispensable respetar las normativas y regulaciones vigentes a nivel nacional e internacional, con el fin de asegurar la seguridad sísmica de las construcciones en el Perú.

En diversas zonas del Perú, varias universidades han tenido que afrontar múltiples dificultades durante sismos de intensidad moderada y alta, situación que ha provocado considerables afectaciones en la estructura y en los elementos no estructurales. Esto se debe,

principalmente, a que dichas edificaciones no fueron levantadas siguiendo las disposiciones técnicas correspondientes, ya sea por el uso de criterios normativos poco efectivos o por la existencia de documentación técnica poco adecuada o poco eficiente. Entre los defectos estructurales más recurrentes se encuentran las columnas cortas, el sellado inadecuado de los muros de mampostería y la distribución ineficaz de las columnas. Para garantizar la seguridad de la comunidad universitaria, resulta fundamental que estas instituciones cuenten con un plan de acción en caso de sismo y realicen evaluaciones periódicas de sus estructuras. De este modo, la ductilidad de las piezas principales debe ser suficiente para garantizar la formación del mecanismo de colapso propuesto en los cálculos.

El alma mater denominada Universidad Nacional de Jaén cuenta con una población estudiantil que supera la cifra de 2.200 individuos y en la actualidad se encuentran culminados los 7 módulos de la edificación. Si bien las normas de diseño sísmico han sido objeto de actualización en el territorio peruano, la ausencia de un plan integral que considere tareas de mantenimiento y acciones que fomente la disminución de la ocurrencia de eventos sísmicos, sumado a los presumibles yerros en la concepción, construcción y gestión de las obras, tanto en el plano local como en el nacional, infieren la posibilidad de que la estructura de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén revele vulnerabilidades ante la manifestación de sismos. Por consiguiente, es sumamente relevante realizar una evaluación del desempeño de la infraestructura en estos escenarios para conocer el estado actual de la misma.

En virtud de lo expuesto previamente, se puede inferir que la estructura de la edificación perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén podría verse expuesta a eventuales desajustes frente a la ocurrencia de sismos,

lo cual evidencia la relevancia de someterla a un riguroso proceso de evaluación que permita conocer en profundidad su comportamiento durante dichos eventos telúricos y así obtener un diagnóstico pormenorizado del estado actual de la infraestructura en cuestión. En este escenario, el estudio titulado “Evaluación estructural sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad Nacional de Jaén, utilizando la norma vigente E.030 – 2025” se plantea como respuesta a los problemas mencionados anteriormente.

La razón principal que impulsa este trabajo es que la Universidad Nacional de Jaén se ubica en una zona caracterizada por elevada actividad sísmica, lo cual eleva de manera considerable la probabilidad de sufrir daños en sus edificaciones. En consecuencia, resulta necesario realizar una evaluación del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica con el fin de reconocer eventuales debilidades asociadas a su concepción y a su proceso constructivo. Este análisis es clave para salvaguardar la integridad de los estudiantes y del personal que hace uso de dicha infraestructura, verificando que su desempeño responda a lo establecido en la Norma Técnica E.030 (2026).

Los efectos esperados de este proyecto incluyen una mejora significativa en la seguridad de la infraestructura y la reducción de daños en caso de un evento sísmico. Además, el uso de la Norma Técnica vigente E.030 (2026) asegura que la edificación cumpla con las normativas vigentes, evitando posibles sanciones legales. Al mismo tiempo, este proceso generará mayor confianza entre los estudiantes y el personal en cuanto a la seguridad del entorno educativo.

1.2.Planteamiento del problema.

¿Cuál será el resultado de la evaluación estructural sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, realizada de acuerdo a la Norma E.030-2025?

1.3. Justificación del problema.

La ciudad de Jaén y su entorno inmediato se ubican dentro de la fase de deformación Mezo terciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter intermedio alto por lo tanto las intensidades que pueden desarrollarse en roca o suelo duro serían del orden de VII con referencia a la Escala de Mercalli Modificada (M.M.), (INDECI - PNUD, 2005).

Uno de los sismos que afectó a la ciudad está fechado el 14 de mayo de 1928, de fuerte intensidad, desvió el cauce del río Jaén, destruyó el templo, casa municipal y todas las viviendas de adobe. (INDECI - PNUD, 2005).

El ámbito geográfico de Jaén, Bagua, Chachapoyas es una zona amenazada por dos sistemas sismo tectónicos, y uno de ellos incluye la franja de la Cordillera del Cóndor hasta Jaén. El sismo ocurrido el 02 de abril de 1997 en Magdalena, Bagua y alrededores de la región de Amazonas activó la geodinámica externa existente en Jaén, Magdalena, Salinas, El Muyo y otros.

Al realizar esta evaluación utilizando la Norma E.030 vigente (2018), es fundamental para garantizar que las instalaciones académicas cumplan con los estándares más actuales de seguridad estructural, protegiendo así a los estudiantes, docentes y personal administrativo que diariamente utilizan las instalaciones. Además, la actualización de la norma responde a nuevas investigaciones y tecnologías en el campo de la ingeniería, lo que exige una revisión constante de la infraestructura existente.

Este proyecto nos servirá para determinar si la estructura del módulo cumple con las exigencias sismorresistentes vigentes. Los resultados permitirán identificar posibles deficiencias y, en caso necesario, proponer soluciones o mejoras que aseguren la integridad del edificio ante futuros sismos. Esto no solo permitirá preservar la vida y la seguridad de la comunidad

universitaria, sino que también optimizará el uso de los recursos destinados al mantenimiento y mejora de la infraestructura universitaria.

1.4. Antecedentes de la investigación

- **A nivel internacional**

Según Martínez Rodríguez & Llanes Burón (2019), en su trabajo de investigación de nombre “Evaluación de la nueva propuesta de norma sismorresistente mediante el aporte docente en las tesis de diploma”, este documento presenta una experiencia docente centrada en evaluar las diferencias entre la norma actual para diseño sismorresistente de edificaciones, NC-46-1999, y la nueva propuesta normativa. Se analizan los resultados en elementos estructurales de un edificio de 12 pisos y 37,20 m de altura, clasificado como de uso ordinario y situado en distintas ubicaciones. Además, se destacan las habilidades desarrolladas y los criterios asumidos por los estudiantes. La investigación sugiere que, al reevaluar construcciones existentes bajo la nueva norma, estas se mantienen por debajo de las condiciones para las que fueron inicialmente diseñadas, ya que la norma vigente parece ser más exigente. Por tanto, no es preocupante reevaluar dichas edificaciones, siempre que no cambien su categoría de uso.

Según Macas Jaramillo & Proaño Viscarra (2024), en su investigación "Análisis interacción suelo-estructura en una zona de riesgo con cimentación de zapatas aisladas. Manabí, Ecuador", este estudio presenta un análisis dinámico de la interacción entre el suelo y la estructura utilizando modelos experimentales y la metodología ASCE 41-17. Su propósito es comprender el comportamiento dinámico de edificios de concreto reforzado con zapatas aisladas, evaluando la respuesta dinámica de edificaciones de 3, 4 y 5 pisos sobre estratos de arcilla blanda y arena densa. Mediante el uso de la norma Nec-15 y modelos computacionales, se realiza un análisis dinámico espectral que permite observar las fuerzas cortantes en la base, los períodos de vibración, los

desplazamientos en el techo y las derivas de piso en cada caso estudiado. Los resultados permiten observar cómo varían las características dinámicas de las estructuras según la influencia de eventos sísmicos.

Según Cabrera Ordóñez & Zarate Encalada (2022), en su proyecto de tesis “Evaluación sísmo resistente de una vivienda de dos plantas de hormigón armado ubicada en la Ciudad de Santa Rosa” este estudio realiza una evaluación sismorresistente de una vivienda de dos pisos construida con hormigón armado. Para llevarlo a cabo, se recopila la información necesaria, que incluye los planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda, así como el acceso al sitio para verificar que las secciones detalladas en los planos coincidan con las encontradas en el lugar. Esto permite disponer del diseño requerido para evaluar las cargas y modelar la estructura en el software ETABS. Tras calcular los pesos estructurales, se modela la estructura en el software para analizar adecuadamente los datos, obteniendo momentos finales, cargas axiales y otros parámetros fundamentales para diseñar los elementos estructurales. En el análisis según la normativa NEC-SE-HM, se consideraron las vigas y columnas con mayor área tributaria, encontrando que las vigas cumplen con las secciones y el acero especificado en los planos, mientras que las columnas de ambas plantas no cumplen con las secciones ni con el acero calculado, ya que este es superior al indicado en los planos. La cimentación tampoco cumple con el acero calculado, ya que el presente en los planos es insuficiente. En relación con la normativa NEC-SE-DS, todos los parámetros se cumplen, excepto en el caso de la torsión.

Según Sandoli et al. (2021), en su trabajo de investigación denominado “Curvas de fragilidad para edificios URM italianos basados en un método híbrido”. Este artículo, publicado por la Asociación Europea de Ingeniería Sísmica, presenta un modelo combinado para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios de piedra en toda Italia. El método integra el criterio de

expertos, a través de observaciones, con un enfoque mecánico, generando así curvas de fragilidad específicas para un conjunto de casas de ladrillo en Italia. Los resultados indican que los tipos de edificios seleccionados representan bien las construcciones italianas y que las curvas de fragilidad resultan eficaces para estimar tanto la vulnerabilidad sísmica como los posibles escenarios de daños en zonas expuestas a terremotos.

Según Martínez Lozano (2021), en su estudio realizado que lleva como título “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PATOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO NIZA EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO, META, COLOMBIA.”, los resultados indican que los ensayos de caracterización mecánica de los materiales en los elementos estructurales arrojaron un valor promedio de esfuerzo de compresión del concreto $f'_c=3100$ psi, superior a la resistencia de diseño de 3000 psi y a la resistencia mínima especificada. Sin embargo, los índices de flexibilidad (IFL) de las columnas presentan desplazamientos horizontales que superan el límite de 1.0 establecido por la NSR-10. Por lo tanto, se recomienda reforzar todas las columnas de la edificación. Además, los índices de sobreesfuerzo (ISE) de las columnas muestran valores superiores al límite de 1.0 estipulado en la NSR-10, lo que también sugiere la necesidad de reforzar estas columnas. Adicionalmente, se identificaron daños por humedad que afectan principalmente los acabados, por lo que se recomendó remover el área afectada para evaluar el grado de daño y rehabilitar el elemento estructural.

- **A nivel nacional.**

Según Ramos Mendoza (2020), en el presente trabajo de investigación denominado “Reforzamiento Estructural de la vivienda multifamiliar Ruth, ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima 2019” el objetivo de este estudio fue determinar si la estructura podría soportar una ampliación de dos niveles adicionales. Para ello, se realizó una evaluación estructural de la

vivienda existente, analizando su estado actual y su capacidad para resistir la ampliación propuesta. Se verificó el acero existente y los elementos estructurales, como vigas, columnas y muros, asegurándose de que cumplieran con el diseño especificado en los planos originales. Se evaluó la resistencia de todas las columnas mediante ensayos de esclerometría, se midió la densidad de los muros, y se modeló la estructura actual para un análisis sísmico conforme a los parámetros de la Norma E-030. Con el modelo estructural se verificó la capacidad de carga de todas las columnas y se revisaron las dimensiones de la zapata más cargada. Se plantearon dos propuestas de sistemas estructurales de reforzamiento: un sistema dual y un sistema de muros estructurales, modelando ambos para el análisis sísmico conforme a los requisitos de la Norma de Sismorresistencia E-030. La evaluación concluyó que los elementos estructurales, como vigas, columnas y muros, se encuentran en buen estado, sin daños ni fisuras; sin embargo, la estructura solo cuenta con muros de soga en el eje Y y carece de muros en el eje X, lo que afecta su rigidez en este último eje. Los desplazamientos en el eje X superan el límite de distorsión permitido por la Norma E-030, lo que lleva a concluir que la estructura no es sismorresistente.

Según Yndigoyen Sucasaire & Almirón Torres (2019), en la presente tesis denominada “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA” este estudio tiene como objetivo evaluar el desempeño sísmico del centro de salud Leoncio Prado, enfocándose en analizar su capacidad de soporte y determinar si su estructura es adecuada para resistir eventos sísmicos. Para evaluar la resistencia del concreto, se realizaron ensayos de diamantina en los principales elementos estructurales, y las muestras obtenidas fueron sometidas a pruebas de compresión. También se consideraron los estudios de mecánica de suelos proporcionados por la municipalidad provincial de Tacna. Con esta información, se procedió a modelar la estructura en el software

ETABS 2016, aplicando tres tipos de sismos según el estándar SEAOC VISION 2000. Para un análisis preciso, se utilizó el método no lineal PUSH OVER, que permitió identificar los niveles de desempeño para cada tipo de sismo: nivel de desempeño OPERACIONAL para un sismo ocasional, nivel de desempeño FUNCIONAL para un sismo raro y nivel de desempeño de RESGUARDO DE VIDA para un sismo muy raro. En conclusión, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, los desplazamientos laterales y distorsiones se encuentran dentro de los límites establecidos en la Norma E.030 de diseño sismorresistente, lo que sugiere que no es necesario proponer un reforzamiento estructural para el centro de salud Leoncio Prado en este momento.

Según Tacuche Paredes (2019), en su tesis de nombre “Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, la metodología utilizada en esta tesis es de tipo cuantitativo, con un nivel descriptivo y un diseño de investigación no experimental. Además, los resultados permitirán evaluar si las actualizaciones constantes de la norma E.030 impactan de manera positiva o negativa en la respuesta estructural ante eventos sísmicos. Las modificaciones en la norma buscan asegurar que las edificaciones proyectadas cumplan con los parámetros establecidos, logrando así construcciones con mejor desempeño estructural frente a diferentes exigencias sísmicas. En conclusión, el uso del software ETABS v2016 facilitó un análisis sísmico y dinámico eficaz gracias a las interacciones aplicadas en el estudio estructural, lo que permitió obtener resultados favorables para la investigación en un período corto de tiempo.

Según Mucha Camposano (2019), la siguiente tesis titulada “Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.0.30, anterior y la actual vigente” se evaluó el desempeño sismorresistente del pabellón B del centro educativo Santa Ana, ubicado en la provincia de Chanchamayo, Perú, aplicando tanto la Norma

Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente del 2003 como su versión actualizada, vigente desde 2016 y modificada en 2018. Esta investigación tuvo como objetivo comparar y verificar los valores límite de la estructura bajo ambas normas, enfocándose en controlar la fuerza cortante basal, las fuerzas internas y los desplazamientos de los elementos estructurales. Se realizó un modelo estructural para evaluar estas variables. Los resultados indicaron que, al aplicar ambas normas, la estructura no cumplió con el límite de distorsión máxima permitido. Además, la normativa actual mostró una reducción del 17% en la fuerza cortante basal y en las fuerzas internas de los elementos estructurales, siendo menores bajo la norma vigente. El análisis del acero en los elementos estructurales bajo cargas sísmicas reveló que la norma actual permite una disminución en el área de acero de estos elementos. En conclusión, la norma vigente ha optimizado la resistencia sísmica del pabellón B del centro educativo Santa Ana, y se recomienda realizar un análisis no lineal para una evaluación más precisa de su comportamiento ante sismos.

Según Perez Neyra & Torres Balbin (2022), en su investigación titulada “Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de mediana altura en base a desplazamientos y costos de reparación probables”. El propósito principal de este estudio consiste en definir la respuesta sísmica de una edificación de diez pisos que presenta un sistema sismorresistente apoyado en muros estructurales. La evaluación se realizará a través de un análisis por desempeño, orientado a precisar el comportamiento del inmueble ante distintos niveles de peligro sísmico. Con este fin, se emplearon dos modalidades de evaluación: una de naturaleza determinista y otra de carácter probabilista, de acuerdo con la normativa peruana E.030 de Diseño Sismorresistente. Para representar la estructura, se elaboraron modelos computacionales en el software ETABS, y se desarrollaron análisis dirigidos a la determinación de la curva de capacidad, buscando estimar la aptitud resistente frente a acciones relevantes. Adicionalmente, se aplicaron

espectros de demanda para identificar los puntos de desempeño del sistema estructural, es decir, los límites o estados en los que la edificación puede mantener condiciones adecuadas de seguridad. En el componente probabilista, el edificio fue evaluado con 11 registros sísmicos escogidos y ajustados, con el propósito de estudiar su respuesta frente a 8 rangos diferentes de amenaza sísmica, lo que también permite estimar los probables costos vinculados a reparaciones ante eventuales daños. Los resultados indicaron que el edificio cumple con los objetivos básicos de desempeño. Sin embargo, según el enfoque probabilista, se proyecta que los costos de reparación a lo largo de la vida útil del edificio ascenderán a \$637,149, con una pérdida anual estimada de \$29,475. En consecuencia, se concluye que la evaluación del desempeño sísmico, basada en desplazamientos y costos de reparación probables, es una herramienta valiosa para apoyar la toma de decisiones en el diseño de edificaciones sismorresistentes.

- **A nivel regional**

Según Mamani Luis (2021), en su investigación, “Evaluación Sismo resistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del Distrito Baños del Inca, Cajamarca, 2021”. El proyecto se centra en el análisis sísmico del bloque del pabellón “A” de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, ubicada en el distrito de Baños del Inca, sobre un terreno con perfil tipo S3 (con capacidad portante de 1.2 Kg/cm²). Esta investigación se refiere a la estructura del bloque en el pabellón “A”, que es un edificio de dos pisos con un techo a dos aguas en forma de tijeral. La infraestructura incluye pórticos de concreto armado, muros de tabiquería y una escalera que proporciona acceso al segundo piso. El análisis sísmico se llevó a cabo conforme a los parámetros establecidos por la norma de Diseño Sismorresistente E0.30, incluyendo su última modificación de 2018. Se concluye que las derivas en la dirección X no cumplirían con lo permitido según la norma E0.30.

Según Gil Acuña (2022), en su tesis de nombre “Evaluación Estructural del Módulo 01 de la I.E. secundaria "Andrés Avelino Cáceres" del C.P. Morán Lirio, Hualgayoc-Cajamarca”, el modelamiento se realizó en el programa ETABS v20.1.0, donde se obtuvieron resultados como modos y frecuencias, periodo fundamental de vibración, sistema estructural, derivas de entrepiso, cortante estático y dinámico en la base en ambas direcciones, de todo ello se determinó que el periodo fundamental es de 0.319 segundos, con pórticos en X correspondiendo un $R = 8$ y en Y albañilería confinada con un $R = 3$ de tal manera que, coincide como lo indica el expediente técnico, además las derivas de entrepiso en X es 0.004435 y en Y es de 0.0008567 son menores a las descritas en la norma técnica E.030 -2018; en el diseño del área de acero de refuerzo tanto para vigas y columnas y cimentaciones cumple según lo especificado en el expediente técnico, también las lesiones presentadas en el análisis no afectan la resistencia estructural de la edificación, la resistencia de concreto con la prueba de esclerometría es más alta a lo especificado en los planos estructurales. En conclusión, cumple todo el análisis respecto al expediente técnico, pero según el artículo 17 de la norma técnica E.030-2018, el sistema estructural empleado no es adecuado para edificaciones esenciales, categoría A pertenecientes a la zona 2.

Según Llamo Burga (2024), en su trabajo de investigación de título “Vulnerabilidad sísmica del pabellón J de la Institución Educativa Emblemática Santa Teresita – Cajamarca”, En esta investigación se utilizó la metodología HAZUS junto con un análisis dinámico no lineal en el tiempo, lo que permitió determinar el nivel de daño en el módulo del pabellón en estudio y calcular el desplazamiento espectral promedio. Para esto, se emplearon datos estructurales de la edificación, incluyendo el diseño estructural, las características de los materiales y la geometría de los elementos estructurales, además de utilizar curvas de fragilidad específicas para cada módulo. También se calcularon las derivas máximas entre pisos. Como resultado de este proceso, se

concluyó que el nivel de vulnerabilidad sísmica del pabellón J de la institución evaluada presenta un daño leve, lo que valida la hipótesis planteada. En relación con los desplazamientos espectrales, se observó que el módulo 3 de este pabellón es el que muestra el mayor daño, ya que sus derivas máximas entre pisos exceden el límite permitido.

Según Pastor Rodríguez (2022), en su tesis titulada “Vulnerabilidad sísmica del pabellón de turismo y hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca”, en donde se realizó la evaluación del daño y el desempeño del módulo A, B y C frente a un sismo, mediante la metodología HAZUS, el cual muestra que una estructura puede tener una probabilidad de falla en base a su desplazamiento espectral. Con el resultado del análisis dinámico no lineal tiempo – historia y en las diferentes variaciones de las propiedades mecánicas de los materiales empleados en esta edificación, se determinó que el pabellón en cuestión era vulnerable a sismos moderados y tenía una baja probabilidad de falla (10% para el módulo A, 18% para el módulo B y 5% para el módulo C). En cambio, para un sismo severo estas probabilidades aumentarán, pero por el estado en el que se encuentra, este pabellón podrá seguir en funcionamiento.

Según Flores Azurza (2023), en su tesis de nombre “Determinación del comportamiento sísmico mediante la evaluación estructural del módulo 01 de la I.E. Antenor Orrego Espinoza del distrito de Bellavista, provincia Jaén, 2023”, el cual se determinó mediante su evaluación estructural, llegando a la conclusión que la muestra en estudio presenta un comportamiento sísmico “deficiente”; dicha evaluación comprende la identificación y clasificación del nivel de daño de las anomalías presentes, de esto se pudo determinar un nivel de daño moderado en una viga en bloque C (Eje 3-3 entre I-I y J-J), el resto de anomalías son puramente de carácter estético; se realizó el análisis sísmico, mediante el modelado del módulo en análisis en el software ETABS V.20, del cual se obtuvo como resultado que dicho modulo satisface los lineamientos de la norma técnica

E.030-2018, no obstante, la estructura presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, lo cual incumple con norma, según la categoría de la edificación (A2) y la zona de emplazamiento del proyecto (zona 2); otra variable de evaluación fue la verificación de elementos de concreto armado de la cual se obtuvo como resultado que, para columnas, losa aligeradas y escaleras se realizó un correcto diseño de los elementos, no obstante, se determinó que para vigas ubicadas en los ejes. C-C, B-B y D-D entre 1 y 2 en bloque A y ejes G-G, H-H, e I-I. entre 1 y 2 en bloque B, el acero que figura en expediente técnico es menor que el acero calculado.

A nivel Local

Según Miranda Tejada (2022), en su trabajo de investigación titulada “Evaluación del diseño de la I.E. N° 010 – Pueblo Joven Miraflores, Jaén –Cajamarca con el uso de la metodología BIM”, La presente investigación tuvo como objetivo identificar las incompatibilidades e interferencias en los planos de la I.E. 010 mediante la metodología BIM (Modelado de Información de Construcción). Para ello, se realizó un modelamiento 3D utilizando el software Autodesk Revit 2022, a partir de los planos virtuales en AutoCAD correspondientes a las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones (sanitarias y eléctricas). A través de este proceso, se lograron identificar las incompatibilidades presentes en los planos. Posteriormente, se utilizó el software Autodesk Navisworks 2022 para detectar las interferencias. En conclusión, se determinó que las especialidades con mayor cantidad de incompatibilidades e interferencias fueron Estructuras y Arquitectura. De este modo, el uso de herramientas modernas como la metodología BIM facilita la identificación de incompatibilidades e interferencias en los planos de una edificación.

Según Vásquez Rojas (2023), en su tesis titulada “Evaluación estructural sismorresistente aplicando la Norma Técnica E.030 en el bloque 4b de la Institución Educativa Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de Jaén – 2023”, para realizar una evaluación a través de un análisis sísmico exhaustivo. Se inició con la recopilación de datos provenientes del expediente técnico, que incluía planos, memoria descriptiva, especificaciones técnicas y un estudio de mecánica de suelos. Posteriormente, se llevó a cabo un ensayo con el esclerómetro, el cual arrojó un valor de resistencia del concreto de $f'_c = 234 \text{ kg/cm}^2$, que representó el promedio de los resultados obtenidos y que fue fundamental para la especificación del concreto en el programa ETABS. A continuación, se realizó un modelado en ETABS, determinando el tipo de sistema estructural en cada dirección: muros estructurales en la dirección X y albañilería en la dirección Y, lo que confirma que se trata de una estructura regular. Los resultados mostraron que los parámetros sísmicos son equivalentes en ambas normas, obteniendo una cortante de 139,125.07 para el sismo estático en X, 278,250.14 para el sismo estático en Y, 116,422.74 para el sismo dinámico en X, y 249,397.56 para el sismo dinámico en Y. Finalmente, las derivas máximas fueron de 0.0062 para el sismo estático en X, 0.0017 para el sismo estático en Y, 0.0054 para el sismo dinámico en X y 0.0015 para el sismo dinámico en Y, con resultados iguales para ambas normas. Por lo tanto, se concluyó que se cumplen los parámetros y condiciones establecidos en ambas normativas.

Según More (2023), en su trabajo de investigación de nombre “Desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén”, La investigación actual se centra en el análisis del diseño de un edificio comercial de hospedaje de cinco niveles en la ciudad de Jaén, situado en una zona con mediana peligrosidad sísmica, con un factor $Z_2=0.25$ según la norma NTP E.030 – 2018. Este edificio, que pertenece a la categoría B importante y tiene un factor de uso de 1.3, es vulnerable ante cualquier evento sísmico a pesar de estar en una zona clasificada

como Z2. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es determinar el nivel de desempeño sísmico de dicho edificio. Se llegó a la conclusión de que el grado de desempeño sísmico del edificio es el siguiente: para un sismo moderado, se alcanza un control de daños S2; para un sismo raro, se obtiene una seguridad de vida S3; para un sismo muy raro, se considera una seguridad reducida S4; y para un sismo máximo, se clasifica como prevención del colapso S5.

Según Guivar Molina & Abad Falla (2019), tuvo como objetivo analizar el comportamiento sismorresistente de una edificación educativa en Jaén aplicando la norma E-030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones, con el propósito de garantizar la seguridad estructural y prevenir pérdidas. Para ello, se evaluó un módulo específico mediante modelamiento estructural considerando parámetros actualizados y la interacción suelo-estructura. Los resultados evidenciaron que las cargas en los cimientos superan la capacidad portante del suelo, incumpliendo la normativa, y que la aplicación del Incremento de la Seguridad Estructural (ISE) incrementa las derivas y reduce el refuerzo requerido. Se concluye que es indispensable aplicar la norma E-030-2018 y considerar la interacción suelo-estructura en el diseño y evaluación de edificaciones para asegurar su adecuado desempeño sísmico.

Según Piedra Tineo et al. (2022), “Evaluación del Comportamiento Sismorresistente de un Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles Empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente Ubicado en la Urbanización Las Flores, Jaén – 2021” a investigación tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la norma técnica e.030 de diseño sismorresistente ubicado en la urbanización las Flores, Jaén – 2021. La metodología empleada incluyó la recolección de información in situ sobre la vivienda, seguida de la modelación estructural del sistema de pórticos en el software SAP 2000. Posteriormente, se interpretaron y compararon los resultados para

finalmente proponer medidas de mitigación. Los resultados mostraron que el sistema de pórticos evaluado superó el límite permitido de las derivas (<0.007) según la normativa vigente. Por esta razón, se elaboraron propuestas para mitigar el impacto sísmico en la edificación. La primera propuesta se basó en su predimensionamiento, obteniendo resultados similares a los de la edificación evaluada. La segunda propuesta consistió en un sistema dual que incorporó pórticos y placas ubicadas estratégicamente en los ejes X e Y, lo que aumentó la rigidez de la estructura y le permitió cumplir con las derivas requeridas. En conclusión, dado que el edificio no cumplió con los parámetros establecidos por la normativa, se determinó que es necesario reforzarlo para reducir los desplazamientos laterales.

1.5.Objetivos

- **General**

Evaluar la estructura sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad Nacional de Jaén, utilizando la norma vigente E.030-2025.

- **Específicos**

- Calcular las fuerzas sísmicas y los desplazamientos máximos permitidos en la estructura del módulo, aplicando los criterios de la norma vigente E.030 (2026).
- Evaluar el comportamiento dúctil de la estructural del módulo.
- Identificar las deficiencias estructurales y proponer medidas correctivas para mejorar el desempeño sismorresistente del módulo.

1.6.Hipótesis

La evaluación estructural del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, realizada conforme a la Norma vigente E.030 (2026), demostrará que la estructura cumple parcialmente con los requisitos establecidos, identificando áreas

específicas que requieren mejoras para garantizar un desempeño adecuado frente a eventos sísmicos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

- **Metodología**

La investigación se desarrolló bajo una **metodología cuantitativa**, debido a que se basó en la recopilación, procesamiento y análisis de datos numéricos obtenidos a partir de la modelación estructural del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Estos datos incluyeron parámetros como desplazamientos, derivas de entrepiso, fuerzas sísmicas y esfuerzos internos, los cuales fueron evaluados en función de los criterios establecidos en la Norma Técnica de Edificación vigente E.030 (2026).

Asimismo, se empleó un enfoque analítico, ya que se examinaron las condiciones estructurales existentes mediante simulaciones computacionales y revisión documental, sin intervención directa sobre la estructura.

Tipo de investigación

El estudio fue de **tipo aplicada**, debido a que estuvo orientado a resolver un problema concreto relacionado con la seguridad estructural del módulo universitario, proponiendo soluciones técnicas para mejorar su comportamiento sismorresistente.

Asimismo, contó con un nivel de estudio descriptivo–valorativo, debido a que se identificaron las características estructurales actuales y se verificó el comportamiento del sistema ante sollicitaciones sísmicas de acuerdo con la reglamentación vigente.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue no experimental, ya que no se alteraron variables independientes ni se efectuaron pruebas físicas sobre la estructura, en su lugar, se analizaron datos existentes, tales como planos estructurales y expediente técnico, y se realizaron simulaciones mediante software especializado para determinar el comportamiento estructural ante solicitaciones sísmicas.

Análisis estadístico de datos

El análisis de datos se realizó mediante **estadística descriptiva**, empleando:

- La tabulación de los resultados obtenidos del software de análisis estructural.
- La representación gráfica de desplazamientos, derivas de entrepiso y fuerzas internas.
- La comparación de los resultados con los límites permisibles establecidos en la norma vigente E.030 (2026).

Además, se realizó una contrastación técnico-normativa, orientada a comprobar el nivel de conformidad de la edificación con los criterios sismorresistentes requeridos, lo que ayudó a precisar eventuales debilidades del diseño estructural.

Técnicas

Se utilizaron procedimientos de investigación propios del entorno de estudio en campo, como la revisión directa y el examen técnico del módulo, además del análisis de tipo documental en gabinete, lo que posibilitó reunir y valorar información pertinente para la ejecución del trabajo.

Campo

Observación:

Al comienzo del proceso investigativo, fue indispensable reunir diferentes documentos y planos, incluyendo mapas de localización y planimetría arquitectónica y estructural, los cuales no

estaban incorporados en el expediente técnico de la obra universitaria correspondiente. Luego, se llevó a cabo una verificación visual del módulo perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, con el propósito de analizar su respuesta frente a solicitaciones sísmicas mediante el empleo del software Robot Structural Analysis Professional.

De igual forma, se reunió la totalidad de la información requerida del expediente técnico, y se realizaron mediciones directas junto con registro fotográfico en la zona de estudio, lo cual posibilitó efectuar una valoración minuciosa y objetiva del estado estructural del módulo.

Análisis:

Se desarrolló una valoración que incluyó la identificación minuciosa de los criterios contemplados en la Norma Técnica de Edificación E.030 (2026), además de la implementación del análisis estático lineal. Este procedimiento facilitó el levantamiento de información esencial, como los desplazamientos relativos en el eje X, los desplazamientos entre niveles, el cortante en la base del sistema estructural, las cuantías de acero presentes en los componentes estructurales y las derivas de entrepiso. Dichos resultados se obtuvieron a partir de la modelación y la simulación realizadas en un software.

Instrumentos.

Programa Robot Structural Analysis Professional de análisis y diseño estructural

Versión:

Se implementó la herramienta Robot Structural Analysis Professional, la cual exhibió optimizaciones en el cálculo de edificaciones de hormigón y metal. Esta plataforma integró recursos inéditos para el examen de esfuerzos torsionales y flechas, además de ofrecer

compatibilidad con diversos reglamentos internacionales, lo que facilitó el modelado de escenarios de sollicitación de alta exigencia.

Parámetros

- Interfaz de Usuario:

Se dispuso de un **entorno gráfico renovado**, el cual se mostró más amigable y agilizó el manejo de los comandos y paneles de acceso inmediato. De igual manera, posibilitó la configuración a medida de la representación de maquetas y datos obtenidos, favoreciendo un examen de la estructura mucho más eficiente.

- Modelado Avanzado:

El programa posibilitó la creación de geometrías sofisticadas, abarcando edificaciones con disposiciones asimétricas. De igual modo, se aprovecharon funciones para representar componentes de la construcción como viguetas, pilares, forjados, tabiques y puntales de refuerzo.

- Propiedades de Materiales:

Se configuraron diversos insumos, entre ellos hormigón, perfiles metálicos y madera, tomando en cuenta sus atributos físicos particulares. Paralelamente, se recurrió a la caracterización de propiedades no lineales con el fin de proyectar con mayor fidelidad la respuesta de la estructura.

- Sección de Elementos:

Se aprovechó un amplio catálogo de perfiles técnicos, lo que facilitó la elección y el ajuste de las piezas. Sumado a esto, se proyectaron secciones mixtas analizando los fenómenos de reciprocidad entre los distintos componentes.

- Carga y Análisis:

Se establecieron diversas categorías de solicitaciones, abarcando pesos propios, sobrecargas de uso, acciones eólicas y fuerzas telúricas. Se ejecutaron procedimientos de examen dinámico de vanguardia, tales como el estudio espectral y la evolución cronológica. Del mismo modo, se estructuraron las hipótesis de carga respetando los reglamentos técnicos actuales.

- Resultados y Reportes:

La plataforma hizo posible la observación minuciosa de los resultados, destacando fuerzas internas, deflexiones y puntos de apoyo. Conjuntamente, se elaboraron informes a medida que simplificaron la lectura y el diagnóstico de la información recopilada.

- Integración de Normativas:

Se adoptó un criterio de múltiples estándares, lo que permitió aplicar criterios de diseño como AISC y ACI. Igualmente, se tomaron en cuenta las actualizaciones de las reglas de construcción para alinear el estudio con los parámetros legales contemporáneos.

- Diseño y Verificación:

Se aprovecharon funciones de dimensionamiento automatizado para piezas metálicas y de hormigón. Adicionalmente, se llevaron a cabo inspecciones rigurosas para ratificar que se cumplieran las exigencias impuestas por las guías de ingeniería.

- Análisis de Torsión y Efectos de Pandeo:

Se examinaron las repercusiones del giro torsional en las piezas, junto con la firmeza integral del conjunto mediante el cálculo de inestabilidad elástica (pandeo) en edificaciones de gran elevación.

- Interoperabilidad:

El sistema favoreció el intercambio de maquetas digitales con otros entornos de cálculo y dibujo, tales como **SAP2000** y **AutoCAD**. Asimismo, agilizó la vinculación con flujos de trabajo **BIM**, perfeccionando la administración y el desarrollo del modelo de información de la obra.

Precisión en la modelación

Dado que el proyecto fue de tipo no experimental, lo cual implicó que no se realizaron pruebas de campo ni ensayos directos sobre la estructura, la validación de la modelación en el software Robot Structural Analysis Professional se enfocó en métodos indirectos, así como en el análisis de consistencia y sensibilidad del modelo estructural.

En este contexto, la precisión de la modelación fue evaluada mediante los siguientes procedimientos:

Métodos indirectos para validar la modelación

1. Análisis de comparación teórica con normativa vigente E.030 (2026)

Verificación con requerimientos normativos:

Se realizó la comparación del comportamiento del modelo estructural, considerando parámetros como desplazamientos, derivas de entrepiso y fuerzas de corte en la base, con los límites establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.030 (2026).

Evaluación del desempeño estructural:

Se utilizó la normativa como referencia para validar que los resultados obtenidos no excedieran los valores máximos permisibles bajo condiciones de carga de diseño.

1. Análisis de sensibilidad en el software

Variación de propiedades de materiales y secciones:

Se efectuó un análisis de sensibilidad mediante la variación de propiedades clave, tales como el módulo de elasticidad y la rigidez de las secciones, dentro de rangos técnicamente aceptables, con el fin de evaluar la estabilidad y robustez del modelo.

Evaluación de la sensibilidad en frecuencias modales:

Se analizó el efecto de la variación de rigidez sobre los modos de vibración y las frecuencias naturales, verificando que los resultados fueran coherentes con el comportamiento esperado de estructuras similares.

2. Simulación de escenarios de carga

Combinaciones de cargas críticas:

Se configuró el modelo estructural considerando diversas combinaciones de carga, tales como cargas sísmicas, gravitacionales y de viento, verificando que las respuestas estructurales (desplazamientos y esfuerzos internos) se mantuvieran dentro de los límites establecidos por la normativa.

Evaluación en escenarios extremos:

Se simularon condiciones límite de diseño con el objetivo de comprobar que el modelo mantuviera un comportamiento estructural adecuado, aun en situaciones críticas.

3. Comparación con estudios similares o datos de referencia

Revisión de estudios previos:

Se analizaron investigaciones previas relacionadas con edificaciones de características similares que fueron evaluadas sísmicamente, lo que permitió establecer rangos de comportamiento estructural esperados.

Uso de literatura técnica:

Se emplearon referencias teóricas y estudios validados para contrastar los resultados obtenidos,

asegurando que el modelo siguiera patrones de comportamiento estructural coherentes y confiables.

4. Índices de concordancia teóricos

Índices de variación:

Se utilizaron los resultados obtenidos en el software y se compararon con valores teóricos o bibliográficos de referencia, lo que permitió cuantificar desviaciones y evaluar indirectamente la precisión del modelo estructural.

Estas metodologías sirvieron para sustentar la exactitud de la simulación técnica, asegurando la validez de los hallazgos alcanzados sin requerir la ejecución de pruebas experimentales en el sitio.

EXCEL para metrado de cargas

Validación

Para ratificar la fiabilidad de esta herramienta, se contempló un protocolo de análisis de vulnerabilidad de la información, a través del cual se examinó el comportamiento del modelo frente a alteraciones en las variables iniciales introducidas.

Simulación de sensibilidad

1. Modificación de dimensiones de columnas:

Valor inicial: Superficie de la columna = 0.5 m^2 .

Ensayo ejecutado: Se recortó la superficie a 0.45 m^2 .

Efecto previsto: Al contraer la sección, el peso propio debía decrecer de forma equivalente, manifestando una caída del 10%.

Análisis: La hoja de cálculo reaccionó de manera adecuada, exhibiendo una baja del 10% en los campos vinculados al peso muerto; esto ratificó la receptividad de los algoritmos ante cambios en las magnitudes de los componentes.

2. Variación en la densidad de materiales:

Valor inicial: Masa volumétrica del hormigón = 2,400 kg/m³.

Ensayo ejecutado: Se elevó la densidad a 2,500 kg/m³.

Efecto previsto: Las fuerzas gravitatorias debían ascender en función de la nueva propiedad física.

Análisis: Los recuadros de carga persistente se actualizaron con precisión al nuevo registro, denotando un alza en el peso global, lo que demostró que las operaciones matemáticas estaban debidamente establecidas.

3. Simulación de un valor atípico en peso:

Valor inicial: Densidad convencional del concreto.

Ensayo ejecutado: Se introdujo un peso específico de 1,500 kg/m³.

Efecto previsto: Los esfuerzos debían aminorarse de manera correlativa.

Análisis: El indicador de carga general mostró una contracción lógica, corroborando que el documento de Excel operó con éxito incluso frente a datos inusuales o fuera de rango.

Conclusión

Los resultados de la simulación confirmaron que el archivo Excel fue confiable para el cálculo de cargas estructurales, ya que respondió adecuadamente a variaciones en los parámetros y no presentó inconsistencias ante valores extremos.

DELPHIN EXPRESS para metrado de cargas

Validación

Para validar este instrumento, se aplicó una simulación mediante la comparación con valores de referencia teóricos.

Comparación con valores de referencia

1. Revisión del proyecto:

Se trabajó con el proyecto de metrado de cargas del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica previamente desarrollado. Las unidades fueron configuradas en kN para cargas y metros para dimensiones, conforme a lo establecido en la normativa.

2. Material definido:

Se utilizó concreto con una densidad de 2400 kg/m^3 , verificándose que dicho valor correspondía al concreto estándar. Asimismo, el material fue correctamente asignado a los elementos estructurales (vigas, columnas y losas).

3. Geometría de elementos:

Se definió una viga de prueba con las siguientes dimensiones:

Ancho: 0.3 m

Altura: 0.5 m

Longitud: 6 m

Se verificó que estas dimensiones coincidieran con las especificaciones del modelo en el software.

4. Carga muerta (peso propio):

Se configuró la carga como “carga muerta”, permitiendo que el software calcule automáticamente el peso del elemento en función de su volumen (0.9 m^3) y densidad (2400 kg/m^3), obteniéndose un valor aproximado de 21.6 kN.

5. Ejecución del cálculo:

Se ejecutó el análisis en el software, verificándose que todos los parámetros se encontraran dentro de rangos adecuados.

6. Revisión de resultados:

El valor obtenido fue comparado con el cálculo manual esperado (21.6 kN). La coincidencia entre ambos resultados permitió validar la precisión del software para el cálculo de cargas estructurales.

Del expediente técnico “Mejoramiento de los Servicios Académicos y Administrativos de la Universidad Nacional de Jaén”

Validación

Para la validación de este instrumento, se consideró el proceso de documentación y auditoría de campo, mediante el cual se realizó una inspección al módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, con el fin de verificar la correspondencia entre el expediente técnico y las condiciones reales del terreno y la estructura.

Conclusión

A partir de esta verificación, se concluyó que el expediente técnico cumplió con las especificaciones necesarias para un diseño sismorresistente adecuado al contexto de la ciudad de Jaén. Este proceso permitió validar la consistencia de la información técnica y la viabilidad de las recomendaciones estructurales en función de las condiciones sísmicas locales.

2.2.Población, muestra y muestreo

- **Población**

Se eligió el módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén debido a su importancia dentro de la infraestructura universitaria y la necesidad de evaluar su comportamiento sismorresistente conforme a la Norma vigente E.030, para garantizar la seguridad estructural de los ocupantes en caso de un sismo. Además, al ser un edificio de varios niveles, representa una estructura representativa que permite realizar una evaluación integral de su comportamiento sismorresistente de acuerdo con la Norma vigente E.030 (2026), asegurando la protección de todos los ocupantes en caso de un sismo."

- **Muestra**

Se eligieron los tres niveles del módulo porque permiten una evaluación integral y representativa de toda la estructura del edificio. Esto garantiza que todos los posibles puntos críticos, tanto en niveles superiores como inferiores, sean analizados de acuerdo con la Norma vigente E.030 (2026), asegurando que la evaluación sismorresistente cubra todas las áreas del módulo y proteja a los ocupantes en caso de un evento sísmico.

- **Muestreo**

El muestreo para la presente investigación es de tipo no probabilístico representativo. Este enfoque combina la accesibilidad (muestra por conveniencia) con criterios específicos que aseguran que los elementos seleccionados son representativos de las características del módulo y su diseño estructural.

Nos permitirá obtener una muestra que, aunque no es aleatoria, refleja la variabilidad presente en las estructuras del módulo, permite enfocarse en aquellos elementos que, por su ubicación o función, son más propensos a presentar fallas durante un sismo.

Limitación: El muestreo no probabilístico, al basarse en la selección intencionada de elementos, puede no ser representativo de toda la población. Esto puede llevar a una sobreestimación o subestimación de las vulnerabilidades sismorresistentes en el módulo.

Para contrarrestar esta restricción, es posible aplicar una metodología organizada en la elección de las piezas, garantizando la incorporación de una diversidad de unidades estructurales de distintas zonas del bloque, tomando en cuenta variables como el emplazamiento, la clase de fuerza aplicada y su finalidad técnica.

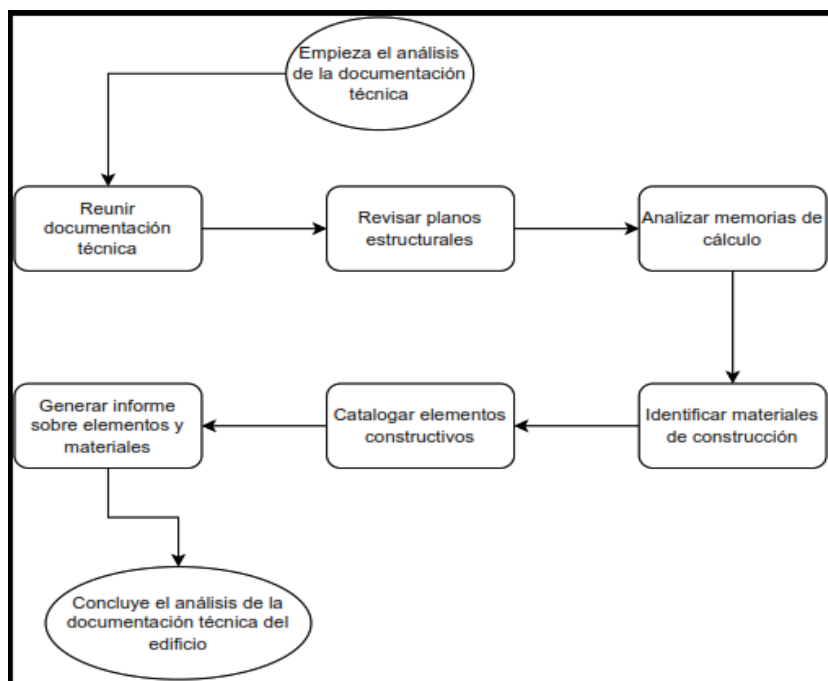
- **Procedimiento de recolección de datos**

Objetivo general:

Evaluar la estructura sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad Nacional de Jaén, utilizando la norma vigente E.030 - 2025.

Figura 1.

Aplicación del objetivo general.



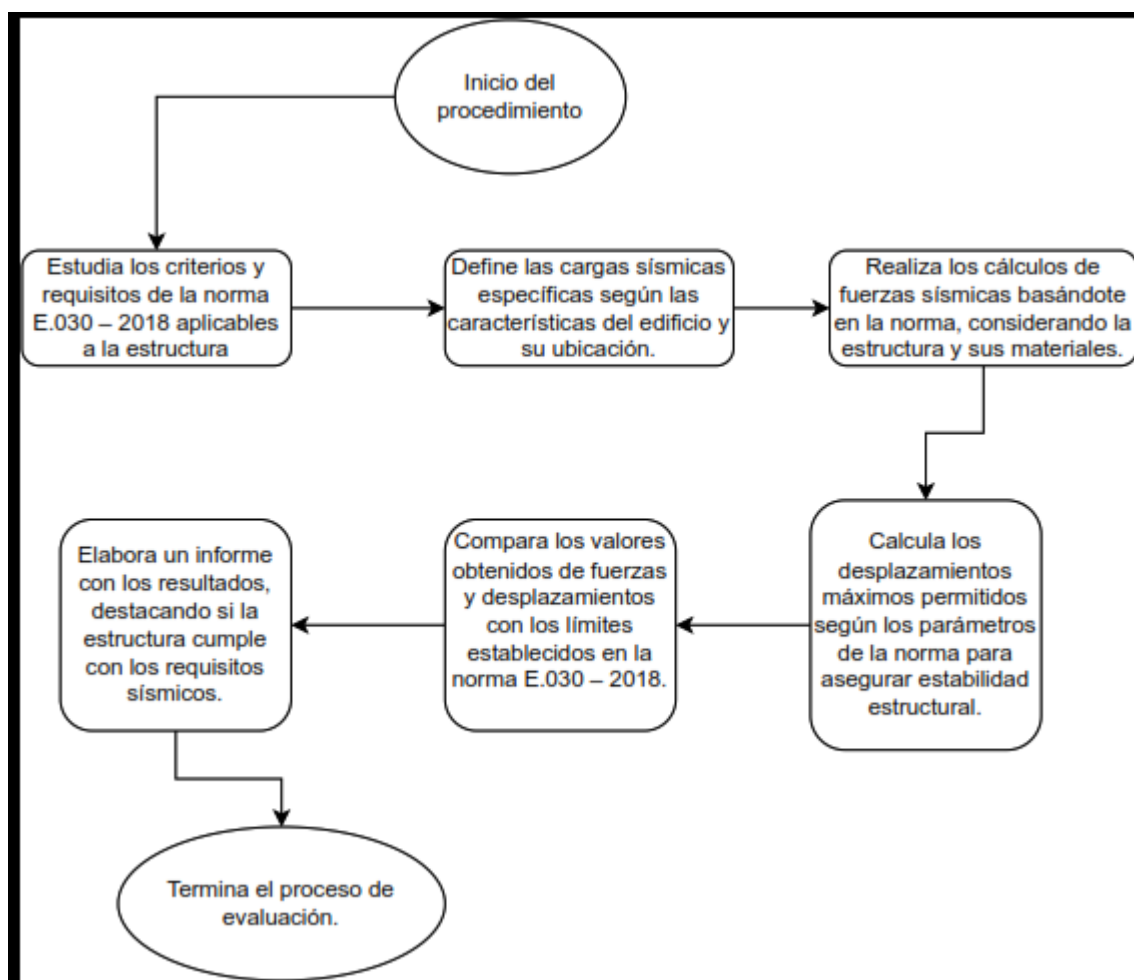
Nota. Diagrama de flujo (elaboración propia).

Objetivo específico N°01:

- Calcular las fuerzas sísmicas y los desplazamientos máximos permitidos en la estructura del módulo, aplicando los criterios de la norma vigente E.030 (2026).

Figura 2.

Aplicación del objetivo específico N°01.



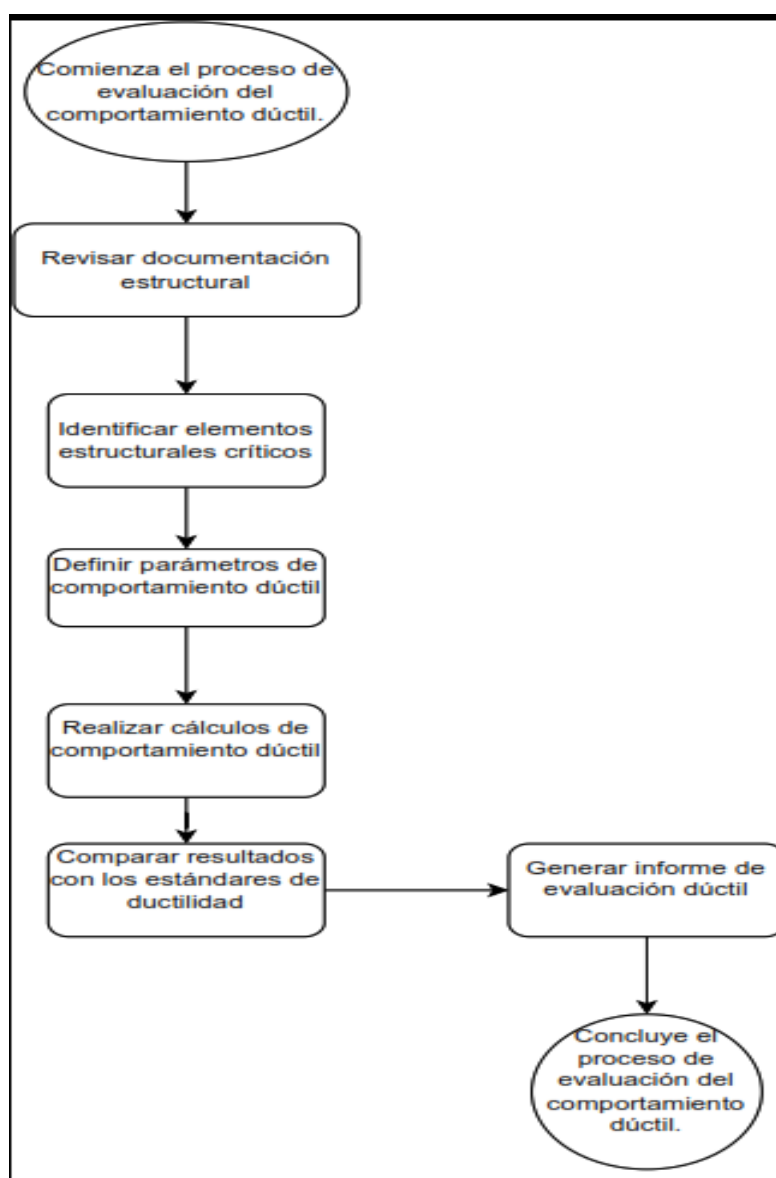
Nota. Diagrama de flujo (elaboración propia).

Objetivo específico N°2:

- Evaluar el comportamiento dúctil de las estructural del módulo

Figura 3.

Aplicación del objetivo específico N°02.



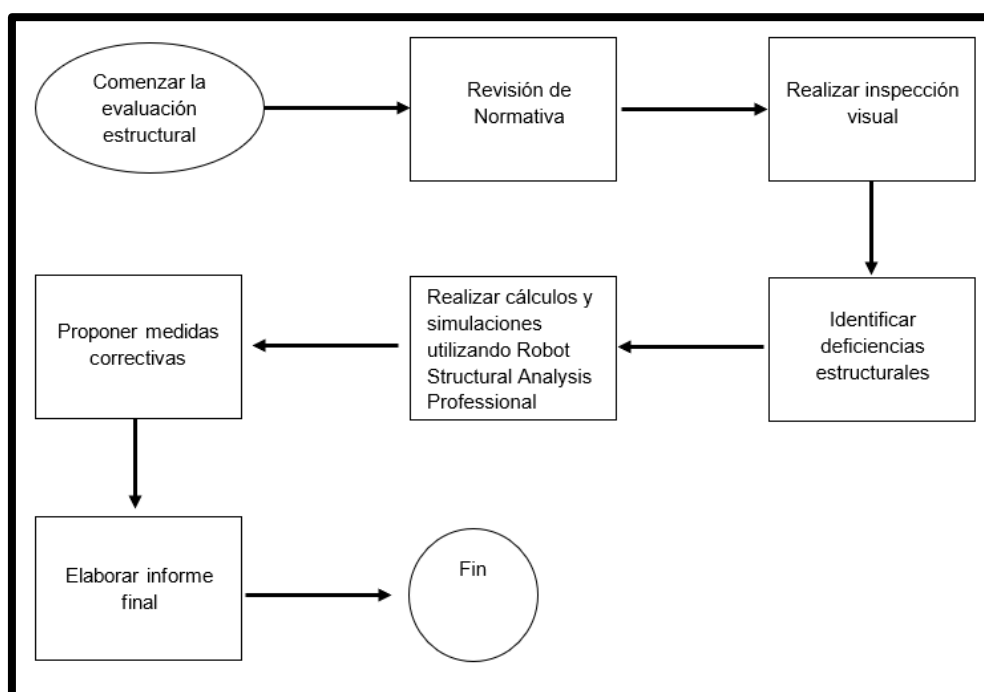
Nota. Diagrama de flujo (elaboración propia).

Objetivo específico N°03:

- Identificar las deficiencias estructurales y proponer medidas correctivas para mejorar el desempeño sismorresistente del módulo.

Figura 4.

Aplicación del objetivo específico N°03.



Nota. Diagrama de flujo (elaboración propia).

Pasos procedimentales

Paso 1: Estructuración

Estructurar los elementos estructurales de acuerdo con los lineamientos de la Norma E.030 (2026) de diseño sismorresistente previa y la actual, aplicables al pabellón del centro educativo objeto de estudio.

Paso 2: Predimensionamiento

Predimensionamiento de los elementos estructurales del proyecto, basándose en las directrices proporcionadas en el libro del Ingeniero Antonio Blanco.

Paso 3: Metrado

Metrado de cargas de acuerdo con la norma E.020 y la E.030 (2026) vigente para el pabellón del centro educativo en estudio.

Paso 4: Modelación

Modelación estructural del módulo de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, utilizando el software Robot Structural Analysis Professional para dicha estructura existente.

Paso 5: Análisis

Análisis estático y dinámico empleando el programa Robot Structural Analysis Professional.

Paso 6: Procesamiento de datos

Procesamiento de datos conseguidos con el programa Robot Structural Analysis Professional, verificando de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Paso 7: Propuestas de solución.

Al culminar la modelación, análisis y comparación se sugerirá alternativas de solución ante los posibles problemas que pudieran presentar en el presente módulo en estudio.

Criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación presentados a continuación nos permitirán evaluar el desempeño estructural sismorresistente de manera teórica y simulada en Robot Structural Analysis Professional, permitiendo que el análisis siga un enfoque no experimental pero detallado y alineado con la normativa vigente.

Cumplimiento de la Norma vigente E.030 (Evaluación Teórica).

Verificar que los resultados obtenidos en Robot Structural Analysis Professional cumplan con los requisitos de la norma vigente E.030 (2026), usando análisis estructural para establecer comparaciones.

Criterio de aceptación: Los datos teóricos y simulados en Robot Structural Analysis Professional deben cumplir los valores mínimos exigidos por la norma para asegurar la resistencia y seguridad estructural.

Desplazamientos y Derivas de Entrepiso (Simulación).

Comparar los desplazamientos y derivas de entrepiso obtenidos en Robot Structural Analysis Professional con los límites normativos, sin pruebas físicas.

Criterio de aceptación: La deriva de entrepiso en el modelo debe ser menor o igual a los valores límite normativos, para asegurar que los desplazamientos mantengan la estabilidad del edificio bajo cargas sísmicas.

Esfuerzos y Momentos en Elementos Estructurales (Análisis Teórico).

Evaluar los esfuerzos de corte, flexión y compresión en elementos críticos (vigas, columnas, losas) mediante simulación en Robot Structural Analysis Professional, asegurando que no excedan la capacidad admisible de los materiales.

Criterio de aceptación: Las solicitaciones en el modelo no deben superar la capacidad de los elementos estructurales según los materiales, permitiendo una respuesta segura y sin fallas.

Frecuencia Natural y Modos de Vibración.

Analizar los modos de vibración y la frecuencia natural del edificio a través de un análisis modal en Robot Structural Analysis Professional, para evitar la resonancia en condiciones sísmicas.

Criterio de aceptación: La frecuencia natural debe minimizar el riesgo de resonancia con los movimientos sísmicos esperados, verificando la estabilidad dinámica teórica del edificio.

Factor de Reducción Sísmica (R).

Evaluar el factor de reducción sísmica en Robot Structural Analysis Professional, que representa la capacidad de disipación de energía de la estructura.

Criterio de aceptación: El valor de R debe alinearse con el tipo de sistema estructural y materiales definidos en la normativa E.030 (2026), simulando suficiente capacidad de disipación.

Distribución Teórica de Fuerzas Sísmicas.

Analizar la distribución de fuerzas sísmicas en el modelo estructural, simulando cómo se distribuyen entre los elementos en cada nivel.

Criterio de aceptación: Las fuerzas sísmicas deben distribuirse en concordancia con la rigidez de cada nivel para evitar concentraciones de esfuerzo, manteniendo el balance estructural en el análisis teórico.

Simulación de Comportamiento Dúctil en Elementos Críticos.

Emplear un análisis elástico lineal en Robot Structural Analysis Professional para aproximar la capacidad de ductilidad, sin realizar ensayos no lineales.

Criterio de aceptación: Los elementos estructurales deben mostrar deformaciones controladas en zonas críticas, simulando suficiente ductilidad para absorber energía sísmica sin colapso inmediato.

Factores de Seguridad en Elementos Estructurales (Evaluación Computacional).

Evaluar los factores de seguridad en los elementos críticos en Robot Structural Analysis Professional, comparando con los valores mínimos normativos.

Criterio de aceptación: Los factores de seguridad deben cumplir o exceder los valores normativos en el análisis computacional para todos los elementos, permitiendo una reserva de resistencia adecuada.

Integridad de Conexiones y Juntas (Simulación Estructural).

Analizar la capacidad de las conexiones y juntas para transferir cargas y momentos en el modelo estructural de Robot Structural Analysis Professional.

Criterio de aceptación: Las conexiones deben demostrar, en simulación, una capacidad de transmisión de esfuerzos adecuada, manteniendo la coherencia estructural en el modelo.

Equilibrio de Rigidez y Masa (Estructura No Experimental)

Revisar la rigidez y la distribución de masa en el modelo para evitar efectos torsionales.

Criterio de aceptación: El modelo debe mostrar una distribución adecuada de masa y rigidez, asegurando un comportamiento uniforme en simulaciones ante cargas sísmicas, sin efectos torsionales significativos.

Lineamientos para un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

La investigación aportará lineamientos para un mantenimiento estructural basado en las deficiencias y vulnerabilidades detectadas en el modelo estructural simulado. Estos lineamientos teóricos permitirán a la universidad identificar y priorizar elementos estructurales clave para mantener en condiciones óptimas, lo que incrementa la seguridad sin necesidad de modificar la estructura físicamente.

Esquema de Valoración para la Atenuación de Peligros en Edificaciones Análogas

A partir de la información recolectada en Robot Structural Analysis Professional y el cotejo con los reglamentos, se planteará un protocolo de estimación reproducible en otros inmuebles de rasgos parecidos dentro del campus. Este sistema facultará a los encargados de mantenimiento para ejecutar diagnósticos constantes y conceptuales, prescindiendo de pruebas invasivas, con el fin de pronosticar el desempeño sísmico y proyectar ajustes precautorios.

Sugerencias para Optimizar la Reacción Dinámica de la Construcción

Fundamentándose en los hallazgos del examen modal y de la conducta telúrica, el estudio brindará pautas para armonizar el reparto de la inercia y la dureza del edificio en posteriores remodelaciones. Esto potenciará el comportamiento ante vibraciones y aminorará la fragilidad del esqueleto resistente. Tales propuestas servirán como guía en programas de perfeccionamiento sin requerir transformaciones inmediatas en la obra.

Iniciativa de Renovación en los Planes de Desalojo

Se entregarán directrices para modernizar las estrategias de salida y los espacios de resguardo en el pabellón, basándose en la respuesta mecánica simulada. Esto abarcará la redistribución o marcado de áreas de protección y trayectos de escape sugeridos, según las zonas

de debilidad identificadas en la armazón, elevando la protección de los usuarios sin necesidad de obras civiles.

Estructura Metodológica para Diagnósticos Posteriores

El proyecto establecerá un esquema de calificación teórica, pormenorizando las fases y cálculos a seguir en futuros peritajes de ingeniería no empíricos. Esto permitirá que la institución educativa o centros afines lleven a cabo monitoreos frecuentes para localizar de forma prematura posibles amenazas en la infraestructura, empleando modelos digitales y revisiones legales como mecanismos de anticipación.

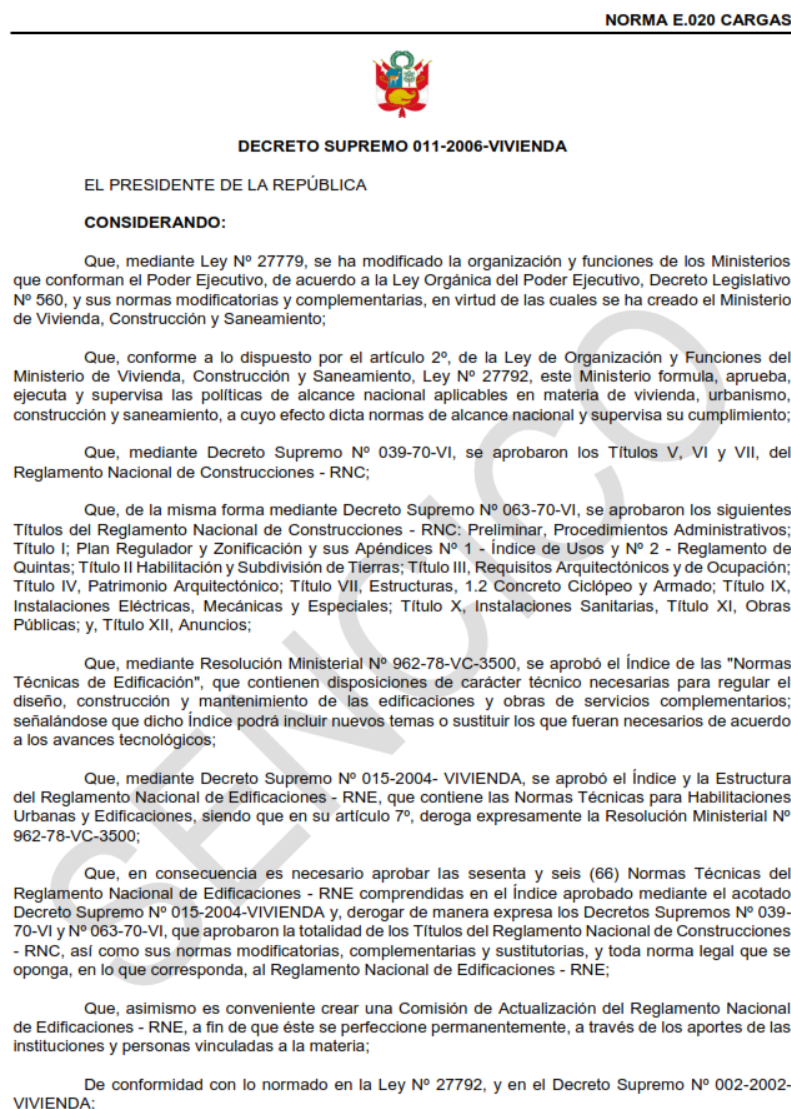
Sensibilización sobre la Relevancia de los Análisis de Ingeniería Preventivos

Por último, la investigación proporcionará un registro minucioso sobre la trascendencia de las auditorías sismorresistentes analíticas en complejos de enseñanza. Se subrayará la urgencia de disponer de protocolos de prevención y métricas de simulación que respalden la elección de estrategias fundamentadas en la gestión de la infraestructura educativa.

Normas técnicas

Figura 5

Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.



Nota. Recuperado de la norma E.020 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Figura 6

Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.

NORMA E.020 CARGAS

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación

Apruébese sesenta y seis (66) Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, comprendidas en el Índice aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, cuya relación es la siguiente:

- Norma G.010 Consideraciones Básicas.
- Norma G.020 Principios Generales.
- Norma G.030 Derechos y Responsabilidades.
- Norma G.040 Definiciones.
- Norma G.050 Seguridad durante la Construcción.
- Norma GH.010 Alcances y contenido.
- Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano.
- Norma TH.010 Habilitaciones residenciales.
- Norma TH.020 Habilitaciones comerciales.
- Norma TH.030 Habilitaciones industriales.
- Norma TH.040 Habilitaciones para usos especiales.
- Norma TH.050 Habilitaciones en riberas y laderas.
- Norma TH.060 Reurbanización.
- Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano.
- Norma OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano.
- Norma OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano.
- Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano.
- Norma OS.070 Redes de aguas residuales.
- Norma OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales.
- Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Norma OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria.
- Norma EC.010 Redes de distribución de energía eléctrica.
- Norma EC.020 Redes de alumbrado público.
- Norma EC.030 Subestaciones eléctricas.
- Norma EC.040 Redes e instalaciones de comunicaciones.
- Norma GE.010 Alcances y contenido.
- Norma GE.020 Componentes y características de los proyectos.
- Norma GE.030 Calidad en la construcción.
- Norma GE.040 Uso y mantenimiento.
- Norma A.010 Condiciones generales de diseño.
- Norma A.020 Vivienda.
- Norma A.030 Hospedaje.
- Norma A.040 Educación.
- Norma A.050 Salud.
- Norma A.060 Industria.
- Norma A.070 Comercio.
- Norma A.080 Oficinas.
- Norma A.090 Servicios comunales.
- Norma A.100 Recreación y deportes.
- Norma A.110 Comunicación y transporte.
- Norma A.120 Accesibilidad para personas con discapacidad.
- Norma A.130 Requisitos de seguridad.
- Norma A.140 Bienes culturales inmuebles y zonas monumentales.
- Norma E.010 Madera.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.
- Norma E.040 Vidrio.
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones.
- Norma E.060 Concreto armado.
- Norma E.070 Albañilería.
- Norma E.080 Adobe.
- Norma E.090 Estructuras metálicas.
- Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.

Nota. Recuperado de la norma E.020 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Figura 7

Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.

NORMA E.020 CARGAS
- Norma IS.020 Tanques sépticos. - Norma EM.010 Instalaciones eléctricas interiores. - Norma EM.020 Instalaciones de comunicaciones. - Norma EM.030 Instalaciones de ventilación. - Norma EM.040 Instalaciones de gas. - Norma EM.050 Instalaciones de climatización. - Norma EM.060 Chimeneas y hogares. - Norma EM.070 Transporte mecánico. - Norma EM.080 Instalaciones con energía solar. - Norma EM.090 Instalaciones con energía eólica. - Norma EM.100 Instalaciones de alto riesgo.
Artículo 2º.- Vigencia El Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación, en el Diario Oficial El Peruano.
Artículo 3º.- Derogación Expresa y Genérica Deróganse los Decretos Supremos N°s. 039 y 063-70-VI, que aprobaron la totalidad de los Títulos del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, así como sus normas modificatorias, complementarias, sustitutorias, y toda norma legal que se oponga en lo que corresponda; a partir de la vigencia del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.
Artículo 4º.- Irretroactividad de la Norma Los anteproyectos y proyectos de edificación, así como los proyectos de habilitación urbana y los procedimientos administrativos, iniciados al amparo del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, se regirán por dicha norma hasta su culminación; salvo que, por solicitud expresa y por escrito del administrado, éste desee acogerse a las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.
Artículo 5º.- Aplicabilidad de la Norma Los anteproyectos y proyectos de edificación, así como los proyectos de habilitación urbana elaborados al amparo del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, que se presenten ante las autoridades competentes, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la entrada en vigencia del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, podrán ser calificados, a solicitud expresa y por escrito del administrado, de acuerdo a las normas del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC.
Artículo 6º.- Proyecto de Edificación con Anteproyecto Aprobado El proyecto de edificación que cuente con Anteproyecto aprobado, de acuerdo con lo normado en el Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, con una antigüedad máxima de dieciocho (18) meses, será calificado con las normas de dicho Reglamento.
Artículo 7º.- Comisión de Permanente de Actualización Constitúyase la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, a fin de que se encargue de analizar y formular las propuestas para su actualización; la que estará integrada por: • Un representante del Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, quien la presidirá; • Un representante del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo; • Un representante del Viceministerio de Construcción y Saneamiento; • Un representante de la Cámara Peruana de la Construcción; • Un representante del Colegio de Arquitectos del Perú; • Un representante del Colegio de Ingenieros del Perú; • Un representante del Colegio de Abogados de Lima; • Un representante de la Universidad Nacional de Ingeniería; • Un representante de la Municipalidad Metropolitana de Lima; y, • Un representante de la Asociación de Municipalidades del Perú. La Dirección Nacional de Vivienda del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, hará las veces de Secretaría Técnica de dicha Comisión.

Nota. Recuperado de la norma E.020 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Figura 8

Decreto supremo 011-2006- VIVIENDA del 06-09-2004.

NORMA E.020 CARGAS

Artículo 8°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, a los cinco días del mes de mayo del año dos mil seis.

ALEJANDRO TOLEDO
Presidente Constitucional de la República

RUDECINDO VEGA CARREAZO
Ministro de Vivienda, Construcción y
Saneamiento

Nota. Recuperado de la norma E.020 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

➤ NTE E.030 “Diseño sismorresistente”

Validación:

La norma que se utilizara se ha extraído del Departamento de Normalización que tiene a su cargo la elaboración de las Normas Técnicas de Edificación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), bajo la Aprobación del Índice (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 06-09-2004) y Aprobación de Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 05-03-2006) además que se tendrá en cuenta el siguiente documentó.

Figura 9

Resolución ministerial N°355-2018-vivienda.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE



RESOLUCION MINISTERIAL N° 355-2018-VIVIENDA

Lima, 22 de octubre del 2018

VISTOS: el Memorándum N° 976-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento; el Informe N° 1661-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DC de la Dirección de Construcción; el Informe N° 005-2018-CPARNE de la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones; y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS, establece que este Ministerio es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, que son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional y tiene entre otras competencias exclusivas el dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución de las políticas nacionales y sectoriales;

Que, el numeral 1 del artículo 9 de la citada Ley establece entre las funciones exclusivas del MVCS, desarrollar y aprobar tecnologías, metodologías o mecanismos que sean necesarios para el cumplimiento de las políticas nacionales y sectoriales, en el ámbito de su competencia;

Que, el literal d) del artículo 82 del Reglamento de Organización y Funciones del MVCS, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA y su modificatoria aprobada por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA, establece que la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento - DGPRCS, tiene entre sus funciones proponer actualizaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, en coordinación con los sectores que se vinculen, en el marco de los Comités Técnicos de Normalización, según la normatividad vigente;

Que, mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA se aprueba el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones que se ejecuten a nivel nacional, estableciéndose en los artículos 1 y 3 de la citada norma, que el MVCS aprueba, mediante Resolución Ministerial, las normas técnicas y sus modificaciones de acuerdo al mencionado índice;

Que, mediante Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA se aprueban 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, entre las que se encuentra la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, la misma que fue modificada sucesivamente por Decretos Supremos N° 002-2014-VIVIENDA y N° 003-2016-VIVIENDA, y se crea la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones - CPARNE, encargada de analizar y formular las propuestas para la actualización de las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones;

Que, conforme al Memorándum N° 976-2018- VIVIENDA/VMCS-DGPRCS, sustentado en el Informe N° 1661-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DC, la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del MVCS, sustenta la modificación de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente contenida en el Numeral III.2 Estructuras, del Título III Edificaciones del RNE, aprobada por el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por los Decretos Supremos N° 002-2014-VIVIENDA y N° 003-2016-VIVIENDA, con la finalidad de actualizar el citado marco normativo en concordancia con la innovación tecnológica actual, a fin de garantizar que el diseño y construcción de las edificaciones incluya un comportamiento sísmico óptimo orientado a evitar la pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad;

Que, mediante Informe N° 005-2018-CPARNE, la CPARNE informa que en la Sexagésima Octava Sesión de la Comisión se aprobó por unanimidad la propuesta modificación de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, por lo que corresponde aprobar la citada propuesta normativa;

Que, resulta necesario aprobar la modificación de la Norma Técnica, a que se refiere el considerado que antecede, conforme a lo opinado por la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones y la Dirección de Construcción de la Dirección General de Política y Regulación en Construcción y Saneamiento;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA y modificatoria; y los Decretos Supremos N° 015-2004-VIVIENDA y N° 011-2006-VIVIENDA;

Nota. Recuperado de la norma E.030 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

Figura 10

Resolución ministerial N°355-2018-vivienda.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE

Modifícase la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Numeral III.2 Estructuras, del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por los Decretos Supremos N° 002-2014-VIVIENDA y N° 003-2016-VIVIENDA, que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Publicación y Difusión

Encárguese a la Oficina General de Estadística e Informática la publicación de la presente Resolución Ministerial y de la Norma Técnica a que se refiere el artículo precedente, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- Normativa aplicable a proyectos de inversión pública y privada en ejecución

Los proyectos de inversión pública o privada comprendidos en los alcances de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, que a la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial, cuenten con expediente técnico aprobado en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones - Invierte.pe, o que se encuentre en trámite la licencia de edificación en las municipalidades, respectivamente, se rigen por las disposiciones de la citada Norma Técnica aprobada por Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JAVIER PIQUÉ DEL POZO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Nota. Recuperado de la norma E.030 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

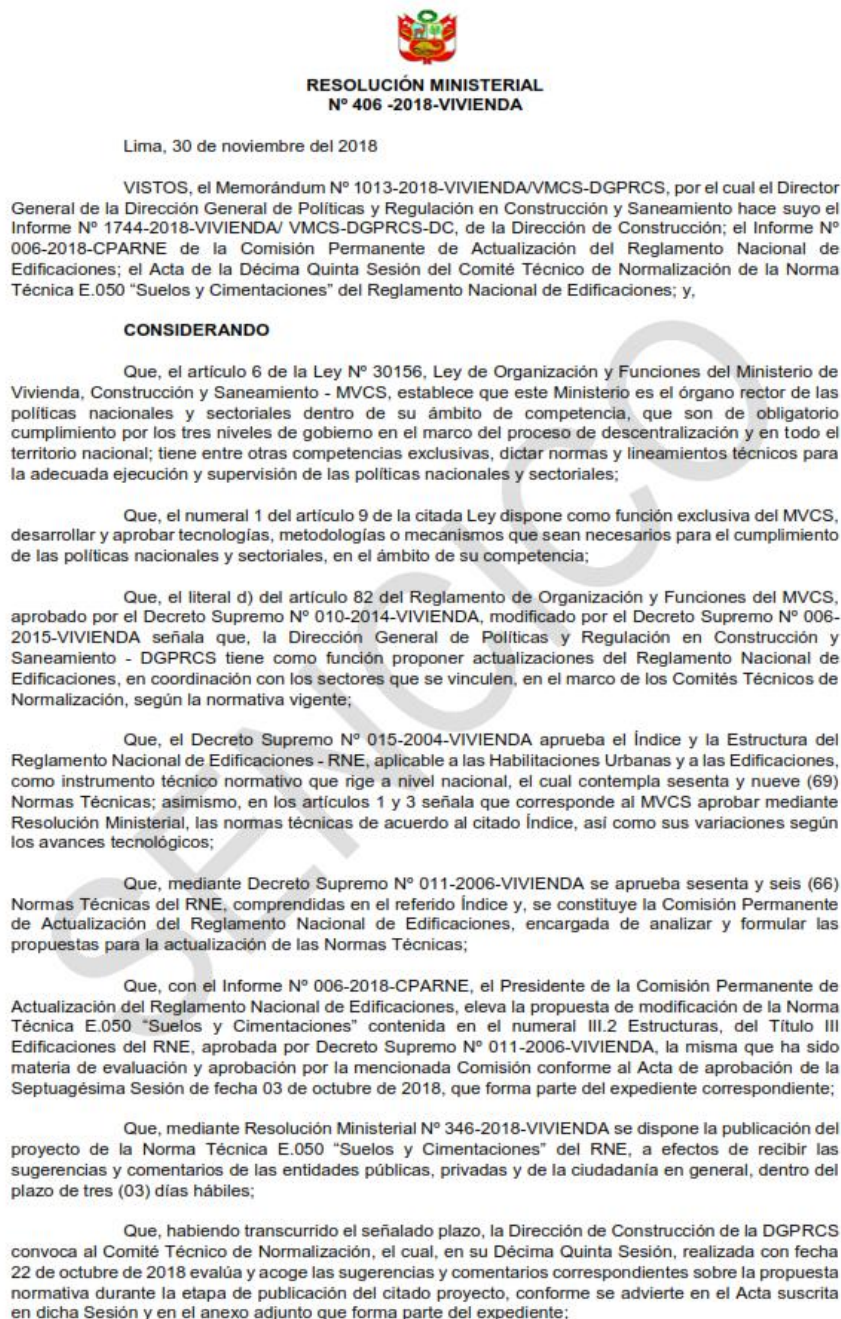
➤ NTE E.050 “Suelos Y cimentaciones”

Validación:

La norma que se utilizara se ha extraído del Departamento de Normalización que tiene a su cargo la elaboración de las Normas Técnicas de Edificación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), bajo la Aprobación del Índice (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 06-09-2004) y Aprobación de Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 05-03-2006) además que se tendrá en cuenta el siguiente documentó.

Figura 11

Resolución ministerial N°406-2018-vivienda



Nota. Recuperado de la norma E.050 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

Figura 12

Resolución ministerial N°406-2018-vivienda

Que, con el documento del visto, la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento sustenta la propuesta de modificación de la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" contenida en el Numeral III.2 Estructuras, del Título III Edificaciones del RNE, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, la cual tiene por finalidad brindar una regulación técnica adecuada en el sostenimiento de excavaciones profundas ante el crecimiento vertical de las edificaciones, situación que se presenta por la limitación de expansión horizontal; proporciona una herramienta de control para la actividad de fiscalización de los gobiernos locales; así como, garantiza la integridad física de los usuarios al incentivar edificaciones que cuenten con estructuras de sostenimiento de excavaciones y que preserven las inversiones en infraestructura a nivel nacional;

Que, el citado informe indica además que el proyecto normativo incorpora lineamientos técnicos mínimos para la ejecución de estructuras de sostenimiento, desarrollando entre otros temas: Estructuras de sostenimiento ancladas, calzaduras y muros de contención, monitoreo de las excavaciones, control de calidad de sistemas de sostenimiento, entre otros;

Que, de acuerdo a lo expuesto en los considerandos precedentes, es necesario modificar la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE, por lo que corresponde su aprobación, conforme a lo señalado por la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones, la DGPRCS, así como el Comité Técnico de Normalización conformado para la evaluación de la aludida norma técnica;

De conformidad con lo dispuesto en el literal b) del artículo 23 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA que aprueba el Índice del Reglamento Nacional Edificaciones;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones

Modifícase la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones", del Numeral III.2 Estructuras, del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Publicación y Difusión

Encárguese a la Oficina General de Estadística e Informática la publicación de la presente Resolución Ministerial y de la Norma Técnica a que se refiere el artículo precedente, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única. - Normativa aplicable a proyectos de inversión pública y privada en ejecución

Los proyectos de inversión pública o privada comprendidos en los alcances de la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE, que a la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial, cuenten con expediente técnico aprobado en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones - Invierte.pe, o que se haya solicitado a las Municipalidades la licencia de edificación correspondiente, se rigen por las disposiciones del texto de la citada Norma Técnica aprobado por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JAVIER PIQUÉ DEL POZO

Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Nota. Recuperado de la norma E.050 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

➤ **NTE E.060 “Concreto armado”**

Validación:

La norma que se utilizara se ha extraído del Departamento de Normalización que tiene a su cargo la elaboración de las Normas Técnicas de Edificación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), bajo la Aprobación del Índice (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 06-09-2004) y Aprobación de Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 05-03-2006) además que se tendrá en cuenta el siguiente documentó.

Figura 13

Decreto supremo N°010-2009-vivienda

N.T.E. E.060 CONCRETO ARMADO



DECRETO SUPREMO N° 010-2009-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO

Que, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de conformidad con la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, tiene competencia para formular, aprobar, ejecutar y supervisar las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento a cuyo efecto dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, se aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones, como instrumento técnico – normativo que rige a nivel nacional, y por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE, y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, a fin que se encargue de analizar y formular las propuestas para su actualización;

Que, con Informes N° 01 y 02-2009/VIVIENDA/VMVU-CPARNE, el Presidente y Secretario Técnico de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva las propuestas de modificación de ocho (8) Normas Técnicas del RNE: G.050 Seguridad Durante la Construcción; OS.050 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano; OS.070 Redes de Agua Residuales; A.010 Condiciones Generales de Diseño; A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad; E.060 Concreto Armado; EM.040 Instalaciones de Gas y EM.080 Instalaciones con Energía Solar, así como la modificación de los Anexos de la Norma Técnica A.030 Hospedaje y el cambio de denominación de la Norma Técnica A.120; Accesibilidad para Personas con Discapacidad por A.120; Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de las Personas Adultas Mayores; las mismas que han sido materia de evaluación y aprobación por la referida Comisión conforme aparece en las Actas respectivas, que se anexan a los Informes citados;

Que, estando a lo informado y a las propuestas de Normas Técnicas, Anexos y cambios de denominación, a que se refiere el considerando precedente, alcanzadas por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, resulta necesario disponer la modificación de las mismas con la finalidad de actualizar su contenido;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, el numeral 3) del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, la Ley N° 27792 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA modificado por Decreto Supremo N° 045-2006-VIVIENDA.

DECRETA:

Artículo 1°.- Modificación de denominación de la Norma Técnica A.120 del RNE. Modifíquese la denominación de la Norma Técnica A.120 del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, como "Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de las Personas Adultas Mayores".

Artículo 2°.- Modificación de ocho (8) Normas Técnicas del RNE. Modifíquese el contenido de ocho (8) Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, aprobadas por el Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, que forman parte integrante del presente Decreto Supremo y cuya relación es la siguiente:

Del Título I "Generalidades"

- G.050 Seguridad Durante la Construcción.

Del Título II "Habilitaciones Urbanas"

- OS.050 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano.
- OS.070 Redes de Aguas Residuales.

Del Título III "Edificaciones"

- A.010 Condiciones Generales de Diseño.
- A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de las Personas Adultas Mayores.
- E.060 Concreto Armado
- EM.040 Instalaciones de Gas.
- EM.080 Instalaciones con Energía Solar.

Artículo 3°.- Modificación de los Anexos de la Norma Técnica A.030 Hospedaje del RNE.

Modifíquese los Anexos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la Norma Técnica A.030 Hospedaje del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, cuyo detalle forma parte de este dispositivo.

Artículo 4°.- Publicación y Difusión

El contenido de las Normas Técnicas a que se refiere el artículo 2° y los Anexos a que se refiere el artículo 3° del presente Decreto Supremo, serán publicados en el Portal de Internet del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe).

Artículo 5°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por la Ministra de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los ocho días del mes de mayo del año dos mil nueve.

ALAN GARCIA PEREZ
Presidente Constitucional de la República

NIDIA VILCHEZ YUCRA
Ministra de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Nota. Recuperado de la norma E.060 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

2.3.Análisis de datos.

Se llevó a cabo la revisión bibliográfica exhaustiva, considerando diversas fuentes como tesis, libros, revistas especializadas, artículos de investigación y el expediente técnico de la Universidad Nacional de Jaén, entre otros. Del mismo modo, se analizaron minuciosamente las variables vinculadas al objeto de estudio, acatando los reglamentos técnicos actuales del territorio nacional. Bajo esta premisa, se pretendió alcanzar un entendimiento vasto y exhaustivo de la materia tratada, con el fin de proporcionar un examen estricto y pormenorizado en la presente investigación.

2.4.Aspectos éticos

Este estudio se llevó a cabo bajo el cumplimiento estricto de los preceptos éticos esenciales que orientan la labor científica. Inicialmente, se veló por la honradez académica, corroborando que cada dato empleado fuera debidamente acreditado y mencionado, eludiendo cualquier indicio de copia no autorizada y salvaguardando la propiedad intelectual.

De igual forma, la investigación se fundamentó en los valores de autenticidad y claridad, puesto que los hallazgos derivan de protocolos de ingeniería y diagnósticos mecánicos ejecutados con imparcialidad, careciendo de cualquier tipo de falseamiento o modificación de las cifras.

Respecto a la materia de análisis, se mantuvo el compromiso de deber profesional, debido a que la valoración técnica se efectuó en total concordancia con las leyes actuales, particularmente el cuerpo legal del Reglamento Nacional de Edificaciones y el estándar técnico E.030, con el propósito de asegurar deducciones con solidez técnica y confiabilidad.

III. RESULTADOS

Desarrollo del Objetivo Específico 1: Calcular las fuerzas sísmicas y los desplazamientos máximos permitidos en la estructura del módulo, aplicando los criterios de la Norma vigente E.030 (2026).

Tabla 1

Parámetros sísmicos de análisis

Parámetro	Valor
Z =	0.25
S =	1.30
TP =	0.6
TL =	3.0
U =	1.5
C =	2.5
Coeficiente Básico: $R_o \times I_a \times I_p$	7
Coeficiente Básico Fuerzas: $R = R_o \times I_a \times I_p$	7
$I_a =$	1
$I_p =$	1

Nota. elaboración propia.

El cuadro expone las variables telúricas tomadas en cuenta para el diagnóstico mecánico del pabellón de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Tales registros establecen los niveles de peligro sísmico de la zona, las propiedades del estrato geológico y la relevancia del inmueble. En ese sentido, la zonificación sísmica de $Z = 0.25$, el factor de suelo $S = 1.30$ y el factor de uso $U = 1.5$ indican que la estructura fue analizada bajo condiciones normativas que exigen un adecuado nivel de seguridad. Asimismo, el coeficiente de reducción sísmica $R = 7$ refleja que el sistema estructural posee capacidad de

disipación de energía, mientras que el coeficiente $C = 2.5$ y el factor espectral de 0.683 permiten cuantificar la acción sísmica de diseño aplicada en el análisis.

Tabla 2

Resultados del análisis sísmico global

Parámetro	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Cortante basal (V)	333.96 ton	333.96 ton
Periodo fundamental (T)	0.30 s	0.31 s
Tipo de análisis	Estático y dinámico	Estático y dinámico
Participación de masa	> 90%	> 90%

Nota. elaboración propia.

Los resultados globales muestran que la estructura presenta una cortante basal de 333.96 toneladas, valor que representa la fuerza sísmica total que actúa en la base del edificio. Además, los períodos fundamentales de vibración de 0.30 s en la dirección X-X y 0.31 s en la dirección Y-Y evidencian que la estructura tiene una respuesta dinámica relativamente rígida, lo cual es característico de edificaciones con buena capacidad para controlar desplazamientos. De igual manera, la participación modal superior al 90 % en ambas direcciones confirma que el modelo estructural empleado logra representar adecuadamente el comportamiento dinámico del edificio.

Tabla 3

Distribución de fuerza sísmica en altura

Nivel	Altura (m)	Peso (ton)	α_i	Fuerza sísmica (ton)
Planta 3	11.10	459.39	0.49	164.27
Planta 2	7.40	467.22	0.33	111.38
Planta 1	3.70	489.29	0.17	58.32
Total	—	—	1.00	333.96

Nota. elaboración propia.

La distribución de la fuerza sísmica en altura evidencia que la mayor demanda se concentra en la planta 3, con 164.27 toneladas, seguida por la planta 2 con 111.38 toneladas y la planta 1 con 58.32 toneladas. Este comportamiento es coherente con el análisis sísmico, ya que las fuerzas laterales aumentan con la altura debido a la influencia combinada del peso estructural y la elevación de cada nivel. En consecuencia, se observa que los pisos superiores están sometidos a una mayor exigencia sísmica, lo cual debe ser considerado en la evaluación de rigidez, resistencia y desplazamientos de los elementos estructurales

Tabla 4

Desplazamientos y derivas de entrepiso

Parámetro	Dirección X-	Dirección Y-	Límite permisible	Cumple
	X	Y	(E.030)	
Deriva máxima	0.00055	0.00057	0.007	Sí
Deriva mínima	0.00028	0.00027	0.007	Sí

Nota. elaboración propia.

Los valores de deriva máxima obtenidos, 0.00055 en la dirección X-X y 0.00057 en la dirección Y-Y, se encuentran muy por debajo del límite permisible de 0.007 establecido por la Norma E.030. Esto demuestra que la estructura presenta un adecuado control de desplazamientos laterales ante la acción sísmica. Asimismo, las derivas mínimas registradas también muestran uniformidad en la respuesta estructural, lo que indica que la edificación no presenta deformaciones excesivas ni riesgo de inestabilidad por desplazamientos relativos entre pisos. En términos estructurales, estos resultados confirman un comportamiento favorable en cuanto a rigidez lateral y servicio sísmico

Tabla 5*Evaluación de cumplimiento normativo*

Criterio	Resultado	Evaluación
Cortante basal	333.96 ton	Adecuado
Periodo estructural	< 0.5 s	Estructura rígida
Participación modal	> 90%	Cumple
Derivas	< 0.007	Cumple
Distribución de fuerzas	Regular	Adecuado

Nota. elaboración propia.

La evaluación de cumplimiento normativo permite afirmar que la estructura satisface los principales requisitos establecidos por la Norma E.030 (2026) para el análisis sismorresistente. La cortante basal obtenida es consistente con las condiciones del modelo, los períodos estructurales muestran una respuesta adecuada, la participación modal supera el mínimo exigido y las derivas se mantienen dentro de los límites admisibles. Además, la distribución regular de fuerzas confirma que la estructura responde de manera ordenada frente a las sollicitaciones sísmicas. En conjunto, estos resultados demuestran que la edificación evaluada presenta condiciones estructurales satisfactorias para resistir eventos sísmicos de diseño.

Figura 14

Análisis sísmico estático de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO									
MODO: TX =	0.350	Segundos	Tabla N° 1 Factores de zona "Z"				MODO: TY =	0.350	Segundos
Z =	0.25	Zona 2-Jaén	ZONA				Z =	0.25	Zona 2-Jaén
S =	1.30	Suelo S2	4				S =	1.30	Suelo S2
TP =	0.6	S2	3				TP =	0.6	S2
TL =	3.0	S2	2				TL =	3.0	S2
U =	1.5	A2 - I.E. UNIV.	1				U =	1.5	A2 - I.E. UNIV.
C =	2.5		0.10				C =	2.5	
Coeficiente Básico: Ro	7	Ver norma E0.30	Tabla N° 4 Factor de suelo "S"				Coeficiente Básico: Ro	7	Ver norma E0.30
Coeficiente Básico Fuerzas: R = Ro x Ia x Ip	7		Suelo				Coeficiente Básico Fuerzas: R = Ro x Ia x Ip	7	
Ia =	1	Ver norma E0.30	Zona				Ia =	1	Ver norma E0.30
Ip =	1	Ver norma E0.30	S ₀				Ip =	1	Ver norma E0.30
PESO EDIFICIO	1918.140	tonf	S ₁				PESO EDIFICIO	1918.14	tonf
VE = ZUCS/R	0.17411	Coeficiente Sísmico (c)	S ₂				VE = ZUCS/R	0.17411	Coeficiente Sísmico (c)
CORTANTE BASAL: VExx =	333.962	tonf	S ₃				CORTANTE BASAL: VExx =	333.962	tonf
C/R > 0.11	0.3571		S ₄				C/R > 0.11	0.3571	
Kx =	1		Requiere un análisis de respuesta de sitio				Ky =	1	
			Tabla N° 5 Períodos T _p y T _L						
			Período fundamental de la estructura (T)						
			Factor de amplificación sísmica (C)						
			T < 0.2 T _p						
			0.2 T _p ≤ T ≤ T _p						
			T _p < T < T _L						
			T > T _L						

Nota. Cálculo del análisis sísmico estático de la estructura del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, considerando los parámetros establecidos en la Norma E.030 (2026). Se incluyen factores de zonificación, suelo, coeficiente sísmico y determinación de la cortante basal en ambas direcciones. Elaboración propia.

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a. Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- b. Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

Tabla 6

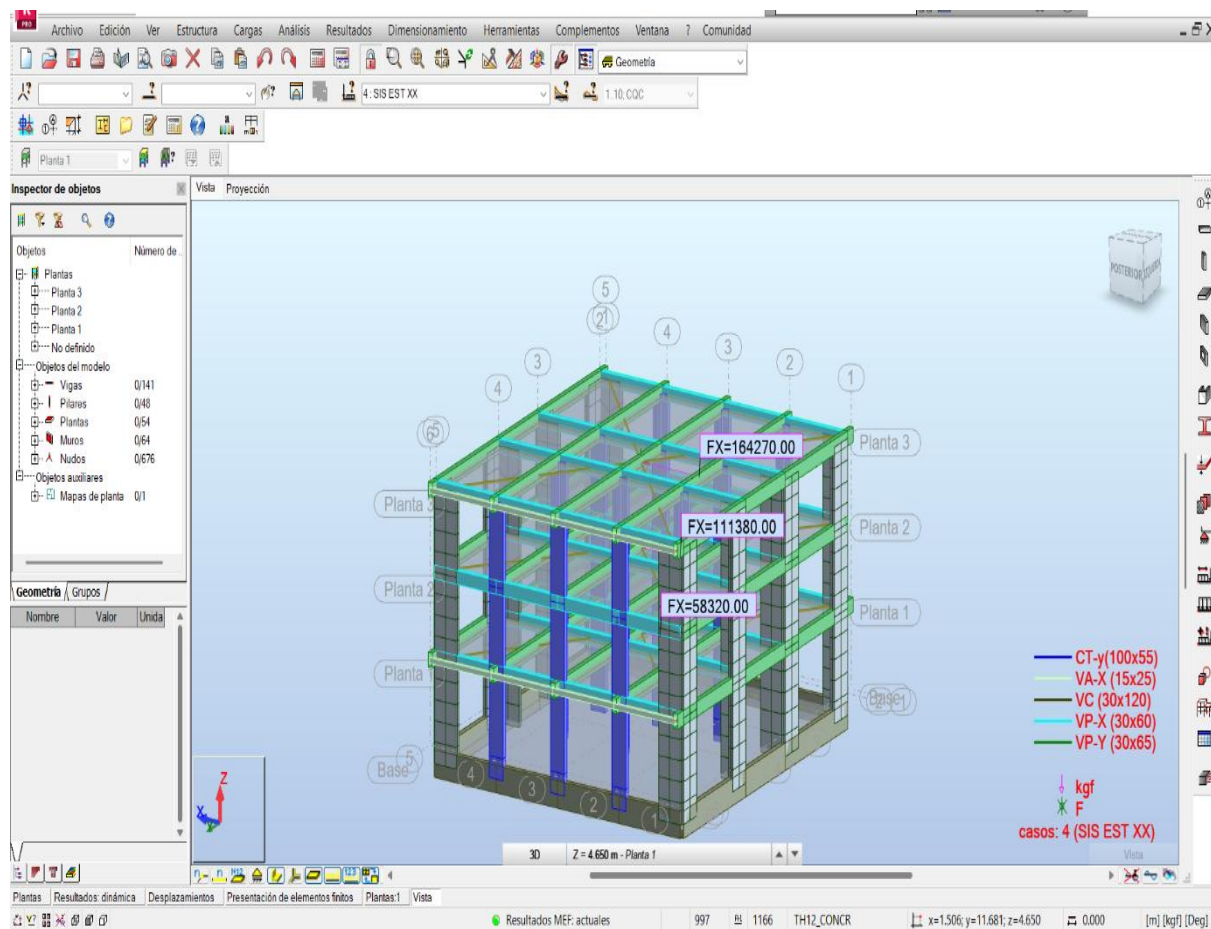
Distribución de fuerza sísmica en altura

Piso	Altura (h)	Peso Nivel	$p \cdot h^k$	alfa i	$F_i = (\alpha_i) \cdot V_{ex}$
PLANTA 3	11.10 m	459.39 t	5099.229	0.49	164.27 T
PLANTA 2	7.40m	467.22 t	3457.428	0.33	111.38 T
PLANTA 1	3.70 m	489.29 t	1810.373	0.17	58.32 T
Total			10367.03	1.00	333.96 T

Nota. Distribución de la fuerza sísmica en altura de la estructura del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, determinada a partir del análisis sísmico estático conforme a la Norma E.030 (2026). Se consideran el peso de cada nivel, su altura y el exponente de distribución, obteniéndose la fuerza sísmica actuante por nivel y la cortante basal total. Elaboración propia.

Figura 15

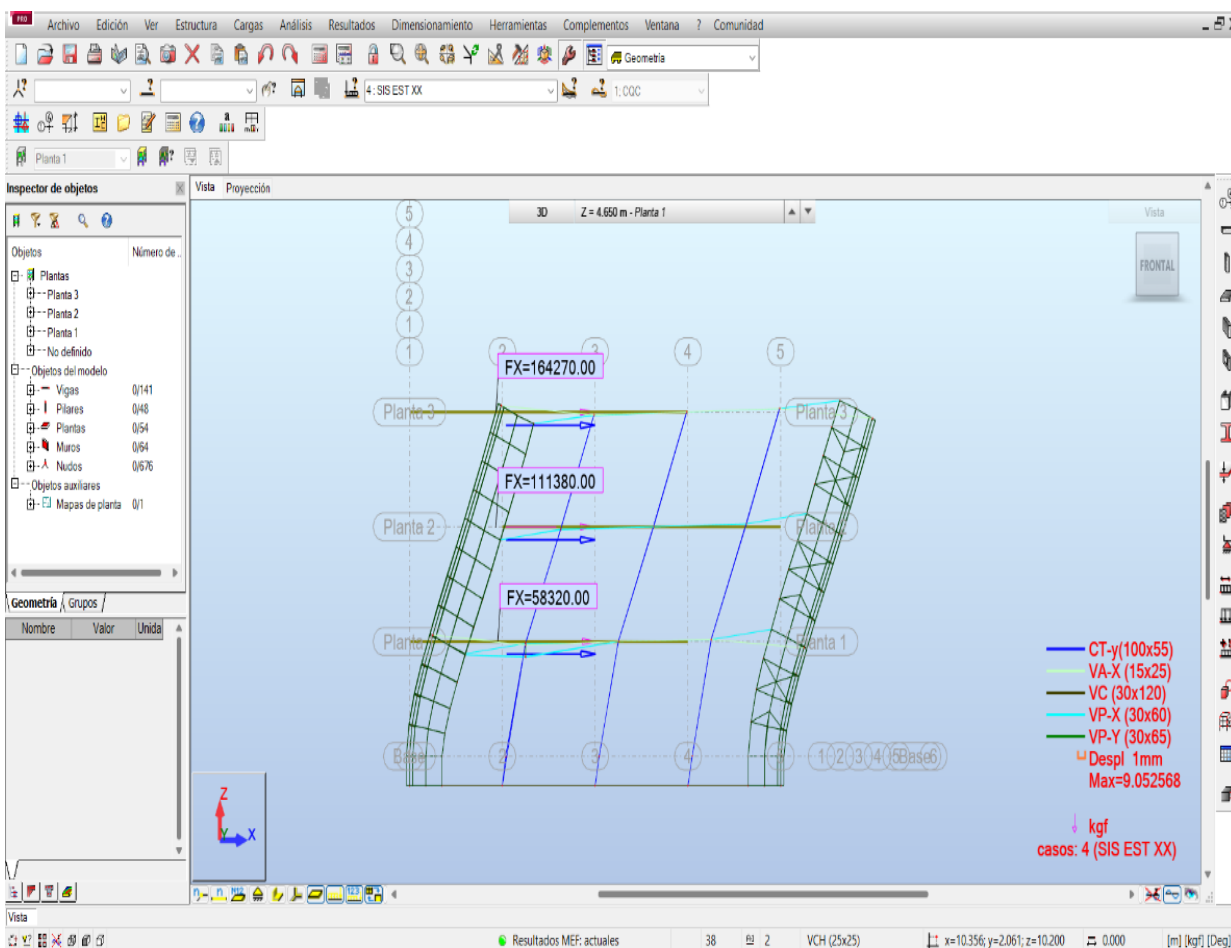
Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Analysis Structural (SIS EST X-X).



Nota. La figura muestra el resultado del análisis sísmico estático en la dirección X-X del módulo estructural, donde se observa la distribución de fuerzas sísmicas horizontales aplicados en cada nivel de la edificación. Estas fuerzas, representadas como FX, evidencian un incremento progresivo conforme aumenta la altura del edificio, alcanzando valores aproximados de 58,320 kgf en el primer nivel, 111,380 kgf en el segundo nivel y 164,270 kgf en el tercer nivel.

Figura 16

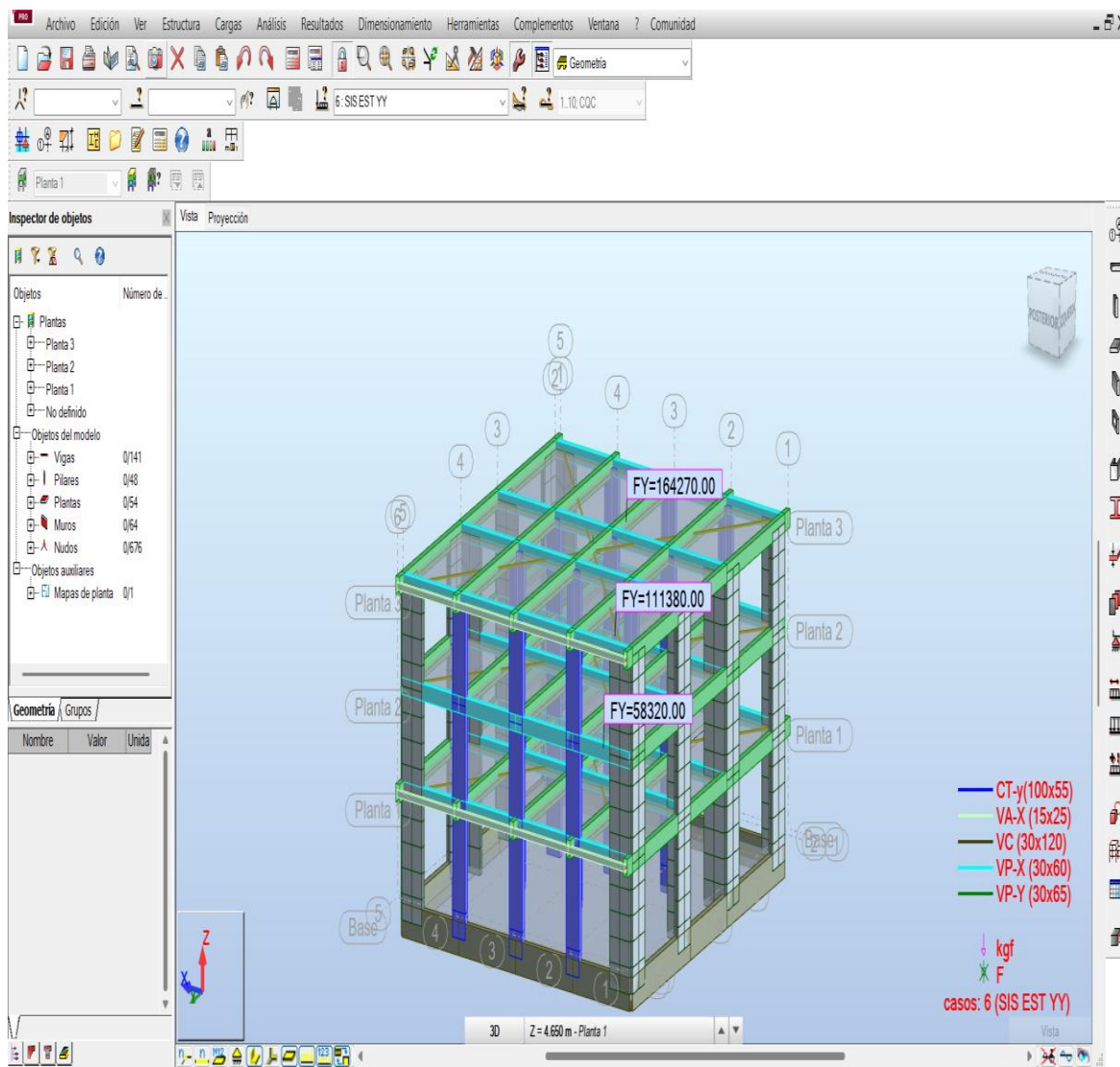
Deformación generada por el Sismo Estático en el sentido X-X



Nota. Deformación estructural del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ante la acción del sismo estático en la dirección X-X, obtenida mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la respuesta lateral de la estructura y la distribución de fuerzas sísmicas en cada nivel. Elaboración propia.

Figura 17

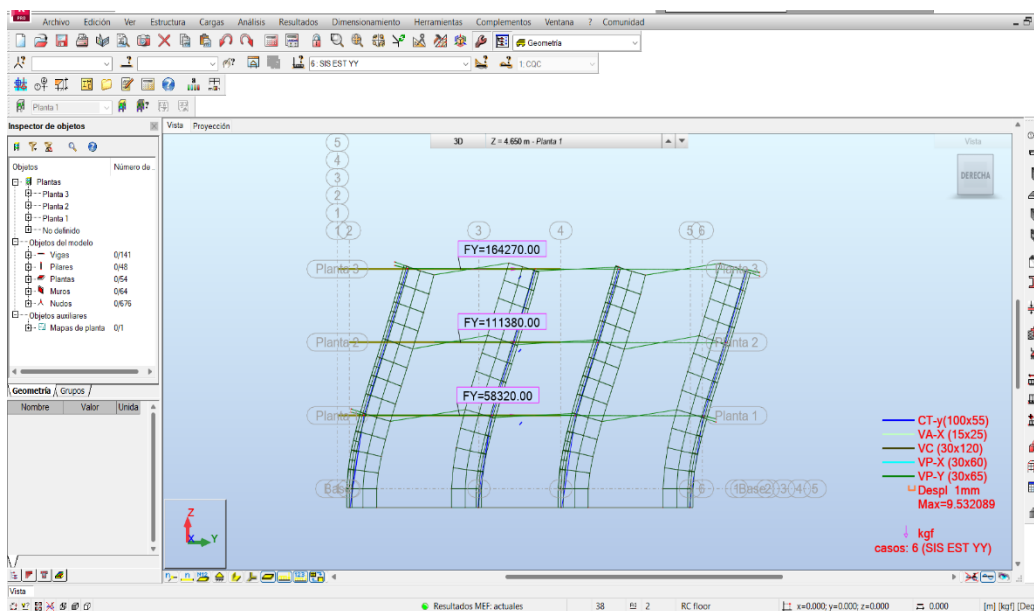
Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Analysis Structural (SIS EST Y-Y).



Nota. Distribución de fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y-Y del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, obtenida mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la aplicación de fuerzas laterales en cada nivel como resultado del análisis sísmico estático. Elaboración propia.

Figura 18

Deformación generada por el Sismo estático en el sentido Y-Y



Nota. Deformación estructural del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ante la acción del sismo estático en la dirección Y-Y, obtenida mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra el desplazamiento lateral de la estructura y la respuesta de sus elementos ante la aplicación de fuerzas sísmicas. Elaboración propia.

Fuerzas Sísmicas Verticales

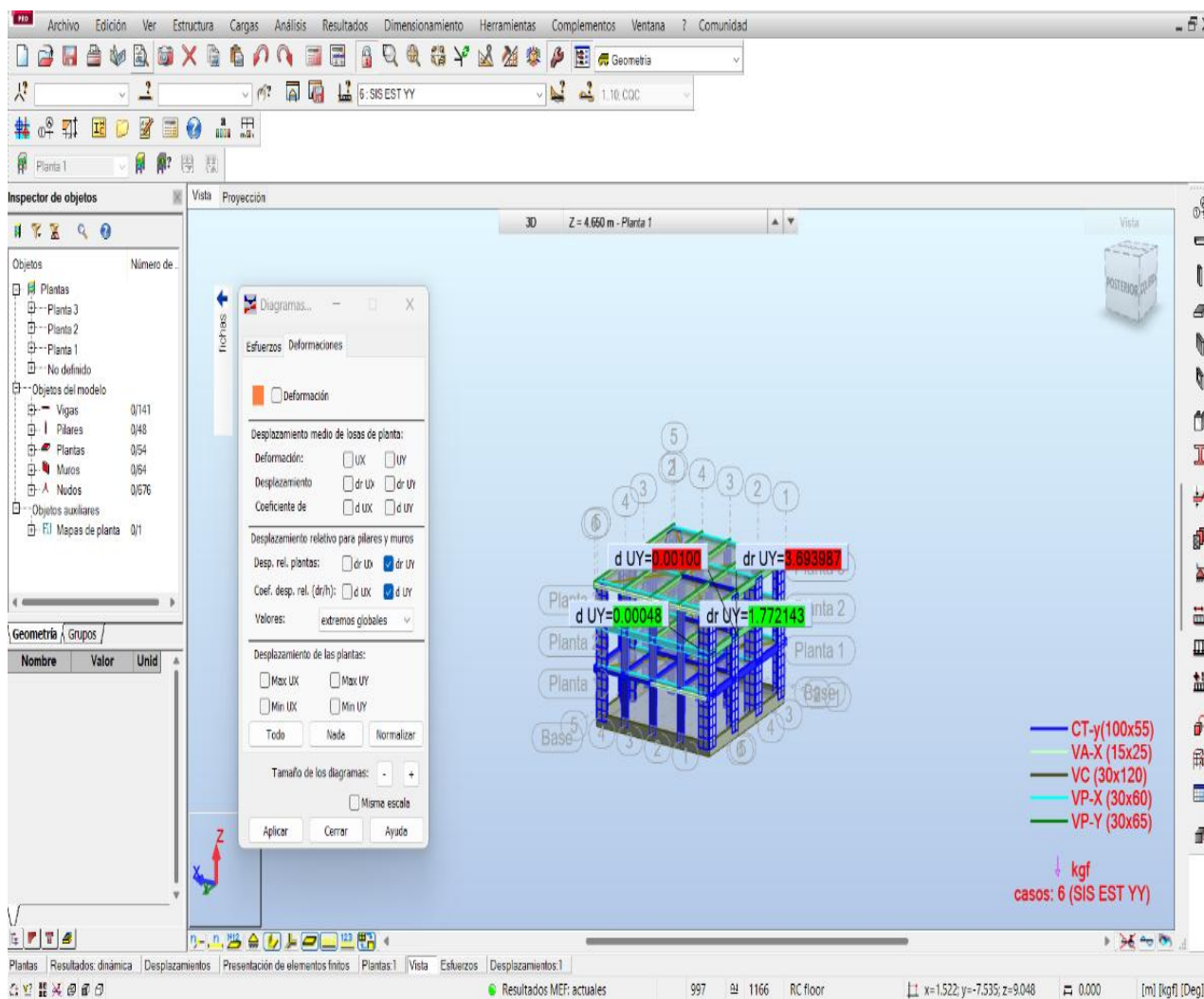
La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $2/3Z \cdot U \cdot S$.

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requiere un análisis dinámico con los espectros establecidos en el artículo 41 de la presente Norma Técnica.

The screenshot displays the SAP2000 software interface. The main window shows a 3D model of a multi-story building frame. The 'Inspector de objetos' window is open, displaying the 'Diagramas...' dialog box. The dialog shows various options for displaying diagrams, including 'Esfuerzos' and 'Deformaciones'. The main window shows the building model with nodes numbered 1 through 14. The status bar at the bottom indicates 'Resultados MEF: actuales' and '997 1166 RC floor'.

Nota. Evaluación de desplazamientos laterales y derivas de entrepiso en la dirección X-X del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, obtenida mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra los valores de desplazamiento absoluto (UX) y desplazamiento relativo (dr) en los diferentes niveles de la estructura. Elaboración propia.

Figura 20

Análisis dinámico modal espectral

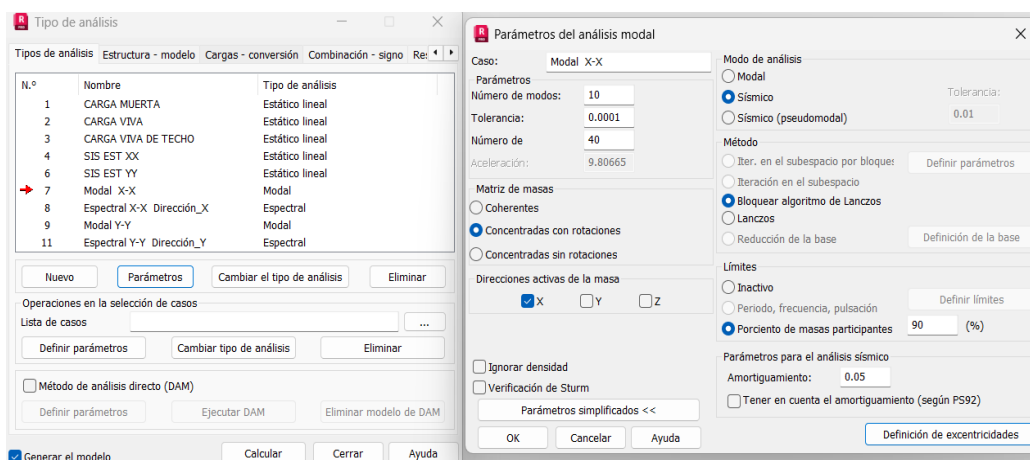
Nota. Evaluación de desplazamientos laterales y derivas de entrepiso en la dirección Y-Y del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, obtenida mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra los valores de desplazamiento absoluto (UY) y desplazamiento relativo (dr) en los distintos niveles de la estructura. Elaboración propia.

Modos de Vibración

Los modos de vibración se determinan considerando la rigidez y distribución de masas de la estructura. En cada dirección, deben incluirse modos que acumulen al menos el 90% de la masa total. Además, se consideran como mínimo los tres modos predominantes.

Figura 21

Parámetros de análisis modal X-X



Nota. Configuración del análisis modal y tipos de análisis estructural del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, realizada en el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la definición de casos de carga, análisis modal espectral y parámetros como número de modos, participación de masa y método de cálculo, utilizados para evaluar la respuesta dinámica de la estructura. Elaboración propia.

Desarrollo del Objetivo Específico 2: Evaluar el comportamiento dúctil de las estructural del módulo.

La ductilidad estructural es la capacidad que tiene una edificación para experimentar deformaciones inelásticas sin colapsar, disipando energía sísmica de manera controlada. En el caso del módulo evaluado, el análisis del comportamiento dúctil se sustenta en los parámetros sísmicos adoptados, el coeficiente de reducción sísmica, la participación modal y el control de desplazamientos laterales, los cuales permiten verificar si la estructura responde adecuadamente ante sollicitaciones sísmicas de diseño.

Tabla 7

Parámetros vinculados al comportamiento dúctil

Parámetro	Valor	Interpretación técnica
Sistema estructural	Concreto armado	Sistema con capacidad de disipación de energía
Coeficiente de reducción sísmica (R)	7	Representa una respuesta estructural con adecuada ductilidad
Factor de uso (U)	1.5	Exige mayor nivel de seguridad por la importancia de la edificación
Análisis realizado	Dinámico modal espectral	Permite evaluar la respuesta sísmica real de la estructura
Norma aplicada	E.030 (2026) vigente	Base normativa para verificar ductilidad y desempeño sísmico

Nota. elaboración propia.

La tabla muestra que la evaluación del comportamiento dúctil se desarrolló considerando un sistema estructural de concreto armado, el cual, por su naturaleza, puede presentar deformaciones inelásticas controladas antes de alcanzar un estado crítico. Del mismo modo, la cifra de $R = 7$ manifiesta que la armazón se examinó bajo el criterio de un esquema capaz de mitigar la potencia telúrica, atributo fundamental de un comportamiento dúctil. A partir de esto, se deduce que el bloque posee atributos mecánicos ventajosos para reaccionar de forma óptima ante eventos sísmicos de gran magnitud, supeditado a que se conserve una vigilancia estricta sobre la robustez y la capacidad de carga.

Tabla 8

Períodos fundamentales y respuesta dinámica de la estructura

Dirección	Período fundamental (s)	Evaluación
X-X	0.30	Respuesta dinámica estable
Y-Y	0.31	Respuesta dinámica estable

Nota. elaboración propia.

Los tiempos de oscilación principales, registrados en 0.30 s para el eje X-X y 0.31 s para el eje Y-Y, revelan que la edificación posee una reacción dinámica con una rigidez y estabilidad considerables. Dicha conducta resulta vital para la ductilidad, puesto que una construcción con una organización dinámica apropiada logra repartir con mayor eficiencia las cargas telúricas, eludiendo acumulaciones críticas de distorsión. Por lo tanto, los hallazgos demuestran que el pabellón ostenta un desempeño mecánico óptimo, alineado con un comportamiento sísmico bajo control.

Tabla 9*Participación modal de masas*

Dirección	Modo de cumplimiento	Participación de masa acumulada	Cumple
X-X	Modo 3	Mayor al 90 %	Sí
Y-Y	Modo 3	Mayor al 90 %	Sí

Nota. elaboración propia.

La contribución de la masa modal excede el 90 % en los dos ejes ortogonales, logrando satisfacer esta exigencia hacia el tercer modo, lo que ratifica que el esquema analítico interpreta con exactitud la respuesta dinámica del inmueble. Dicho hallazgo es fundamental para el diagnóstico de la ductilidad, puesto que corrobora la facultad de la edificación para activar de forma eficaz su inercia y robustez ante movimientos telúricos, eludiendo comportamientos erráticos o efectos de torsión que mermen su aptitud para mitigar la energía sísmica.

Tabla 10*Control de deformaciones vinculadas a la ductilidad*

Dirección	Deriva máxima	Límite permisible según E.030 (2026)	Cumple
X-X	0.00055	0.007	Sí
Y-Y	0.00057	0.007	Sí

Nota. elaboración propia.

Los desplazamientos relativos máximos calculados en ambos ejes se sitúan significativamente por debajo de los márgenes de tolerancia dictados por la reglamentación. Este fenómeno señala que el

esqueleto estructural goza de una solidez transversal competente y de una reacción gobernada frente a los esfuerzos de flexión sísmica. En términos de ductilidad, este perfil es beneficioso, pues comprueba que la infraestructura tiene la solvencia para admitir y repartir las fuerzas dinámicas sin experimentar sesgos exagerados que arriesguen su firmeza o su operatividad institucional.

Tabla 11

Evaluación del comportamiento dúctil de la estructura

Criterio evaluado	Resultado obtenido	Valoración
Coeficiente de reducción sísmica	$R = 7$	Adecuada capacidad dúctil
Participación modal	$> 90 \%$	Cumple
Control de derivas	Menores a 0.007	Cumple
Rigidez lateral	Adecuada	Favorable
Desempeño sísmico global	Satisfactorio	Estructura con comportamiento dúctil aceptable

Nota. elaboración propia.

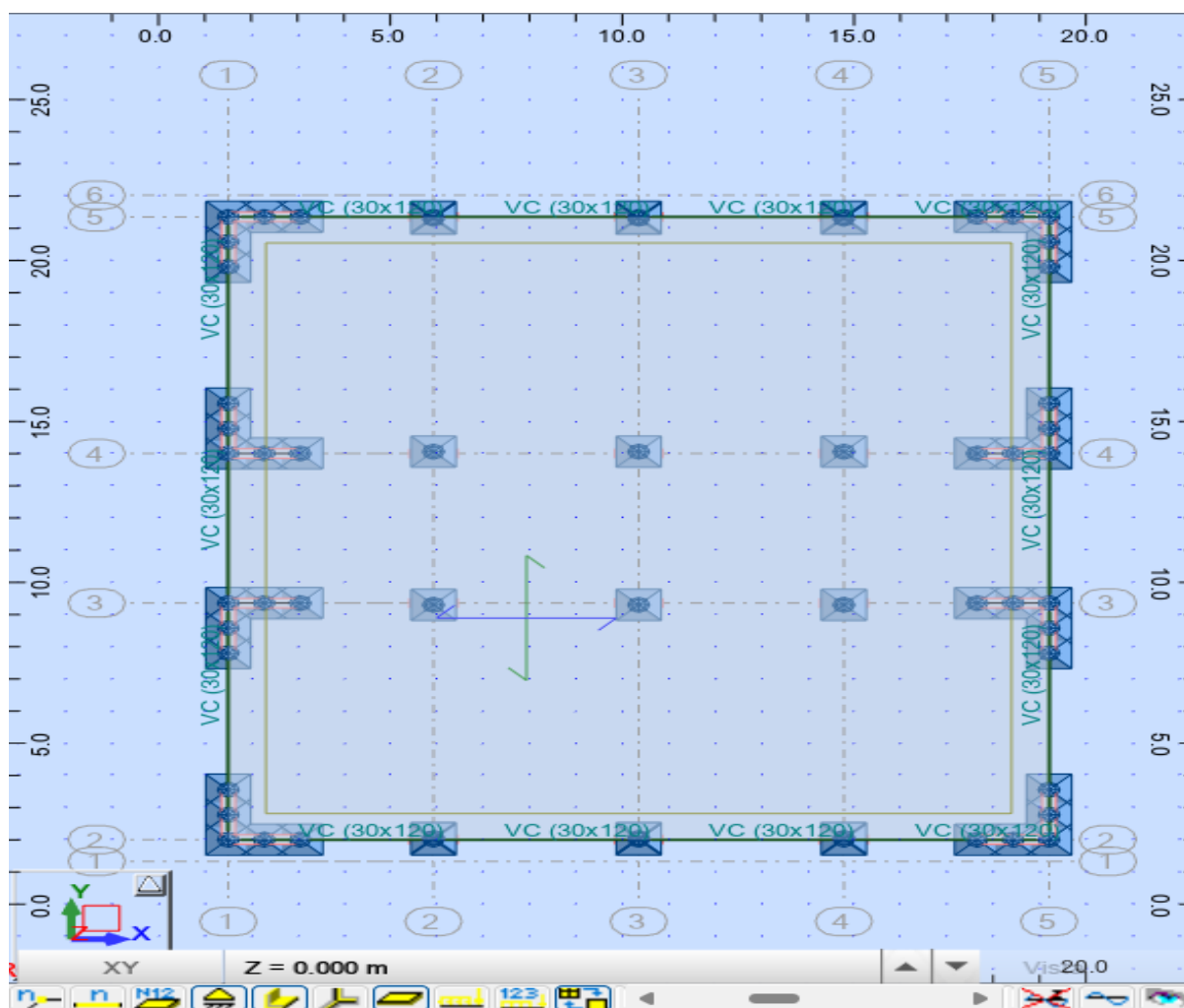
En conjunto, los resultados muestran que la estructura presenta un comportamiento dúctil adecuado, ya que cumple con los principales indicadores asociados a la disipación de energía, control de deformaciones y respuesta dinámica. El valor adoptado de $R = 7$, la participación modal suficiente y las derivas reducidas permiten concluir que el módulo evaluado posee capacidad para responder de manera estable y segura ante sollicitaciones sísmicas, desarrollando deformaciones dentro de rangos aceptables sin comprometer su integridad estructural.

Modelo estructural analizado

El modelo estructural para evaluar el comportamiento sísmico del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (BLOQUE I), se presenta en las Figuras siguientes.

Figura 22

Modelo estructural la cimentación

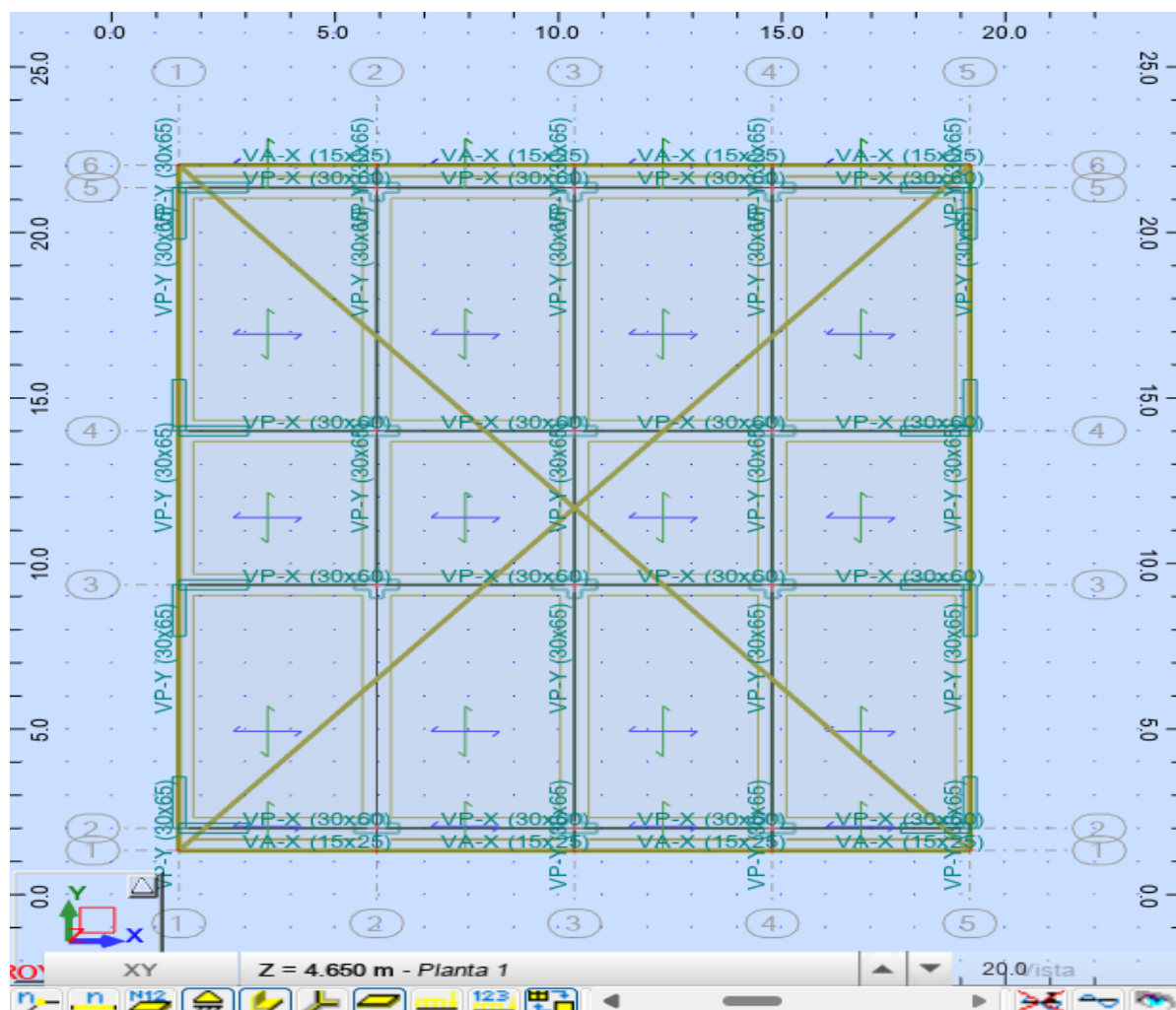


Nota. la figura muestra al Modelo estructural de la cimentación del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, elaborado mediante el software Robot Structural

Analysis Professional. La figura muestra la distribución de elementos estructurales (vigas de cimentación y columnas) y la configuración del sistema de soporte en planta. Elaboración propia.

Figura 23

Modelo estructural del primer piso

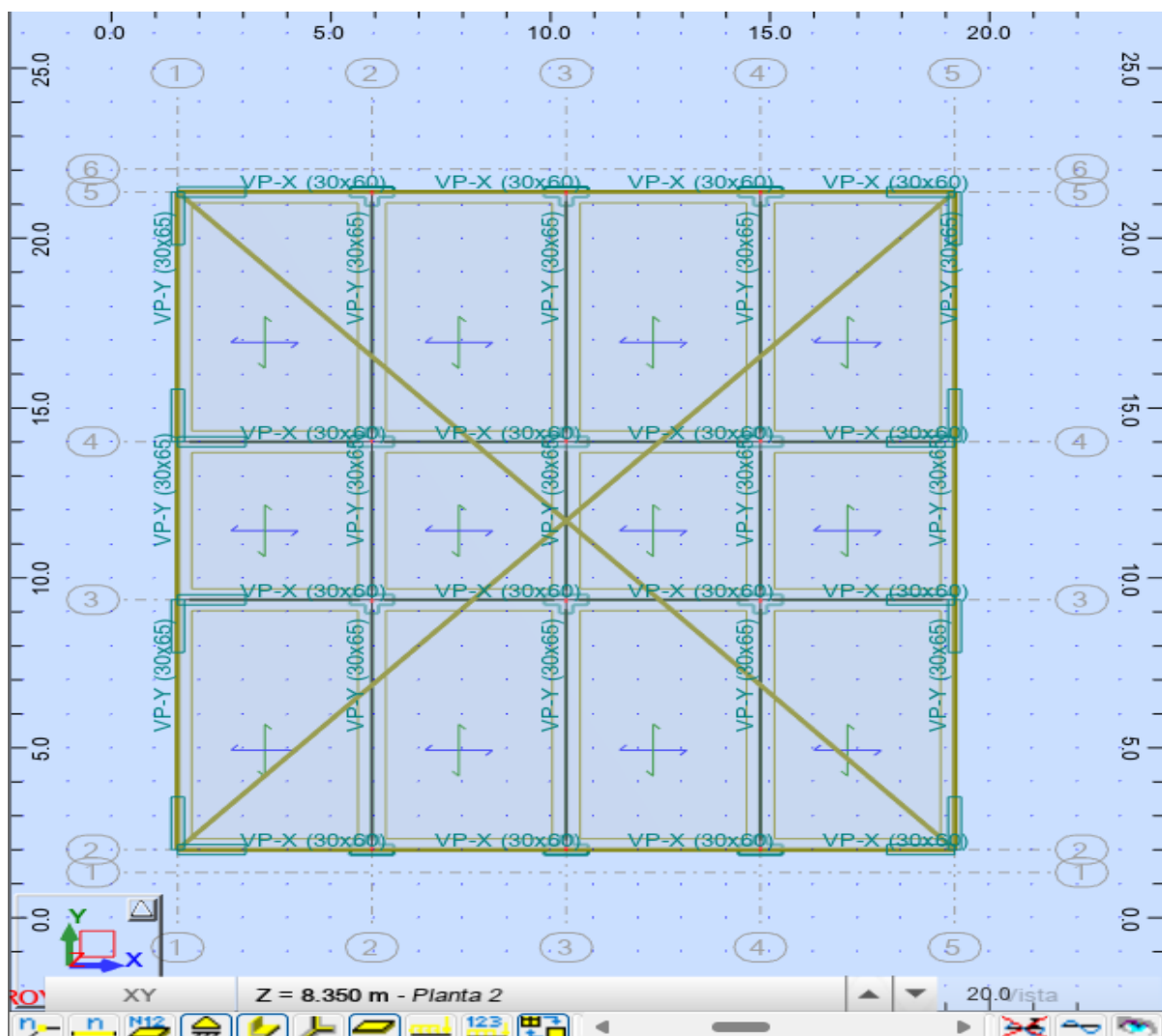


Nota. la figura muestra al Modelo estructural del primer piso del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, elaborado mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la disposición de vigas principales, vigas secundarias y

columnas, así como la configuración estructural en planta y la distribución de cargas. Elaboración propia.

Figura 24

Modelo estructural del segundo piso



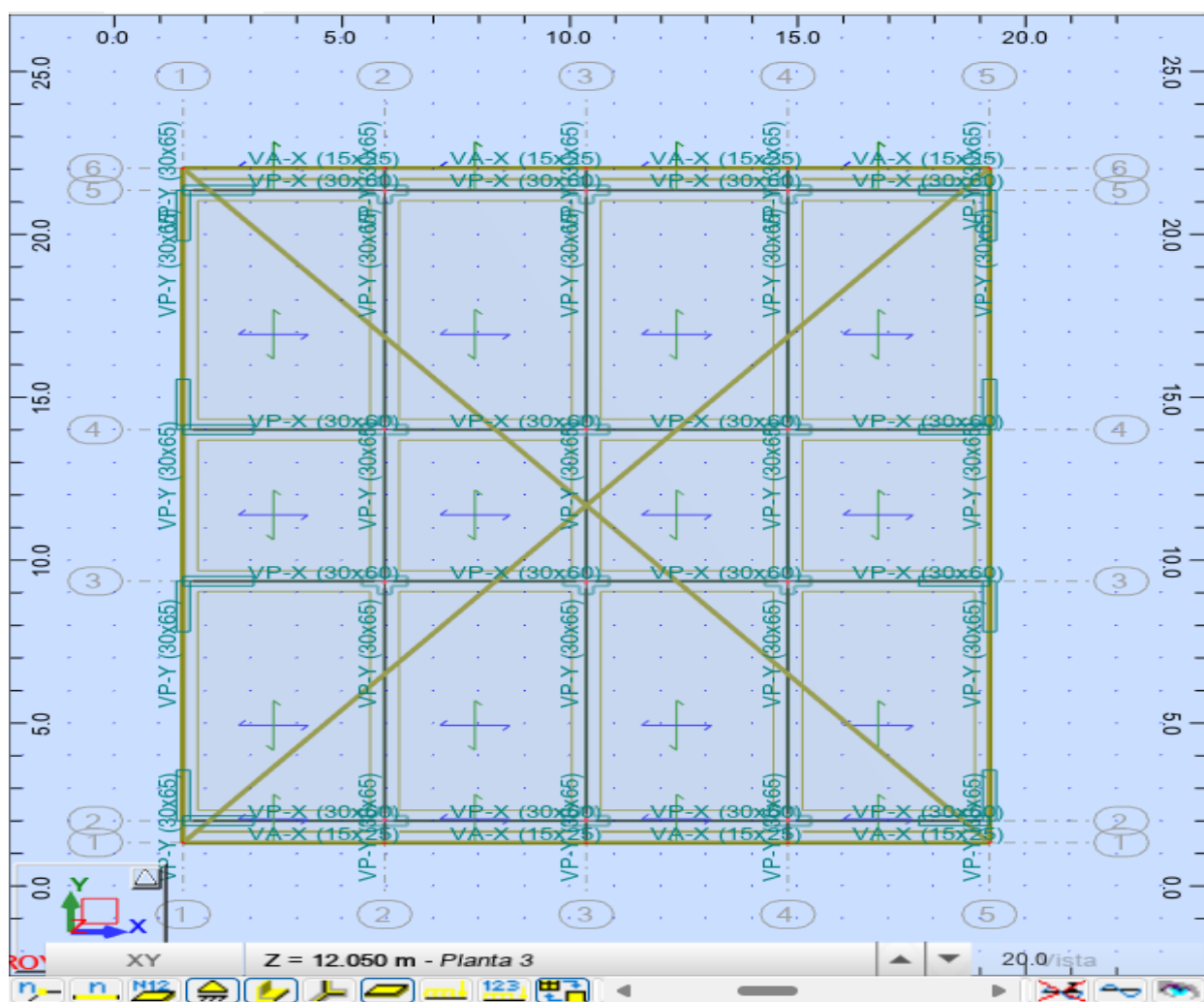
Nota. Modelo estructural del segundo piso del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, elaborado mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la distribución de vigas en ambas direcciones, columnas y la

configuración estructural en planta, evidenciando la continuidad y simetría del sistema resistente.

Elaboración propia.

Figura 25

Modelo estructural del tercer piso

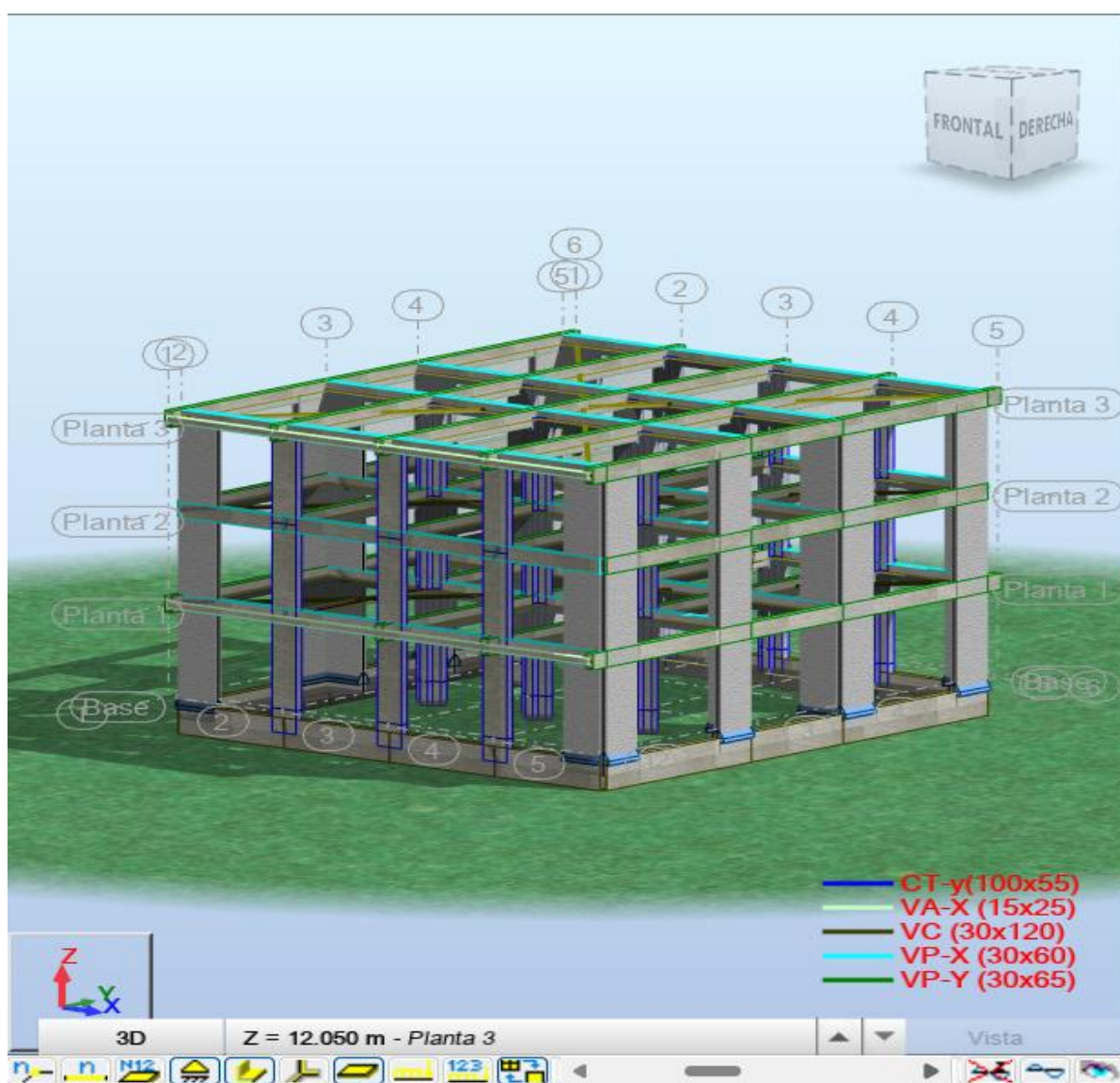


Nota. Modelo estructural del tercer piso del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, elaborado mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura presenta la disposición de vigas, columnas y elementos estructurales en

planta, evidenciando la continuidad del sistema resistente y la configuración estructural en el nivel superior. Elaboración propia.

Figura 26

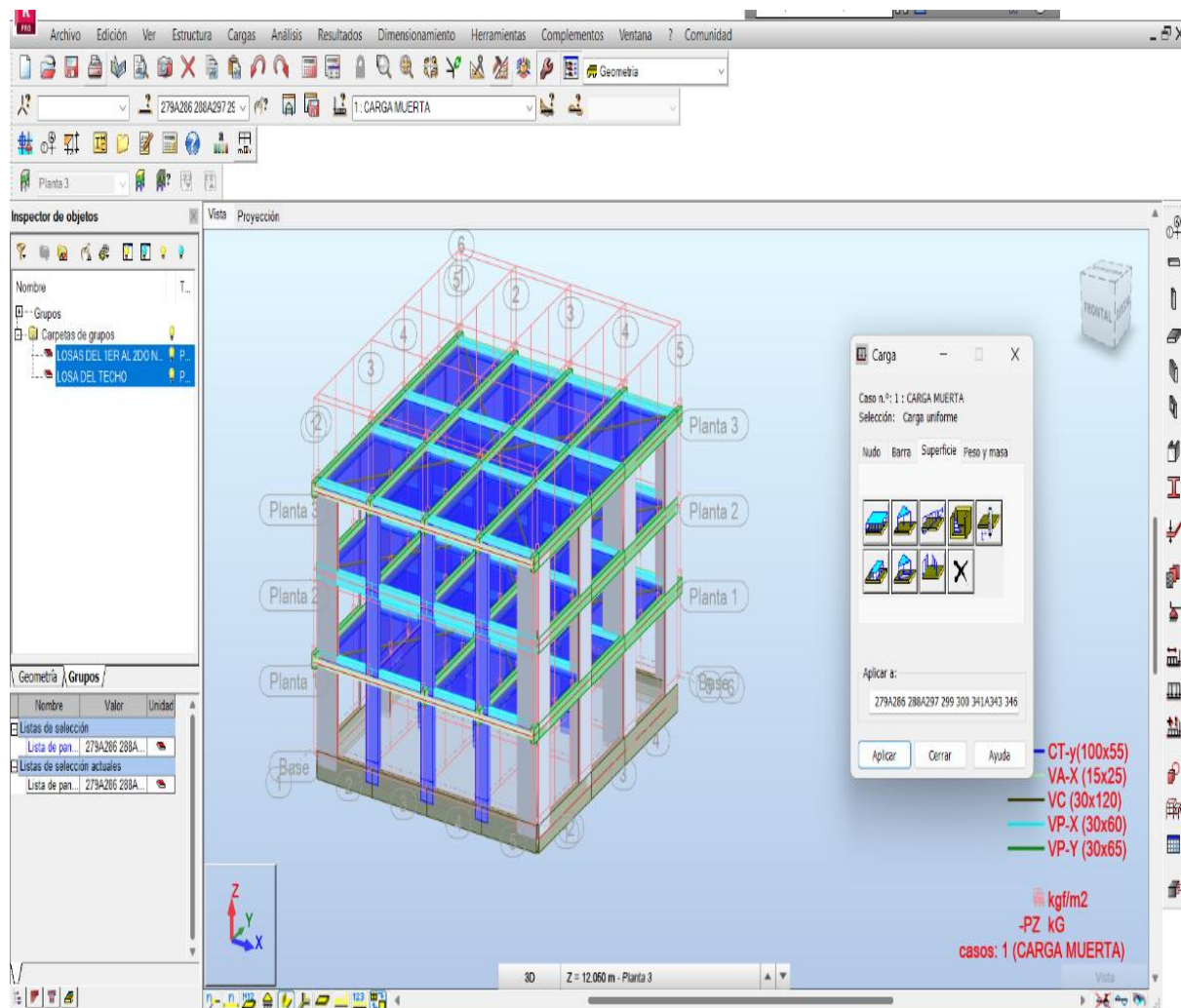
Modelo estructural para el análisis sísmico



Nota. Modelo estructural tridimensional del módulo analizado para el estudio sísmico, elaborado en Robot Structural Analysis Professional. Elaboración propia.

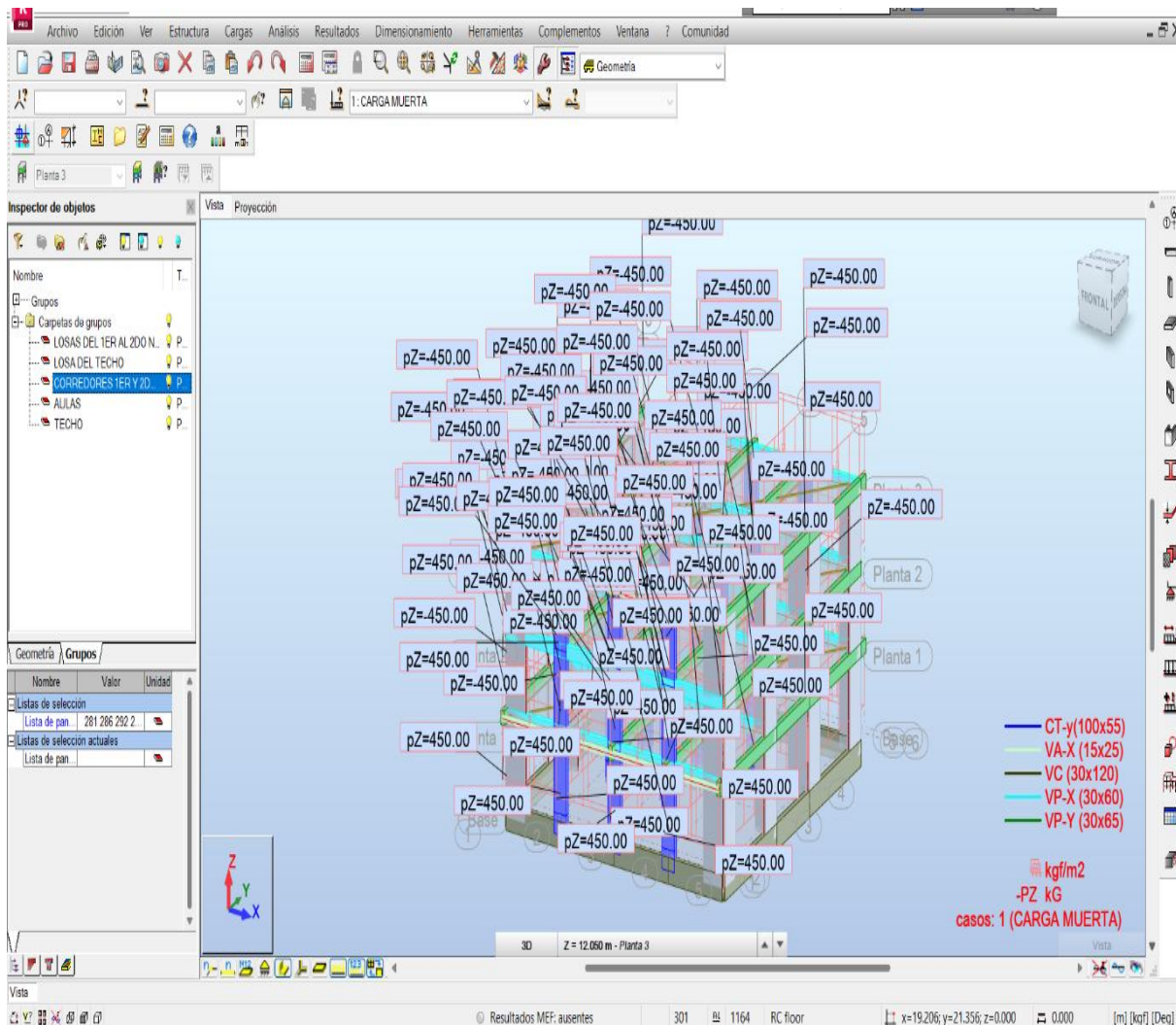
Figura 27

Asignación de cargas



Nota. Asignación de cargas en el modelo estructural del módulo, realizada mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la aplicación de cargas muertas sobre los elementos estructurales, permitiendo simular las condiciones reales de servicio. Se observa que la distribución de cargas se realiza de manera uniforme, lo que contribuye a un análisis estructural más preciso y representativo del comportamiento de la edificación. Elaboración propia.

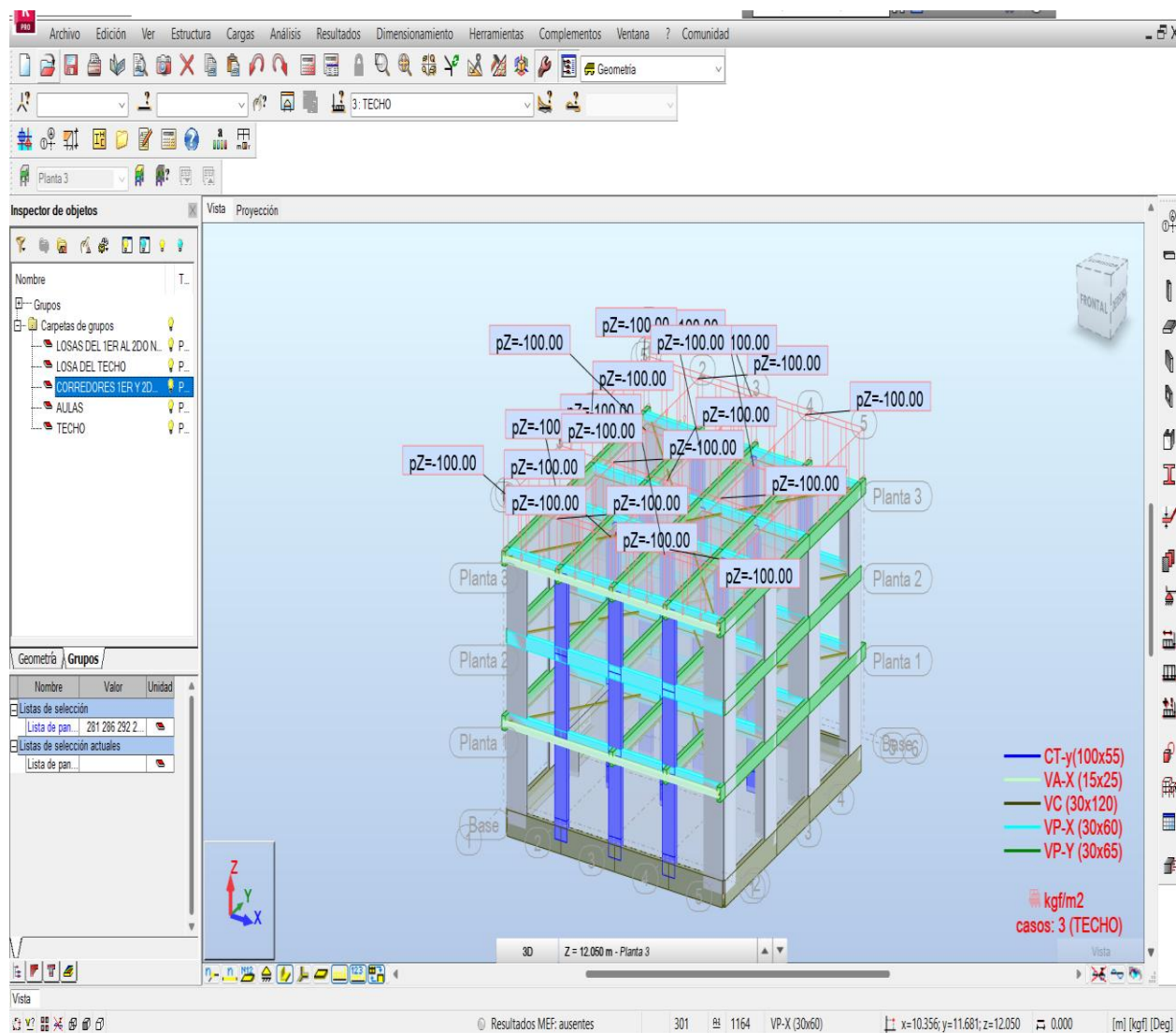
Figura 28

Asignación de carga muerta

Nota. Asignación de carga muerta en el modelo estructural del módulo mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la aplicación de cargas distribuidas (peso propio y elementos permanentes) sobre los distintos niveles de la edificación. Se aprecia una distribución homogénea de las cargas, lo cual garantiza una adecuada representación del comportamiento estructural frente a solicitaciones gravitacionales. Elaboración propia.

Figura 29

Asignación de carga viva (TECHO)



Nota. Asignación de carga viva en el techo del modelo estructural del módulo, realizada mediante el software Robot Structural Analysis Professional. La figura muestra la aplicación de cargas distribuidas sobre la losa de techo, correspondientes a las condiciones de uso y servicio. Se observa

una distribución uniforme de la carga, lo cual permite simular adecuadamente el comportamiento estructural ante solicitaciones reales en el nivel superior. Elaboración propia.

Desarrollo del Objetivo Específico 3: Identificar las deficiencias estructurales y proponer medidas correctivas para mejorar el desempeño sismorresistente del módulo.

La identificación de deficiencias estructurales se realizó a partir del análisis de los resultados obtenidos en términos de rigidez, resistencia, desplazamientos y comportamiento sísmico global. Este proceso permite determinar si existen condiciones desfavorables que comprometan la seguridad estructural y, de ser el caso, plantear medidas correctivas orientadas a mejorar el desempeño ante solicitaciones sísmicas.

Tabla 12

Evaluación de posibles deficiencias estructurales

Criterio evaluado	Resultado obtenido	Condición	Deficiencia
Cortante basal	333.96 ton	Adecuado	No
Período estructural	0.30 – 0.31 s	Estructura rígida	No
Participación modal	> 90 %	Cumple	No
Derivas de entrepiso	< 0.007	Cumple	No
Rigidez lateral	Adecuada	Estable	No
Comportamiento sísmico	Satisfactorio	Seguro	No

Nota. elaboración propia.

La evaluación de los principales parámetros estructurales evidencia que no existen deficiencias críticas en la estructura analizada. Todos los indicadores cumplen con los requisitos establecidos por la normativa vigente, lo que permite afirmar que la edificación presenta condiciones adecuadas de seguridad estructural. En consecuencia, no se identifican fallas significativas que comprometan su desempeño sísmico.

Tabla 13

Análisis de comportamiento estructural frente a solicitaciones sísmicas

Parámetro	Resultado	Evaluación técnica
Distribución de fuerzas	Regular	No presenta irregularidades
Control de deformaciones	Óptimo	Sin concentraciones críticas
Respuesta dinámica	Estable	Comportamiento uniforme
Torsión accidental	Controlada	Dentro de rangos permisibles
Interacción global	Adecuada	Sin efectos adversos

Nota. elaboración propia.

La evaluación del desempeño mecánico señala que el inmueble reacciona de forma homogénea ante los requerimientos telúricos. No se detectan anomalías de relevancia en el reparto de las cargas ni acumulaciones desproporcionadas de distorsión. De igual modo, la conducta dinámica es equilibrada y el efecto de rotación fortuita permanece en niveles tolerables, lo cual ratifica un funcionamiento estructural idóneo.

Tabla 14*Identificación de condiciones potenciales de mejora*

Aspecto evaluado	Observación	Nivel de riesgo	Requiere intervención
Desempeño global	Satisfactorio	Bajo	No
Elementos estructurales	Sin fallas evidentes	Bajo	No
Derivas	Muy por debajo del límite	Bajo	No
Capacidad dúctil	Adecuada	Bajo	No
Seguridad estructural	Garantizada	Bajo	No

Nota. elaboración propia.

Los datos recabados certifican que el esqueleto estructural no exhibe deficiencias críticas que obliguen a ejecutar maniobras de reforzamiento de carácter urgente. El comportamiento mecánico del conjunto es óptimo y los umbrales de fiabilidad son los correctos; por lo tanto, cualquier planteamiento futuro se encamina hacia el perfeccionamiento preventivo del diseño en lugar de la rectificación de anomalías existentes.

Tabla 15*Propuesta de medidas técnicas de mejora (preventivas)*

Medida propuesta	Objetivo	Aplicación
Monitoreo estructural periódico	Verificar comportamiento en el tiempo	Inspecciones técnicas
Mantenimiento estructural	Conservar propiedades de materiales	Control de fisuras y deterioro

Revisión de cargas futuras	Evitar sobrecargas no previstas	Ampliaciones o cambios de uso
Evaluación post-sismo	Verificar daños tras eventos sísmicos	Inspección inmediata
Actualización normativa	Adecuación a futuras normas	Revisión técnica periódica

Nota. elaboración propia.

A pesar de que no se han detectado anomalías en la armazón, se plantean estrategias de previsión enfocadas en preservar y potenciar la respuesta telúrica del inmueble a largo plazo. Tales intervenciones pretenden salvaguardar la vida útil, la integridad y la operatividad del esqueleto ante eventuales variaciones en su uso o ante la ocurrencia de futuros movimientos sísmicos.

Tras la valoración ejecutada, se determina que el armazón del pabellón carece de fallas mecánicas de relevancia, acatando satisfactoriamente los estándares de ingeniería sismorresistente. Sin embargo, se sugieren protocolos precautorios que coadyuven a mantener y perfeccionar su comportamiento estructural con el paso de los años, garantizando una reacción idónea frente a las cargas dinámicas venideras.

IV. DISCUSIÓN

Este estudio se propuso como meta principal determinar la respuesta antisísmica del pabellón de Ingeniería Mecánica y Eléctrica perteneciente a la Universidad Nacional de Jaén, empleando los lineamientos fijados en el estándar técnico E.030 (2026). Sobre la base de las métricas recabadas, se articula un debate técnico comparando tales resultados con indagaciones anteriores de alcance global, estatal y regional. Dicha contrastación permite ratificar la consistencia de los datos y dimensionar su trascendencia en la disciplina del cálculo estructural.

En cuanto a las variables telúricas seleccionadas, se configuraron magnitudes de $Z = 0.25$, $S = 1.30$ y $U = 1.5$, las cuales tipifican un entorno de riesgo sísmico intermedio con requerimientos estrictos dada la jerarquía funcional del inmueble. Estas constantes aseguran que el diagnóstico mecánico se haya ejecutado bajo un marco legal riguroso, en sintonía con las premisas de Martínez Rodríguez y Llanes Burón (2019), quienes afirman que el perfeccionamiento de los reglamentos de ingeniería civil tiende a elevar los estándares de protección del patrimonio construido. Por tanto, la implementación de la directriz vigente E.030 (2026) en este trabajo garantiza que las conclusiones se ajusten a los preceptos contemporáneos del diseño de estructuras.

Sobre el análisis dinámico integral, se calculó una fuerza cortante en la base de **333.96 toneladas** para ambos ejes, junto con tiempos de oscilación natural de **0.30 s en el sentido X-X** y **0.31 s en el Y-Y**. Tales registros denotan un armazón con una reacción mecánica de considerable firmeza, propia de construcciones con una eficiente repartición de la robustez transversal. Este perfil coincide con lo expuesto por Macas Jaramillo y Proaño Viscarra (2024), quienes argumentan que las infraestructuras con ciclos vibratorios cortos manifiestan una conducta dinámica más estable ante excitaciones sísmicas. En esa línea, los hallazgos demuestran que el bloque bajo estudio posee

una morfología técnica ventajosa para contrarrestar empujes sísmicos, impidiendo incrementos desmedidos en las deformaciones laterales.

Respecto al reparto de las cargas telúricas en sentido vertical, se percibe que estas se incrementan paulatinamente hacia los niveles superiores, alcanzando su magnitud pico en la tercera planta con 164.27 toneladas. Dicha tendencia se ajusta a los fundamentos del cálculo sísmico estático, donde los empujes transversales están supeditados tanto a la masa como a la cota de cada entrepiso. Este hallazgo guarda armonía con lo expuesto por Sandoli et al. (2021), quienes mediante modelos de vulnerabilidad demuestran que los sectores más altos de un inmueble suelen presentar mayor fragilidad ante la demanda sísmica. No obstante, en este estudio, pese a la mayor sollicitación en la zona superior, la armazón conserva un equilibrio notable, lo que ratifica una solvencia mecánica y una distribución de esfuerzos idóneas. Un punto neurálgico del diagnóstico corresponde a las distorsiones de entrepiso, cuyos registros máximos se situaron en 0.00055 para el eje X-X y 0.00057 para el eje Y-Y, cifras que se encuentran drásticamente por debajo del umbral de 0.007 dictado por el reglamento E.030 (2026). Este indicador revela un dominio excepcional de los desplazamientos laterales, factor vital para preservar la integridad global y prevenir averías en componentes no estructurales. Al cotejar estos datos con los de Ramos Mendoza (2020) y Mamani Luis (2021), quienes hallaron sistemas que rebasaban los topes permitidos, queda claro que el bloque analizado posee una eficiencia superior en cuanto a rigidez transversal. Dicha ventaja competitiva deriva de una arquitectura técnica más refinada y de un apego estricto a las pautas de diseño vigentes.

En lo concerniente a la ductilidad, el factor de reducción sísmica $R = 7$ empleado en el cálculo evidencia que el esquema estructural tiene la facultad de atenuar la energía mediante

deformaciones inelásticas reguladas. Este concepto es angular en la ingeniería contemporánea, pues permite moderar las fuerzas de diseño sin arriesgar la estabilidad del conjunto. Tales conclusiones son afines a lo postulado por Yndigoyen Sucasaire y Almirón Torres (2019), quienes enfatizan que una flexibilidad estructural bien canalizada deviene en un rendimiento sísmico óptimo, permitiendo al edificio resistir sismos severos sin llegar al colapso.

De igual forma, la contribución de la masa modal por encima del 90 % en ambos sentidos ratifica que el modelo analítico interpreta con fidelidad el comportamiento dinámico del inmueble. Este dato coincide con las observaciones de Tacuche Paredes (2019), quien recalca la relevancia del examen dinámico modal espectral para obtener una proyección realista de la respuesta estructural. Por otro lado, a diferencia de los trabajos de Cabrera Ordóñez y Zarate Encalada (2022), donde se detectaron falencias en soportes y cimentaciones, en esta evaluación no se hallaron anomalías de consideración. Esta discrepancia subraya que el módulo bajo estudio muestra una concordancia plena entre su diseño teórico y su reacción real frente a eventos telúricos.

Esta divergencia confirma que la unidad analizada exhibe una total correspondencia entre su formulación analítica y su desempeño empírico ante las solicitaciones sísmicas. En una línea comparable, Flores Azurza (2023) documentó imperfecciones en las componentes resistentes derivadas de irregularidades en el armado del acero, una situación inexistente en este estudio que robustece la solvencia del proyecto estructural. Por su parte, en el contexto local, las métricas obtenidas se contraponen a lo hallado por Piedra Tineo et al. (2022), quienes establecieron que un esquema de marcos rígidos no lograba satisfacer los márgenes de distorsión elástica, haciendo imperativa la migración hacia un sistema dual para optimizar su respuesta.

Por el contrario, el bloque analizado en este estudio acata la totalidad de las exigencias reglamentarias sin requerir maniobras de consolidación técnica, lo que demuestra una optimización superior en su concepción original. Dicha distinción se fundamenta en una correcta integración de las variables telúricas desde la fase proyectual, sumada a un reparto equilibrado de la firmeza y la capacidad portante en todo el conjunto. Respecto a la detección de anomalías mecánicas, las métricas señalan la inexistencia de estados de vulnerabilidad que pongan en peligro la integridad del inmueble. Todas las variables examinadas —como la fuerza cortante en la base, los ciclos de oscilación natural, las distorsiones de entrepiso y la contribución de masas— satisfacen los estándares de la legislación actual. Estos hallazgos guardan armonía con lo expuesto por Vásquez Rojas (2023), quien del mismo modo determina que la infraestructura valorada respeta los preceptos de la Directriz E.030 (2026), ratificando un desempeño sismorresistente idóneo.

No obstante, aun ante la ausencia de fallas mecánicas detectadas, se proponen lineamientos precautorios destinados a salvaguardar la vida útil y la eficiencia operativa del inmueble. Tales acciones comprenden el seguimiento técnico recurrente, la conservación de los componentes de soporte, la fiscalización de sobrecargas venideras y el peritaje posterior a eventos telúricos. Estas sugerencias se alinean con los protocolos de excelencia en la ingeniería civil, cuyo fin trasciende el simple acatamiento legal para blindar la utilidad y la estabilidad de la obra durante todo su ciclo de servicio. En síntesis, los datos derivados de este estudio ratifican que el pabellón de Ingeniería Mecánica y Eléctrica exhibe una respuesta antisísmica óptima, distinguida por una notable aptitud para disipar potencia, una regulación eficaz de los desplazamientos y la observancia de los indicadores reglamentarios. Al comparar estos hallazgos con antecedentes investigativos, queda de manifiesto que la infraestructura examinada posee un rendimiento superior frente a casos donde

se reportaron vulnerabilidades. Lo anterior permite sentenciar que el planteamiento estructural del bloque es de alta eficacia y se ajusta a los cánones contemporáneos de sismorresistencia, blindando su integridad ante los sismos de diseño previstos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En cuanto al propósito global, se dictamina que la armazón del pabellón de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén exhibe una respuesta antisísmica idónea, acatando los preceptos de la directriz vigente E.030 (2026). El inmueble manifiesta propiedades óptimas de robustez, capacidad portante y equilibrio, lo que salvaguarda su integridad frente a los esfuerzos telúricos de diseño.
- Sobre la primera meta particular, se ratifica que los empujes dinámicos y las traslaciones laterales fueron computados y repartidos con precisión en el sistema estructural. La fuerza cortante en la base (aprox. 333.96 ton) refleja con fidelidad el requerimiento sísmico integral, mientras que las distorsiones máximas de entrepiso (0.00055 en el eje X-X y 0.00057 en el Y-Y) se sitúan ostensiblemente por debajo del umbral tolerado (0.007), probando un dominio efectivo de la flexibilidad y la observancia del marco legal.
- Respecto al segundo fin específico, se colige que el complejo ostenta una conducta dúctil conforme, fundamentada en el factor de atenuación sísmica empleado ($R = 7$) y en la reacción mecánica constatada. La infraestructura es apta para mitigar la energía del sismo a través de deformaciones inelásticas reguladas, evitando fracturas súbitas o acumulaciones peligrosas de fatiga en los materiales.
- Por último, en relación con el tercer objetivo derivado, no se detectaron vulnerabilidades mecánicas de consideración que pongan en riesgo la protección del bloque. El esqueleto presenta una repartición homogénea de cargas, una firmeza transversal apropiada y estabilidad de conjunto; por consiguiente, no precisa de reparaciones urgentes,

sugiriéndose exclusivamente protocolos de conservación y supervisión periódica para garantizar su operatividad en el tiempo.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar de manera estricta los lineamientos de la Norma vigente E.030 (2026) en el análisis y diseño de edificaciones similares, con el fin de garantizar un adecuado comportamiento sismorresistente y la seguridad estructural ante eventos sísmicos.
- Incorporar evaluaciones estructurales periódicas en la edificación, orientadas a verificar el estado de los elementos estructurales y detectar posibles deterioros que puedan afectar su desempeño sísmico a lo largo del tiempo.
- Considerar la realización de estudios más detallados de interacción suelo–estructura en futuras investigaciones, con el propósito de optimizar la respuesta estructural y mejorar la precisión en la estimación de desplazamientos y esfuerzos.
- Ampliar el análisis mediante la aplicación de métodos no lineales o análisis tiempo–historia, que permitan evaluar el comportamiento real de la estructura ante eventos sísmicos severos y validar su capacidad de disipación de energía.
- Evaluar la influencia de modificaciones arquitectónicas, sobrecargas o cambios de uso en la edificación, a fin de evitar alteraciones que puedan comprometer la distribución de fuerzas y la estabilidad estructural.

- Implementar planes de mantenimiento estructural que incluyan inspección de fisuras, control de corrosión en elementos de concreto armado y verificación de uniones estructurales, con el objetivo de preservar las propiedades mecánicas de los materiales.
- Promover la aplicación de herramientas de modelamiento estructural avanzado, como software especializado, para mejorar la precisión de los análisis y garantizar resultados confiables en estudios sismorresistentes.
- Incorporar en futuros estudios el uso de herramientas de monitoreo estructural y sensores que permitan registrar el comportamiento real de la edificación ante eventos sísmicos, con el fin de validar los resultados obtenidos mediante modelamiento numérico y mejorar la precisión de futuras evaluaciones estructurales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabrera Ordóñez, C. G., & Zarate Encalada, J. M. (2022). *Evaluación sismo resistente de una vivienda de dos plantas de hormigón armado ubicada en la Ciudad de Santa Rosa*. Universidad Técnica de Machala.

Flores Azurza, J. A. (2023). *Determinación del comportamiento sísmico mediante la evaluación estructural del módulo 01 de la I.E. Antenor Orrego Espinoza del distrito de Bellavista, provincia Jaén, 2023*.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/6155>

Gil Acuña, J. E. (2022). *Evaluación Estructural del Módulo 01 de la I.E. secundaria “Andrés Avelino Cáceres” del C.P. Morán Lirio, Hualgayoc-Cajamarca*.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/5342>

Guivar Molina, N., & Abad Falla, D. M. (2019). *Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante el Análisis Estático Aplicando la Nueva Norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019*.
<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/253>

Llamo Burga, G. Y. (2024). *Vulnerabilidad sísmica del pabellón J de la Institución Educativa Emblemática Santa Teresita – Cajamarca*.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/6430>

Macas Jaramillo, F. A., & Proaño Viscarra, K. R. (2024). *Análisis interacción suelo-estructura en una zona de riesgo con cimentación de zapatas aisladas*. Manabí,

Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*, 10(2), 177–211.

<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3797>

Mamani Luis, J. S. M. (2021). *Evaluación sismo resistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del distrito Baños del Inca, Cajamarca, 2021.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/82530>

Martínez Lozano, J. N. (2021). *Estudio de vulnerabilidad sísmica y patología estructural del edificio Niza en la ciudad de Villavicencio, Meta, Colombia.*

<http://hdl.handle.net/11634/45177>

Martínez Rodríguez, L. de la C., & Llanes Burón, C. (2019). *Evaluación de la nueva propuesta de norma sismorresistente mediante el aporte docente en las tesis de diploma. 13.*

Miranda Tejada, H. H. (2022). *Evaluación del diseño de la I.E. N° 010 – Pueblo Joven Miraflores, Jaén –Cajamarca con el uso de la metodología BIM.*

Universidad Nacional de Cajamarca.

More, W. J. (2023). *Desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén* [Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/6293>

Mucha Camposano, J. (2019). *Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.0.30, anterior y la actual*

vigente [Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7026>

Pastor Rodríguez, C. A. (2022). *Vulnerabilidad sísmica del pabellón de turismo y hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca*. [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4926>

Perez Neyra, C., & Torres Balbin, R. D. (2022). *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de mediana altura en base a desplazamientos y costos de reparación probables* [Pontificia Universidad Católica del Parú]. <https://www.proquest.com/openview/5306938c2e11223209b249ad8fd20b34/1?cbl=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>

Piedra Tineo, J. L., Merino Campoverde, J. E., & Meza Bure, L. A. (2022). *Evaluación del Comportamiento Sismorresistente de un Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles Empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente Ubicado en la Urbanización Las Flores, Jaén – 2021* [Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/453>

Ramos Mendoza, K. L. (2020). *Reforzamiento estructural de la edificación multifamiliar Ruth, ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima 2019*. <https://hdl.handle.net/11537/23459>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *Norma Técnica de Edificación E.020 - Cargas, Norma Técnica de Edificación E.030 - Diseño Sismorresistente, Norma Técnica de Edificación E.050 - Suelos y*

Cimentaciones y Norma Técnica de Edificación E.060 - Concreto Armado (C. y S. Ministerio de Vivienda, Ed.).
<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

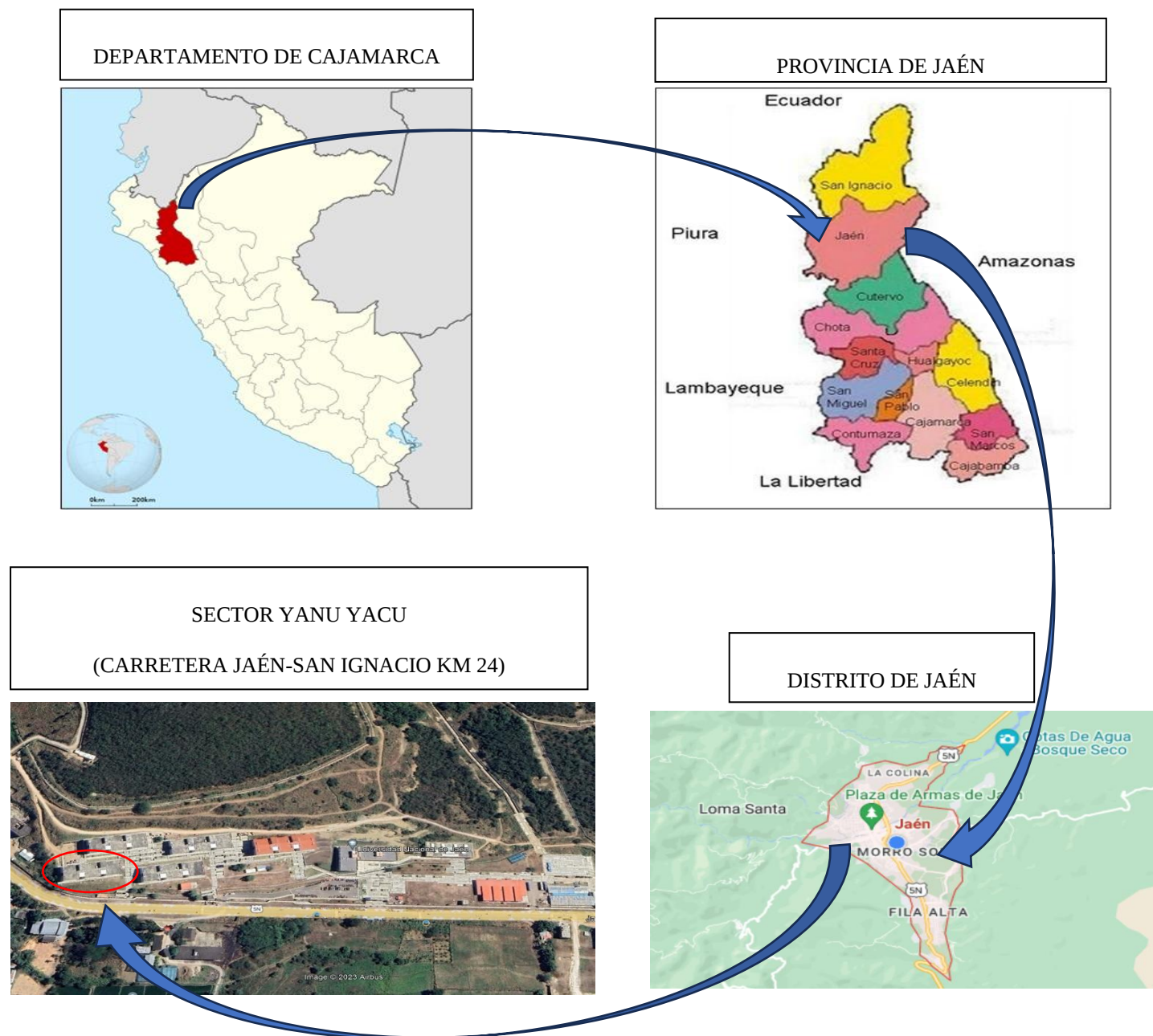
Sandoli, A., Lignola, G. P., Calderoni, B., & Prota, A. (2021). Fragility curves for Italian URM buildings based on a hybrid method. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19(12), 4979–5013. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01155-4>

Tacuche Paredes, J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente*. [Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/46487>

Vásquez Rojas, L. A. (2023). *Evaluación estructural sismorresistente aplicando la Norma Técnica E.030 en el bloque 4b de la Institución Educativa Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de Jaén-2023*.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/6184>

Yndigoyen Sucasaire, D. L., & Almirón Torres, E. L. O. (2019). *Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el Centro de Salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna*. [Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/840>

ANEXOS

Figura 30.*Ubicación geográfica.*

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16.
Matriz de Operacionalizacion

Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Variable dependiente: Condición estructural del módulo	Desempeño sismorresistente	Rigidez y desplazamientos intermedios	mm	Simulación	Informe del software Robot Structural Analysis Professional
	Seguridad estructural	Resistencia máxima de elementos estructurales	kN	Observación	Informe técnico de evaluación estructural
	Identificación de fallas	Listado de deficiencias estructurales detectadas	Cantidad	Análisis documental	Informe comparativo de resultados normativos
Variable independiente: Diseño sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.	Normativa aplicable	Cumplimiento de la norma NTE E.030	Porcentaje (%)	Análisis documental	Lista de cotejo de cumplimiento normativo
	Modelado estructural	Configuración estructural en software	Parámetros técnicos	Observación	Reporte generado por el software Robot Structural Analysis Professional
	Análisis de cargas	Cálculo de cargas muertas y vivas	kN/m ²	Observación	Informe técnico generado por Delphin Express

Nota. Elaboración Propia

Figura 31.

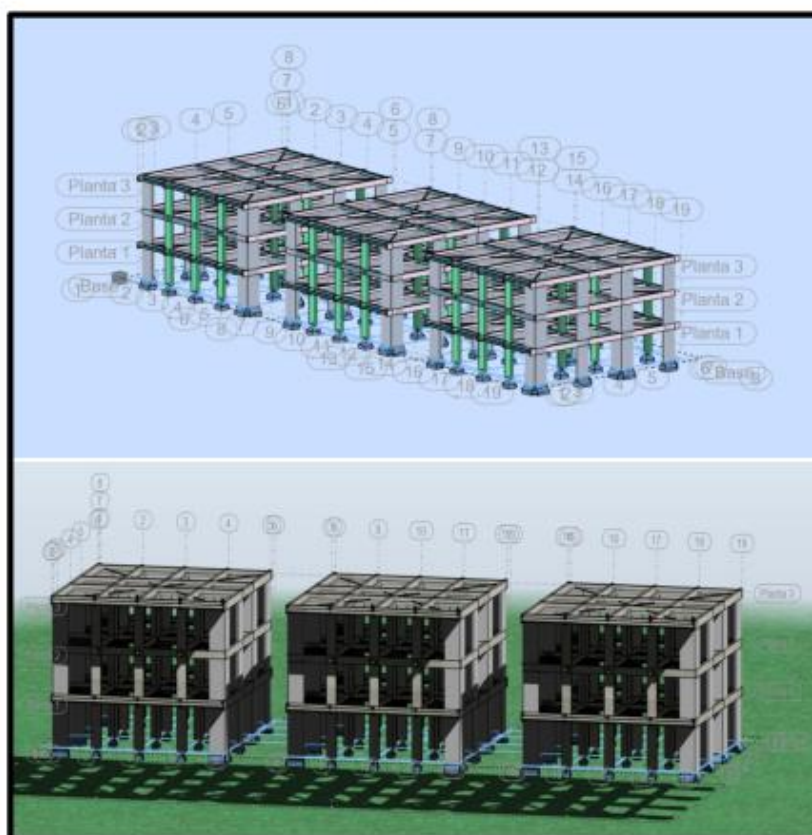
Diagrama de flujo



Ensayos de laboratorio

MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

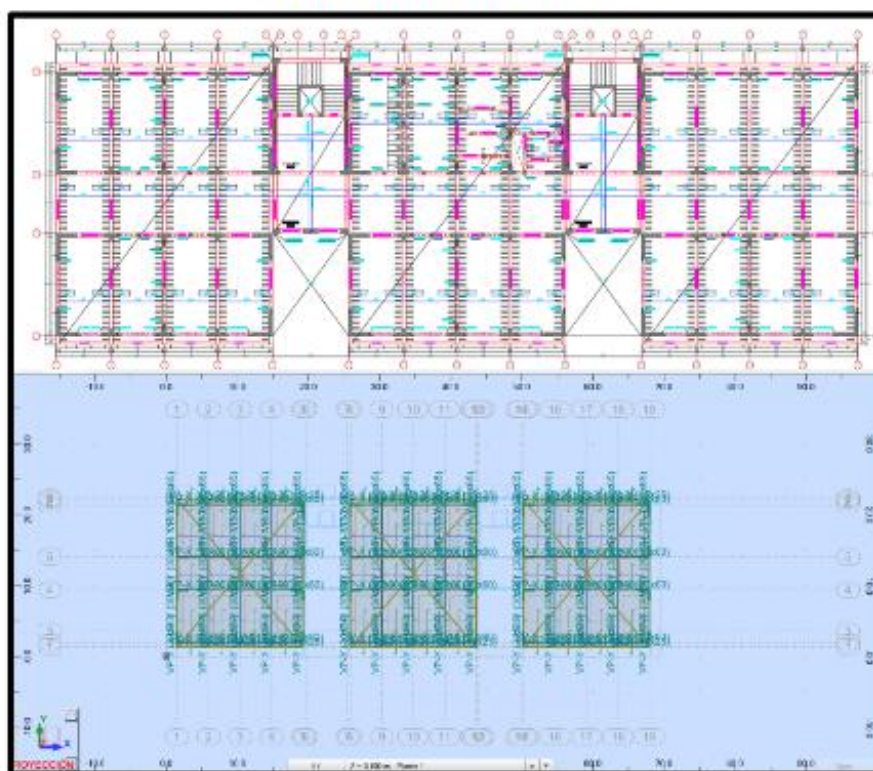
MEMORIA DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



2026

PROYECTO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, UTILIZANDO LA NORMA VIGENTE E.030 - 2025.



AUTOR : EST. RONALDO JHONMILTON RUEDA CHUGDEN
EST. LINO ANDREY MUÑOZ DELGADO

UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA

2026

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.....	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Descripción de la Edificación	4
1.3. Normatividad	5
II. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	6
2.1. Análisis Dinámico	6
2.2. Verificación de Desplazamientos	6
2.3. Obtención de Esfuerzos	6
III. CRITERIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	6
3.1. Consideraciones de Diseño	6
IV. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	7
4.1. Resumen de Dimensiones de los Elementos Estructurales	7
4.2. Especificaciones de los Materiales Empleados	7
V. METRADOS Y COMBINACIONES DE CARGAS	9
5.1. Metrados de Cargas	9
5.2. Combinaciones de Carga.....	9
VI. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA ESTRUCTURA	10
6.1. Consideraciones Generales.....	10
6.2. Modelo Estructural Analizado.....	11
6.3. Asignación de cargas.....	16
6.4. Análisis Sísmico Estático de la estructura	19
6.5. Análisis dinámico modal espectral.....	24
6.6. Requisitos de Rigidez y Resistencia	30
VII. CONCLUSIONES.....	35

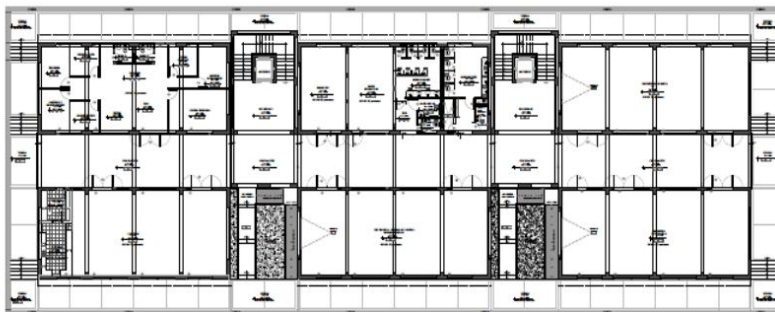
I. GENERALIDADES

1.1. Objetivo

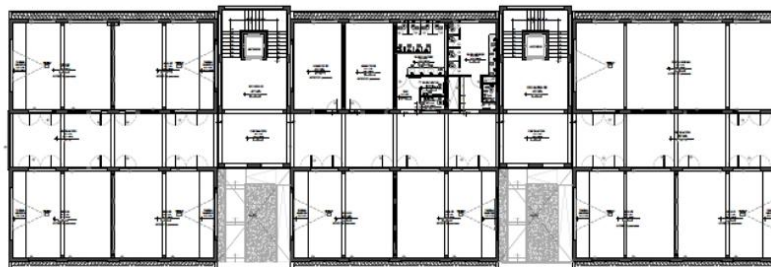
La finalidad del presente documento es desarrollar la memoria de cálculo correspondiente a la evaluación estructural sismorresistente del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, empleando el software **Robot Structural Analysis Professional** y en concordancia con lo establecido en la Norma E.030 “Diseño Sismorresistente” vigente.

1.2. Descripción de la Edificación

El ingreso se da por medio de escalones y rampas que llevan a la circulación principal acabado en cemento pulido y bruñado. Cada aula tiene una capacidad para 35 alumnos.

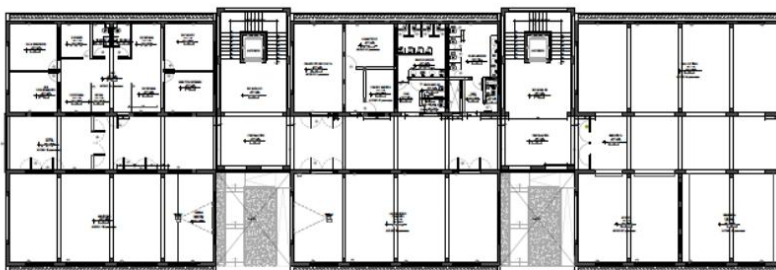


Planta 1^{er} nivel: Consta de una circulación central por la cual se accede a los siguientes ambientes: Electrónica – sistema de control – automatización, Ingeniería electrónica, Ingeniería mecánica I-II, Administración, 1 almacén, 1 taller de reparación, Cafetería y paquete de servicios higiénicos, 2 escaleras al 2do nivel y 2 ascensores al 2do nivel.

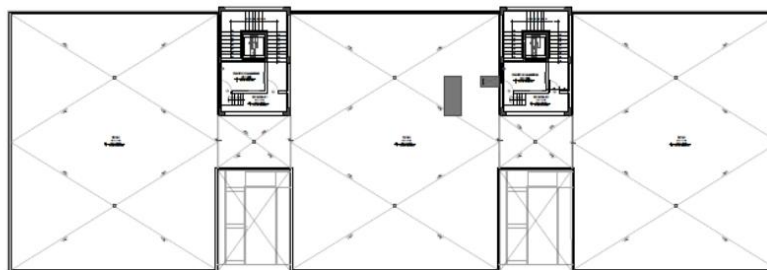


**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Planta 2^{do} nivel: Consta de una circulación central por la cual se accede a los siguientes ambientes: 2 escaleras de llegada del 1er nivel, 8 aulas, física general, 2 almacenes, 1 cubículo de limpieza, paquete de servicios higiénicos, 2 escaleras al 3er nivel y 2 ascensores al 3er nivel.



Planta 3^{er} nivel: Consta de una circulación central por la cual se accede a los siguientes ambientes: 2 escaleras de llegada del 2do nivel, biblioteca, 1 laboratorio de cómputo, 1 auditorio, 1 cuarto técnico T.I. 1 almacén, 1 cubículo de limpieza, decanato, paquete de servicios higiénicos, 2 escaleras al nivel techo y 2 ascensores al nivel techo.



El techo de la Facultad consta de 2 llegadas de escalera del tercer nivel y 2 cuartos de máquina; el murete perimetral será cubierto con ladrillo pastelero y los ductos tendrán cobertura de policarbonato 6mm.

1.3. Normatividad

Para realizar la evaluación se siguió las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú) – Normas Técnicas de Edificación (N.T.E.):

- Norma E.020 “Cargas”
- Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”
- Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones”
- Norma E.060 “Concreto Armado”
- Norma E.070 “Albañilería”

II. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

2.1. Análisis Dinámico

A nivel general, se verificará el comportamiento dinámico de la estructura frente a cargas sísmicas mediante un análisis espectral indicado en la Norma correspondiente, con propósito se genera un modelo matemático para el análisis respectivo. Este modelo será realizado usando el programa de cálculo de estructuras Robot Structural Analysis Professional - 2026.

2.2. Verificación de Desplazamientos

Se verificará los desplazamientos obtenidos en el programa Robot Structural Analysis Professional con los permisibles de Norma correspondiente.

2.3. Obtención de Esfuerzos

Entre los parámetros que intervienen en el DISEÑO DE LA ESTRUCTURA se encuentran la resistencia al corte, flexión y carga axial en vigas, columnas, placas y muros de albañilería.

III. CRITERIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Se realizará el análisis sísmico dinámico de la estructura reglamentado por la NTE0.30 Diseño Sismorresistente. Para el análisis y diseño se tomará en cuenta las combinaciones de carga de la Norma Técnica de Concreto Armado E. 060 Y Albañilería E.070.

El análisis de la edificación se hizo con el programa Robot Structural Analysis Professional. La estructura fue analizada como un modelo tridimensional.

3.1. Consideraciones de Diseño

Para el análisis de la estructura se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones según el Expediente Técnico:

- Tipo de Cimentación : Platea de Cimentación
- Estrato de Apoyo de la Cimentación: SC – Arena arcillosa
- Profundidad de cimentación : 1.20 m.
- Presión Admisible del Terreno : $q_a = 2.01 \text{ kg/cm}^2$ C. Cuadrados
 $q_a = 1.24 \text{ kg/cm}^2$ C. Corridos
- Coeficiente de Balasto : 4.10 kg/cm^3
- El análisis de la estructura se realizará según la norma E0.30 Vigente
- El método de diseño de los elementos de concreto será según la E.060.
- El diseño de los elementos de albañilería será según la E.070.

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

- El concreto de las losas aligeradas, losa maciza, vigas, placas y columnas será de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- El acero de refuerzo (f_y)= 4200 kg/cm^2 (G⁶⁰): "E": 2100000 kg/cm^2 .
- La albañilería de los muros será de $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$.

IV. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

4.1. Resumen de Dimensiones de los Elementos Estructurales

- Losas Aligeradas : $E = 0.25 \text{ m}$.
- Losas Macizas : $E = 0.20 \text{ m}$.
- Vigas Principales D-X : $V_{P-x} (0.30 \times 0.60 \text{ m})$
- Vigas Principales D-Y : $V_{P-y} (0.30 \times 0.65 \text{ m})$
- Vigas Chatas : $V_{CH} (0.25 \times 0.25 \text{ m})$
- Vigas de Amarre : $V_A (0.15 \times 0.25 \text{ m})$
- Columnas Tipo T : $C_T (100 \times 0.55 \text{ m})$
- Columnas Tipo L : $C_L (0.60 \times 0.60 \text{ m})$
- Columnas Rectangulares : $C_1 (1.20 \times 0.30 \text{ m})$; $C_2 (0.60 \times 0.30 \text{ m})$
- Muros Armados : $E = 0.30 \text{ m}$.
- Platea de Cimentación : $E = 0.50 \text{ m}$.
- Muros de Albañilería : $E = 0.14 \text{ m}$.

4.2. Especificaciones de los Materiales Empleados

Concreto

- Resistencia a la compresión ($f'c$) : 210 kg/cm^2
- Módulo de elasticidad (E) : $217370.65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de corte ($G_c = E_c / 2(\mu_c + 1)$) : 94508.98 kg/cm^2
- Módulo de poisson (μ) : 0.15

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Acero

- Esfuerzo de fluencia (f_y): 4200 kg/cm² ($G^{\circ}60$): "E": 2100000 Kg/cm²

Albañilería

- Ladrillo tipo IV sólidos (30% huecos), tipo King Kong de arcilla, $t=23\text{cm}$, $f'b = 130 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia a la compresión ($f'm$) : 65 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E_m) : 32500 kg/cm²
- Resistencia al corte ($V'm$) : 8.1 kg/cm²
- Peso Específico (γ) : 1800 kg/m³
- Módulo de corte ($G_c = E_c/2(\mu_c+1)$) : 13000 kg/cm²
- Módulo de poisson (μ_c) : 0.25

V. METRADOS Y COMBINACIONES DE CARGAS

5.1. Metrados de Cargas

De acuerdo a las Normas NTE. E0.20, E.050 y E060 y al Reglamento ACI 318-08, Se Consideran los siguientes Estados de Carga en la Estructura según Valores.

CARGA MUERTA

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. Para esta evaluación corresponde al peso de la losa aligerada, más el peso del acabado del techo y una carga adicional, su valor será de 450 kg/m².

CARGA VIVA

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. Se asignará a la losa como carga distribuida por unidad de área:

– AULAS	: 250 kg/m ²
– SALAS DE LECTURA	: 300 kg/m ²
– CORREDORES Y ESCALERAS	: 400 kg/m ²
– TECHO	: 100 kg/m ²

CARGA DE EMPUJE

Es la Carga Producida por el Empuje del Terreno, su valor depende de las Propiedades Mecánicas del Suelo y la Altura de la Superficie de contacto.

CARGA DE SISMO

- SDINX: Son Fuerza Sísmica Dinámicas en la dirección. X-X, con excentricidad accidental de 5% en dirección. "Y".
- SDINY: Son Fuerza Sísmica Dinámicas en dirección. Y-Y, con una excentricidad accidental de 5% en dirección. "X".

5.2. Combinaciones de Carga

Las estructuras y los elementos estructurales deberán cumplir además con todos los demás requisitos de esta Norma, para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio.

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Las combinaciones para el diseño los elementos de Concreto Armado serán las mencionadas según el R.N.E Norma E.020, E.050 y E.060.

SERVICIO	:	CM + CV
– COMBINACIÓN 1	:	$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$.
– COMBINACIÓN 2	:	$U = 1.25(\text{CM} + \text{CV}) + \text{SDINX}$.
– COMBINACIÓN 3	:	$U = 1.25(\text{CM} + \text{CV}) - \text{SDINX}$.
– COMBINACIÓN 4	:	$U = 1.25(\text{CM} + \text{CV}) + \text{SDINY}$.
– COMBINACIÓN 5	:	$U = 1.25(\text{CM} + \text{CV}) - \text{SDINY}$.
– COMBINACIÓN 6	:	$U = 0.9\text{CM} + \text{SDINX}$.
– COMBINACIÓN 7	:	$U = 0.9\text{CM} - \text{SDINX}$.
– COMBINACIÓN 8	:	$U = 0.9\text{CM} + \text{SDINY}$.
– COMBINACIÓN 9	:	$U = 0.9\text{CM} - \text{SDINY}$.
– ENVOLVENTE	:	ENVOLVENTE DE (COMB1, COMB2, ..., COMB9)

VI. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo a los procedimientos señalados y tomando en cuenta las características de los materiales y cargas que actúan sobre la estructura e influyen en el comportamiento de la misma ante las sollicitaciones sísmicas, se muestra a continuación el análisis realizado para la obtención de estos resultados.

6.1. Consideraciones Generales

Las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis sísmico de la edificación son tomadas mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por las Normas de Estructuras tenemos:

- Zonificación (Z)
- Parámetros Del Suelo (S)
- Factor De Ampliación Sísmica (C)
- Categoría De Las Edificaciones (U)
- Sistemas Estructurales (R)

6.2. Modelo Estructural Analizado

El modelo estructural para evaluar el comportamiento sísmico del módulo de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (BLOQUE I), se presenta en las Figuras siguientes.

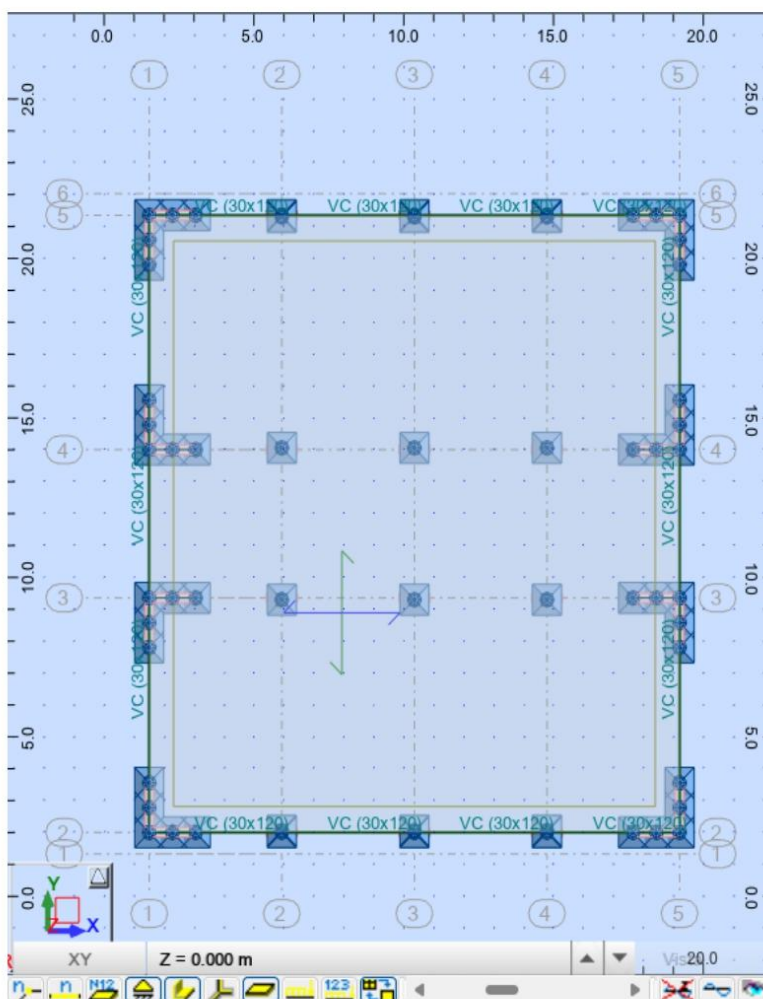


Figura 1. Modelo estructural la cimentación

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

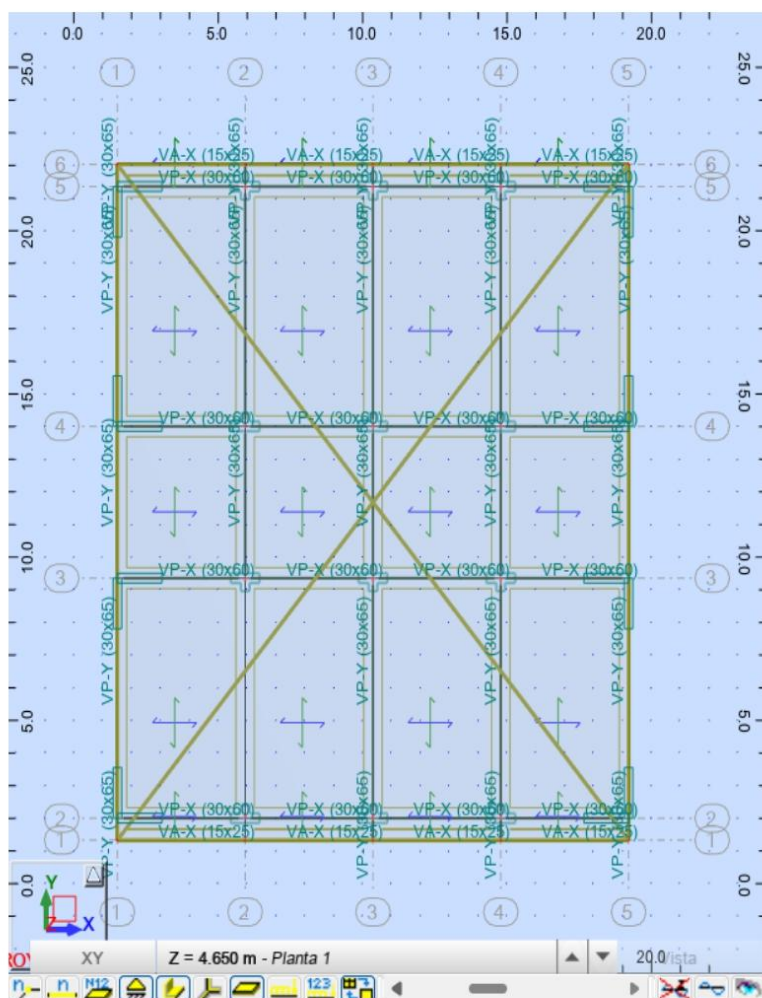


Figura 2. Modelo estructural del primer piso

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

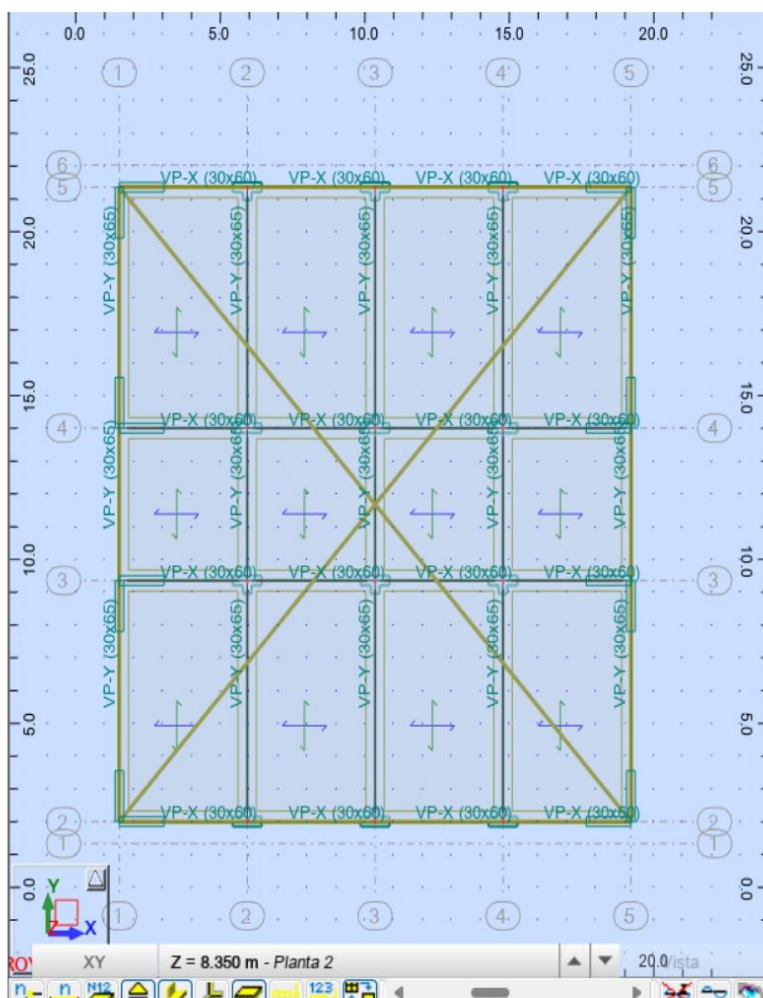


Figura 3. Modelo estructural del segundo piso

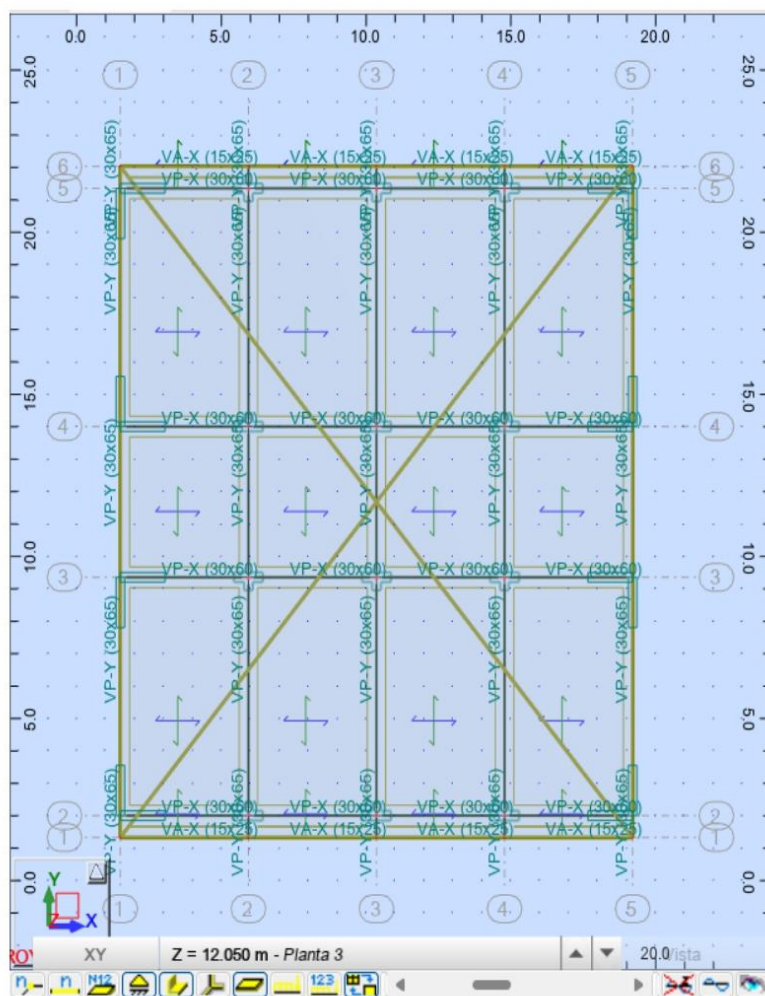


Figura 4. Modelo estructural del tercer piso

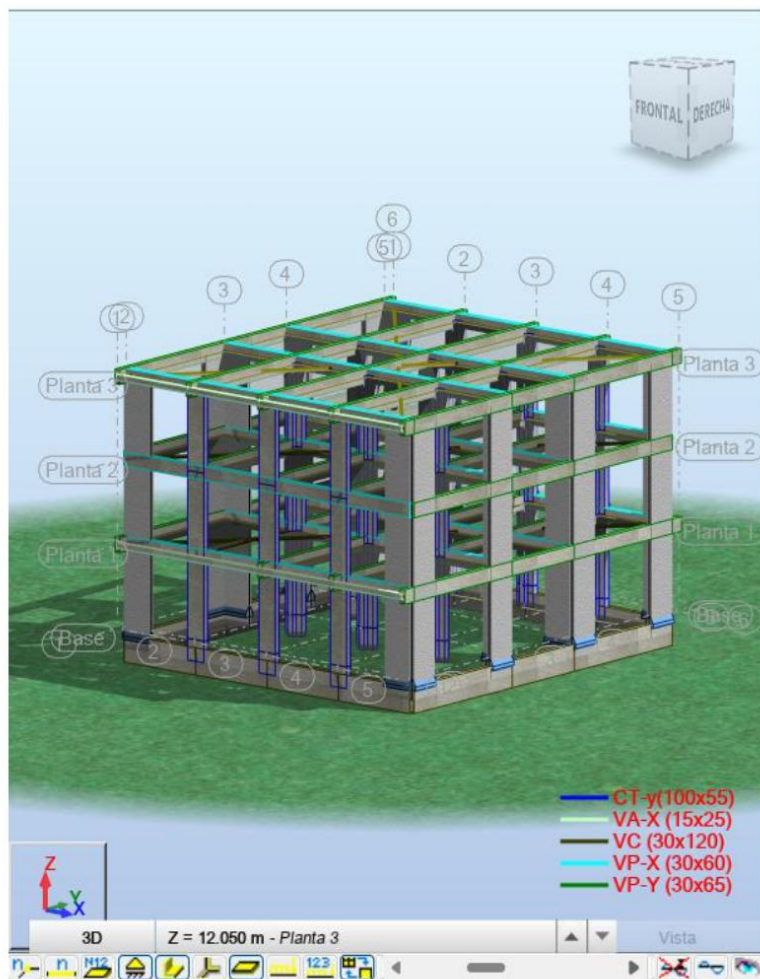


Figura 5. Modelo estructural para el análisis sísmico
(Vista Isométrica Renderizada)

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

6.3. Asignación de cargas

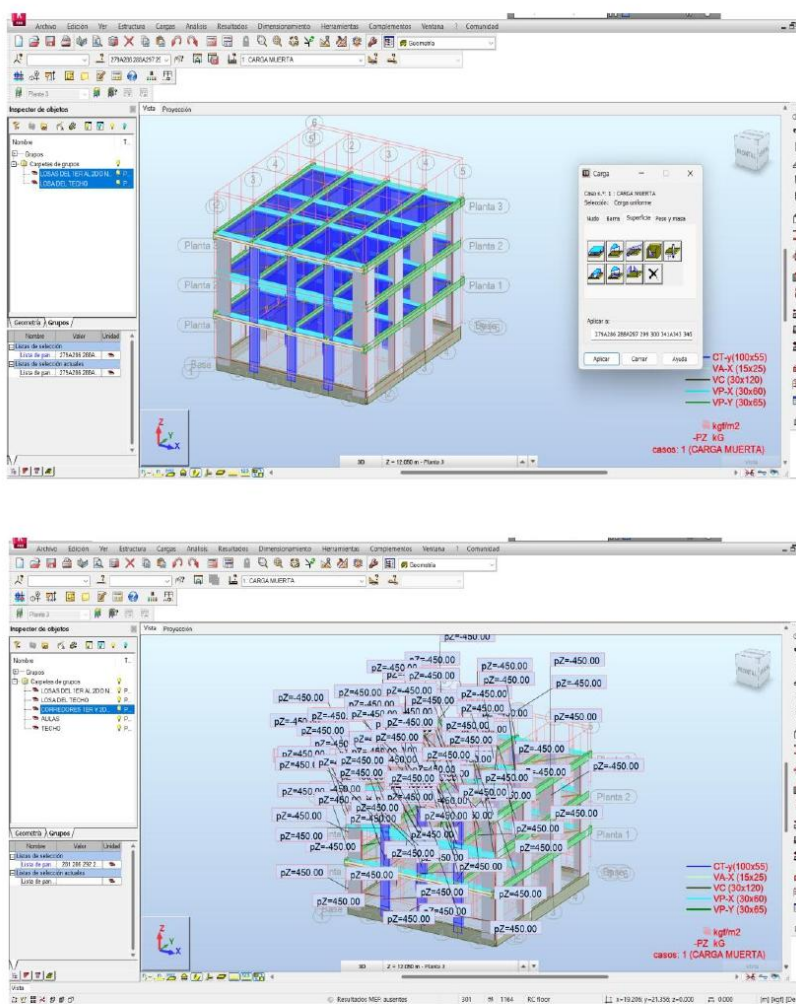


Figura 6. Asignación de carga muerta

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

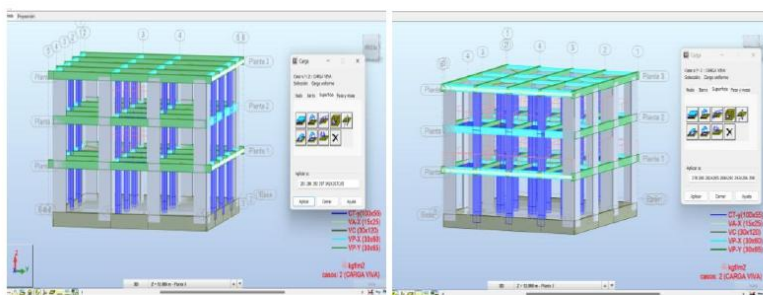


Figura 7. Asignación de carga viva (CORREDORES - AULAS)

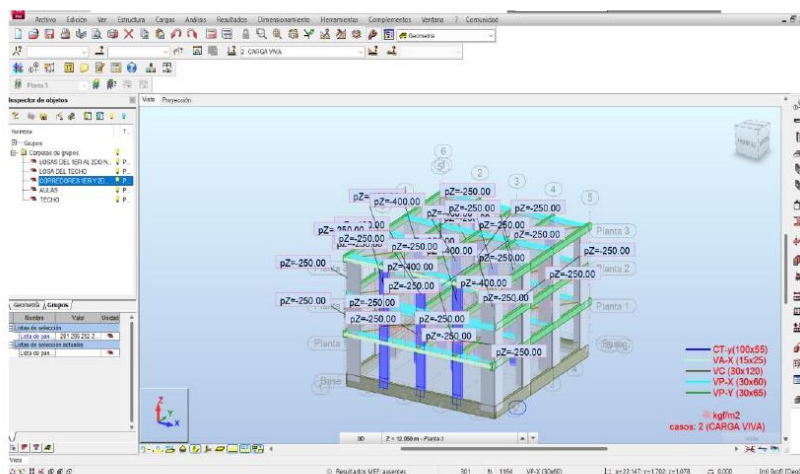


Figura 8. Asignación de carga viva

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

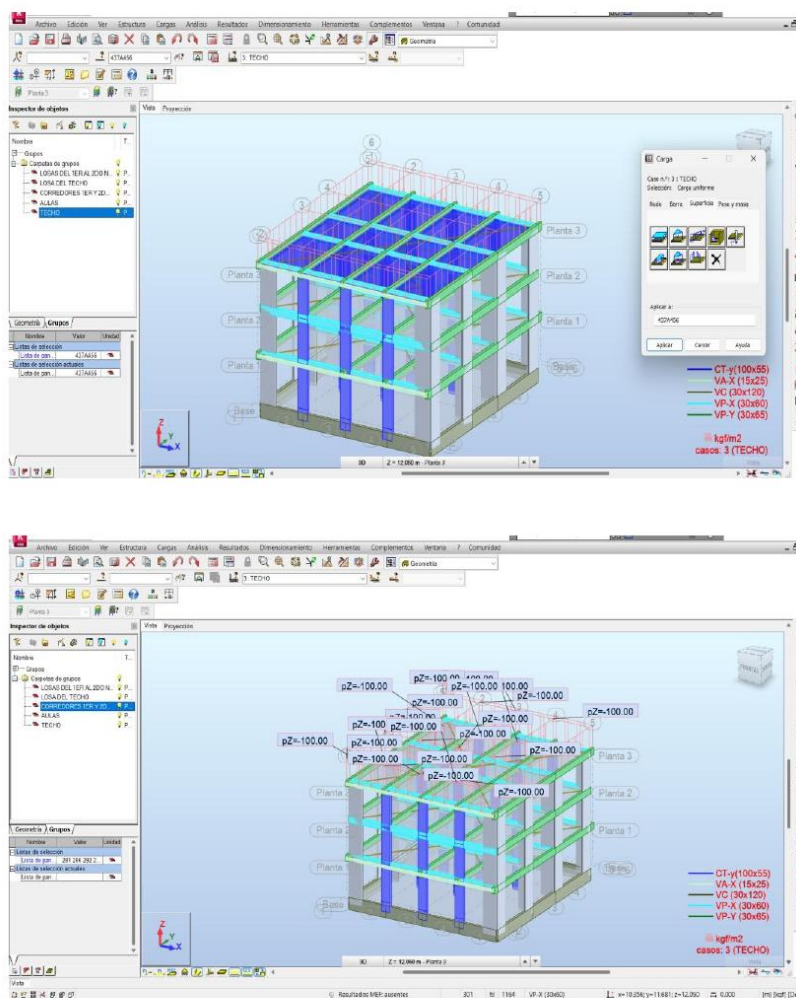


Figura 9. Asignación de carga viva (TECHO)

6.4. Análisis Sísmico Estático de la estructura

6.4.1. Consideraciones básicas para el análisis estático

- Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.
- Se aplica a estructuras en zona sísmica 1 (regulares e irregulares) y, en otras zonas, solo a estructuras regulares hasta 30 m o de muros portantes hasta 15 m.
- En estructuras irregulares, se considera 100% de la carga en una dirección y 30% en la perpendicular, sumando los efectos absolutos.

6.4.2. Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

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

Donde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

T=	0.35
hn=	12.1
Cr=	35

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

6.4.3. Fuerza Cortante en la Base

- a. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

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

Cuando el periodo fundamental de la estructura sea menor que T_p , se deberá usar un valor de C igual a 2,5.

- b. El valor de C/R debe satisfacer:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

ANÁLISIS SISMICO ESTÁTICO									
MODO: TX = 0.350 Segundos			Tabla N° 1 Factores de zona "Z"				MODO: TY = 0.350 Segundos		
Z = 0.25	Zone 2-Jaén		ZONA		Z		Z = 0.25	Zone 2-Jaén	
S = 1.30	Suelo S2		4	0.45		S = 1.30	Suelo S2		
TP = 0.6	S2		3	0.35		TP = 0.6	S2		
TL = 3.0	S2		2	0.25		TL = 3.0	S2		
U = 1.5	A2 - I.E. UNIV.		1	0.10		U = 1.5	A2 - I.E. UNIV.		
C = 2.5						C = 2.5			
Coficiente Basico: Ro	7	Ver norma E0.30	Tabla N° 4 Factor de suelo "S"				Coficiente Basico: Ro	7	Ver norma E0.30
Coficiente Basico Fuerzas:	7		Suelo			Coficiente Basico Fuerzas:		7	
R = Ro x Ia x Ip			S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	R = Ro x Ia x Ip		
Ia = 1	Ver norma E0.30		Z ₁	0.80	1.30	1.15	1.25	Ia = 1	Ver norma E0.30
Ip = 1	Ver norma E0.30							Ip = 1	Ver norma E0.30
			Tabla N° 5 Factores de zona "S"						
			Puede de suelo						
			S ₁	S ₂	S ₃	S ₄			
			T ₁ (s)	0.3	0.4	0.6	0.8		
			T ₂ (s)	1.0	3.0	3.0	2.5		
			Determinación de los Factores de modificación de respuesta (F ₁)				Determinación de los Factores de modificación de respuesta (F ₂)		
			Período fundamental de la estructura (T ₁)				Período fundamental de la estructura (T ₂)		
			C = 1 + 15 (T ₁ - 0.5) / (T ₁ + 7)				C = 1 + 15 (T ₂ - 0.5) / (T ₂ + 7)		
			0.5 T ₁ < T ₁ < T ₂				0.5 T ₂ < T ₂ < T ₃		
			T ₁ < T < T ₂				T ₂ < T < T ₃		
			T > T ₂				T > T ₃		
			C = 2.5 (T ₁ / T ₂)				C = 2.5 (T ₂ / T ₃)		
			C = 2.5 (T ₂ / T ₃)				C = 2.5 (T ₃ / T ₄)		
PESO EDIFICIO	1918.140	tonf	PESO EDIFICIO				1918.14	tonf	
VE = ZUCS/R	0.17411	Coficiente Sismico (c)	VE = ZUCS/R				0.17411	Coficiente Sismico (c)	
CORTANTE BASAL:	333.962	tonf	CORTANTE BASAL:				333.962	tonf	
VEXX =			VEXX =						
C/R > 0.11	0.3571		C/R > 0.11				0.3571		
Kx = 1			Ky = 1						

Figura 1.0. Cálculo de la fuerza cortante de la base (EJE X-X)

6.4.4. Excentricidad accidental

En estructuras con diafragmas rígidos, las fuerzas sísmicas actúan en el centro de masas de cada nivel, considerando excentricidades accidentales del 5% de la dimensión perpendicular que generan momentos torsores; para el análisis se adoptan condiciones desfavorables, usando el mismo signo en todos los niveles y considerando solo incrementos de fuerzas.

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

6.4.5. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

Tabla 1 Distribución de fuerza sísmica en altura

Piso	Altura (h)	Peso Nivel	$p \cdot h^k$	alfa i	$F_i = (\text{alfa } i) \cdot V_{ex}$
PLANTA 3	11.10 m	459.39 t	5099.229	0.49	164.27 T
PLANTA 2	7.40m	467.22 t	3457.428	0.33	111.38 T
PLANTA 1	3.70 m	489.29 t	1810.373	0.17	58.32 T
Total			10367.03	1.00	333.96 T

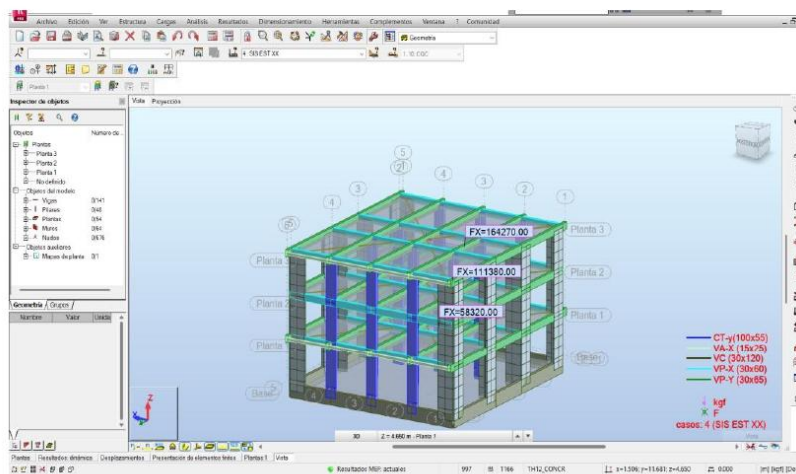


Figura 11. Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Analysis Structural (SIS EST X-X).

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

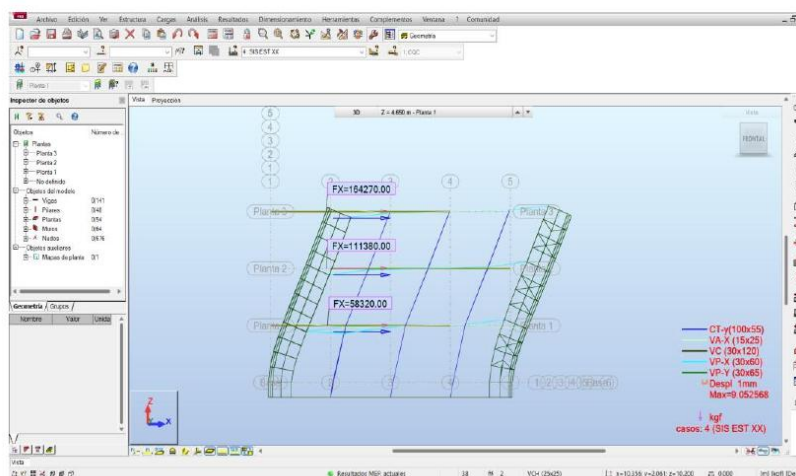


Figura 12. Deformación generado por el Sismo Estático en el sentido X-X

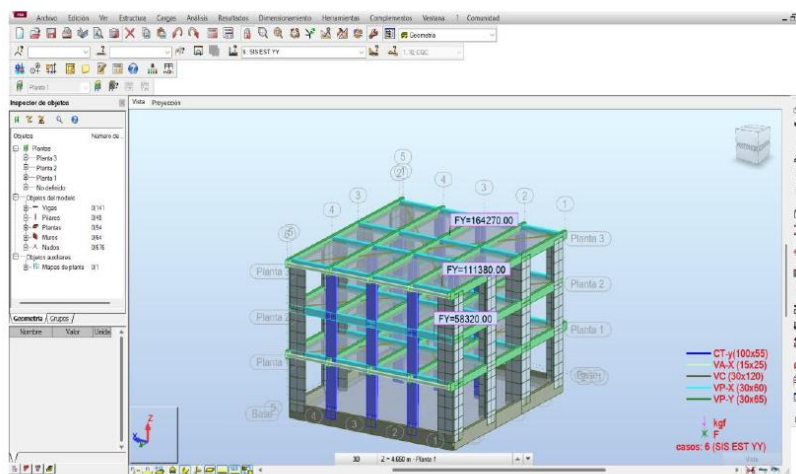


Figura 13. Distribución de fuerza sísmica en altura en Robot Analysis Structural (SIS EST Y-Y).

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

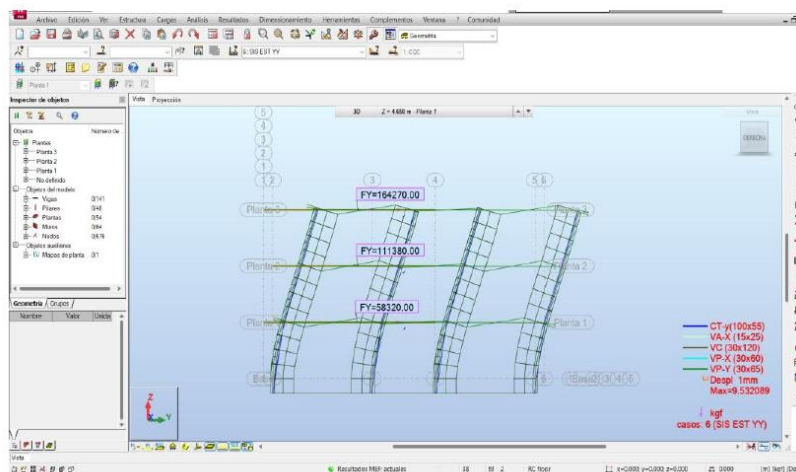


Figura 14. Deformación generado por el Sismo Estático en el sentido Y-Y

6.4.6. Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $2/3Z \cdot U \cdot S$.

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requiere un análisis dinámico con los espectros establecidos en el artículo 41 de la presente Norma Técnica.

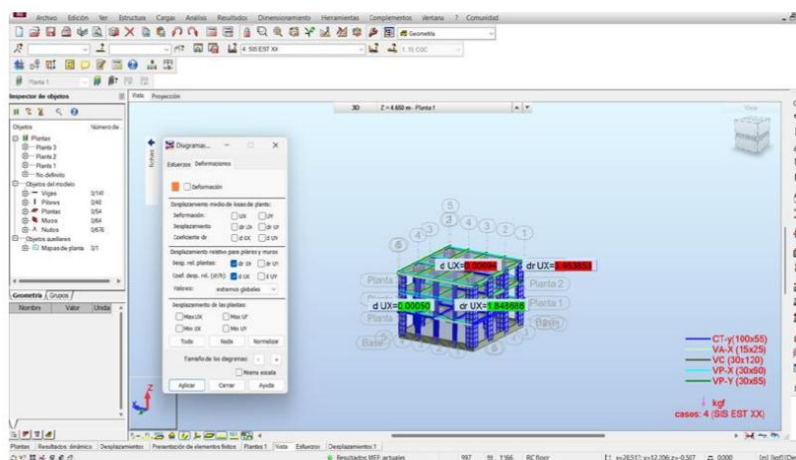


Figura 15. Coeficientes de Desplazamiento Relativo del Sismo Estático X-X

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

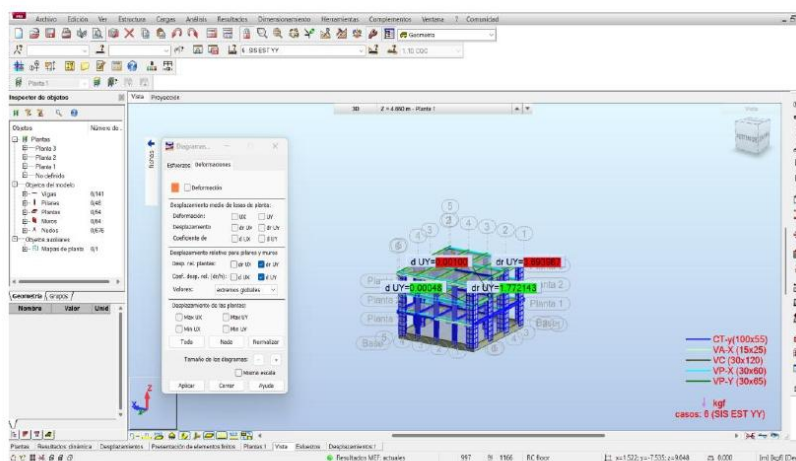


Figura 16. Coeficientes de Desplazamiento Relativo del Sismo Estático Y-Y

6.5. Análisis dinámico modal espectral

6.5.1. Modos de Vibración

Los modos de vibración se determinan considerando la rigidez y distribución de masas de la estructura. En cada dirección, deben incluirse modos que acumulen al menos el 90% de la masa total. Además, se consideran como mínimo los tres modos predominantes.

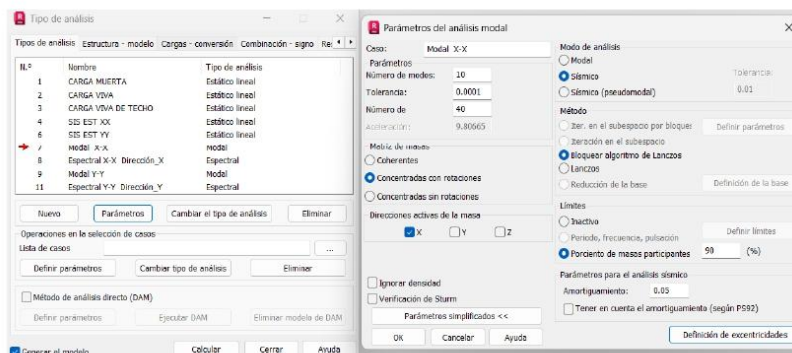


Figura 17. Parámetros de análisis modal X-X

En la tabla 2 se muestran los periodos de vibración con su porcentaje de masa participante para la dirección X-X.

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

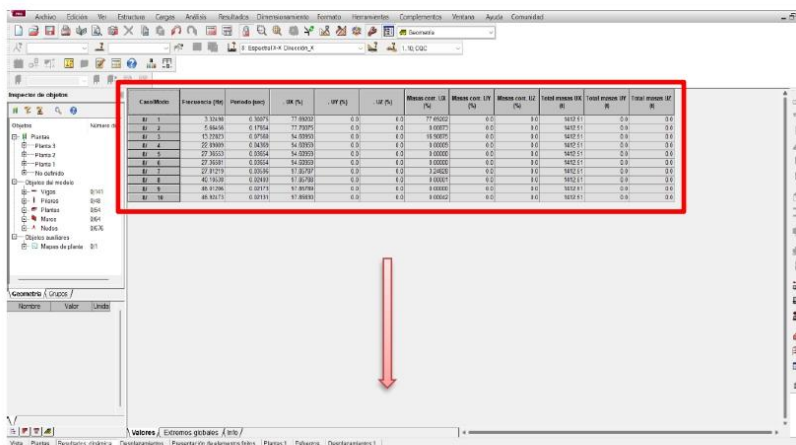


Figura 18. Periodo y masa participativa (Robot Analysis Structural) X-X

Tabla 2 Periodo y Masa Participativa / EJE X-X

Caso / Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	Masas corr. UX (%)	Total, masas UX (t)
11/ 1	3.32498	0.30075	77.69202	77.69202	1412.51
11/ 2	5.66456	0.17654	77.70075	0.00873	1412.51
11/ 3	13.22823	0.0756	94.6095	16.90875	1412.51
11/ 4	22.89009	0.04369	94.60959	0.00009	1412.51
11/ 5	27.36553	0.03654	94.60959	0	1412.51
11/ 6	27.36581	0.03654	94.60959	0	1412.51
11/ 7	27.81219	0.03596	97.85787	3.24828	1412.51
11/ 8	40.10538	0.02493	97.85788	0.00001	1412.51
11/ 9	46.01206	0.02173	97.85789	0	1412.51
11/ 10	46.92473	0.02131	97.8583	0.00042	1412.51

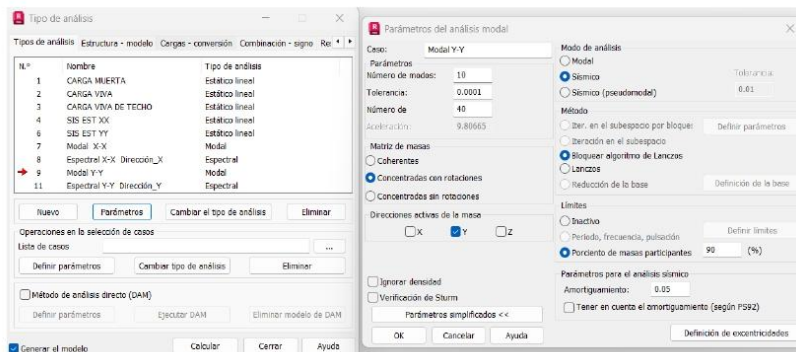


Figura 19. Parámetros de análisis modal Y-Y

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

En la tabla 3 se muestran los periodos de vibración con su porcentaje de masa participante para la dirección Y-Y.

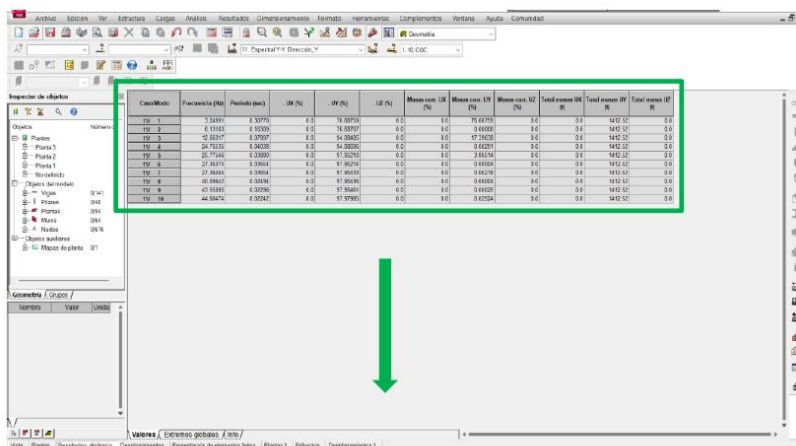


Figura 20. Periodo y masa participativa (Robot Analysis Structural) Y-Y

Tabla 3 Periodo y Masa Participativa / EJE Y-Y

Caso / Modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)	. UX (%)	Masas corr. UX (%)	Total, masas UX (t)
11/ 1	3.24991	0.3077	76.68759	76.68759	1412.52
11/ 2	6.13163	0.16309	76.68767	0.00008	1412.52
11/ 3	12.66317	0.07897	94.08405	17.39638	1412.52
11/ 4	24.76535	0.04038	94.08696	0.00291	1412.52
11/ 5	25.77546	0.0388	97.9521	3.86514	1412.52
11/ 6	27.36374	0.03654	97.95214	0.00004	1412.52
11/ 7	27.36465	0.03654	97.95433	0.00218	1412.52
11/ 8	40.09642	0.02494	97.95436	0.00004	1412.52
11/ 9	43.55085	0.02296	97.95461	0.00025	1412.52
11/ 10	44.60474	0.02242	97.97985	0.02524	1412.52

6.5.2. Aceleración espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones determinado por:

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

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Z	0.25		
T_p (S)	0.6	TL	3.00
Factor de suelo "S"=	1.30		
Factor de Uso "U"=	1.5	C	
R_x	7	MASA, Geometrica Verti	
R_y	7	MASA, Geometrica Verti	
FACTOR=ZUS/R*g		FACTOR=ZUSg/R	0.683196429
		FACTOR=ZUSg/R	0.683196429

T	C	Sax	Say
0.00	1.00000	0.683196429	0.683196429
0.01	1.12500	0.768595982	0.768595982
0.02	1.25000	0.853995536	0.853995536
0.03	1.37500	0.939395089	0.939395089
0.04	1.50000	1.024794643	1.024794643
0.05	1.62500	1.110194196	1.110194196
0.06	1.75000	1.195593750	1.195593750
0.07	1.87500	1.280993304	1.280993304
0.08	2.00000	1.366392857	1.366392857
0.09	2.12500	1.451792411	1.451792411
0.10	2.25000	1.537191964	1.537191964
0.11	2.37500	1.622591518	1.622591518
0.12	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.18	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.24	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.30	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.36	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.42	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.48	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.54	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.60	2.50000	1.707991071	1.707991071
0.80	1.87500	1.280993304	1.280993304
1.00	1.50000	1.024794643	1.024794643
1.20	1.25000	0.853995536	0.853995536
1.40	1.07143	0.731996173	0.731996173
1.60	0.93750	0.640496652	0.640496652
1.80	0.83333	0.569330357	0.569330357
2.00	0.75000	0.512397321	0.512397321
2.20	0.68182	0.465815747	0.465815747
2.40	0.62500	0.426997768	0.426997768
2.60	0.57692	0.394151786	0.394151786
2.80	0.53571	0.365998087	0.365998087
3.00	0.50000	0.341598214	0.341598214

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

3.10	0.46826	0.319915081	0.319915081
3.40	0.38927	0.265950167	0.265950167
3.50	0.36735	0.250970117	0.250970117
3.60	0.34722	0.237220982	0.237220982
3.70	0.32871	0.224571507	0.224571507
3.80	0.31163	0.212907474	0.212907474
3.90	0.29586	0.202129121	0.202129121
4.00	0.28125	0.192148996	0.192148996
4.10	0.26770	0.182890180	0.182890180
4.20	0.25510	0.174284803	0.174284803
4.30	0.24337	0.166272792	0.166272792
4.40	0.23244	0.158800823	0.158800823
4.50	0.22222	0.151821429	0.151821429
4.60	0.21267	0.145292246	0.145292246
4.70	0.20371	0.139175370	0.139175370
4.80	0.19531	0.133436802	0.133436802
4.90	0.18742	0.128045978	0.128045978
5.00	0.18000	0.122975357	0.122975357

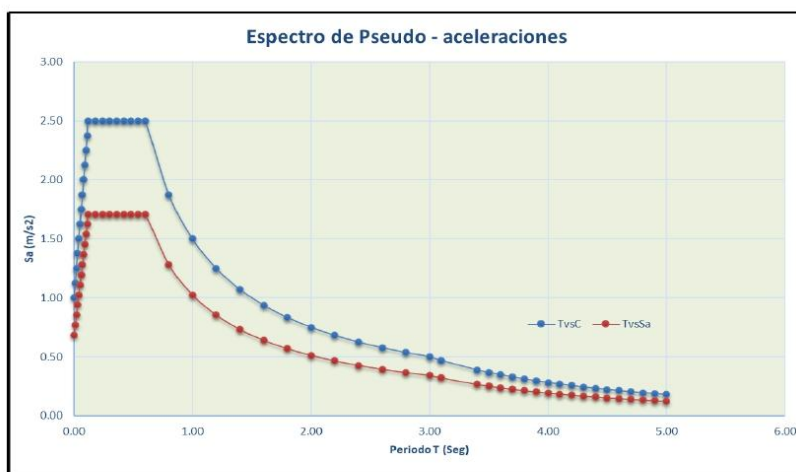


Figura 21. Espectro de Pseudo – aceleraciones realizadas en Excel.

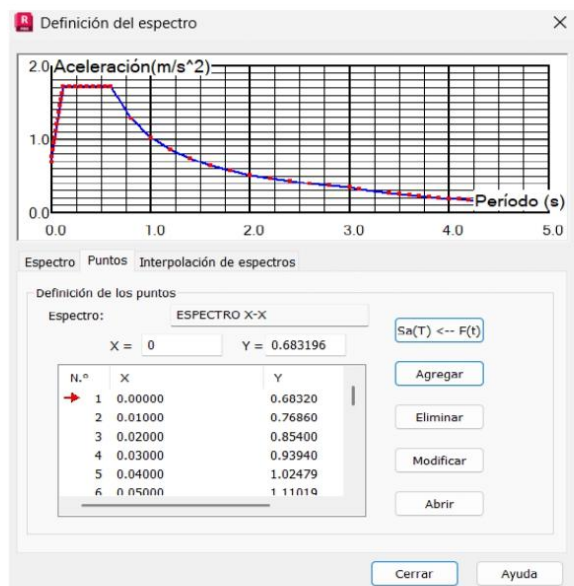


Figura 22. Espectro de Pseudo – aceleraciones realizadas en Robot Analysis
Structural dirección X-X

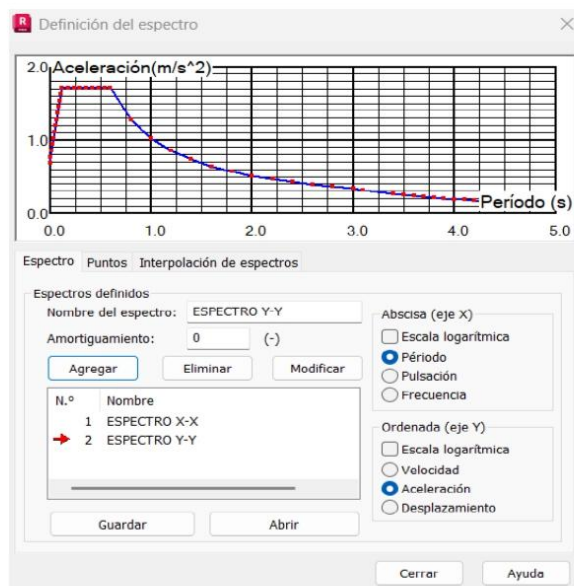


Figura 23. Espectro de Pseudo – aceleraciones realizadas en Robot Analysis
Structural dirección Y-Y

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

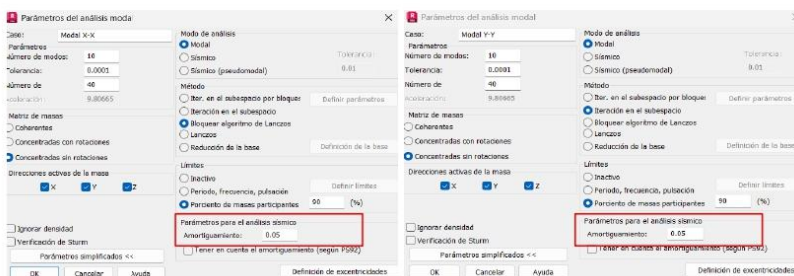


Figura 24. Factor de Amortiguamiento critico según la E0.30.

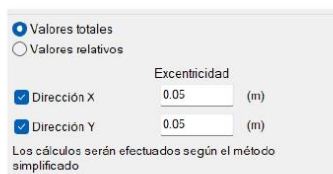
6.5.3. Fuerza cortante mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 34 de la presente Norma Técnica para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

6.5.4. Excentricidad accidental (Efectos de torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.



6.6. Requisitos de Rigidez y Resistencia

6.6.1. Determinación de desplazamientos laterales

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

desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el artículo 34 de la presente Norma Técnica ni el cortante mínimo en el base especificado en el artículo 44 de la presente Norma Técnica.

6.6.2. Desplazamientos laterales relativos admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 50 de la presente Norma Técnica, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 14 Límites para la distorsión del entrepiso	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,004

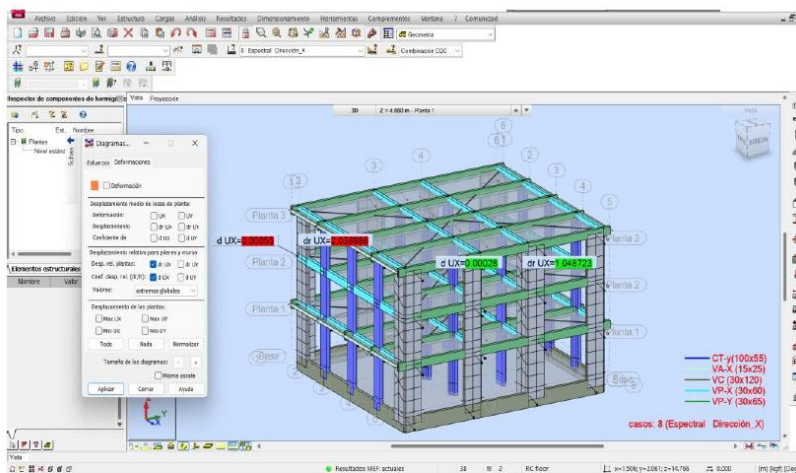


Figura 25. Desplazamiento Relativo de Entrepiso sentido X-X

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Tabla 4 Desplazamiento Relativo de Entrepiso (Derivas) sentido X-X

DERIVA X-X		
DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30	
0.00055 (Max)	0.007	OK
0.00028 (Min)	0.007	OK

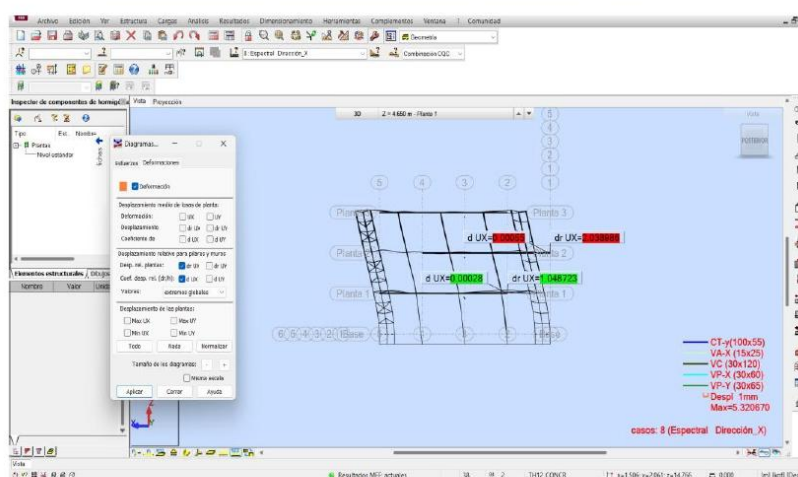


Figura 26. Deformación generada por la fuerza sísmica dinámica en el sentido X-X

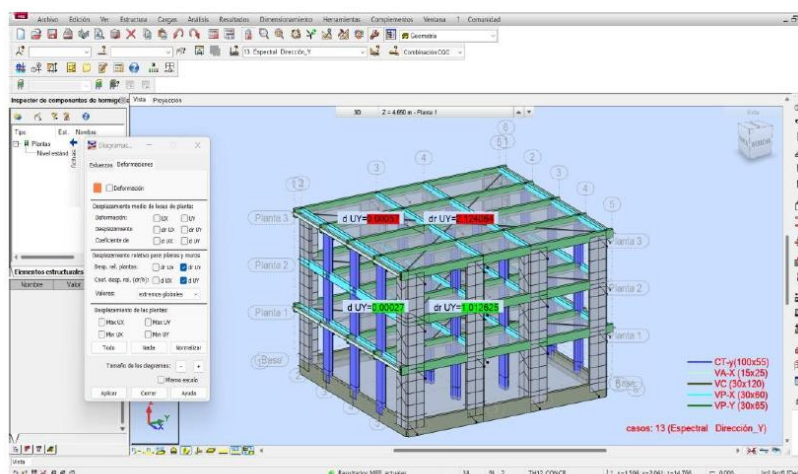


Figura 27. Desplazamiento Relativo de Entrepiso sentido Y-Y

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Tabla 5 Desplazamiento Relativo de Entrepiso (Derivas) sentido Y-Y

DERIVA X-X		
DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA)	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO SEGÚN E0.30	
0.00057 (Max)	0.007	OK
0.00027 (Min)	0.007	OK

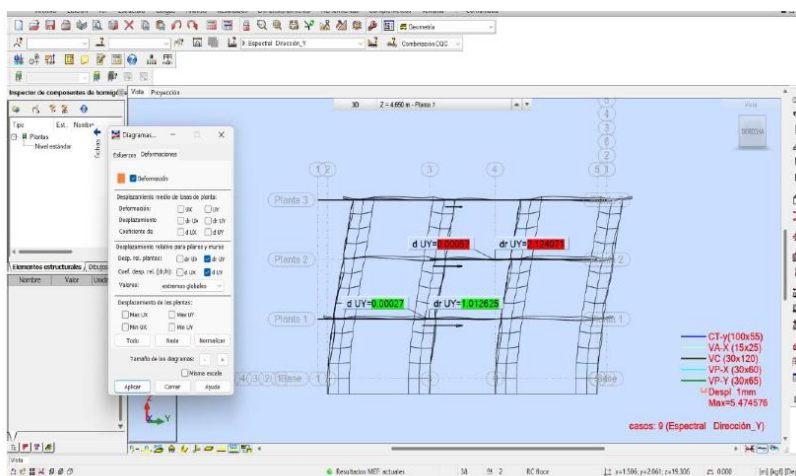


Figura 28. Deformación generada por la fuerza sísmica dinámica en el sentido Y-Y

6.6.3. Separación entre Edificios (s)

- Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.
- Esta distancia no es menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$S = 0.02 * Z * h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

- El edificio se retira de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según el artículo 50 de la presente

**MEMORIA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Norma Técnica ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

- d. En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio se separa de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

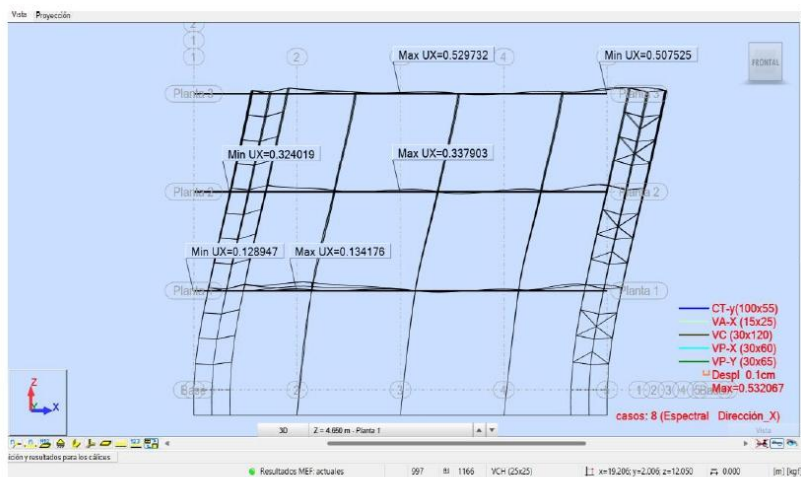


Figura 29. Desplazamiento de la edificación generado por la fuerza sísmica en el sentido X-X



Figura 30. Desplazamiento de la edificación generado por la fuerza sísmica en el sentido Y-Y

VII. CONCLUSIONES

- Los parámetros sísmicos adoptados para la evaluación estructural fueron:

Z =	0.25
S =	1.30
TP =	0.6
TL =	3.0
U =	1.5
C =	2.5
Coeficiente Básico: Ro x Ia x Ip	7
Coeficiente Básico Fuerzas: R = Ro x Ia x Ip	7
Ia =	1
Ip =	1

- De acuerdo al análisis sísmico estático se obtuvo una cortante basal de 333.96 toneladas.
- Se obtuvo periodos fundamentales de vibración de 0.30 segundos para la dirección X-X, y para la dirección Y-Y de 0.31 segundos.
- Respecto a la participación de las masas se verifico que, si cumplen con el 90% de participación, lo cual se localiza para ambas direcciones el modo 3.
- El desplazamiento máximo relativo en el rango inelástico en la estructura evaluada para un evento sísmico, alcanza un valor máximo de 0.00055 de deriva en la dirección X-X y 0.00057 en la dirección Y-Y siendo estos valores menores a las derivas máximas permisibles (0.007) por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018).
- En términos de comportamiento sísmico, la estructura presenta adecuada rigidez lateral y buen control de deformaciones, lo que reduce la probabilidad de daños estructurales significativos ante eventos sísmicos de diseño.
- Considerando el coeficiente de reducción sísmica adoptado ($R = 7$), se infiere que la estructura ha sido concebida con un nivel adecuado de ductilidad, lo cual le permite disipar energía sísmica de manera eficiente mediante deformaciones inelásticas controladas.
- En general, la edificación evaluada presenta un desempeño sísmico satisfactorio, cumpliendo con los criterios de resistencia, rigidez y ductilidad exigidos por la normativa vigente, por lo que se considera estructuralmente segura frente a solicitaciones sísmicas de diseño.