

UNIVERSIDAD NACIONAL DECAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES III
Y V DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL N°010 – PUEBLO JOVEN
MIRAFLORES, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN – REGIÓN CAJAMARCA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. MIGUEL ANGEL DÍAZ TERRONES

ASESOR:

Dr. Ing. AGUSTIN EMERSON MEDINA CHÁVEZ

Cajamarca - Perú

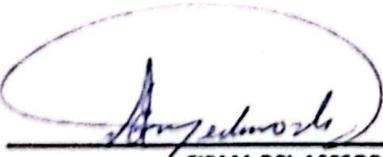
2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: Miguel Angel Diaz Terrones
DNI: 75354615
Escuela Profesional: Escuela Académico Profesional de Ingeniería civil
2. Asesor: Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES III Y V DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL N°010 – PUEBLO JOVEN MIRAFLORES, DISTRITO Y
PROVINCIA DE JAÉN – REGIÓN CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 16 de octubre 2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%
9. Código Documento: oid: 3117:393548514
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 16 de octubre 2024

 <hr/> FIRMA DEL ASESOR Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez DNI: 27040564	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  <hr/> UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
---	---

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría para avanzar y superar cada desafío que surge en mi camino.

Agradezco a mis padres por haberme permitido formarme profesionalmente como ingeniero civil. Su apoyo ha sido un pilar fundamental, dándome la motivación necesaria para superar cada desafío.

A mi asesor de tesis Dr. Ing. Agustín Medina Chávez, por instruirme desinteresadamente. Por su valiosa orientación, calidad humana y profesionalismo, los cuales fueron fundamentales para la realización de este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A las autoridades de la I.E. inicial N°010 facilitarme el ingreso a sus instalaciones.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. SELECCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA	2
1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	3
1.1.4. LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DE LA INVESTIGACION	3
1.1.5. ALCANCES	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	5
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	6
2.1. ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION	6
2.1.1. INTERNACIONALES	7
2.1.2. NACIONALES	8
2.1.3. REGIONALES.....	10
2.2. BASES TEORICAS.....	11
2.2.1. Sismología de observación.....	11
2.2.2. Terremotos	11
2.2.3. Microsismos	12
2.2.4. Origen	12
2.2.5. Hipocentro y epicentro	13
2.2.6. Intensidad sísmica	14

2.2.7. Magnitud sísmica	16
2.2.8. Características de la sismicidad en el Perú	17
2.2.9. Vulnerabilidad sísmica	18
2.2.10. Clases de vulnerabilidad sísmica	20
2.2.11. Vulnerabilidad estructural	20
2.2.12. Vulnerabilidad no estructural	20
2.2.13. Vulnerabilidad funcional	21
2.2.14. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica	21
2.2.15. Métodos Cualitativos	22
2.2.16. Métodos cuantitativos	22
2.2.17. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	23
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. HIPÓTESIS	24
3.1.1. Hipótesis general	24
3.1.2. Hipótesis específicas	24
3.2. VARIABLES	24
3.3. Ubicación Geográfica	25
3.4. METODOLOGIA	26
3.4.1. Tipo de estudio	26
3.4.2. Diseño	26
3.5. Población, Muestra y unidad de análisis	27
3.5.1. Población	27
3.5.2. Muestra	27

3.5.3.Unidad de análisis	27
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.7. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION	28
3.7.1.DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO.....	28
3.7.2.DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	29
3.7.3.Determinación de la vulnerabilidad sísmica.	43
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	52
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	52
4.1.1.Comportamiento sísmico de los pabellones	52
4.1.2.Evaluación de los desplazamientos relativos de entrepiso	52
4.1.3.Asignación de cargas gravitacionales para ambos pabellones.....	57
4.1.4.Asignación de cargas vivas para ambos pabellones.....	59
4.1.5.Análisis del comportamiento de las columnas	70
4.1.6.Análisis de la falla de columna corta.....	78
4.1.7.Revisión del estado actual de los elementos estructurales.	79
4.1.8.Análisis de elementos no estructurales	81
4.1.9.Vulnerabilidad sísmica de los pabellones III Y V.....	82
4.2. Evaluación de los resultados obtenidos.....	83
4.2.1.Análisis de la vulnerabilidad sísmica.....	83
4.3. Contrastación de la hipótesis.....	84
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1. CONCLUSIONES	85
5.2. RECOMENDACIONES	86

REENCIAS BIBLIOGRAFICAS 87
ANEXOS 90

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Escala de Mercalli Modificada.....	15
Tabla N°2. Ubicación geográfica.....	25
Tabla N°3. Factores De Zona (Z).....	30
Tabla N°4. Categoría De La Edificaciones Y Factor (U).....	31
Tabla N°5. Clasificación de los perfiles de suelo.....	32
Tabla N°6. Factor De Suelo “S”	32
Tabla N°7. Periodos “TP” Y “TL”	32
Tabla N°8. Sistemas Estructurales.....	34
Tabla N°9. Límites para la distorsión de entrepiso.	35
Tabla N°10. Coeficiente Sísmico C1	40
Tabla N°11. Valores del coeficiente de momento “m” y dimensión crítica “a”	40
Tabla N°12. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.	41
Tabla N°13. Intervalo numérico para la valoración de la vulnerabilidad sísmica	42
Tabla N°14. Parámetros para la obtención del espectro de pseudo – aceleración.	44
Tabla N°15. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.	47
Tabla N°16. Parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.	48
Tabla N°17. Distorsión en la dirección “X”, en cada nudo del módulo III.....	69
Tabla N°18. Distorsión en la dirección “Y”, en cada nudo del módulo III.....	69
Tabla N°19. Distorsión en la dirección “X”, en cada nudo del módulo V.....	69
Tabla N°20. Distorsión en la dirección “Y”, en cada nudo del módulo V.....	69
Tabla N°21. Acero presente y necesario en columna crítica.	72
Tabla N°22. Acero existente y acero necesario en columna crítica.....	75
Tabla N°23. Resultados de Estabilidad de Tabiques Pabellones III y V.	82
Tabla N°24. Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones III y V.	82

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Hipocentro y epicentro de un terremoto.	13
Figura N°2. Distribución superficial de las placas tectónicas.	14
Figura N°3. Gráfico para estimar la magnitud local o Richter.	17
Figura N°4. Anillo de fuego del Pacífico.	18
Figura N°5. Factores influyentes en la vulnerabilidad.....	19
Figura N°6. Mapa de Ubicación de la Institución Educativa Inicial N°010.	25
Figura N°7. Espectro de sismo de diseño sa/g.	34
Figura N°8. Esquema de alturas de columna total y columna corta.	37
Figura N°9. Espectro de Pseudo – Aceleraciones para los pabellones III y V de la I.E.	45
Figura N°10. Zonas Sísmicas.....	53
Figura N°11. Modelamiento pabellón III.	55
Figura N°12. Modelamiento pabellón V.....	56
Figura N°13. Asignación de cargas de gravedad pabellón III.	57
Figura N°14. Asignación de cargas de gravedad pabellón V.	58
Figura N°15. Asignación de cargas vivas pabellón III.	59
Figura N°16. Reparto de cargas vivas pabellón V.....	60
Figura N°17. Gráfico de pseudo aceleración en la dirección X. RNE-E030.....	62
Figura N°18. Gráfico de pseudo aceleración en la dirección Y. RNE-E030.....	63
Figura N°19. Combinación Cuadrática Completa – Sismo en X.	64
Figura N°20. Combinación Cuadrática Completa – Sismo en Y.	64
Figura N°21. Modelado de cargas axiales en columnas del pabellón III.....	70
Figura N°22. Carga axial limite en columnas del pabellón III.	71
Figura N°23. Acero existente en la columna analizada.	72
Figura N°24. Modelado de cargas axiales en columnas del pabellón V.....	73
Figura N°25. Carga axial limite en columnas del pabellón V.....	74
Figura N°26. Acero existente en la columna analizada.	75
Figura N°27. Acero existente en la columna analizada.	76
Figura N°28. Acero existente en la columna analizada.	76
Figura N°29. Acero existente en la columna analizada.	77

Figura N°30. Vista frontal pabellón III.....	78
Figura N°31. Juntas de Separación entre columnas y muros de los pabellones III y V.....	78
Figura N°32. Columna C3 del pabellón III, con su respectiva junta de espuma plástica.	79
Figura N°33. Unión columna C1 con vigas C1 (0.25 x 0.50) en el pabellón III.	79
Figura N°34. Elevación E4 del pabellón V.	80
Figura N°35. Unión columna C3 con vigas C2 (0.25 x 0.75) en el pabellón V.	81

RESUMEN

La institución educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores, ubicada en Jaén, se encuentra en la zona sísmica N°2 según la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Está asentada sobre un suelo de arcilla inorgánica de color beige oscuro, con una consistencia semi dura y una plasticidad media a alta, clasificado como perfil de suelo S3. En esta circunstancia el estudio tiene como objetivo principal "Determinar el grado de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 – Pueblo Joven Miraflores. El estudio es de tipo aplicada, descriptiva y cuantitativa. Se basa en el método propuesto por el ingeniero Miguel Ángel Mosqueira Moreno en el estudio doctoral titulado "Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca" (Cajamarca, 2012); se llevó a cabo un estudio arquitectónico integral en los pabellones de la institución de educación para evaluar la resistencia de los componentes estructurales. Los estudios de mecánica de suelos proporcionaron información sobre el tipo de suelo sobre el que están construidas las edificaciones. Los datos adquiridos se utilizaron para evaluar el desempeño sísmico de estructuras, evaluar componentes no estructurales, analizar los hallazgos en hojas de cálculo y utilizar el software SAP 2000. Luego de calcular estadísticamente la vulnerabilidad sísmica de cada pabellón usando la Versión 24.0.0, se concluyó que los pabellones III y V tenían un bajo grado de vulnerabilidad sísmica.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, comportamiento sísmico, vulnerabilidad estructural, vulnerabilidad no estructural.

The Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores educational institution, located in Jaén, is located in seismic zone N°2 according to Standard E-030 for Seismic-Resistant Design of the National Building Regulations. It is based on a dark beige inorganic clay soil, with a semi-hard consistency and medium to high plasticity, classified as S3 soil profile. In this circumstance, the main objective of the study is to “Determine the degree of seismic vulnerability of pavilions III and V of the Initial Educational Institution N°010 – Pueblo Joven Miraflores. The research is of an applied, descriptive and quantitative nature. It is based on the methodology proposed by the engineer Miguel Ángel Mosqueira Moreno in his doctoral thesis titled "Seismic Risk in the buildings of the engineering faculty - National University of Cajamarca" (Cajamarca, 2012); A comprehensive architectural investigation was carried out in the pavilions of the educational institution to evaluate the resistance of the structural components. Soil mechanics studies provided information on the type of soil on which buildings are built. The acquired data were used to evaluate the seismic performance of structures, evaluate non-structural components, analyze the results in spreadsheets and use SAP 2000 software. After statistically calculating the seismic vulnerability of each pavilion using Version 24.0.0, the concluded that pavilions III and V had a low degree of seismic vulnerability.

Keywords: seismic vulnerability, seismic behavior, structural vulnerability, non-structural vulnerability.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La relevancia de este estudio radica en la ubicación geográfica de la Institución de educación, ya que el distrito de Jaén ha sido afectado por varios eventos sísmicos significativos a lo largo de los años. En Perú, los estudios que examinan la vulnerabilidad estructural están ganando cada vez más interés.

La Institución objeto de estudio se encuentra clasificada como edificación de categoría "A" de acuerdo con la Norma Técnica E-030, debe seguir operando tras un evento sísmico. Este estudio tiene como objetivo analizar y describir los pabellones III y V, enfocándose en sus características constructivas, así como estructurales, con el fin de evaluar su vulnerabilidad sísmica basada en esta información.

Para llevar a cabo el diagnóstico de las instalaciones educativas, se empleará un formato oficial de informe previamente aprobado en el estudio. doctoral del ingeniero Miguel Ángel Mosqueira Moreno, titulada "Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca" (Cajamarca, 2012). Además, para determinar el desplazamiento de cada nivel en cualquier dirección durante un evento sísmico, el análisis estructural se realizará a través de un análisis sísmico dinámico empleando el software SAP 2000 V. 24.

Como resultado, tras obtener y procesar toda la información, se determinó que los pabellones estudiados presentan una baja vulnerabilidad sísmica.

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. SELECCIÓN DEL PROBLEMA

Se han propuesto diversas estrategias y técnicas para evaluar la vulnerabilidad, con el fin de determinar el posible alcance de los daños ocasionados a la estructura y a sus ocupantes debido a distintos niveles de actividad sísmica. Estas metodologías varían según la naturaleza y el propósito del estudio, la disponibilidad de información, las características específicas del elemento evaluado, el resultado deseado y el público al que es dirigida la información. Algunas de estas estrategias centran su atención en los daños provocados por el sismo en componentes estructurales, no estructurales y funcionales (Soto Raico, 2018).

Los problemas planteados para desarrollar esta investigación fueron los daños que se aprecian a temprana edad, el tipo de suelos y el terremoto de lagunas en que afectó a las estructuras de la institución educativa, específicamente en la seguridad y se plantea el siguiente problema.

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 – Pueblo Joven Miraflores, Distrito y Provincia de Jaén – Región Cajamarca?

1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este estudio es necesario a fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010, situada en el Pueblo Joven Miraflores, en el distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca. Considerando la magnitud de la población estudiantil, ubicación geográfica, tipo de edificación, características geológicas y la importancia de la profesión de la Institución Educativa.

Desde mi perspectiva personal, este proyecto es significativo debido a los conocimientos y contribuciones que proporcionará a investigaciones futuras, además, será más fácil para las autoridades tomar precauciones en los centros educativos en caso de un evento sísmico, lo que garantizará la seguridad de quienes estudian o trabajan allí.

1.1.4. LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DE LA INVESTIGACION

Las características físicas del suelo serán obtenidas a partir de los hallazgos de un estudio de mecánica de suelos (EMS) realizado específicamente para la construcción de la Institución Educativa.

Se asumió un empotramiento en la base de los pabellones III y V, debido a que no realizó un modelado detallado de la cimentación.

1.1.5. ALCANCES

Esta investigación tiene como propósito prever el comportamiento de los edificios ante un sismo y evaluar su vulnerabilidad sísmica. La seguridad de los pabellones III y V de la I.E. Inicial N°010 depende tanto del diseño y construcción de las estructuras como de las características del suelo, clasificado como tipo S3, en el que se encuentran.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Inicial N°010 – Pueblo Joven Miraflores, Distrito y Provincia de Jaén – Región Cajamarca.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la estabilidad de tabiques de la Institución Educativa Inicial N°010 – Pueblo Joven Miraflores, Distrito y Provincia de Jaén – Región Cajamarca.
- Evaluar el acero en columnas de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 - Pueblo Joven Miraflores, en el Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.
- Identificar el tipo de suelo presente en la zona donde se encuentra la Institución Educativa Inicial N°010 - Pueblo Joven Miraflores, en el Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.
- Determinar las derivas de entrepiso de la Institución Educativa Inicial N°010 - Pueblo Joven Miraflores, en el Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.

1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

- CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN. Se proporciona un análisis integral del tema, incluida El estudio principal, la justificación del estudio, las limitaciones y límites del estudio y los objetivos sugeridos.
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. Se realiza el marco teórico del estudio, los fundamentos teóricos y la aclaración de la terminología clave.
- CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS. Este artículo describe el método usado a fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica, el manejo y examen de los datos y la presentación de los hallazgos adquiridos.
- CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. Este artículo presenta, evalúa y analiza los hallazgos adquiridos a lo largo del estudio.
- **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**
- **ANEXOS.**

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION

La implementación de esta investigación permitiría tomar decisiones oportunas en caso de un evento sísmico, garantizando así la seguridad de quienes residen en los pabellones III y V de la Institución de educación.

En el Perú han ocurrido múltiples eventos sísmicos, los cuales han puesto en evidencia las falencias estructurales que presentan las Instituciones Educativas, es por ello que resulta indispensable realizar investigaciones que nos ayuden a prevenir y mitigar las consecuencias de los mismos.

La zona costera peruana representa la mayor cantidad de riesgo ante eventos sísmicos, debido a los tsunamis, deslizamientos y licuación de suelos que se podrían presentar. En la zona andina la mayor cantidad de eventos sísmicos está asociado a la presencia de fallas geológicas con gran probabilidad de efectos secundarios como deslizamientos. Mientras que en las zonas de selva recientes eventos sísmicos han producido procesos de licuación de suelos, lo cual demuestra que eventos sísmicos de magnitudes moderadas pueden producir efectos secundarios importantes.

2.1.1. INTERNACIONALES

Ortiz Ríos (2017) en el estudio: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en un centro de educación tras el sismo de magnitud 8,4 en Illapel, Chile” el problema fue la susceptibilidad de un edificio educativo situado en Illapel, Chile, a la actividad sísmica, que provocó daños durante el devastador terremoto de magnitud 8,4 de 2015. El estudio utilizó índices de vulnerabilidad como base teórica y un análisis estático no lineal. El edificio se evaluó mediante un análisis modal operacional y el suelo se caracterizó dinámicamente mediante el método de Nakamura. Su análisis los llevó a concluir que el edificio es muy sensible a los sismos, ya que los daños presentados tras los temblores eran anticipados dada la alta sensibilidad sísmica de los pisos. (pp. 1-41)

Morocho Orellana, Inca Balseca, Cornejo Reyes, & Mena Reynoso (2022) en el estudio: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas en Ecuador utilizando modelos matemáticos de análisis dinámico” se investigó la susceptibilidad sísmica de un bloque de aulas de un centro educativo de Machala mediante un análisis dinámico lineal en el rango elástico usando el enfoque tiempo-historia, con la intención de investigar el comportamiento elástico del bloque del aula en respuesta a las excitaciones sísmicas, el estudio encontró que la estructura se desplazó horizontalmente 5 cm, mientras que los desplazamientos verticales causados por el comportamiento horizontal del terremoto fueron menos significativos. (pp.1-23)

Gonzales Tapia (2020) en el estudio “Estudio de la vulnerabilidad sísmica del patrimonio cultural en Chile: análisis de iglesias patrimoniales en Valparaíso”, Se llevó a cabo un estudio sobre tres iglesias en Valparaíso: San Francisco, Sagrado Corazón de Jesús y Doce Apóstoles. Estas edificaciones comparten la técnica constructiva de albañilería simple. Usando el enfoque LV0, se examinó su riesgo sísmico, que proporciona un índice general de vulnerabilidad basado en características específicas de cada edificio. Asimismo, se aplicó el primer nivel de la Linee Guida (LV1) a las cinco iglesias, el cual también calcula un índice de vulnerabilidad considerando la identificación de 28 macroelementos estructurales. En una etapa posterior, se utilizó el nivel LV2 para estudiar de manera más detallada la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia Doce Apóstoles. En este nivel se examinaron localmente cada macroelemento identificado en el nivel anterior, evaluando su posible colapso bajo la acción de un sismo en términos de aceleración. (pp.1-197)

2.1.2. NACIONALES

Mamani Padilla & Fhilco Arce (2021) en el estudio: “Susceptibilidad de los edificios escolares públicos de New City a eventos sísmicos, Tacna 2021” En este estudio se evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica de seis instituciones de educación ubicadas en el área de Ciudad Nueva usando un enfoque cualitativo poco ortodoxo denominado "modelo de riesgo probabilístico". Esta metodología ha sido previamente (Soto Raico, 2018) (Soto Raico, 2018) empleada por el Banco Mundial para desarrollar estrategias de reducción de riesgo sísmico. A cada escuela se le asignó una función de vulnerabilidad basada en el análisis de datos históricos locales. El sistema estructural de cada edificio y el grado de cumplimiento normativo sísmico determinan estas funciones de vulnerabilidad. El estudio

encontró que, aunque el 66,67% de las escuelas evaluadas tenían muy buen desempeño sísmico, el 33,33% son muy susceptibles a los terremotos. (pp. 1-103)

Álvarez Sánchez & Pulgar Santacruz (2019) en el estudio: “Análisis sísmico de módulos escolares con FEMA P-154 y validación por distorsiones” El propósito es analizar la vulnerabilidad de los módulos escolares ante la actividad sísmica, usando dos métodos: cualitativo y cuantitativo, con el fin de proporcionar a la población un mapa que indique qué módulos podrían ser más seguros durante un evento sísmico, según la evaluación cualitativa pero como las organizaciones privadas no nos dejan utilizar sus instalaciones, se centra únicamente en las públicas. La ausencia de materiales uniformes y diseños estructurales confiables requiere una evaluación cualitativa en lugar de un examen cuantitativo a gran escala de los proyectos autoconstruidos. En el análisis cuantitativo, la estructura se inspecciona visualmente para determinar los grados de deterioro y el peligro de colapso. En cambio, el fundamento del análisis cuantitativo es la inspección de las deformaciones estructurales para determinar el comportamiento probable del edificio en caso de un sismo. (pp. 1-173).

Noel Vargas (2019) en el estudio “Análisis de la vulnerabilidad sísmica usando el método italiano para evaluar el riesgo en las viviendas de adobe en Rímac”, se recopilaron datos detallados sobre 23 viviendas. Las once características y los valores del coeficiente de calibración se determinaron mediante la técnica italiana, que va de A (excelente) a D (mala) en función de la calidad de cada vivienda, lo que permitió evaluar la susceptibilidad sísmica. Se calculó un índice de vulnerabilidad ajustando estos valores con factores de ponderación

(W_i) que van desde 0,25 a 1,5, y luego dividiendo el resultado por 3,825. El objetivo principal era determinar cuán vulnerables eran las casas de adobe del siglo V a la actividad sísmica. Los Virreyes del Rímac. Cada casa se encuentra en algún punto dentro del rango de riesgo (más del 15% pero menos del 35%), lo que sugiere un nivel moderado de peligro sísmico. Se concluyó que estas viviendas tenían un grado medio de susceptibilidad y riesgo sísmico según la metodología italiana. (pp. 1-156).

2.1.3. REGIONALES

Soto Raico (2018) en el estudio: “Comparación de los métodos: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura en Baños del Inca ante Hirosawa, Fema 154 y oposición a la demanda”, buscó realizar comparaciones entre el método FEMA 154, Hirosawa y Demanda-Resistencia, desarrollando un enfoque más preciso para evaluar el riesgo sísmico en un colegio, usando como ejemplo parte de un centro educativo. El análisis concluyó que el método de resistencia a la demanda, que compara la capacidad resistente del edificio con su capacidad de demanda y utiliza esta información junto con pruebas y modelos sísmicos, es la forma más conservadora de evaluar la susceptibilidad sísmica. (pp. 1- 122).

Salazar Huamán (2018) en el estudio: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en la ciudad Jesús”, el estudio se propuso determinar qué tan vulnerables sísmicamente son realmente treinta casas en Ciudad Jesucristo construidas con mampostería restringida. El investigador siguió las pautas proporcionadas por Kuroiwa (2012) y Mosqueira (2005) para realizar su investigación con una metodología cualitativa,

los datos recogidos sobre el terreno revelaron que el 47% de las viviendas eran muy vulnerables a la actividad sísmica, se encontró una sensibilidad moderada del 30% y una vulnerabilidad baja del 23% a la actividad sísmica. (pp. 1-126)

Gonzáles Vásquez (2017) en el estudio: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de una Universidad de Cajamarca” Se ha observado que un centro de educación superior de Cajamarca presenta un riesgo sísmico muy severo, según el análisis realizado por INDECI. Debido a su mal comportamiento sísmico, el Edificio 1-I de esta institución ha demostrado tener un riesgo sísmico importante. Además, se anticipa que cuando se sometan a cargas sísmicas, los desplazamientos del entrepiso superarían el límite establecido por los requisitos de diseño sísmico E.030 por un margen considerable (pp.1-1).

2.2. BASES TEORICAS.

2.2.1. Sismología de observación

Se puede analizar y localizar terremotos simplemente observando los efectos que tienen en el entorno, sin necesidad de utilizar instrumentos. Aunque suene sorprendente, es posible determinar su ubicación y estimar la profundidad usando métodos basados en la observación directa de los fenómenos sísmicos. (Estrada, 2012).

2.2.2. Terremotos

La descarga abrupta de una cantidad sustancial de energía de la litosfera produce vibraciones o desplazamientos que pueden caracterizarse como terremotos. Dado que el principal factor responsable de gran parte de estos sucesos es la inestabilidad de las fallas geológicas, podemos clasificarlas como de carácter tectónico. Los movimientos repentinos, como las fracturas que se extienden dinámicamente a lo largo de la superficie de la falla,

producen ondas sísmicas que, al alcanzar la superficie, causan vibraciones en el terreno. (Soto Raico, 2018).

Un terremoto es el desplazamiento de la superficie sólida de la Tierra resultante de la disipación de la energía almacenada. Este fenómeno puede manifestarse a profundidades que van desde la superficie de la Tierra hasta más de 700 kilómetros bajo la superficie. Como resultado, se produce un colapso que provoca daños materiales y pérdidas de vidas humanas. (Vargas, 2019).

2.2.3. Microsismos

Los microsismos representan fluctuaciones diminutas en la capa superficial de la Tierra, sin un inicio ni fin claramente definidos. Comienzan de forma leve y van aumentando gradualmente en intensidad, persistiendo por períodos prolongados antes de disminuir progresivamente, similar a la naturaleza repentina y breve de los terremotos. Estas vibraciones pueden ser desencadenadas por una variedad de fenómenos, como las mareas costeras, el tráfico pesado o la actividad industrial, entre otros factores. (Estrada, 2012).

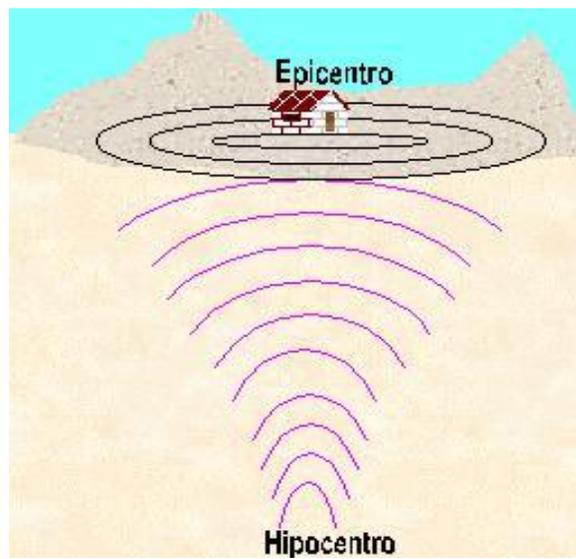
2.2.4. Origen

Para una mejor comprensión de los terremotos, se pueden categorizar según su origen en dos tipos: aquellos provocados por el hombre y los de origen natural. Los terremotos de origen humano pueden ser controlados, como explosiones o ruidos artificiales, o inducidos, como los generados por embalses de agua o actividades mineras. (Estrada, 2012).

2.2.5. Hipocentro y epicentro

Las causas principales de los terremotos incluyen los movimientos tectónicos resultantes de la fractura de rocas. Para mejorar la comprensión, el epicentro se describe con precisión como la extensión vertical del hipocentro de la superficie de la Tierra, que también sirve como indicador de la profundidad a la que tuvo lugar el evento de fractura. Como se ve en la Figura N°01 (Estrada, 2012).

Figura N°1. Hipocentro y epicentro de un terremoto.



Fuente: <https://exploradores.org/SEGSISMO.HTM>.

Alrededor del 80% de los terremotos se originan a partir de la energía sísmica que se produce cerca de los límites de la placa del Pacífico, conocida como Cinturón Circumpacífico (Figura N°02). En ocasiones, se producen terremotos dentro de las placas tectónicas a considerable distancia de sus bordes, conocidos como intraplacas. Estos eventos se caracterizan por una distribución geográfica dispersa y se originan debido a ajustes

locales provocados por el movimiento de las placas. Son especialmente peligrosos porque su ocurrencia suele ser imprevista, lo que puede llevar a grandes desastres. (Estrada, 2012).

Figura N°2. Distribución superficial de las placas tectónicas.



Fuente: Estrada (2012). “Sismología para alumnos de ingeniería geodésica y geofísica”.

2.2.6. Intensidad sísmica

Para determinar la intensidad de un sismo, los científicos utilizan la Escala Mercalli Modificada, una evaluación empírica del nivel de vibración o sacudida del suelo (Tabla N.º 01). Los daños a las personas, el terreno y las estructuras afectadas son la base de esta evaluación. Esta evaluación tiene en cuenta el grado de daño a los distintos tipos de

estructuras artificiales. (Soto Raico, 2018)

Después de evaluar la devastación causada por un poderoso terremoto en Calabria en 1783, Schiantarelli de Italia creó la primera escala de intensidad sísmica. Usando números romanos para indicar grados de intensidad, Wood y Newman crearon la versión contemporánea de esta escala en 1931; se llama Escala Mercalli Modificada (MM). Debido a su dependencia del daño superficial, la percepción humana y la experiencia del evaluador, la escala de intensidad es inherentemente subjetiva. La escala de intensidad puede variar, indicando valores más bajos regiones apenas sentidas por el terremoto y valores más altos lugares severamente dañados, en contraste con la escala de magnitud, que da un único número numérico para la energía producida durante un terremoto. Aunque la escala de intensidad MM se utiliza ampliamente, no incluye la variedad de viviendas e infraestructura de la ciudad, lo que hace imposible ofrecer un panorama integral y consistente de los daños e impactos de los terremotos en un lugar en particular. (IGP, 2020).

Tabla N°1. Escala de Mercalli Modificada.

Escala de Mercalli Modificada (MM)	
I	Prácticamente nadie lo ha percibido.
II	Solo un número reducido de personas lo ha notado.
III	Aunque muchas personas sienten un temblor, a menudo no lo reconocen como un terremoto.
IV	Numerosas personas lo han observado en el interior de estructuras. La estructura parece haber sido impactada por un camión.

V	Casi todo el mundo lo siente, mucha gente empieza a despertar. Se ven árboles y postes que se mueven.
VI	Percibido por todos; varias personas huyen de las estructuras. Posibles daños menores.
VII	Los edificios son asaltados mientras todos los ocupantes huyen. Los daños en los edificios construidos de manera inadecuada son considerables, mientras que el resto sufre daños mínimos.
VIII	Algunas estructuras diseñadas con precisión sufren pocos daños, mientras que otras caen al suelo.
IX	Todas las estructuras han sufrido daños importantes y varios cimientos se han movido. Hay fisuras en el suelo que son fáciles de ver.
X	Numerosas construcciones derrumbadas. El suelo presenta grandes grietas.
XI	Colapso de la mayoría de las construcciones. Puentes devastados. Grandes fisuras en el terreno.
XII	Devastación total. Se observan ondas en el suelo, y todo se agita y gira.

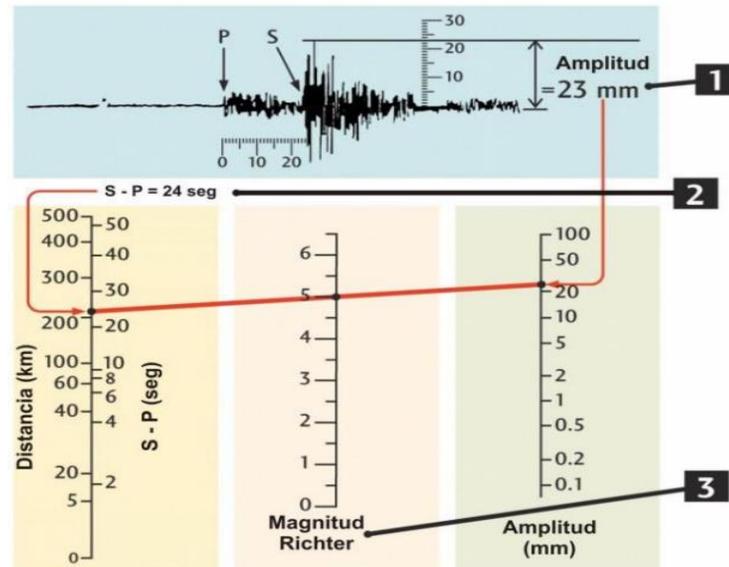
Fuente: (Instituto Geofísico del Perú, 2020).

2.2.7. Magnitud sísmica

La magnitud es un valor numérico que representa la cantidad de energía liberada durante un terremoto, asignándole un único valor sin importar dónde ocurra. La primera escala de magnitud fue definida por Richter (1935) originalmente llamada "escala de Richter", actualmente, se utiliza con mayor frecuencia la magnitud local (ML). Richter desarrolló una escala basada en el tiempo entre las fases P y S, relacionadas con las distancias epicentrales. También propuso graficar la amplitud más alta detectada en la señal

de onda S. Sumando esta amplitud y la diferencia de tiempo entre T_s y T_p , se obtiene la magnitud del terremoto, como muestra la Figura N°03 (IGP, 2020).

Figura N°3. Gráfico para estimar la magnitud local o Richter.

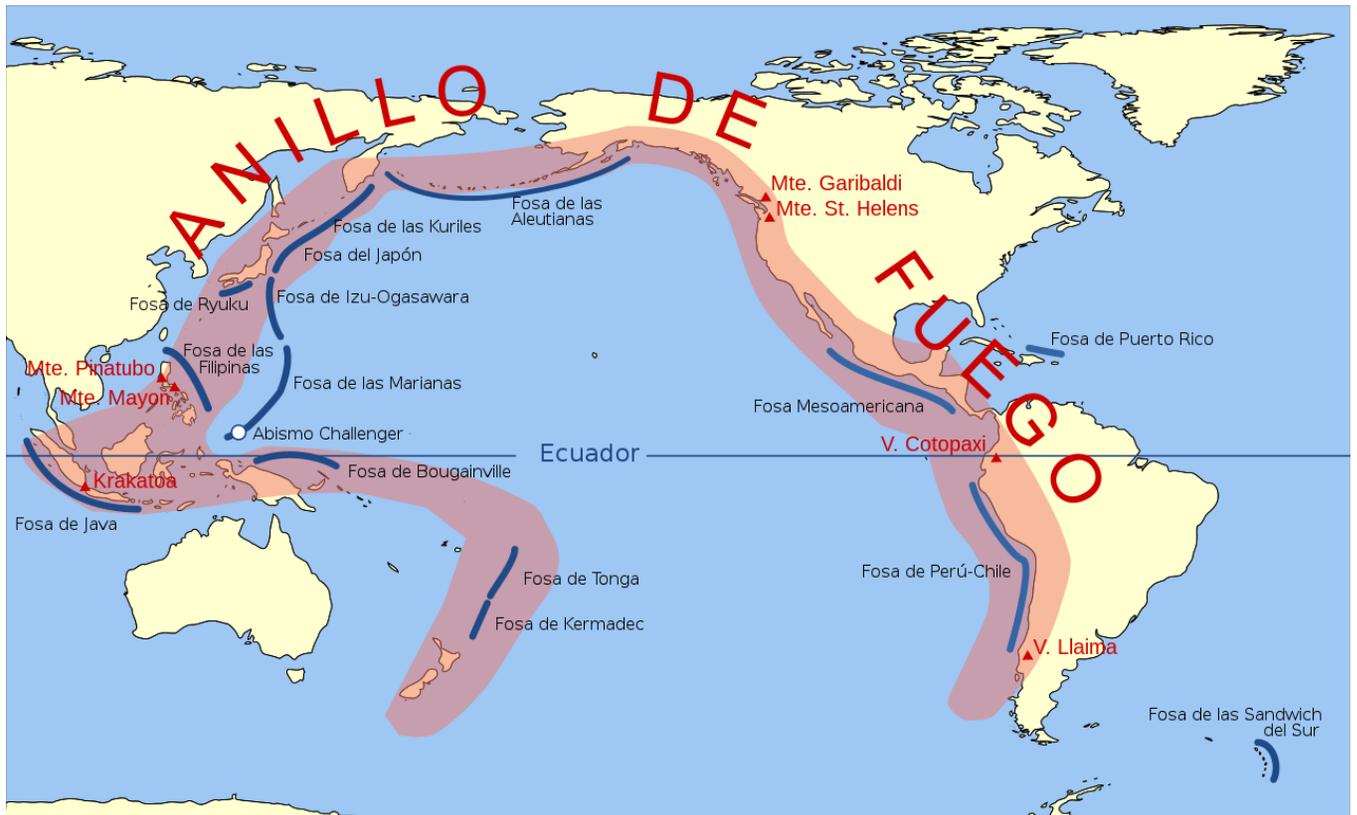


Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2020

2.2.8. Características de la sismicidad en el Perú

El territorio peruano está situado en el cinturón de fuego en el Pacífico, reconocido como una de las regiones sísmicamente más productivas a nivel mundial (Figura N°04), Las regiones adyacentes al Océano Pacífico, incluidas Japón, Taiwán, Nicaragua, Estados Unidos, Canadá, Filipinas, Argentina, Chile, Honduras, México, Costa Rica, Rusia, Panamá, El Salvador, Indonesia, Ecuador, Nueva Zelanda, Colombia, y Guatemala, experimentan actividad sísmica más frecuente y de mayor intensidad. (Mosqueira Moreno, 2012).

Figura N°4. Anillo de fuego del Pacífico.



Fuente: (Wikimedia commons, 2011).

[<https://commons.wikimedia.org/wiki/File>]

2.2.9. Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una estructura es el grado de daño que puede experimentar debido a un evento sísmico.

Es importante destacar que esta vulnerabilidad es una característica inherente de la estructura en sí misma y no está vinculada a la peligrosidad del entorno. Esto significa que dos edificaciones con características estructurales similares pueden sufrir daños diferentes, incluso si están ubicadas en la misma zona sísmica. Sin embargo, el hecho de que un edificio

sea susceptible a los terremotos no significa que esté en peligro si no está en una región sísmicamente activa. (González Vásquez, 2017).

Figura N°5. Factores influyentes en la vulnerabilidad.



Fuente: (González Vásquez, 2017)

Exposición

El análisis de peligros es el proceso de medir e identificar elementos que están expuestos en lugares vulnerables que pueden verse afectados por un determinado peligro. En general, la exposición es causada por procedimientos inadecuados de administración desorganizada, por lo que no es sostenible. (González Vásquez, 2017)

Fragilidad

Es un término que describe las circunstancias en las que una estructura se encuentra en desventaja o es relativamente débil ante una amenaza; cuanto mayor es la fragilidad, mayor es la vulnerabilidad. (González Vásquez, 2017).

Resiliencia

La palabra describe la capacidad de un edificio para absorber, procesar, modificar, combatir y, en última instancia, superar el impacto de un peligro. La resiliencia es inversamente proporcional a la vulnerabilidad. (González Vásquez, 2017)

2.2.10. Clases de vulnerabilidad sísmica

Evaluar la vulnerabilidad sísmica se basa en el grado de daño, lo que permitirá determinar la susceptibilidad de la estructura. Si el nivel de vulnerabilidad es menor al 15 %, se considerará como baja; si se encuentra entre el 15% y el 35%, se clasificará como media; y si supera el 35 %, se catalogará como alta. (Vargas, 2019).

2.2.11. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural es la susceptibilidad de un edificio a posibles daños a los componentes de soporte durante un terremoto importante. La seguridad contra el colapso se ha logrado principalmente mediante la ductilidad y redundancia estructural. En general, el colapso de numerosas estructuras durante terremotos significativos generalmente es consecuencia directa de la falta de capacidad de los elementos estructurales para resistir debido a una falta de ductilidad o resistencia adecuada. (Soto Raico, 2018).

2.2.12. Vulnerabilidad no estructural

La vulnerabilidad no estructural son los eventuales perjuicios que pueden experimentar los componentes no esenciales de un edificio, como los elementos arquitectónicos y las instalaciones básicas (como sistemas eléctricos, de agua, etc.), debido a un evento sísmico. Esto podría incluir huecos en las paredes y techos de la estructura, así como cosas que no estén aseguradas y se muevan, lo que podría ser una amenaza potencial para las personas que viven allí. (Vargas, 2019).

Este segmento se enfoca principalmente en destacar la importancia de evitar la pérdida de funcionalidad debido a fallas que no son estructurales, las cuales también pueden influir en la estabilidad de la propia estructura. (Cucho Salinas & Nuñez Cusma, 2018).

2.2.13. Vulnerabilidad funcional

El estudio sobre vulnerabilidad funcional tiene como fin identificar la probabilidad de experimentar un "colapso funcional" como resultado de un terremoto, el cual solo se hace evidente en el momento de una emergencia. (González Vásquez, 2017).

Para analizar la vulnerabilidad funcional, se examinan aspectos relacionados con la infraestructura. Esto incluye la evaluación primordial del suministro de agua y electricidad, que son los elementos más susceptibles. Además, se investigan las tuberías de gas, alcantarillado y combustibles, considerando su resistencia y capacidad de adaptación ante sismos. (González Vásquez, 2017).

2.2.14. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Para llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad de una estructura, es crucial comprender tanto su capacidad de carga como su resistencia en condiciones normales de uso. En la actualidad, se disponen de diversos enfoques a fin de evaluar la vulnerabilidad de distintos tipos de edificaciones existentes. Estos métodos de evaluación se pueden agrupar de forma general en dos categorías: cuantitativos y cualitativos. (Soto Raico, 2018).

2.2.15. Métodos Cualitativos

El método cualitativo, como su nombre sugiere, se fundamenta en las características y aspectos tanto arquitectónicos como estructurales del edificio. Para determinar su nivel de vulnerabilidad, también se tiene en cuenta su antigüedad, estado de conservación, así como tipo de suelo sobre el que fue construida. La técnica de Hirosawa, el método ACT-23 usado en Norteamérica y el italiano forman parte de esta estrategia. (Soto Raico, 2018).

2.2.16. Métodos cuantitativos

Este método se centra en la aplicación adecuada de las normas de construcción antisísmica. En ese sentido, en el método cuantitativo, se llevará a cabo un análisis y diseño sísmico para estimar las posibles deformaciones que podrían ocurrir durante un terremoto. (Soto Raico, 2018).

Usualmente, los análisis cuantitativos se efectúan mediante la utilización de modelos matemáticos de la estructura, en los cuales se consideran factores tales como: (Cucho Salinas & Nuñez Cusma, 2018).

- La relación de la estructura de los elementos no estructurales.
- Las cargas efectivas que soporta la estructura.
- Análisis adaptados para los diversos tipos de sismos posibles.

2.2.17. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

Carga

Los materiales del edificio, las personas que se encuentran dentro, sus posesiones, el entorno circundante, los movimientos diferenciales y los cambios dimensionales limitados contribuyen a la fuerza u otros eventos que ocurren” (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020, 2020).

Carga muerta

El peso propio del edificio, así como el peso de los materiales, aparatos de servicio, equipos, tabiques, así como otros componentes soportados por la estructura, exhiben una fluctuación constante o muy pequeña. (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020, 2020).

Carga viva

Esta es la masa total de todo lo que el edificio puede soportar, incluidas personas, bienes, maquinaria y muebles (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020, 2020).

Columna

Se emplea un elemento para resistir principalmente esfuerzos de compresión axial cuando la relación entre su altura, así como su dimensión lateral más pequeña es superior a tres (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-060, 2020).

Viga

Un componente estructural esencial para fuerzas de flexión y corte. (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-060, 2020).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

La vulnerabilidad sísmica de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 es bajo.

3.1.2. Hipótesis específicas

La estabilidad de tabiques de los pabellones III y V de la Institución Educativa Dado un N°010 inicial, el momento actuante es menor que el momento resistente, lo que hace que las paredes sean estables bajo cargas perpendiculares al plano.

El acero necesario en columnas de dicha Institución se verificó que todas las secciones de columna cuentan con el área de acero adecuado ante cargas sísmicas.

El tipo de suelo en la zona de los pabellones de la institución en estudio es un suelo de perfil S3.

Los desplazamientos entrepisos ocurridos durante un sismo en los bloques antes mencionados no superan el valor de 0.007 por lo tanto es aceptable.

3.2. VARIABLES

- Vulnerabilidad sísmica.
- Estabilidad de tabiques.
- Derivas de entrepiso.
- Acero en columnas.

3.3. Ubicación Geográfica

El estudio fue llevado a cabo en la I.E. Inicial N°010, ubicada en Pueblo Joven Miraflores, distrito de Jaén

Tabla N°2. Ubicación geográfica

CUADRO DE UBICACIÓN GEOGRAFICA			
Institución educativa	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)
	Longitud (°)	Latitud (°)	
I.E N° 010	-5.700691	-78.811679	546

Fuente: elaboración propia.

Figura N°6. Mapa de Ubicación de la Institución Educativa Inicial N°010.



Fuente: Google Earth Pro.

3.4. METODOLOGIA

El enfoque metodológico del estudio se estructura en dos aspectos: el tipo de investigación y el diseño aplicado en el estudio.

3.4.1. Tipo de estudio

Se considera un estudio cuantitativo, ya que se enfoca en expresar las variables a través de valores numéricos, mediciones y porcentajes.

El estudio es de tipo descriptiva y aplicada, pues se evalúa la vulnerabilidad sísmica que tienen los pabellones explicando sus características generales e interpretando su comportamiento ante un evento sísmico severo, siendo predictiva, pues revela el estado final de las edificaciones evaluadas.

3.4.2. Diseño

En el estudio doctoral titulado “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, el Dr. Ing. Miguel Moqueira Moreno propuso una metodología que fue utilizada en esta tesis. Este enfoque permite el cálculo numérico del riesgo, peligro, así como vulnerabilidad sísmica, seguido de la asignación de una calificación de desempeño al edificio. Nuestro estudio se centra en el comportamiento estructural y aplica este enfoque metodológico a las estructuras porticadas.

El diseño es retrospectivo debido a que la información es captada del pasado y analizada en el presente.

3.5. Población, Muestra y unidad de análisis

3.5.1. Población

La población está compuesta por todos los pabellones que conforman la Institución Educativa Inicial N°010.

3.5.2. Muestra

La muestra estará compuesta por los pabellones III y V de la mencionada Institución Educativa

3.5.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis son las estructuras que componen los pabellones III y V de la institución de educación inicial N°010.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recopilación de información consistió en la observación directa en el sitio de las condiciones actuales de la estructura, acompañada de una inspección visual que identificó señales físicas de posibles fallos o inconvenientes en la estructura, como fisuras, deformaciones pronunciadas, erosiones, desprendimiento del revestimiento, entre otros.

Cierta parte de la información para este estudio provino de libros, blogs de Internet y publicaciones académicas, entre otras fuentes, que fueron compiladas y analizadas usando material bibliográfico.

La recolección de datos está basada en la lectura de planos de arquitectura y arquitecturas, mediante los estudios de suelos obtenidos de la I. E registrado en el expediente técnico dónde se recopiló el tipo de suelo S_3 , se recolectó información de la metodología antes mencionada. La exposición de los logros se presenta a través de gráficos y tablas.

Modelación digital: para la elaboración de un modelo digital de la I.E N°010 se ha empleado el programa SAP2000.

3.7. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

3.7.1. DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO

Método propuesto por el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Mediante este enfoque, podemos anticipar cómo se comportará la estructura frente a un terremoto de gran magnitud. Dicho método nos facilita el cálculo numérico de la vulnerabilidad sísmica, para posteriormente asignar una calificación al comportamiento de la edificación. La metodología fue ajustada para edificios con estructuras aporticadas, centrándose especialmente en su comportamiento estructural. Esto se debe a que las edificaciones aporticadas presentan distintos elementos resistentes en comparación con las edificaciones de albañilería confinada (Mosqueira, 2012).

3.7.2. DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

a) CONDUCTA SÍSMICA

a.1. Estudio de las derivas de entrepiso en ambas direcciones para cada edificación

La ecuación para calcular la pseudo aceleración sísmica se proporciona en la Norma Técnica de Diseño Sísmico Resistente E-030 (2016).

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \quad (1)$$

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

g = Aceleración de gravedad

El factor de escala se determinará mediante:

$$FE = \frac{Z.U.S}{R} \cdot g \quad (2)$$

El factor de zona se determinó con base en la zona sísmica donde se ubica el edificio, como se aprecia en la Tabla N°03. La velocidad máxima se define como la mayor capacidad de aceleración de la Tierra, con un 10% de probabilidad de ser superada en cincuenta años.

Tabla N°3. Factores De Zona (Z).

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

*Fuente: Tabla N°01 N.T.E. E.030
Reglamento Nacional de Edificaciones*

El factor de uso e importancia (U) se determina en función de la categoría de la edificación, tal como se establece en la Norma Técnica de Edificaciones E-030. Esto se detalla en la tabla N°4 ya que los pabellones en estudio es una institución educativa y es de gran importancia porque se encuentran una gran cantidad de personas y evitar posibles daños de las estructuras de cada pabellón.

Tabla N°4. Categoría De La Edificaciones Y Factor (U).

Categoría	Descripción	Factor U
<p>A Edificaciones Esenciales</p>	<p>A2: Aquí se incluyen las estructuras que desempeñan un papel importante en la preparación y respuesta ante desastres, las operaciones gubernamentales y los servicios de emergencia. A continuación, se enumeran las estructuras:</p> <p>Centros médicos que no entran en la categoría A1.</p> <p>Centros de transporte, edificios públicos, estaciones de trenes de pasajeros, puertos, aeropuertos y centros de comunicaciones de todo el mundo.</p> <p>Instalaciones para el cuerpo de bomberos, el ejército y las fuerzas del orden.</p> <p>Centrales eléctricas, instalaciones de tratamiento de agua y depósitos para almacenar y transformar agua.</p> <p>Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Estructuras que albergan elementos potencialmente peligrosos o combustibles, como hornos de gran tamaño, industrias e instalaciones de almacenamiento.</p> <p>Estructuras que albergan registros y datos vitales del Estado.</p>	<p>1.5</p>

Fuente: Tabla N°05 N.T.E. E.030. Diseño Sismorresistente.

Los tipos de perfiles de suelos descritos en la Norma Técnica de Edificaciones E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) son los siguientes: (Ver Tabla N°05). En El estudio, se empleó el perfil tipo S_3 .

Tabla N°5. Clasificación de los perfiles de suelo.

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 KPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 KPa a 50 KPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Tabla N°02 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente.

Parámetros de sitio (S, TP, TL)

Tabla N°6. Factor De Suelo “S”

Zona	Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40

Fuente: Tabla N°03 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla N°7. Periodos “TP” Y “TL”

	Perfil de Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
TP (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tabla N°03 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente.

El factor de amplificación sísmica C está determinado por las características del sitio y puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} T < T_p & C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L & C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

Donde:

T : Periodo fundamental de vibración.

Donde:

$$T = \frac{h_n}{c_T} \quad (4)$$

h_n = Distancia vertical de la estructura.

Donde:

$$c_T = 60$$

Para estructuras de mampostería, así como para cualquier edificación construida con hormigón armado dual, muros estructurales y muros de flexibilidad restringida.

La selección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R) se basa en el sistema estructural, así como los materiales particulares utilizados en la construcción.

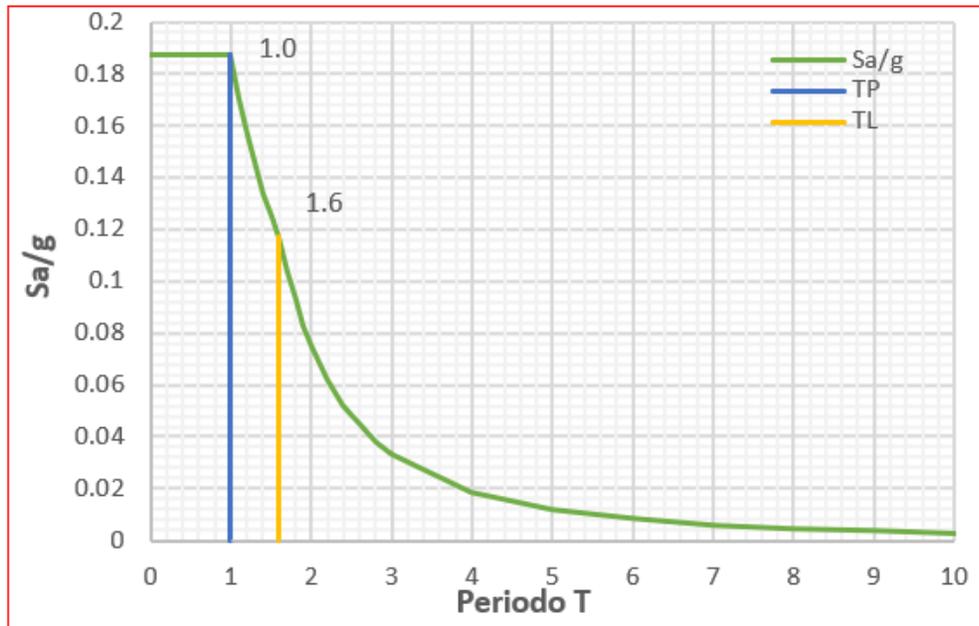
Tabla N°8. Sistemas Estructurales.

Sistema Estructural	Coefficiente básico de Reducción $RO(^*)$
Dual	7
Albañilería Armada o Confinada	3

Fuente: Tabla N°07 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente.

Por último, se creó el diagrama de espectros de terremotos de diseño introduciendo los valores especificados previamente y se utilizó la ecuación para determinar la pseudo aceleración sísmica.

Figura N°7. Espectro de sismo de diseño sa/g .



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla indica el desplazamiento relativo máximo del piso en fracciones de altura del piso que no debe superarse:

Tabla N°9. Límites para la distorsión de entrepiso.

Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

Fuente: Tabla N°11 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente.

a.2) CÁLCULO DEL ACERO NECESARIO EN COLUMNAS

Para calcular el acero necesario en las columnas, sin considerar los efectos del sismo, se aplicó lo indicado en la N.T.E. – 060 en elementos sometidos a compresión con carga excéntrica, despejando el A_{st} a partir de la ecuación (5).

$$\boxed{\phi P_n = 0.8\phi [0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}]} \quad (5)$$

Donde:

ϕP_n = Resistencia de diseño

f'_c = Esfuerzo del concreto a compresión

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero

A_g = Área total de la sección transversal

A_{st} = Área total del refuerzo en una sección (acero necesario)

Teniendo en cuenta los impactos del terremoto, consultamos las recomendaciones del Reglamento Nacional de Construcción para piezas flexo-compresivas y dobladas biaxialmente para calcular la cantidad de acero que necesitarían las columnas. Teniendo en cuenta los impactos del terremoto, consultamos las recomendaciones del Reglamento Nacional de Construcción para piezas flexo-compresivas y dobladas biaxialmente para calcular la cantidad de acero que necesitarían las columnas.

Al observar los planos arquitectónicos de la escuela se destacó que, para validar el acero actual en las columnas, el examen se limitó a las columnas que soportan la mayor área tributaria.

Se concluye lo siguiente:

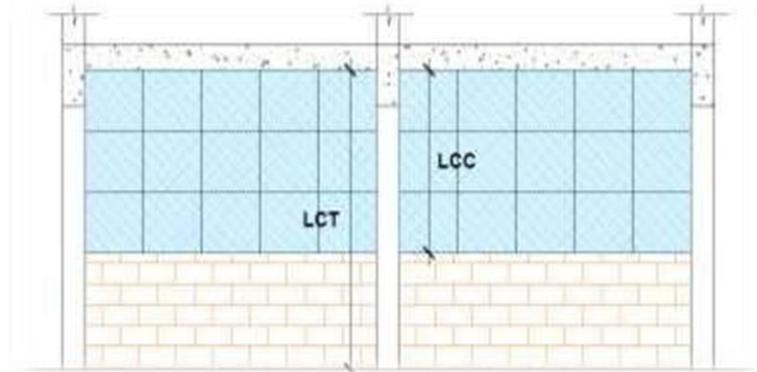
Si el acero necesario es menor o igual al acero existente, la sección de concreto armado de la columna es la correcta.

Si el acero necesario supera al acero existente, la sección de concreto armado de la columna no es la correcta.

a.3) Evaluación de la rigidez de columna corta

También se evaluó la influencia del posicionamiento de las aberturas en las ventanas, resultando en la determinación de la rigidez de toda la columna (K_{CT}) y la rigidez de las columnas cortas (K_{CC}). Para este fin se utilizó la formulación (6), consultar figura N°08.

Figura N°8. Esquema de alturas de columna total y columna corta.



Fuente: Elaboración propia.

$$Kx_{CT} = \frac{12E.I_{XX}}{L_{CT}^3}$$

$$Ky_{CT} = \frac{12E.I_{YY}}{L_{CT}^3}$$

$$Kx_{CC} = \frac{12E.I_{XX}}{L_{CC}^3}$$

$$Ky_{CC} = \frac{12E.I_{YY}}{L_{CC}^3}$$

(6)

Donde:

Kx_{CT} : Rigidez de la columna total en la dirección x

Ky_{CT} : Rigidez de la columna total en la dirección y

Kx_{CC} : Rigidez de la columna corta en la dirección x

Ky_{CC} : Rigidez de la columna corta en la dirección y

E : Módulo de elasticidad del concreto

I_{XX} : Momento de inercia en la dirección x

I_{YY} : Momento de inercia en la dirección y

L_{CT} : Longitud de la columna total

L_{CC} : Longitud de la columna corta

b) Análisis de la condición actual de los elementos estructurales

La clasificación del estado de conservación de los edificios se basó en los siguientes criterios:

- Edificación en óptimas condiciones: Esto implica que tanto la estructura como los componentes de construcción y la apariencia física muestran niveles satisfactorios de calidad y mantenimiento. (Marín, 2023).
- Edificación en regular estado: Esto significa que tanto la estructura como la unidad de construcción y la apariencia física muestran evidencia de deterioro en términos de calidad y conservación. (Marín, 2023).
- Edificación en mal estado: Esto sugiere que tanto la estructura como la unidad arquitectónica han experimentado un proceso de deterioro, y los materiales usados en su construcción están en un estado avanzado de deterioro. (Marín, 2023).

También, se evaluó el estado de la estructura considerando grietas, filtraciones, desprendimiento de concreto y otros posibles deterioros.

c) Análisis de los elementos no estructurales:

La estabilidad de los tabiques se evaluó comparando los momentos generados por las cargas ejercidas perpendicularmente al plano del muro con los momentos de resistencia paralelos al mismo plano. Para este cálculo, se utilizó el enfoque recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070 (R.N.E. E070-2020).

El momento flector dividido en unidad de longitud (MS , en $KN\ m/m$), producido por acción de la carga sísmica ω , se determinará empleando la fórmula siguiente:

$$M_s = m \cdot \omega \cdot a^2 \quad (7)$$

Donde:

m : Coeficiente de momento (Tabla N°11)

a : Dimensión crítica del plano de albañilería en metros

ω : La carga por metro cuadrado de muro

La magnitud de la carga (ω , en KN/m^2) correspondiente a un metro cuadrado de muro se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$\omega = 0.8 \cdot Z \cdot U \cdot C_1 \cdot \gamma \cdot t \quad (8)$$

Donde:

Z : Factor de zona

U : Factor de importancia

C_1 : Coeficiente sísmico

t : Espesor bruto del muro en metros

γ : Peso volumétrico de la albañilería (para ladrillo macizo $18KN/m^3$)

El coeficiente sísmico C_1 se calculó de acuerdo con las disposiciones del R.N.E. – E030, tal como se especifica en la Tabla N°10.

Tabla N°10. Coeficiente Sísmico C_1 .

Elementos defectuosos que, en caso de fallar, tienen el potencial de desprenderse del edificio y representar un riesgo para las personas u otros edificios.	3.0
Paredes interiores y tabiques de una estructura de edificio.	2.0
Tanques de techo, planta eléctrica, pérgolas y parapetos.	3.0
Equipo inmóvil firmemente sujeto al suelo.	1.5

Fuente: Tabla N°12 NTE-E030, 2020.

El número de aristas arriostradas se utilizó para establecer el coeficiente de momento y tamaño crítico del panel de mampostería en metros, como se indica en la Tabla No. 11.

Tabla N°11. Valores del coeficiente de momento “ m ” y dimensión crítica “ a ”

Caso 1. Muro con cuatro bordes arriostrados								
a = Menor dimensión								
b/a = 1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	∞	
m = 0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
Caso 2. Muro con tres bordes arriostrados								
a = Longitud del borde libre								
b/a = 0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	∞
m = 0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
Caso 3. Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales								
a = Altura del muro		m = 0.125						
Caso 4. Muro en voladizo								
a = Altura del muro								
m = 0.5								

Fuente: Tabla N°12 R.N.E. E-070, 2020.

Para calcular el momento resistente a tracción por flexión del muro (M_r), se empleó la siguiente fórmula.

$$M_r = 16.7 \cdot t^2 \quad (9)$$

Donde:

M_r : Momento resistente a tracción por flexión en $KN - \frac{m}{m}$

t : Ancho bruto del muro en metros.

Por último, se contrastaron los valores de las ecuaciones (7) y (9), y para asignar este parámetro se seleccionó una de las siguientes categorías:

$M_s < M_r$ (Muro estable)

$M_s = M_r$ (Muro parcialmente estable)

$M_s > M_r$ (Muro inestable)

Los criterios para evaluar la vulnerabilidad (alta, media o baja) en la Tabla No. 12 incluyen el comportamiento sísmico, la condición actual del edificio y la estabilidad de los tabiques.

Tabla N°12. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Estructural				No estructural	
Comportamiento sísmico(60%)		Estado actual (30%)		Estabilidad de muros (10%)	
Adecuada	1	Bueno	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Malo	3	Todos inestables	3

Fuente: Tabla 2.8 – Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012).

Los resultados proporcionados en cada parámetro se sustituyen dentro de la formula (10) para conocer el rango numérico y el grado de susceptibilidad sísmica de los edificios, ya sea bajo, medio o alto.

$$\boxed{Vulnerabilidad\ sísmica = 0.6CS + 0.3xEA + 0.1xEM} \quad (10)$$

En donde:

CS: Comportamiento sísmico

EA: Estado actual

EM: Estabilidad de muros

La tabla número N °13 muestra los intervalos numéricos que posibilitan discernir los distintos niveles de vulnerabilidad sísmica, categorizándolos como baja, media o alta.

Tabla N°13. Intervalo numérico para la valoración de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango		
Baja	1	a	1.4
Media	1.5	a	2.1
Alta	2.2	a	3

Fuente: Tabla 2.9 – Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

Los resultados de la Tabla No. 13 están respaldados por el estudio de Miguel Ángel Mosqueira Ramírez (Cajamarca, 2012). Asimismo, en la Universidad Católica del Perú, Blondet Marcial y Tarque Nicola presentaron su tesis de maestría, la cual ofreció sugerencias para fortalecer la resistencia de edificaciones costeras peruanas construidas con mampostería restringida ante un sismo.

3.7.3. Determinación de la vulnerabilidad sísmica.

Para evaluar la vulnerabilidad sísmica, se diferencia entre vulnerabilidad estructural y no estructural, de acuerdo con lo planteado por Kuroiwa J. (2015). Es necesario considerar el estado actual del edificio, así como su respuesta ante los terremotos para determinar su susceptibilidad estructural. La adaptación de parámetros tiene en cuenta la estabilidad de la partición al evaluar el riesgo no estructural propuestos por Mosqueira y Tarque (2005) en estructuras de marcos, así como en aquellas con acceso limitado a la mampostería. Debido a que los sistemas estructurales de marcos son tan complicados, las distorsiones angulares se evalúan mediante programas informáticos, según Mosqueira (2012).

El análisis del comportamiento la constituyen requisitos técnicos específicos, como la NTE-020 sobre cargas, la NTE-030 sobre diseño sismorresistente y la NTE-060 sobre diseño de hormigón, así como los Requisitos Nacionales de Edificación. Como parte de este proceso, la técnica evalúa la resistencia de los componentes estructurales a cargas muertas, vivas y sísmicas, según lo indicado por Mosqueira (2012).

Con base en las características de los edificios originales de la escuela, se calcula el espectro de pseudo aceleración usando los parámetros proporcionados en la Norma de Diseño Sismorresistente E.030; Después de eso, el modelo estructural incluirá este espectro para imitar los impactos de los terremotos. Consulte la Tabla 14 para ver un resumen de todas las configuraciones.

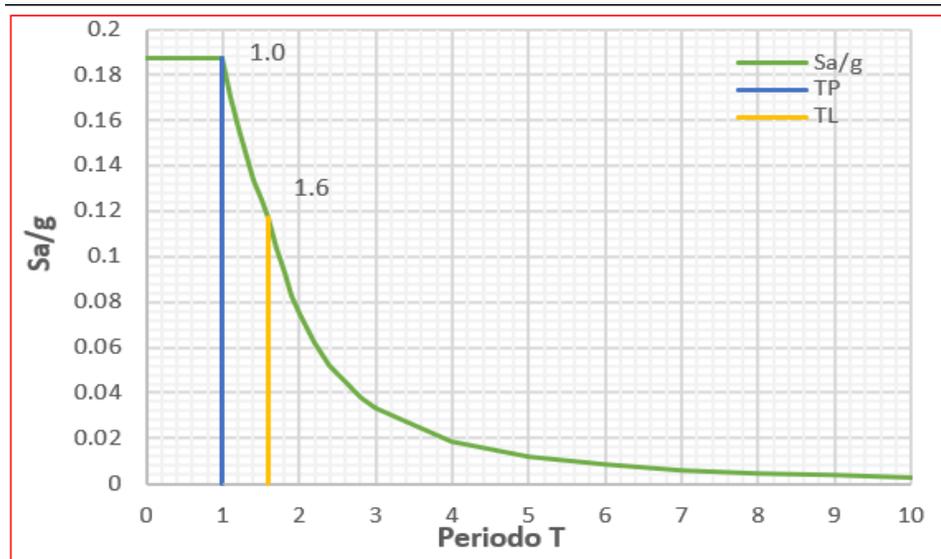
Tabla N°14. Parámetros para la obtención del espectro de pseudo – aceleración.

Ítem	Parámetro	Valor	Descripción
Factor de zona	Z	0.25	Para la provincia de Jaén
Factor de uso	U	1.5	Para la categoría A2
Factor de suelo	S	1.4	Para suelos del tipo flexibles S3
Factor de amplificación sísmica	C	$2.5 \frac{T_p}{T}$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro	TP, TL	1, 1.6	Depende del factor S.
Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Rx	7	Para el sistema estructural dual de concreto armado.
	Ry	3	Albañilería Armada o Confinada
Aceleración espectral	Sa	$\frac{ZUCS}{R} * g$	Define el espectro de pseudo – aceleración.

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra los valores de la aceleración espectral Sa y el factor de amplificación sísmica C para cada parámetro del período T.

Figura N°9. Espectro de Pseudo – Aceleraciones para los pabellones III y V de la I.E.



Fuente: Elaboración propia

Por último, al examinar los parámetros mencionados anteriormente se tienen en cuenta tres categorías de comportamiento:

Para que se considere que la estructura tiene buen desempeño (2003), las secciones actuales de vigas y columnas deben ser capaces de soportar cargas, así como los desplazamientos relativos entre pisos deben ser inferiores a 0,007 por MTC.

Según el MTC, el edificio funcionará bien siempre que las secciones de columnas actuales tengan la resistencia suficiente para soportar las cargas. Las vigas deben ser capaces de soportar cargas vivas y muertas, aunque pueden fallar cuando se exponen a fuerzas sísmicas. Además, los desplazamientos relativos entre los pisos deben ser menores a 0,007 (2003).

Según el MTC, el edificio presentará un desempeño insuficiente si los desplazamientos relativos entre pisos superan el 0,007 y las secciones de las vigas y columnas no son las adecuadas para soportar las cargas generadas (2003).

Se lleva a cabo una evaluación exhaustiva para determinar el estado actual de la estructura en términos de su calidad, es decir, distinguiendo entre buena, regular y mala. Esta evaluación considera la presencia de grietas y/o fracturas, así como deflexiones y asentamientos en los tabiques, vigas, así como columnas.

Como forma de determinar la estabilidad de los tabiques, San Bartolomé (1998) propone comparar el momento resistivo perpendicular al plano del muro con el momento provocado de las cargas aplicadas en dirección perpendicular al muro. El procedimiento computacional se apega al enfoque descrito en el Reglamento Nacional de Edificaciones NTE-070. (Mosqueira 2012)

La Tabla N°15 muestra los porcentajes obtenidos al tomar en cuenta el comportamiento sísmico, el estado actual del edificio, la estabilidad de los tabiques, así como la categoría de vulnerabilidad (alta, media o baja). (Mosqueira 2012).

Tabla N°15. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

ESTRUCTURAL				NO ESTRUCTURAL	
COMPORTAMIENTO SISMICO(60%)		ESTADO ACTUAL (30%)		TABIQUERÍA Y PARAPETOS (10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Mosqueira 2012, Blondet 2004.

Para clasificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica, los valores se sustituyen en la ecuación siguiente:

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0.6 * \left(\begin{matrix} comportamiento \\ sismico \end{matrix} \right) + 0.3 * (estado\ actual) + 0.1 * (estabilidad\ de\ muros)$$

La tabla N°16 ilustra los diferentes niveles de vulnerabilidad sísmica, clasificados en baja, media o alta.

Tabla N°16. Parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

VULNERABILIDAD SISMICA	ESTRUCTURAL						NO ESTRUCTURAL			VALOR NUMERICO
	COMPORTAMIENTO SISMICO (60%)			ESTADO ACTUAL (30%)			TABIQUERIA Y PARAPETOS (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Bueno	Regular	Malo	Estables	Algunos estables	Inestables	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA		X		X	X				X	1.5
		X		X		X	X			1.6
		X		X		X		X		1.7
		X			X	X			X	1.8
		X			X		X			1.6
		X			X			X		1.7
		X				X			X	1.8
		X				X	X			1.9
		X				X		X		2.0
			X	X					X	2.1
ALTA			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X		X				X	2.4
			X		X		X			2.2
			X		X			X		2.3
			X			X			X	2.4
			X			X	X			2.5
			X			X		X		2.6
			X						X	2.7
			X				X			2.8
			X					X		2.9
		X						X	3.0	

Fuente: Mosqueira 2012

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Comportamiento sísmico de los pabellones

Se evaluó la susceptibilidad sísmica de los Pabellones III y V de la I.E. Inicial No. 010. El análisis se basó en las cargas de servicio y se realizó de acuerdo con la norma RNE E-030, luego de ocurrido un sismo severo (después de cincuenta años, hay un diez por ciento de posibilidades de que se supere la aceleración máxima del suelo de 0,25 g.).

Para determinar la susceptibilidad sísmica de los pabellones se tendrán en cuenta los respectivos desplazamientos del piso, los requisitos de acero de las columnas y la evaluación de la rigidez de las columnas cortas; además, se ha evaluado el estado de las vigas, así como columnas y, por último, se han examinado los componentes no estructurales.

4.1.2. Evaluación de los desplazamientos relativos de entrepiso

Fue llevado a cabo un análisis sísmico espectral usando el software SAP 2000 versión 24.0.0 para determinar los desplazamientos laterales de los pisos.

Detallando la composición y características de los materiales:

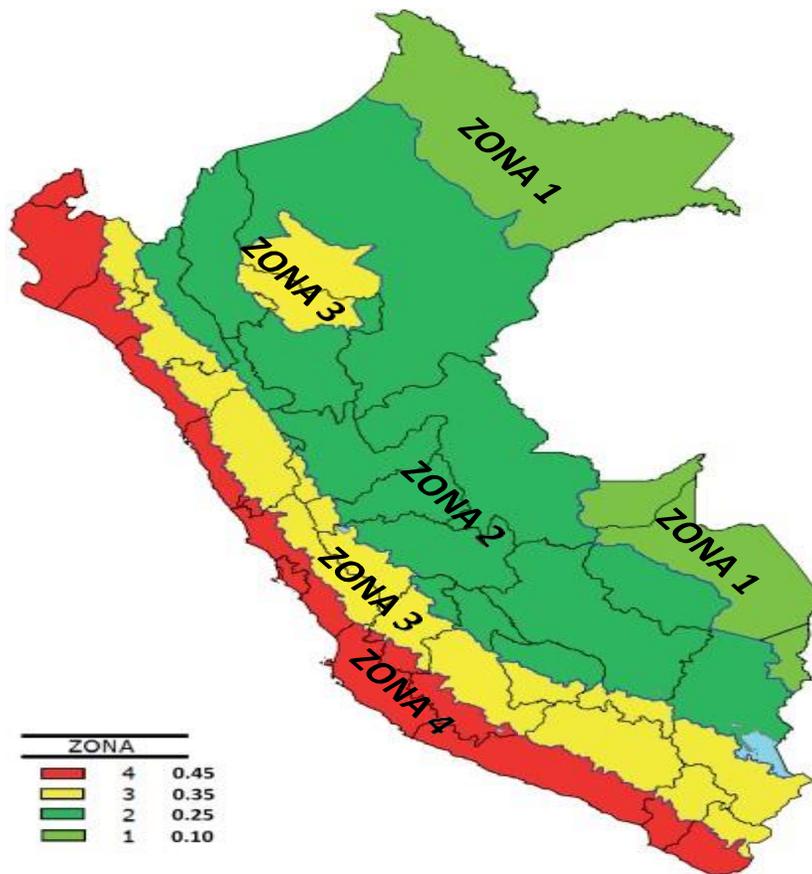
Materiales:

- Cantidad de niveles de los pabellones III y V: Pabellones de un nivel.
- Categoría de edificio: A2 edificación esencial (según E-030)
- Nivel de altura del edificio: 5.00 m hasta el punto más alto
- Diseño geométrico de la estructura: regular

Del terreno de fundación:

El suelo de cimentación tiene una capacidad portante de 0,88 kg/cm² y está compuesto en su mayor parte por capas de plasticidad media, como lo demuestra El estudio de mecánica de suelos. Según los diseños, se supone que la cimentación de la zapata se sitúa a una profundidad de 1,50 m sobre un terreno estable. Las propiedades dinámicas del suelo son:

Figura N°10. Zonas Sísmicas.



Fuente: Norma E. 030 - Diseño Sismorresistente, 2020.

$$Z = 0.25$$

$$S = 1.40 \text{ (factor de amplificación del suelo)}$$

$$T_p = 1.00 \text{ seg (periodo, suelo flexible)}$$

$$T_L = 1.60 \text{ seg (periodo, suelo flexible)}$$

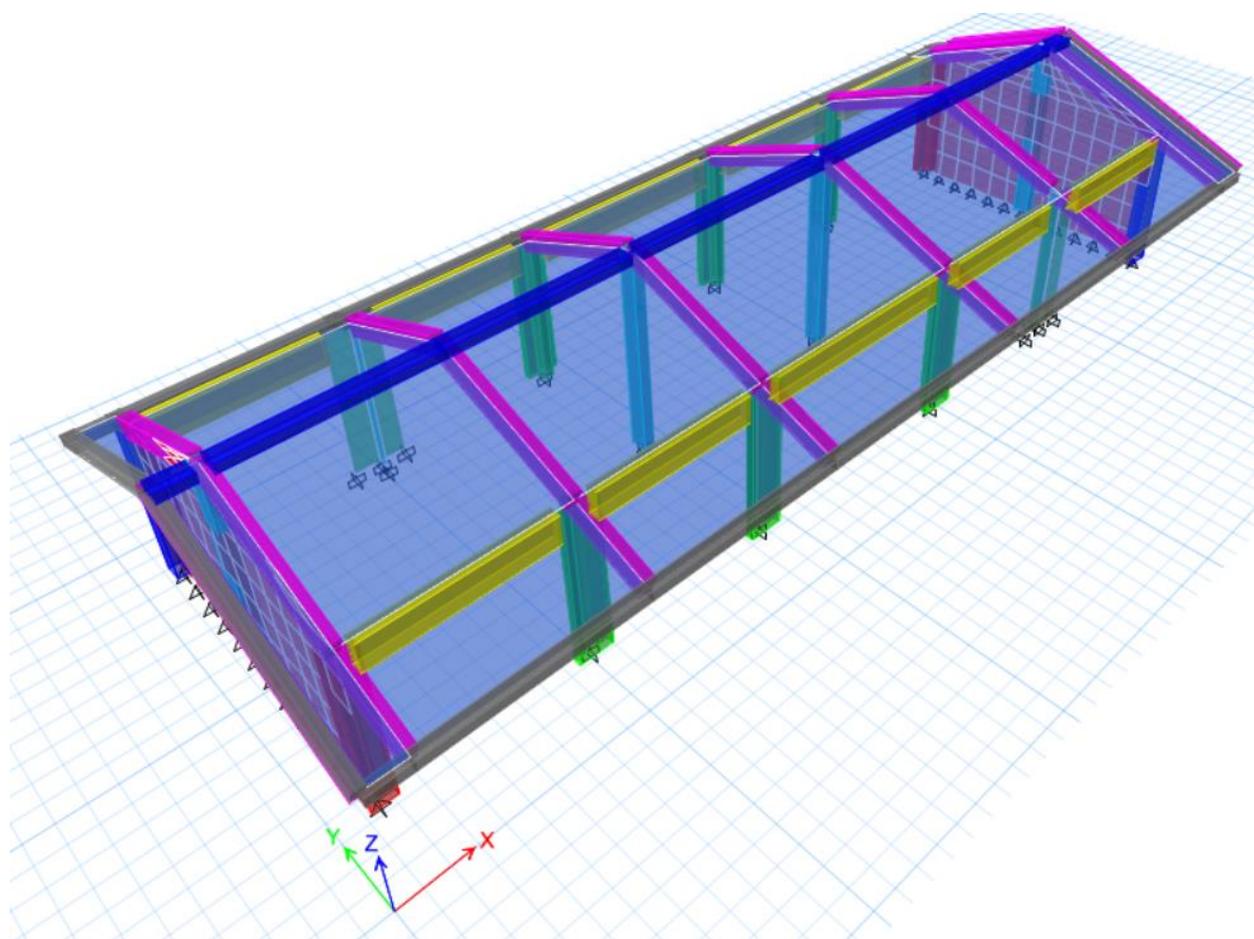
$$U = 1.50 \text{ (edificación esencial)}$$

El pabellón III presenta un sistema dual, con hormigón armado (columnas y muros de corte) que discurren paralelos a la dirección más larga y muros de mampostería limitada que discurren perpendiculares al camino más corto.

Se evaluó el comportamiento sísmico del pabellón III usando el software SAP 2000.V24.0.0, y se confirmó que los componentes estructurales cumplen con los requisitos de suficiente rigidez para soportar las tensiones en de los límites establecidos en la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones

El pabellón III está formado por una losa ligera de dos aguas de 20 cm de espesor. Para transmitir las presiones uniformes de la estructura al terreno, la cimentación se apoya en zapatas lo suficientemente rígidas para soportar las tensiones que se transmiten.

Figura N°11. Modelamiento pabellón III.



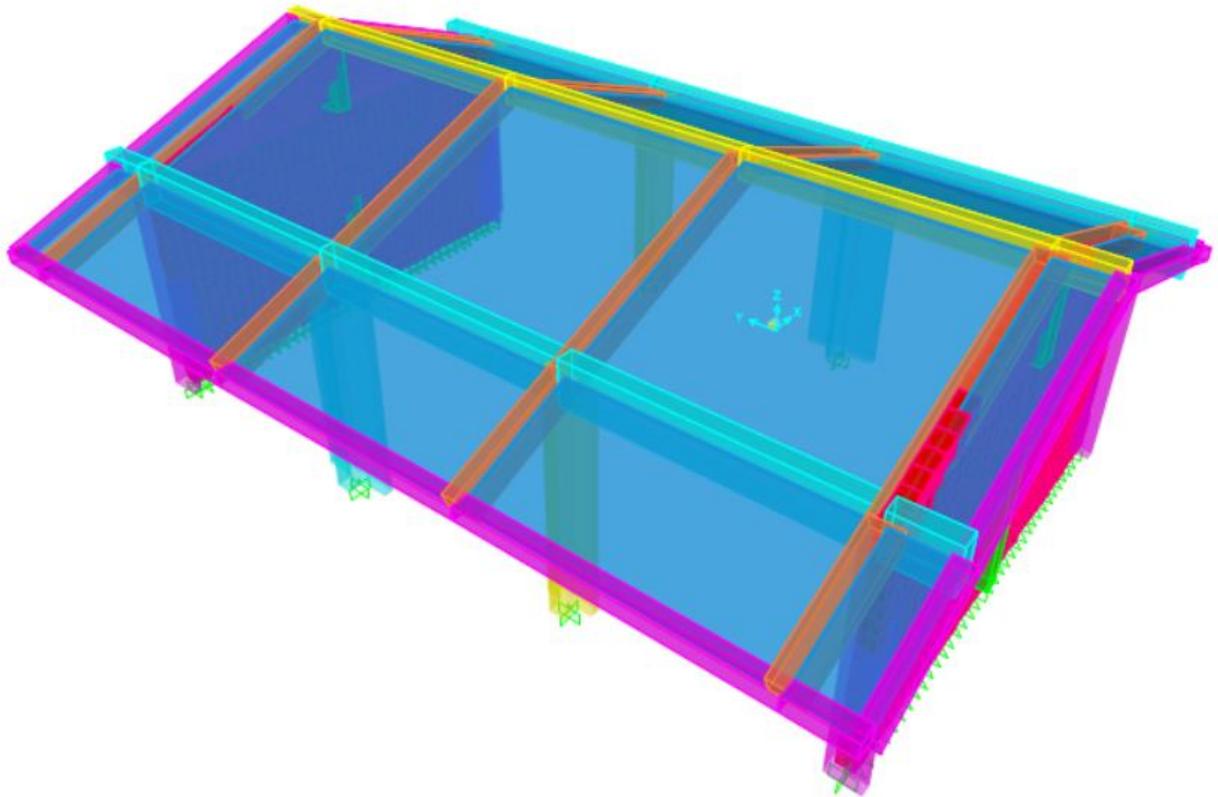
Fuente: Elaboración propia

El pabellón V presenta un sistema dual, con hormigón armado (columnas y muros de corte) que discurren paralelos a la dirección más larga y muros de mampostería limitada que discurren perpendiculares al camino más corto.

Se realizó una evaluación del desempeño sísmico del edificio usando el software SAP 2000.V24.0.0. Se comprobó que los componentes estructurales del Pabellón V tienen suficiente rigidez para soportar las cargas impuestas dentro de los límites prescritos en la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcción.

El Pabellón V está construido sobre una losa sólida de 20 cm de espesor y dos caras. Las zapatas de cimentación tienen la resistencia suficiente para soportar las presiones ejercidas por la estructura y transferirlas uniformemente al suelo.

Figura N°12. Modelamiento pabellón V

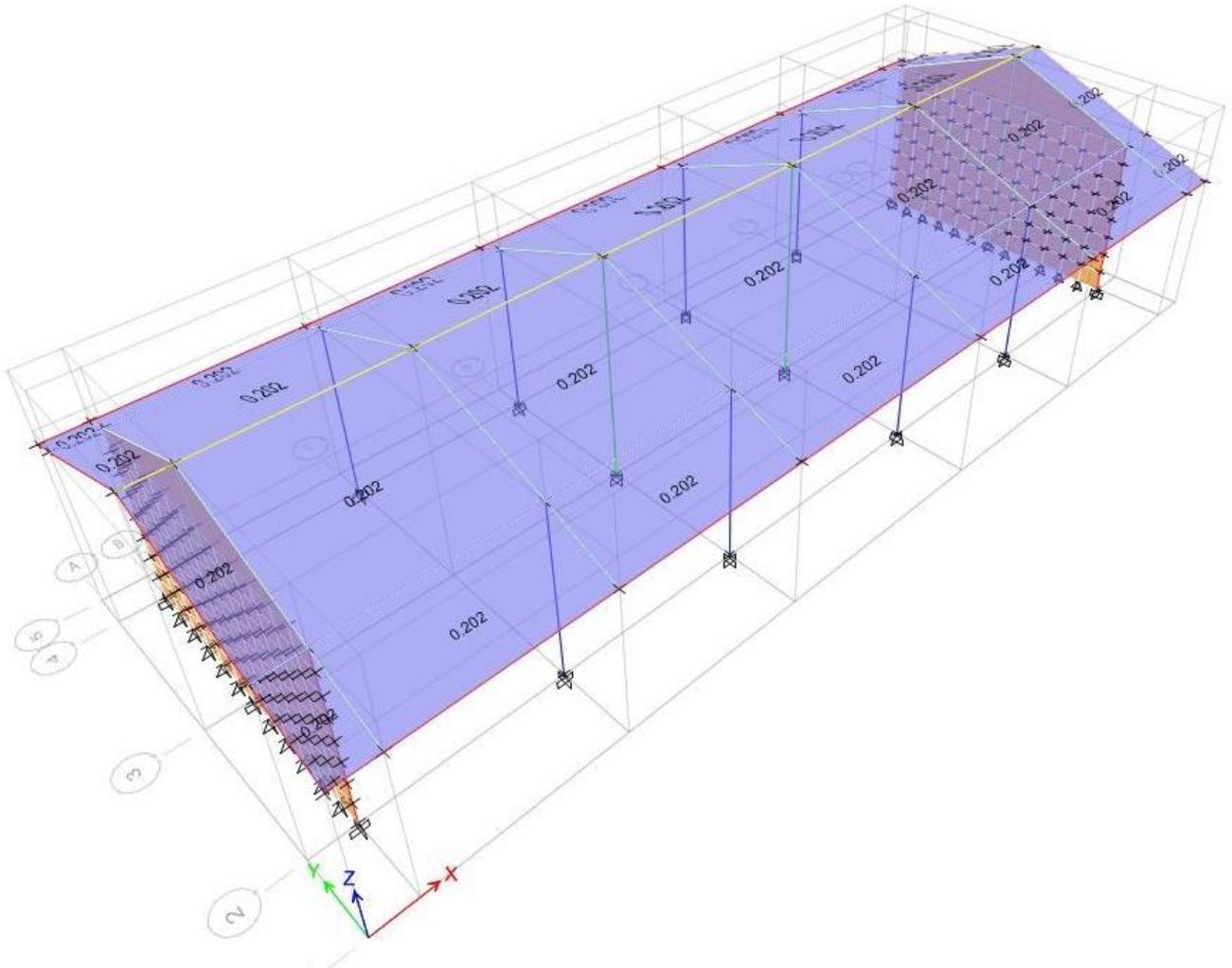


Fuente: *Elaboración propia*

4.1.3. Asignación de cargas gravitacionales para ambos pabellones

Pabellón III.

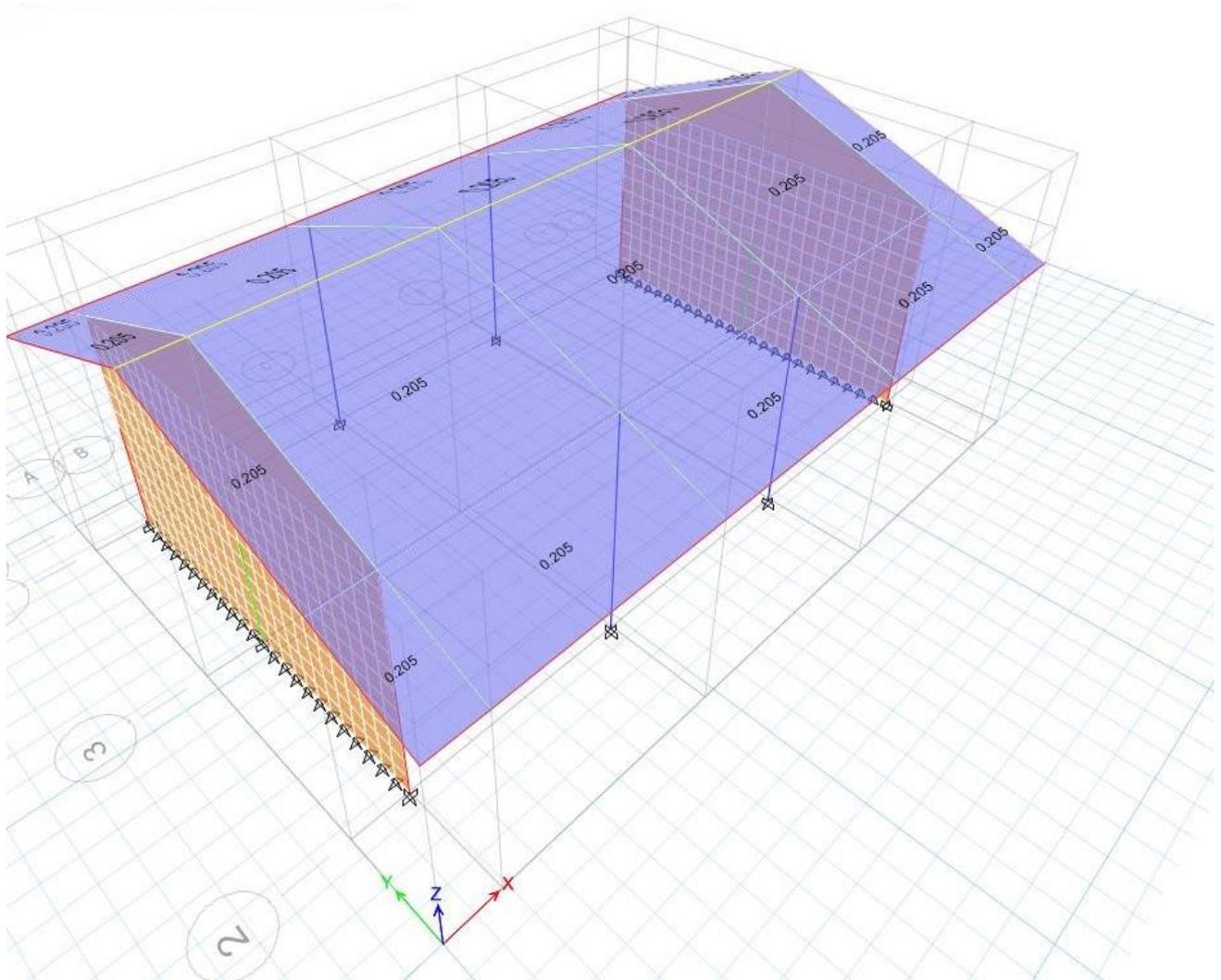
Figura N°13. Asignación de cargas de gravedad pabellón III.



Fuente: Elaboración propia

Pabellón V.

Figura N°14. Asignación de cargas de gravedad pabellón V.



Fuente: Elaboración propia

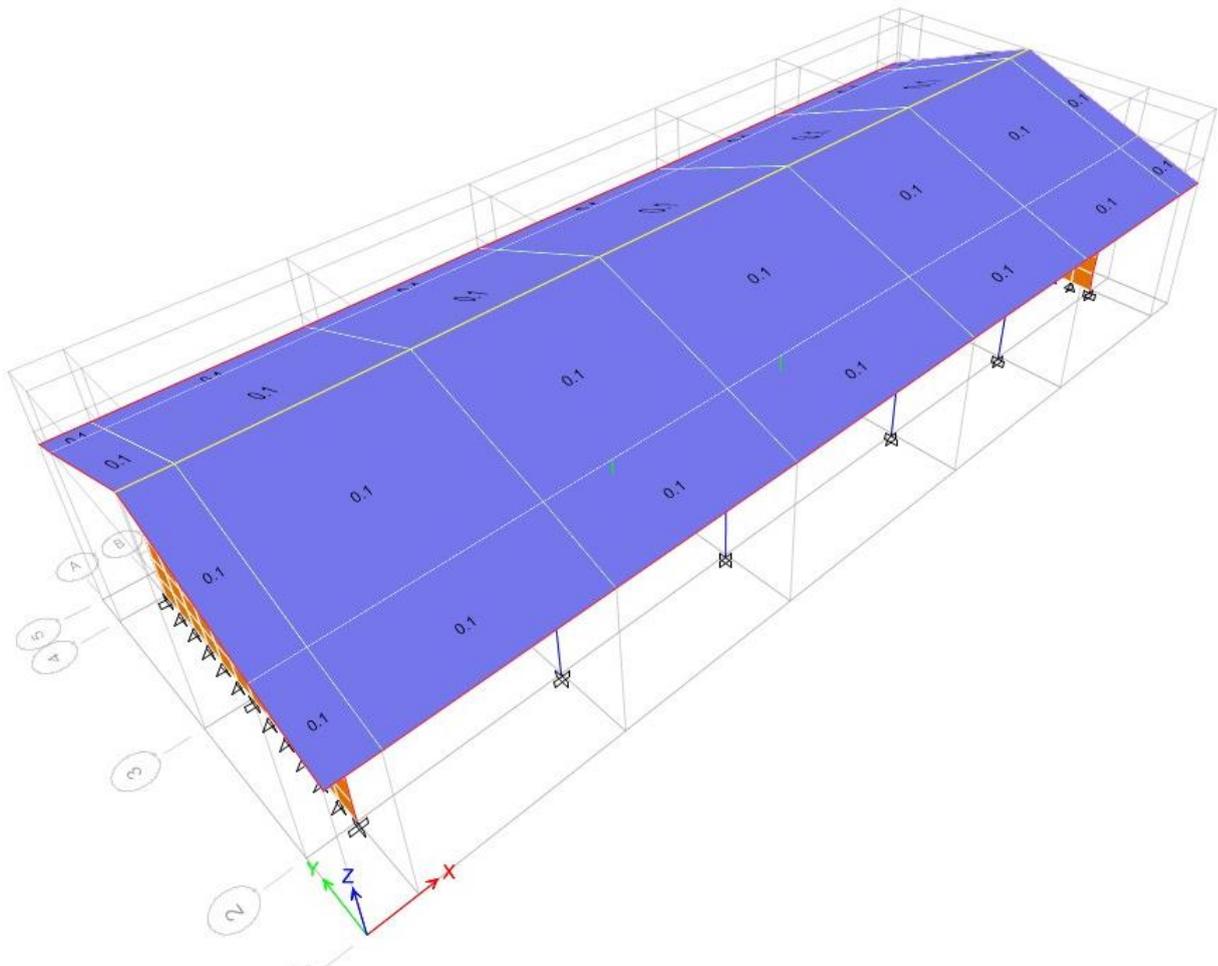
La masa propia de los elementos lo cuantifica el software, por lo que solo se han ingresado las cargas que el software no cuantifica.

4.1.4. Asignación de cargas vivas para ambos pabellones.

La distribución del material se diseñó para identificar las mayores tensiones que actúan sobre las estructuras.

Pabellón III

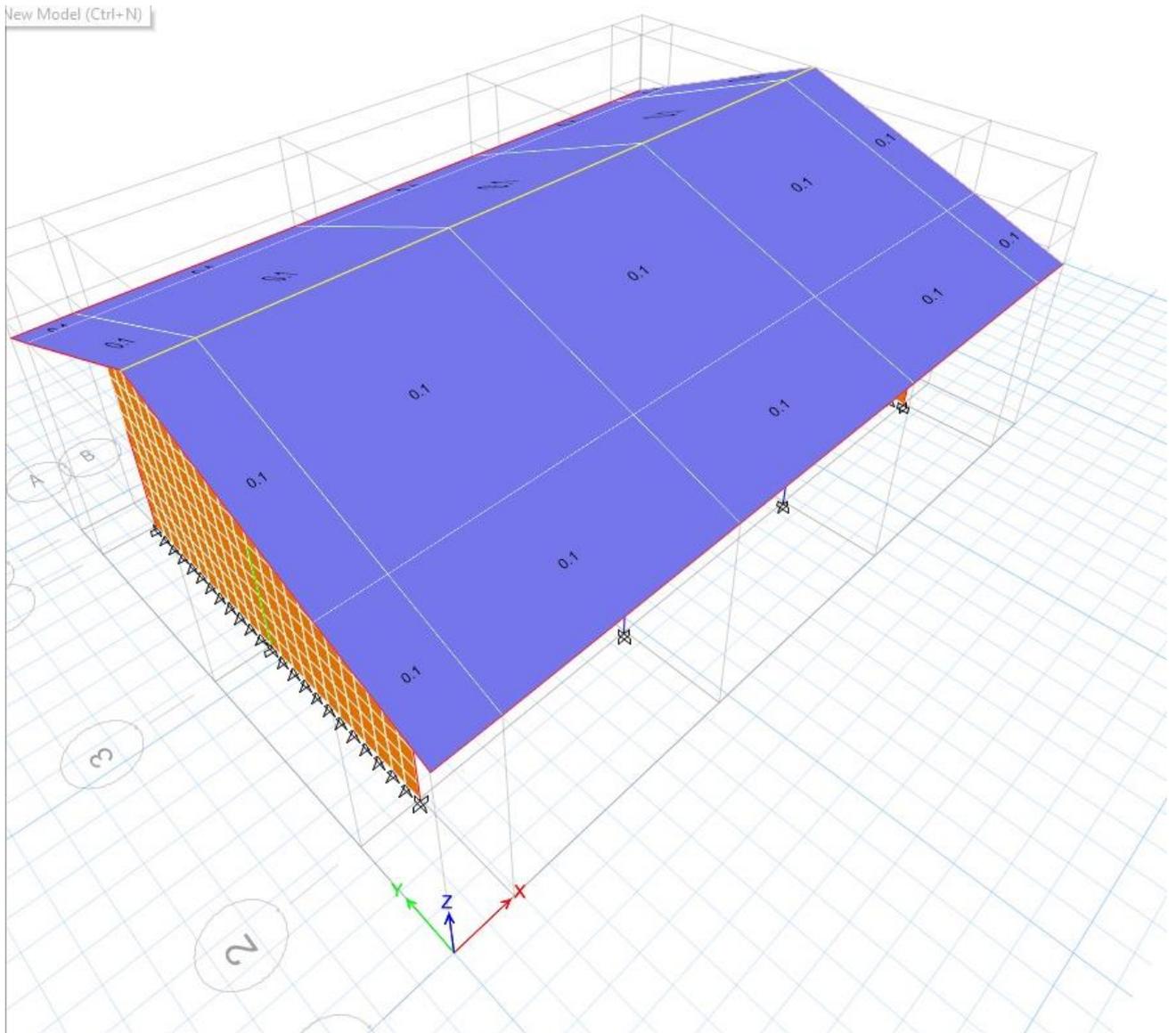
Figura N°15. Asignación de cargas vivas pabellón III.



Fuente: Elaboración propia

Pabellón V

Figura N°16. Reparto de cargas vivas pabellón V.



Fuente: Elaboración propia.

El estudio sísmico empleó la técnica dinámica específica de la NTE-E030 de la RNE, usando el procedimiento de combinación modal espectral.

Modos de vibración

Los modos de vibración se han determinado usando el software SAP 2000.V240.0, usando la combinación cuadrática compleja.

Aceleración espectral

Para cada dirección horizontal examinada, se define un espectro de pseudo aceleración inelástica como:

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

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Coeficiente de amplificación sísmica

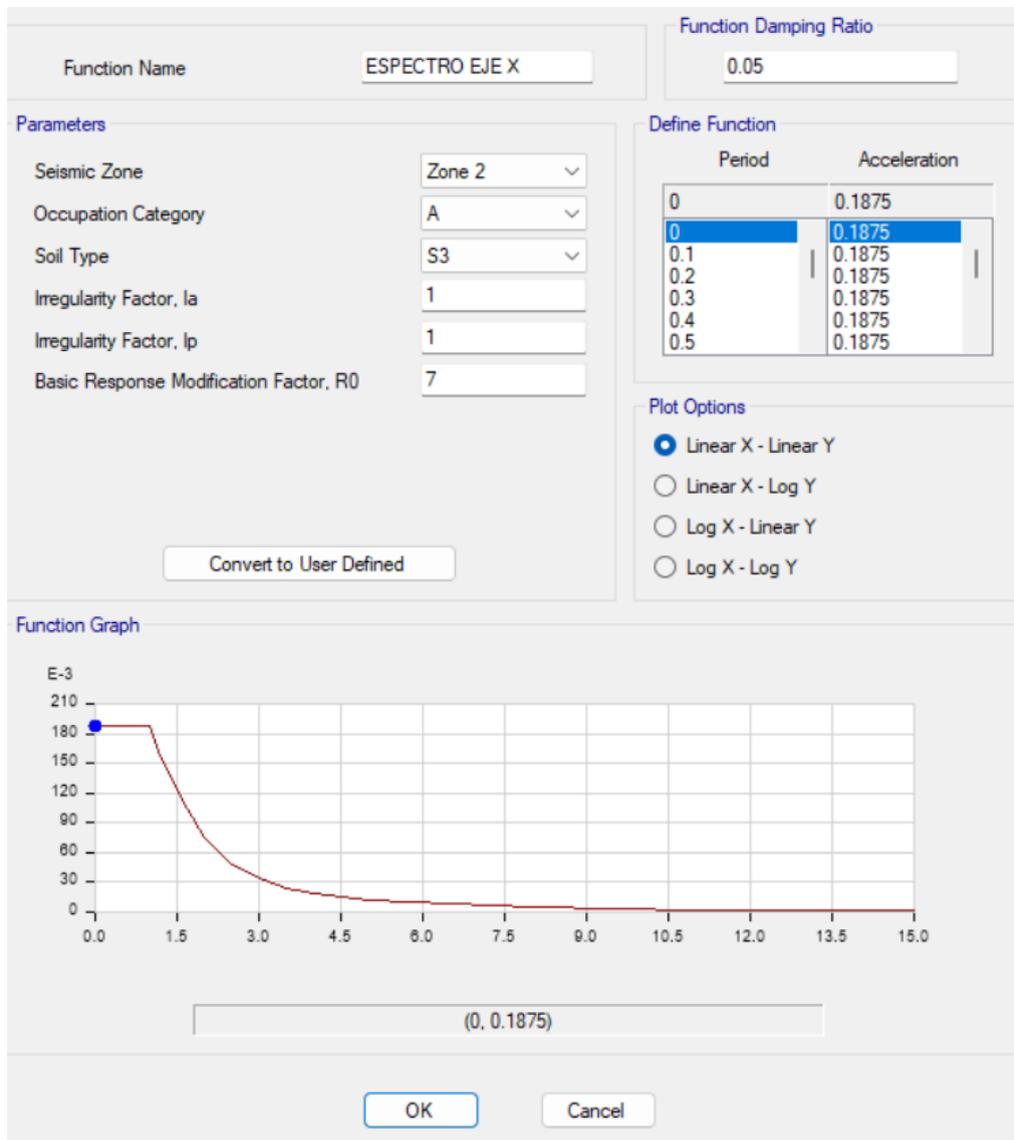
S = Factor de suelo

R = Factor de reducción sísmica

g = Aceleración de la gravedad

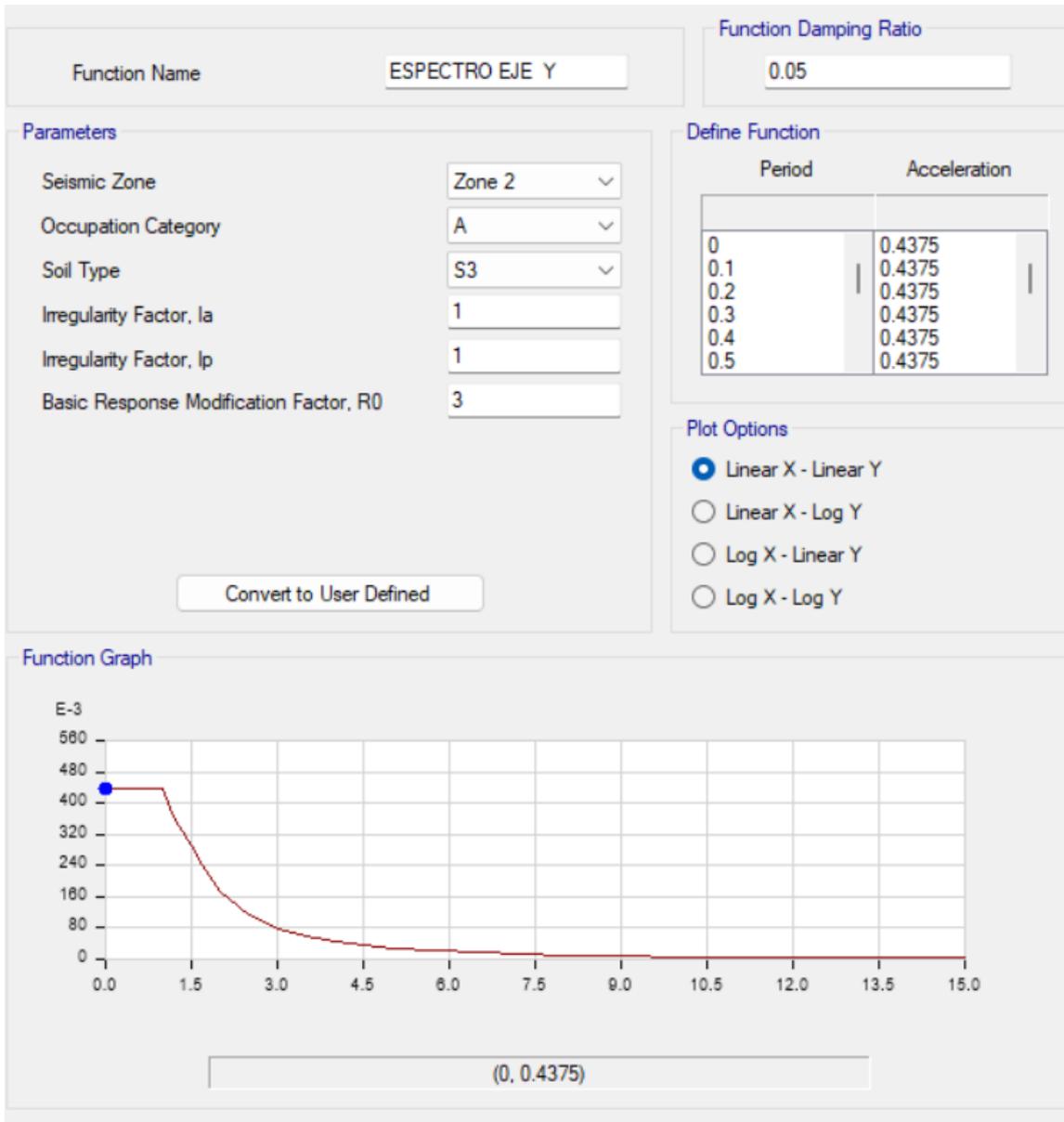
La dirección vertical del estudio hizo uso de un espectro con valores que fueron dos tercios del espectro usado para las direcciones horizontales.

Figura N°17. Gráfico de pseudo aceleración en la dirección X. RNE-E030.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°18. Gráfico de pseudo aceleración en la dirección Y. RNE-E030.



Fuente: Elaboración propia

Al aplicar toda la combinación cuadrática, pudimos determinar la respuesta elástica máxima anticipada, que es un reflejo del impacto combinado de los muchos modos de vibración CQC.

Figura N°19. Combinación Cuadrática Completa – Sismo en X.

General

Load Case Name: SX D [Design...]
 Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]
 Mass Source: Previous (100%CM+50%CV)
 Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO DIR X-X	9.8067
Acceleration	U2	ESPECTRO DIR Y-Y	2.942

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
 Modal Combination Method: CQC
 Include Rigid Response
 Rigid Frequency, f1: []
 Rigid Frequency, f2: []
 Periodic + Rigid Type: []
 Earthquake Duration, td: []
 Directional Combination Type: SRSS
 Absolute Directional Combination Scale Factor: []
 Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]
 Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms [Modify/Show...]

Fuente: Elaboración propia

Figura N°20. Combinación Cuadrática Completa – Sismo en Y.

General

Load Case Name: SY D [Design...]
 Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]
 Mass Source: Previous (100%CM+50%CV)
 Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO DIR Y-Y	9.8067
Acceleration	U2	ESPECTRO DIR X-X	2.942

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
 Modal Combination Method: CQC
 Include Rigid Response
 Rigid Frequency, f1: []
 Rigid Frequency, f2: []
 Periodic + Rigid Type: []
 Earthquake Duration, td: []
 Directional Combination Type: SRSS
 Absolute Directional Combination Scale Factor: []
 Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]
 Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia

Los pabellones III y V experimentarán desplazamientos de piso proporcionales después de un sismo mayor, como se muestra a continuación, según la determinación final:

Pabellón III

Desplazamientos en la dirección "X"

Nudo A.

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	5.98322	0.65544	0.04185
Rotn	8.573E-05	9.563E-04	6.821E-05

Nudo B.

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	6.51124	0.65544	0.15465
Rotn	8.573E-05	0.00101	6.821E-05

Nudo C.

S Joint Displacements			
Joint Object	56	Joint Element	56
	1	2	3
Trans	6.51124	0.98066	0.25989
Rotn	1.288E-04	0.00109	6.821E-05

Nudo D.

S Joint Displacements			
Joint Object	62	Joint Element	62
	1	2	3
Trans	5.98322	0.98066	0.03447
Rotn	1.288E-04	0.00103	6.821E-05

Desplazamientos en la dirección "Y"

Nudo A.

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	1.10085	2.25749	0.01919
Rotn	2.986E-04	1.640E-04	2.338E-04

Nudo B.

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	0.90801	2.25749	0.66006
Rotn	2.986E-04	6.237E-05	2.338E-04

Nudo C.

S Joint Displacements			
Joint Object	56	Joint Element	56
	1	2	3
Trans	0.90801	5.42276	1.5823
Rotn	7.155E-04	6.649E-05	2.338E-04

Nudo D.

S Joint Displacements			
Joint Object	62	Joint Element	62
	1	2	3
Trans	1.10085	5.42276	0.04098
Rotn	7.155E-04	1.754E-04	2.338E-04

Pabellón V

Desplazamientos en la dirección "X"

Nudo A.



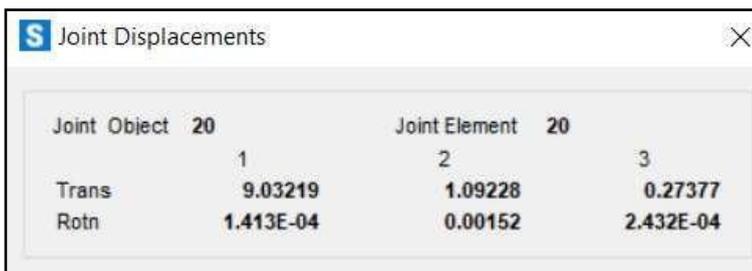
	Joint Object 8	Joint Element 8	
	1	2	3
Trans	7.11419	0.94008	0.04243
Rotn	1.212E-04	0.0013	2.432E-04

Nudo B.



	Joint Object 2	Joint Element 2	
	1	2	3
Trans	9.03219	0.94008	0.23097
Rotn	1.212E-04	0.00152	2.432E-04

Nudo C.



	Joint Object 20	Joint Element 20	
	1	2	3
Trans	9.03219	1.09228	0.27377
Rotn	1.413E-04	0.00152	2.432E-04

Nudo D.



	Joint Object 26	Joint Element 26	
	1	2	3
Trans	7.11419	1.09228	0.04391
Rotn	1.413E-04	0.0013	2.432E-04

Desplazamientos en la dirección "Y"

Nudo A.

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	1.26179	3.13853	0.03051
Rotn	4.164E-04	2.033E-04	2.943E-04

Nudo B.

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	1.20356	3.13853	0.92298
Rotn	4.164E-04	8.296E-05	2.943E-04

Nudo C.

S Joint Displacements			
Joint Object	20	Joint Element	20
	1	2	3
Trans	1.20356	4.99721	1.4505
Rotn	6.559E-04	8.296E-05	2.943E-04

Nudo D.

S Joint Displacements			
Joint Object	26	Joint Element	26
	1	2	3
Trans	1.26179	4.99721	0.0373
Rotn	6.559E-04	2.033E-04	2.943E-04

Tabla N°17. Distorsión en la dirección “X”, en cada nudo del módulo III.

SISMO EN LA DIRECCION X							
NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION
5.98	0.0019	6.51	0.0020	6.51	0.0020	5.98	0.0019

DISTORSIÓN PROMEDIO EN LA DIRECCION X					
DISTORSION DEL NUDO A	DISTORSION DEL NUDO B	DISTORSION DEL NUDO C	DISTORSION DEL NUDO D	DISTORSION PROMEDIO	CUMPLE
0.0019	0.0020	0.0020	0.0019	0.0020	SI

Tabla N°18. Distorsión en la dirección “Y”, en cada nudo del módulo III.

SISMO EN LA DIRECCION Y							
NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION
2.26	0.0007	2.26	0.0007	5.42	0.0017	5.42	0.0017

DISTORSION PROMEDIO EN LA DIRECCION Y					
DISTORSION DEL NUDO A	DISTORSION DEL NUDO B	DISTORSION DEL NUDO C	DISTORSION DEL NUDO D	DISTORSION DE ENTREPISO	CUMPLE
0.0007	0.0007	0.0017	0.0017	0.0012	SI

Tabla N°19. Distorsión en la dirección “X”, en cada nudo del módulo V.

SISMO EN LA DIRECCION X							
NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION
7.11	0.0022	9.03	0.0028	9.03	0.0028	7.11	0.0022

DISTORSIÓN PROMEDIO EN LA DIRECCION X					
DISTORSION DEL NUDO A	DISTORSION DEL NUDO B	DISTORSION DEL NUDO C	DISTORSION DEL NUDO D	DISTORSION PROMEDIO	CUMPLE
0.0022	0.0028	0.0028	0.0022	0.0025	SI

Tabla N°20. Distorsión en la dirección “Y”, en cada nudo del módulo V.

SISMO EN LA DIRECCION Y							
NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION	DESPLAZAMIENTO	DISTORSION
3.14	0.0010	3.14	0.0010	5	0.0016	5	0.0016

DISTORSIÓN PROMEDIO EN LA DIRECCION Y					
DISTORSION DEL NUDO A	DISTORSION DEL NUDO B	DISTORSION DEL NUDO C	DISTORSION DEL NUDO D	DISTORSION PROMEDIO	CUMPLE
0.0010	0.0010	0.0016	0.0016	0.0013	SI

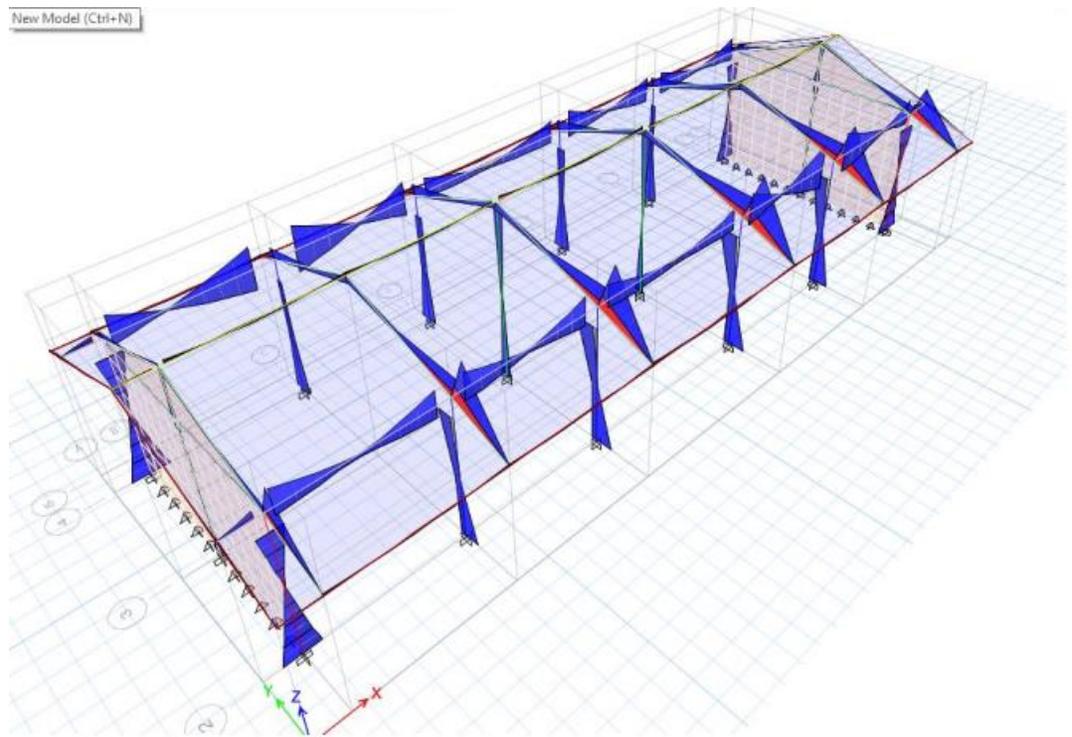
4.1.5. Análisis del comportamiento de las columnas

Se determinó el comportamiento de columnas considerando el acero que requiere la sección (acero requerido) se evaluó el pórtico que soporta la mayor área tributaria usando el software SAP 2000 versión 24.0.0, y sus resultados se compararon con los del acero existente en la sección.

Los resultados de la evaluación realizada, entre el acero existente y acero requerido en las columnas de los pórticos en evaluación se aprecian a continuación:

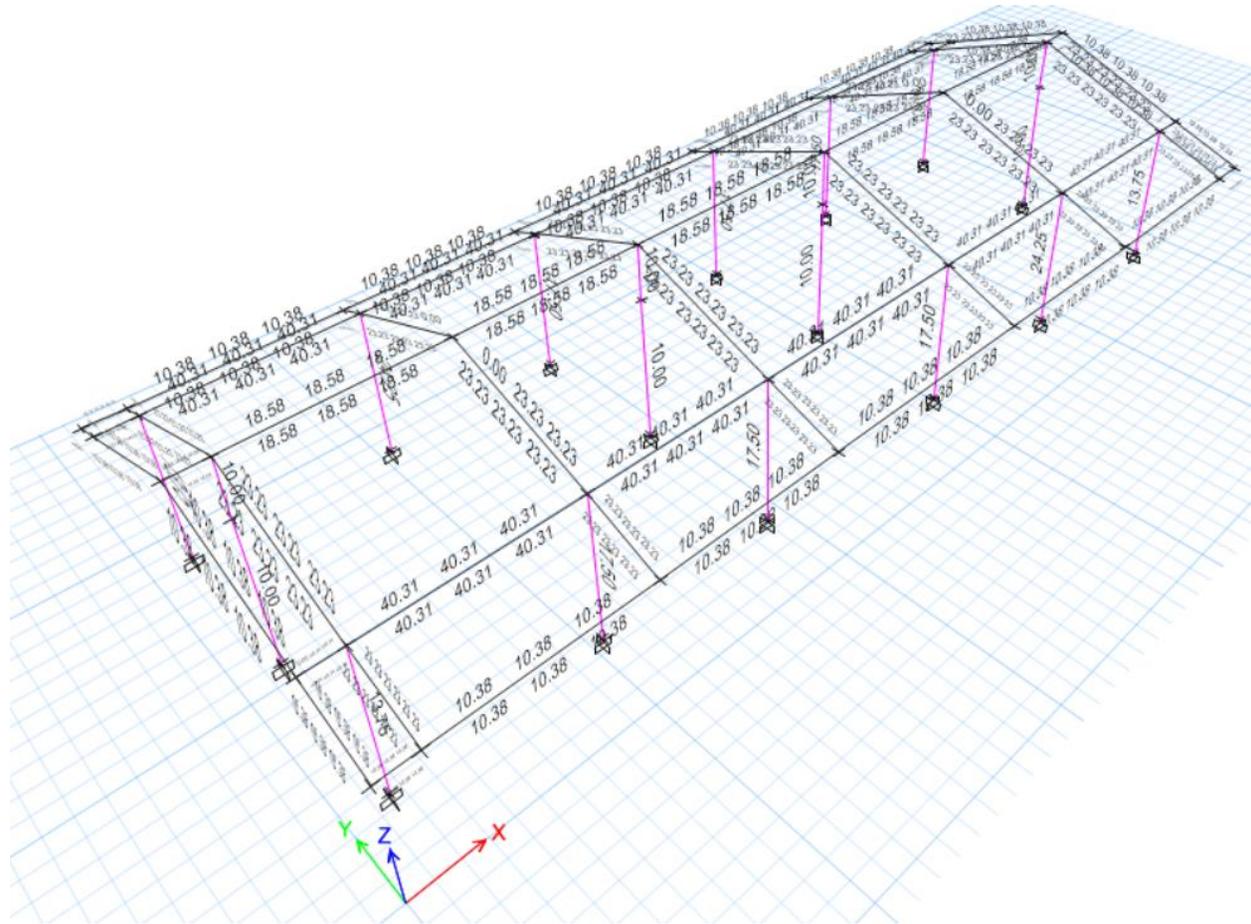
Pabellón III

Figura N°21. Modelado de cargas axiales en columnas del pabellón III.



Fuente: Elaboración propia.

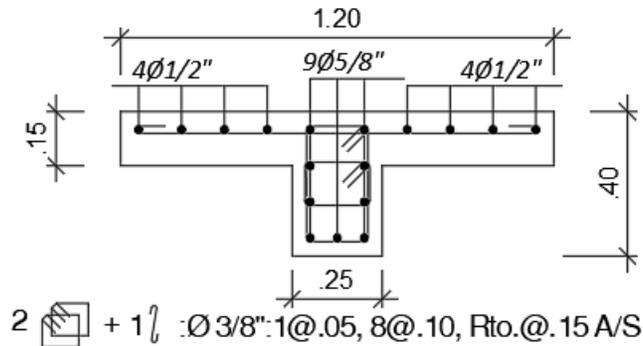
Figura N°22. Carga axial máximo en columnas del pabellón III.



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el gráfico anterior, el acero requerido para las columnas que soportan la mayor área afluente es 24.25 cm².

Figura N°23. Acero existente en la columna analizada.



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la imagen anterior que la columna que soporta la mayor área tributaria se compone de 4 barras de 1/2" y 9 barras de 5/8", lo cual equivale a 28.23 cm² de acero existente.

Alcanza el valor mínimo requerido de acero de 9 ϕ 5/8 Y 8 ϕ 1/2 de la estructura en estudio.

$$AT = 24.25 \text{ cm}^2, \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 24.25 \text{ cm}^2, \rightarrow Ae = 9\phi \frac{5}{8} + 8\phi \frac{1}{2} = 9 * 1.99 + 8 * 1.29 = 28.23 \text{ cm}^2$$

$A\phi < Ae$ cumple

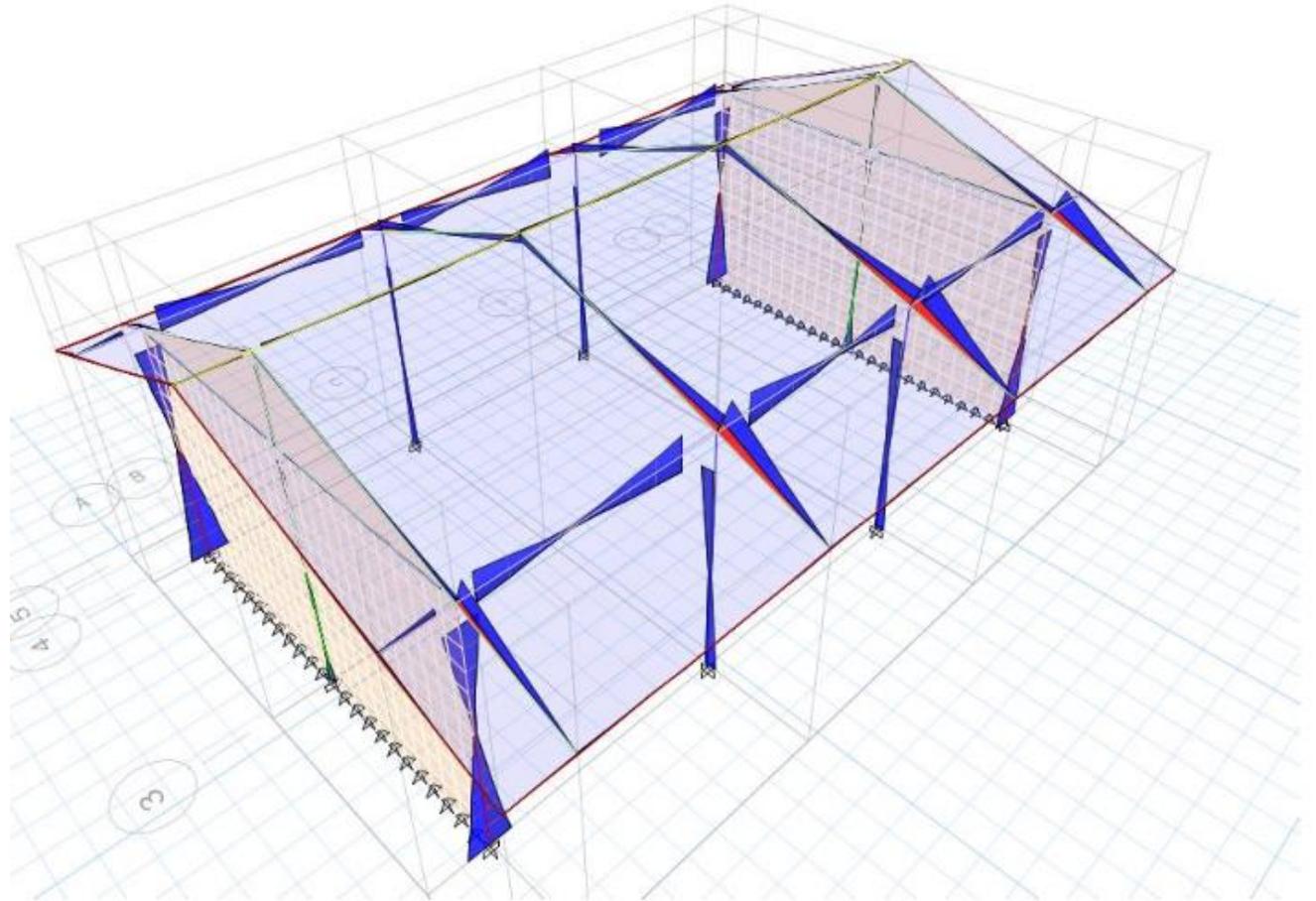
Tabla N°21. Acero presente y necesario en columna crítica.

EJE - C2	columna T
Acero existente (cm ²)	28.23
Acero necesario (cm ²)	24.25

Fuente: Elaboración propia

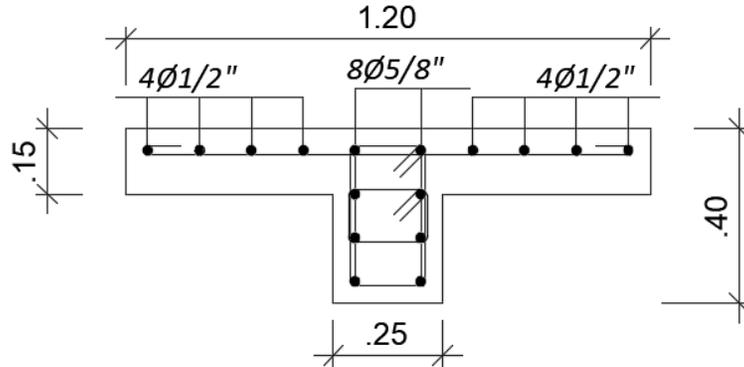
Pabellón V

Figura N°24. Modelado de cargas axiales en columnas del pabellón V.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°26. Acero existente en la columna analizada.



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la figura anterior que la columna que soporta la mayor área tributaria está conformada por 4 varillas de 1/2" y 8 varillas de 5/8", lo cual equivale a 26.24 cm² de acero existente.

Alcanza el valor mínimo requerido de acero de 8 ϕ 5/8 Y 8 ϕ 1/2 de la estructura existente.

$$AT = 2425 \text{ cm}^2, \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 24.25 \text{ cm}^2, \rightarrow Ae = 8\phi \frac{5}{8} + 8\phi \frac{1}{2} = 8 * 1.99 + 8 * 1.29 = 26.24 \text{ cm}^2$$

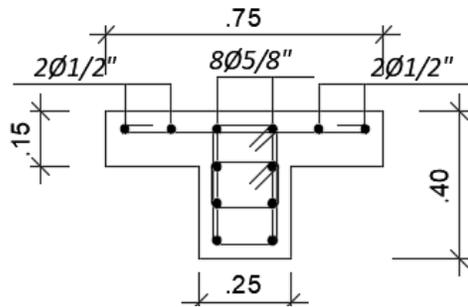
$$A\phi < Ae \dots\dots\dots \text{ cumple}$$

Tabla N°22. Acero existente y acero necesario en columna crítica.

EJE - C2	columna T
Acero existente (cm²)	26.24
Acero necesario (cm²)	24.25

Fuente: Elaboración propia

Figura N°27. Acero existente en la columna analizada.



Fuente: Elaboración propia

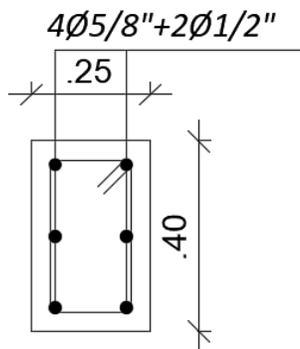
Alcanza el valor mínimo requerido de acero de $8 \phi 5/8$ Y $4 \phi 1/2$ de la estructura existente.

$$AT = 1750 \text{ cm}^2, \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 17.50 \text{ cm}^2, \rightarrow AE = 8\phi \frac{5}{8} + 4\phi \frac{1}{2} = 8 * 1.99 + 4 * 1.29 = 21.08 \text{ cm}^2$$

$$A\phi < Ae \dots\dots\dots \text{ cumple}$$

Figura N°28. Acero existente en la columna analizada.



Fuente: Elaboración propia

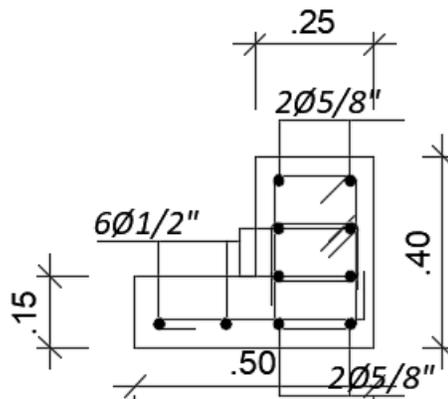
Alcanza el valor mínimo requerido de acero de $8 \phi 5/8$ Y $4 \phi 1/2$ de la estructura existente.

$$AT = 1000 \text{ cm}^2, \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 10 \text{ cm}^2, \rightarrow AE = 4\phi \frac{5}{8} + 2\phi \frac{1}{2} = 4 * 1.99 + 2 * 1.29 = 10.54 \text{ cm}^2$$

$A\phi < Ae$ cumple

Figura N°29. Acero existente en la columna analizada.



Alcanza el valor mínimo requerido de acero de $4\phi \frac{5}{8}$ Y $6\phi \frac{1}{2}$ de la estructura existente.

$$AT = 1750 \text{ cm}^2, \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 17.50 \text{ cm}^2, \rightarrow AE = 4\phi \frac{5}{8} + 4\phi \frac{1}{2} = 4 * 1.99 + 6 * 1.29 = 15.70 \text{ cm}^2$$

$A\phi < Ae$ cumple

4.1.6. Análisis de la falla de columna corta

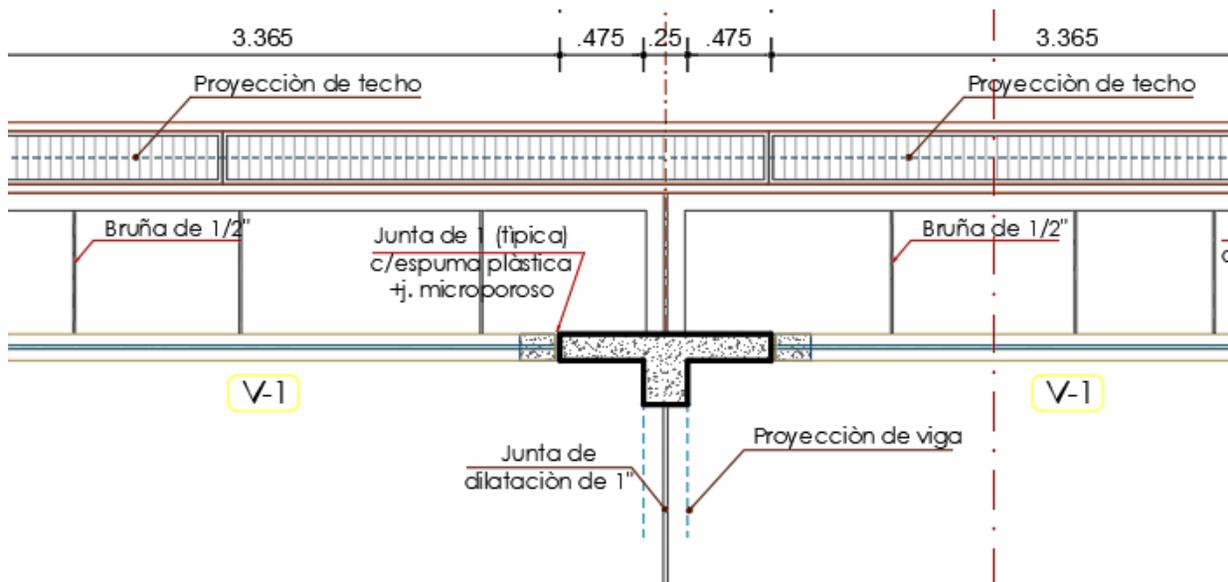
Figura N°30. Vista frontal pabellón III.



Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la figura anterior, no existirán fallas de columna corta, debido a que las columnas y los muros se encuentran separados por juntas con espuma plástica de 1".

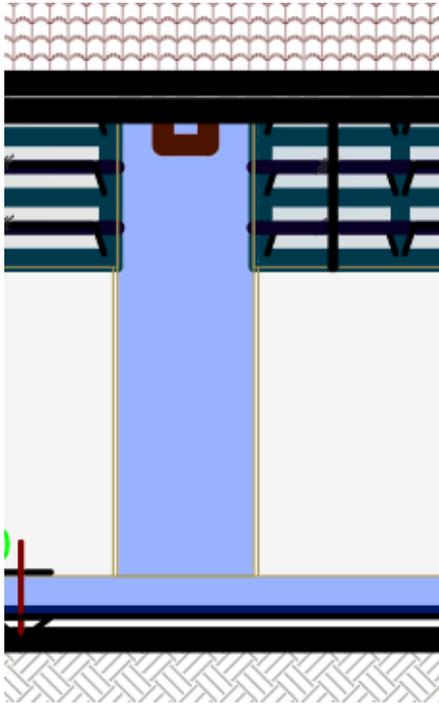
Figura N°31. Juntas de Separación entre columnas y muros de los pabellones III y V.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Revisión del estado actual de los elementos estructurales.

Figura N°32. Columna C3 del pabellón III, con su respectiva junta de espuma plástica.



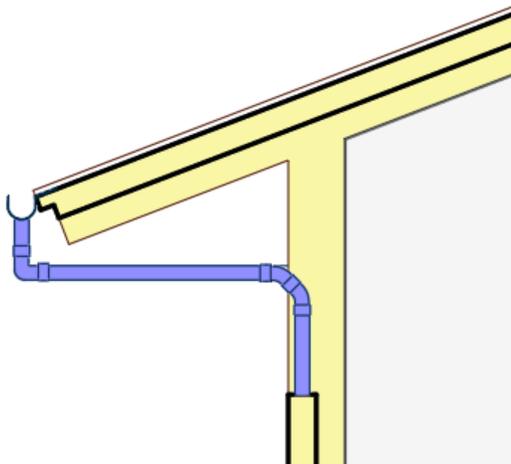
(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°33. Unión columna C1 con vigas C1 (0.25 x 0.50) en el pabellón III.



(a)



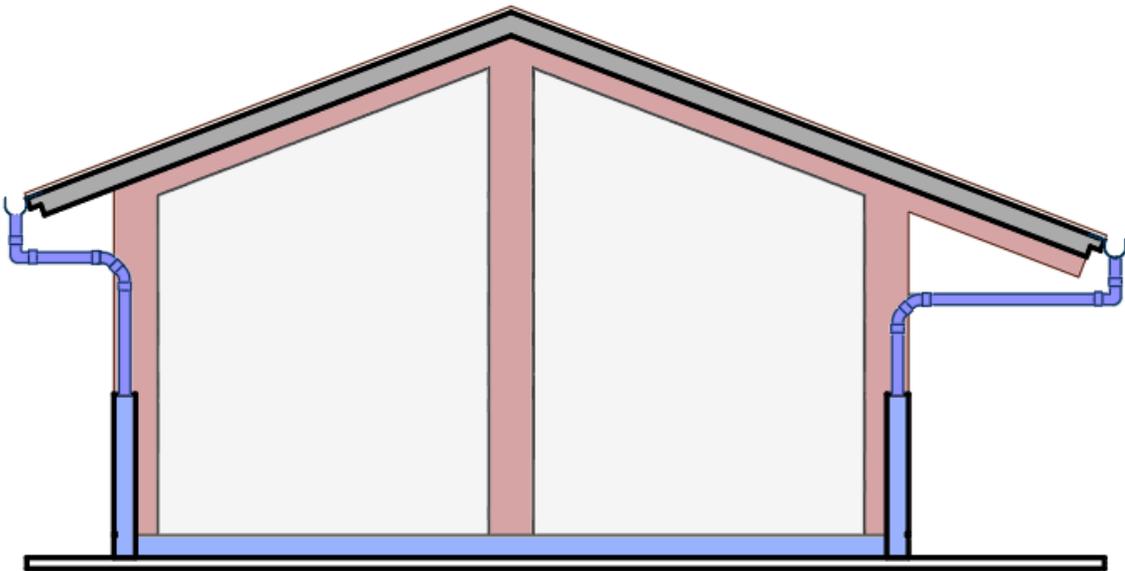
(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°34. Elevación E4 del pabellón V.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°35. Unión columna C3 con vigas C2 (0.25 x 0.75) en el pabellón V.



Fuente: Elaboración propia

Las vigas, columnas y losas que conforman los pabellones III y V de la Institución Educativa se encuentran en excelente estado, como se aprecia en las fotografías anteriores. Las vigas de los pabellones mencionados no presentan fisuras, fracturas ni deflexiones. Además, los muros de los pabellones están conectados a las columnas C2 y C3 mediante sus respectivas juntas de material plástico microporoso expandido.

4.1.8. Análisis de elementos no estructurales

4.1.8.1. Análisis de la estabilidad de tabiques

El cálculo de la vulnerabilidad no estructural tuvo en cuenta la estabilidad de los tabiques bajo cargas perpendiculares a su plano. Se sabe que este tipo particular de carga presenta los indicios más significativos de falla frágil después de un evento sísmico. Para ello se comparó el momento de acción y el momento resistente de tres tabiques diferentes en cada pabellón. Los calculados realizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N°23. Resultados de Estabilidad de Tabiques Pabellones III y V.

PABELLON	MURO	FACTORES					w	Ms	Mr	RESULTADO
		C1	m	P	a	t				Ms : Mr
		adim.	adim.	Tnf/m2	m	m				
III	M1	3	0.069	1.8	3.37	0.15	0.243	0.190	0.376	Estable
	M2	3	0.064	1.8	3.59	0.15	0.243	0.200	0.376	Estable
	M3	3	0.125	1.8	1.90	0.15	0.243	0.110	0.376	Estable
V	M1	3	0.075	1.8	3.13	0.15	0.243	0.179	0.376	Estable
	M2	3	0.125	1.8	1.90	0.15	0.243	0.110	0.376	Estable
	M3	3	0.125	1.8	1.90	0.15	0.243	0.110	0.376	Estable

Fuente: Elaboración propia

Todos los muros materia de análisis, de los pabellones III y V han dado como resultado estabilidad, ante la ocurrencia de un sismo.

4.1.9. Vulnerabilidad sísmica de los pabellones III Y V.

Con todos los datos obtenidos de las tablas precedentes, y siguiendo la metodología explicada en el capítulo previo, se evaluó la vulnerabilidad de ambos pabellones a la sismicidad. Desde una perspectiva de parámetros estructurales y no estructurales, estos pabellones son idénticos.

Tabla N°24. Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones III y V.

ESTRUCTURAL				NO ESTRUCTURAL		VULNERABILIDAD
COMPORTAMIENTO		ESTADO ACTUAL		TABIQUERÍA		
Adecuada	X	Bueno	X	Todos estables	X	Baja
Aceptable		Regular		Algunos estables		
Inadecuada		Malo		Todos inestables		

La vulnerabilidad sísmica de los pabellones III y V se cuantificó mediante la Tabla N°16. Con base en los datos generados, la vulnerabilidad sísmica se cuantifica en 1.0.

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0.6 * \left(\frac{comportamiento}{sismico} \right) + 0.3 * (estado\ actual) + 0.1 * (estabilidad\ de\ muros)$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0.6 * (1) + 0.3 * (1) + 0.1 * (1) = 1.0$$

4.2. Evaluación de los resultados obtenidos.

4.2.1. Análisis de la vulnerabilidad sísmica.

a) Conducta sísmica.

a.1) Desplazamientos relativos bidireccionales de la entreplanta.

Como consecuencia del sismo, los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores sufrieron desplazamientos relativos de piso, los cuales se aprecian en las tablas 17 a la 20 anteriores, se ha observado que los desplazamientos relativos promedio de los pisos en ambos sentidos “x” e “y” están por debajo del límite máximo fijado por la norma de Diseño Sismorresistente E-030. Este es el caso en ambos pabellones, según el cual las estructuras de hormigón armado no pueden tener desplazamientos de piso superiores a 0.007 igualmente para los elementos de albañilería confinada tienen un límite máximo de 0.005.

a.2) Acero mínimo necesario en columnas.

Realizada la evaluación del acero necesario en columnas en los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores se verificó que todas las secciones de columna cuentan con el área de acero adecuado ante eventuales cargas sísmicas, conforme se muestra en la Tabla N°21. Siendo preciso hay que mencionar que las columnas materia de análisis fueron las columnas que soportan mayor área de carga tributaria.

a.3) Rigidez de columna corta.

Se observó que en los pabellones III y V de la I.E. Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores, no se presentarán fallas de columna corta, ello debido a que las columnas se encuentran separadas de los muros por juntas con espuma plástica de material microporoso, esto reduce significativamente la susceptibilidad de los pabellones a la actividad sísmica al garantizar que las paredes no bloqueen el libre movimiento de las columnas.

b) Diagnóstico del estado actual de los elementos estructurales.

En las fotografías 30 a 34 se aprecian los componentes estructurales de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010. Estos componentes se encuentran en un estado ideal de conservación ya que son columnas, vigas y losas, no presentan fisuras, fracturas, deflexiones o cualquier otro tipo de daño que los ponga en riesgo, del mismo modo en los pabellones no se han registrado asentamientos diferenciales.

c) Análisis de los elementos no estructurales.

En la Tabla No. 23 se aprecian los resultados del estudio de estabilidad de los tabiques de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial No. 010 Pueblo Joven Miraflores, debido a que el momento activo es menor que el momento resistivo y los muros permanecen estables bajo cargas perpendiculares al plano, no colapsarán incluso si ocurriera un evento sísmico.

En definitiva, la información mostrada en las tablas anteriores indica que los Pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores no presentan una vulnerabilidad significativa ante sismos, esto se debe a que los desplazamientos relativos combinados de los dos módulos no superan el límite superior establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones - E-030. Además, el acero actual de las columnas puede soportar las cargas deseadas durante un evento sísmico, todas las partes estructurales están en buenas condiciones tal como están y los muros de confinamiento son estables, lo que significa que su momento de actuación es mayor que su momento resistivo.

4.3. Contrastación de la hipótesis

Con los hallazgos obtenidos a partir de la evaluación de la ficha de reporte, se puede verificar que la vulnerabilidad sísmica es baja, lo que valida la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- a. Los pabellones III y V de la Instituciones Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores presentan una vulnerabilidad sísmica baja.
- b. Los tabiques de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores son estables ante la eventual presencia de un evento sísmico.
- c. El acero existente en columnas de los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores es el adecuado ante la presencia de eventos sísmicos.
- d. El tipo de suelo existente en el área donde está la institución educativa inicial N°010 tiene un perfil S_3 suelos blandos.
- e. Los pabellones III y V de la Institución Educativa Inicial N°010 Pueblo Joven Miraflores ante la eventual presencia de un evento sísmico severo, sus desplazamientos relativos entre pisos en la dimensión X serán mayores que sus desplazamientos en la dimensión Y, que están por debajo del límite permisible que nos establece la norma E.030.

5.2.RECOMENDACIONES

- a. Los hallazgos de un estudio de interacción suelo-estructura deben verificarse para detectar desplazamientos y fuerzas internas en los componentes estructurales. Se ha determinado en este estudio que las bases de los pabellones III y V se encuentran empotradas, por lo que se debe implementar esta propuesta.

- b. Asegurar un mantenimiento suficiente para evitar el deterioro estructural.

- c. Los encargados de mencionada institución recomiendo tener un plan de medidas preventivas que cuente con señalización y sesiones de información, con el objetivo de evitar accidentes en caso de un terremoto.

REENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Estrada, L. (2012). Para Alumnos De Ingeniería Geodésica Y Geofísica De La Facultad De Ciencias Exactas Y Tecnología De La Universidad Nacional De Tucumán.

Alarcón Bernal, J. A., & Malqui Mego, J. R. (2018). Vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas Públicas del distrito de San José – Lambayeque, 2018. 1- 158 pp. Lambayeque, Perú.

Álvarez Sánchez, J. J., & Pulgar Santacruz, X. O. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. 1-172 pp. Lima, Perú.

Arteaga Mora, P. A. (2016). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca Ecuador. 1-83 pp. Ecuador.

Frank Lorenzo, A. H., & José Luis, C. V. (2015). Análisis del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería mediante fichas de evaluación sistematizadas en una plataforma geoespacial en el sector 19, 20, 21 y 22 distrito de Chorrillos. 34 p. Lima, Perú.

González Olórtegui, C. E. (2018). Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito de Gregorio Pita – Provincia de San Marcos 2017. 1-163 pp. Cajamarca, Perú.

Gonzáles Vásquez, F. J. (2017). Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1-101 pp. Cajamarca, Perú.

Herraiz Sarachaga, M. (1997). Conceptos básicos de sismología para ingenieros. Lima, Perú.

Instituto Geofísico del Perú. (2014). Evaluación del Peligro Sísmico en Perú. 1-66 pp. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de jaén. 1-170 pp. jaén, Perú.

Instituto para la Resiliencia ante Desastres. (2022). *Aprende Resiliencia*. Obtenido de <https://aprenderesiliencia.cl/magnitud-e-intensidad-de-un-terremoto/>

Mamani Padilla, C. J., & Fhilco Arce, H. O. (2021). Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del distrito de ciudad nueva, Tacna 2021. 1-89 pp. Tacna, Perú.

Morocho Orellana, J. C., Inca Balseca, L., Cornejo Reyes, P. J., & Mena Reinoso, A. P. (2022). Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas ecuatorianas evaluadas mediante modelos matemáticos de análisis dinámico. 2073-2092 pp. Guayaquil, Ecuador.

Mosqueira Moreno, M. A. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca. 1-158 pp. Cajamarca, Perú.

Norma E. 030 - Diseño Sismorresistente. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-030. 1-81 pp. Lima, Perú.

Orrillo Rojas, J. D. (2017). Riesgo sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1-160 pp. Cajamarca, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020 Cargas. 1-29 pp. Lima, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-060. (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-060 Concreto Armado. 1-205 pp. Lima, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-070. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-070 Albañilería. 1-55 pp. Lima, Perú.

Universidad Autónoma de México. (2011). Riesgo Sísmico. 1-30 pp. México, México.

Soto Raico, E. E. (2018). “Comparación De Los Métodos: Fema 154, Hirosawa Y Demanda - Resistencia Para Evaluar Vulnerabilidad Sísmica En Infraestructura Educativa – Baños Del Inca”. Cajamarca.

ANEXOS



ESTUDIO DE SUELOS

Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo con la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú la localidad de la Reg. Cajamarca. Comprendida en la Zona Sísmica 2, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z=0.25$ g.

Tipo de Suelo y Periodo

De acuerdo con las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S3, con un periodo T_p (s) = 1.00 seg. Y un factor de suelo $S = 1.4$

Fuerza Horizontal Equivalente

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

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

Dónde:

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

S = Factor de Suelo

C = Coeficiente Sísmico

R = Factor de Reducción Sísmica

P = Peso de la Estructura

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1052 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

INVESTIGACION DE CAMPO

Trabajos de Campo

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestras de siete calicatas hasta la profundidad de 2.00 m a cielo abierto y hasta 2.50 m mediante el uso de Posteadora y se extrajeron las muestras alteradas e inalteradas, que permitieron caracterizar al suelo de fundación en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

Exploración

Se realizaron la ejecución de siete (07) calicatas designadas como C - 1, C - 2, C - 3, C - 4, C - 5, C - 6 y C - 7 ubicadas convenientemente y con profundidades descritas en los perfiles.

Muestreo y registros de Exploración

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas en **TECNISU F&F S.R.L.** para determinar sus propiedades y características físico - mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Limites de Consistencia, Humedad, Pesos Unitarios, Pesos Específicos, Corte Directo y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

CUADRO N° 01: PROFUNDIDAD DE CALICATAS

EXPLORACIONES	UBICACIÓN	PROF. (m)
C - 1	INFRAESTRUCTURA	2.50
C - 2	LOSA DEPROTIVA	2.50
C - 3	INFRAESTRUCTURA	2.50
C - 4	INFRAESTRUCTURA	2.50
C - 5	INFRAESTRUCTURA	2.50
C - 6	INFRAESTRUCTURA	2.50
C - 7	INFRAESTRUCTURA	2.50

Para determinar la profundidad en cada punto de sondaje se ha tomado como referencia el Capitulo II, Artículo 2.3, Inciso 2.3.2. (C) del Reglamento Nacional de Edificaciones. Profundidad mínima para alcanzar en cada punto: Cimentaciones Superficial.

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688896 - JAEN

Se determina de la siguiente manera: Edificio sin sótano:

$$P = D1 + Z$$

Dónde:

D1 = Es la distancia vertical entre el nivel del pisoterminalado del sótano al fondo de la cimentación.

Z = 1.5B, siendo B el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

ENSAYOS DE LABORATORIO.

Se realizaron de acuerdo con las normas que se indican en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACION – E – 050 – TABLA N.º 2.2.5.

CUADRO N.º 02: NORMATIVIDAD

TABLA N° 2 ENSAYOS DE LABORATORIO	
<i>ENSAYO</i>	<i>NORMA APLICABLE</i>
A. GRANULOMETRICO	ASTM D 422
C. DE HUMEDAD	ASTM D 2216
CLASIFICACION (SUCS)	ASTM D 2487

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688896 - JAEN

DESCRIPCION VISUAL - MANUAL	ASTM D 2488
CORTE DIRECTO	ASTM D 3080
ENSAYO DE C.B.R.	MTC - E - 132
PROCTOR MODIFICADO	AASHTO T - 180 D
LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	ASTM D 4318
CONTENIDO DE SULFATOS, CLORUROS Y SALES	BS 1377

Las muestras alteradas e inalteradas extraídas del trabajo de campo han sido llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la firma **TECNISU F&F S.R.L**

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabián Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688896 - JAEN

PERFIL DEL SUELO

Clasificación de Suelos

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y las muestras restantes que no figuran en el cuadro fueron clasificados por pruebas sencillas de campo, observación y comparación con muestras representativas ensayadas.

CALICATA C – 01 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.10 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.10 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas limosas arcillosas, mezcla de arena limo y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un SM-SC. Con un contenido de humedad natural de 10.21%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1 1/2” en un 30%.

CALICATA C – 02 – LOSA DEPORTIVA

DE 0.00 – 0.15 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.15 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS).

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - DEL. 976125517 - RPM: 688898 - JAEN

Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 10.21%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1" en un 35%.

CALICATA C – 03 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.20 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.20 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 13.31%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1 1/2" en un 30%.

CALICATA C – 04 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.20 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.20 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 11.70%. Con presencia de grava de tamaño máximo 3/4" en un 40%.

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 888896 - JAEN

CALICATA C – 05 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.30 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.30 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 11.36%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1” en un 30%.

CALICATA C – 06 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.20 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.20 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 12.10%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1/2” en un 40%.

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1952 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

CALICATA C – 07 – INFRAESTRUCTURA

DE 0.00 – 0.25 m. DE PROFUNDIDAD. Materia orgánica, material no clasificado.

DE 0.25 – 2.50 m. DE PROFUNDIDAD. Se tiene la presencia de un estrato conformado por arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla de color beige oscuro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Clasificado en el sistema SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un **SC**. Con un contenido de humedad natural de 12.62%. Con un contenido de humedad natural de 11.55%. Con presencia de grava de tamaño máximo 1” en un 20%.

CUADRO N°03: DE CLASIFICACION DE SUELOS

SONDEO	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6	C - 7
PROF.	0.10 – 2.50	0.15 – 2.50	0.20 – 2.50	0.20 – 2.50	0.30 – 2.50	0.20 – 2.50	0.25 – 2.50
MUESTRA	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
W %	10.21	12.62	13.31	11.70	11.36	12.10	11.55
LL	24.35	33.05	33.91	33.10	34.54	32.92	35.44
LP	18.01	21.76	21.35	20.42	23.06	20.52	24.88
IP	6.34	11.29	12.56	12.68	11.48	12.40	10.56
PASA N° 40	37.09	41.97	40.46	34.44	44.48	33.71	57.34
PASA N° 200	16.65	26.99	23.72	19.38	26.11	15.58	31.71
SUCS	SM-SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1052 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688896 - JAEN

PERFILES ESTRATIGRAFICOS.

Según la prospección efectuada en el área del proyecto de 2.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por una capa de suelos, a una profundidad mínima de 0.10 – 2.50, se han encontrado estratos conformados por Arenas limosas arcillosas.

CUADRO N°04: CAPACIDAD PORTANTE

INVESTIGACION	PROF.	Φ	C KG/CM2	Y KG/CM3	Qd
C-1	2.5	22.5	0.13	1.745	0.88
C-2	2.5	17.5	0.25	1.713	0.87
C-3	2.5	18.5	0.23	1.730	0.89
C-4	2.5	18.0	0.25	1.749	0.88
C-5	2.5	19.0	0.23	1.754	0.89
C-6	2.5	20.0	0.21	1.785	0.90
C-7	2.5	18.5	0.22	1.758	0.87

CUADRO N°05: RESUMEN: CAPACIDAD PORTANTE

CALICATA	PROF.	Qd KG/CM2
Calicata 01	2.50	0.88
Calicata 02	2.50	0.87
Calicata 03	2.50	0.89
Calicata 04	2.50	0.88
Calicata 05	2.50	0.89
Calicata 06	2.50	0.90
Calicata 07	2.50	0.87

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabián Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1888898 - JAEN

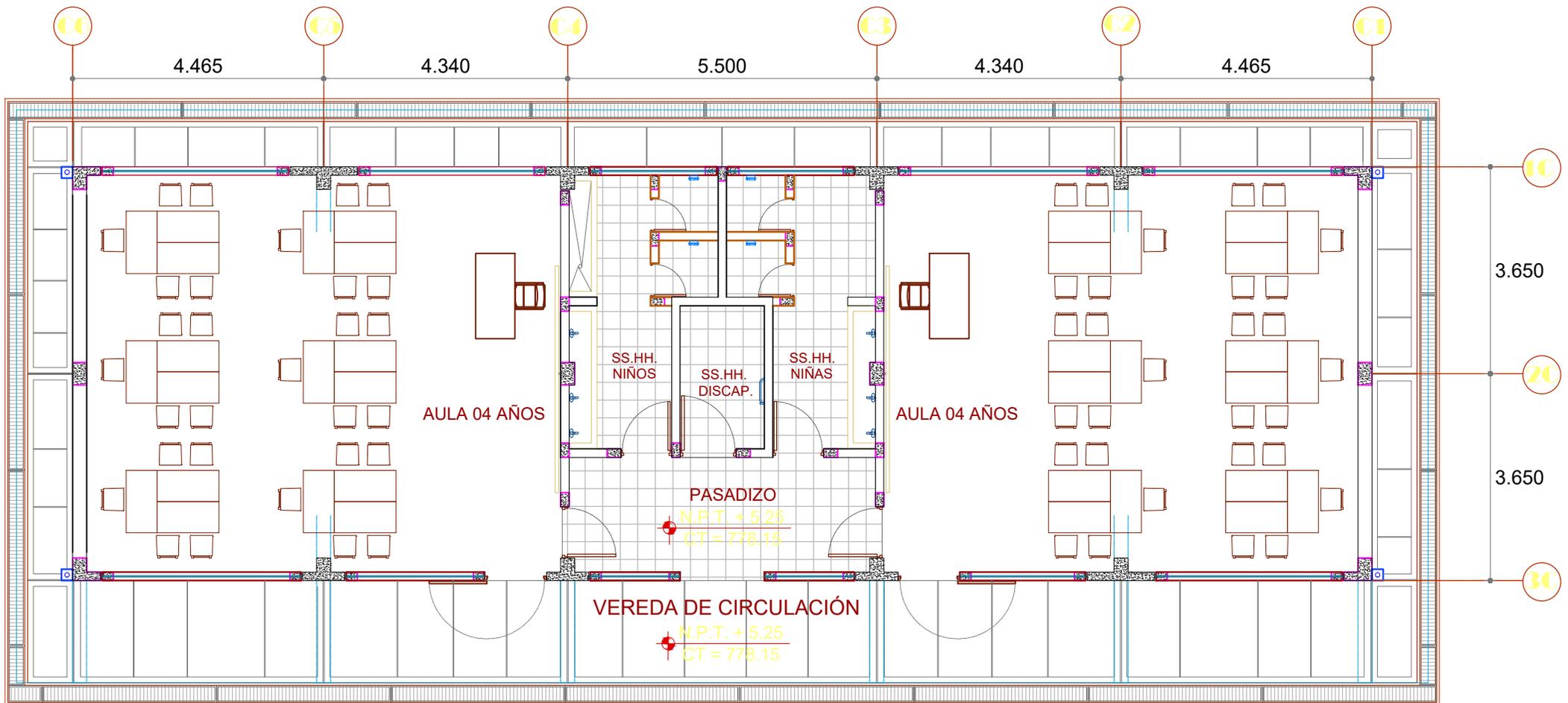
De acuerdo con la norma técnica de edificación E - 030. Diseño sismo resistente y el predominio del suelo bajo la cimentación, Se recomienda adoptar en los análisis sismo – resistentes, los siguientes parámetros:

CUADRO N°06: PARAMETROS

FACTOR	VALOR	OBSERVACIONES
Factor de zona (Z)	0.25	ZONA 2
Factor de uso (U)	1.50	CAT.EDIF. A
Factor de suelo (S)	1.40	SUELO S3
Periodo de vibración del suelo (Tp)	1.00	NORMA E - 030

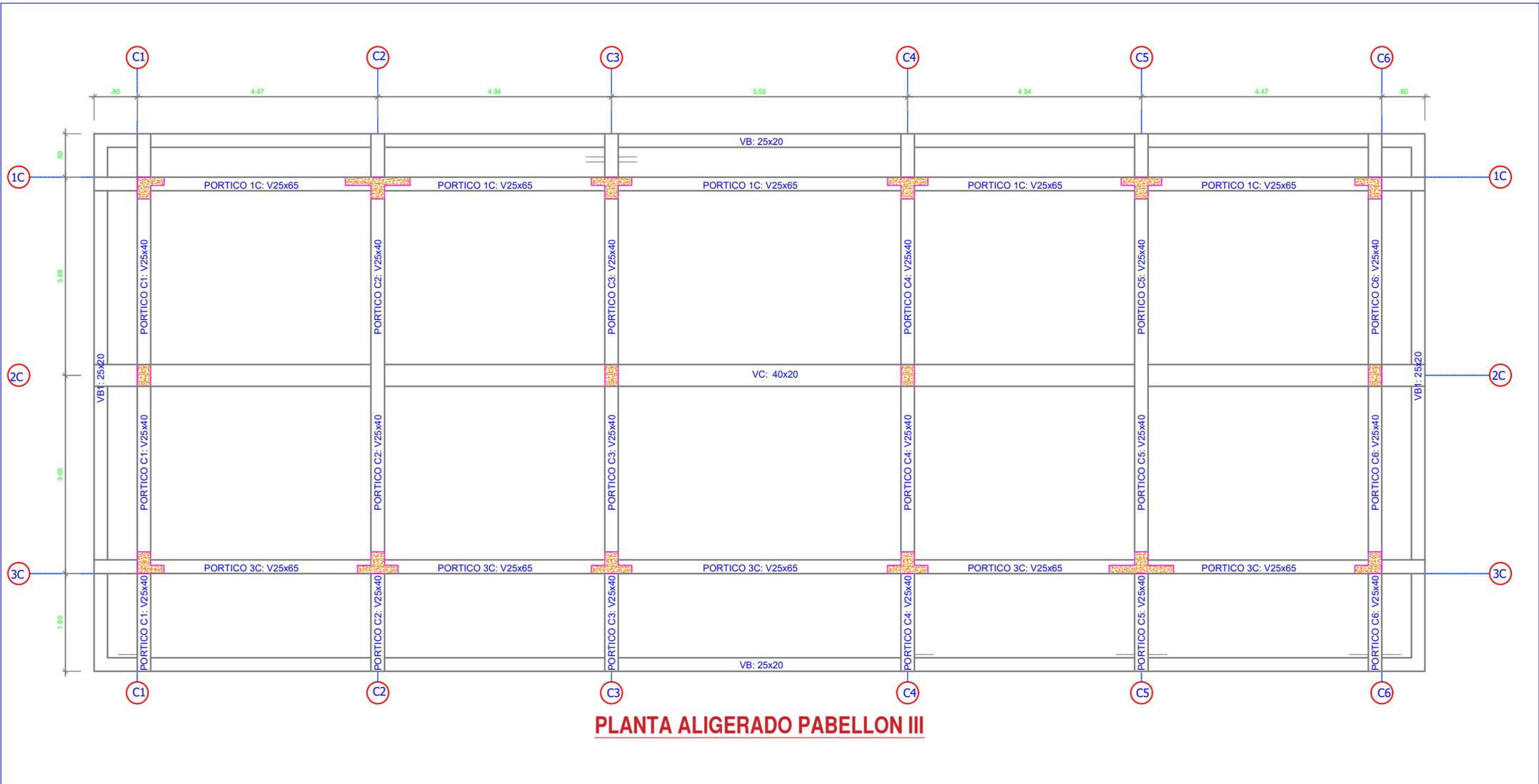
TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabían Becerra Roda.
TÉCNICO LABORATORISTA

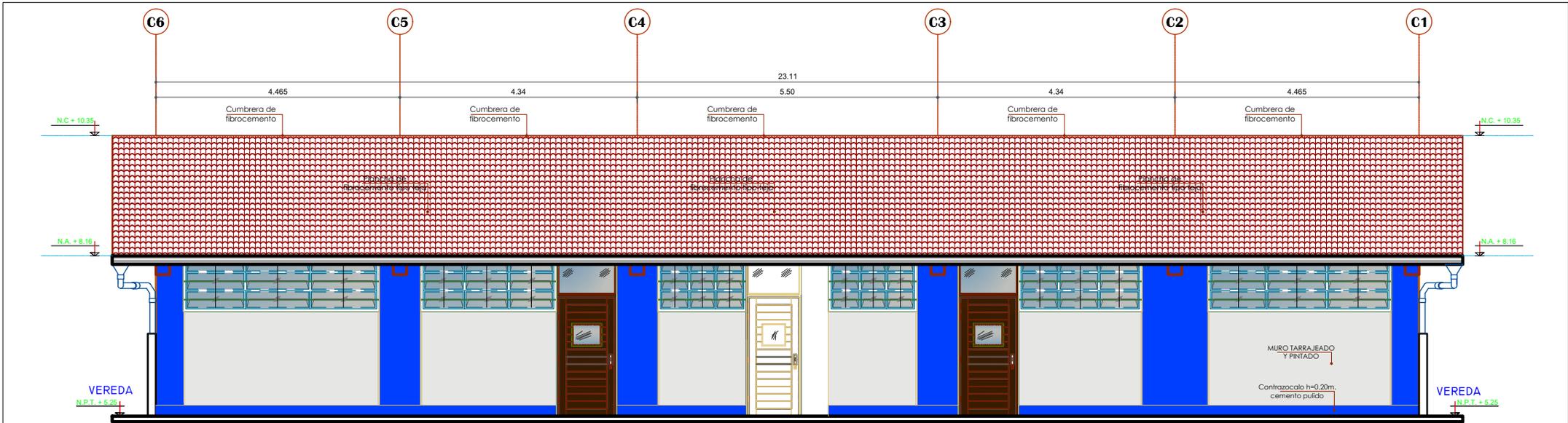


PABELLÓN - III DIVISIONES

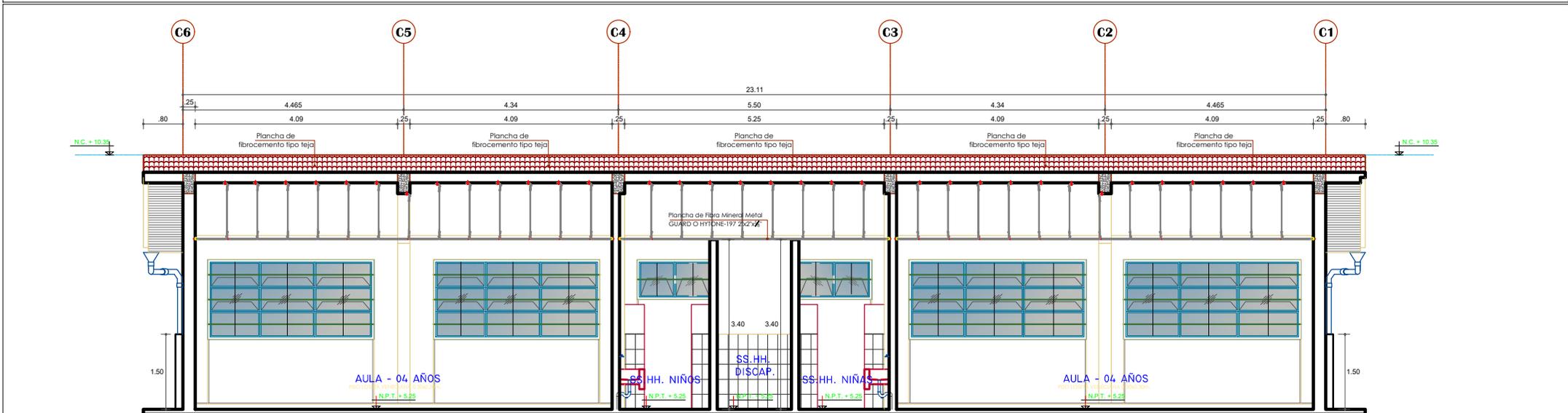
UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	Nº DE PLANO
1 : 1	LAMINA / TAREA		
PABELLON III ARQUITECTURA			-



UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	Nº DE PLANO
1 : 1	LAMINA / TAREA		
PABELLON III ARQUITECTURA			-

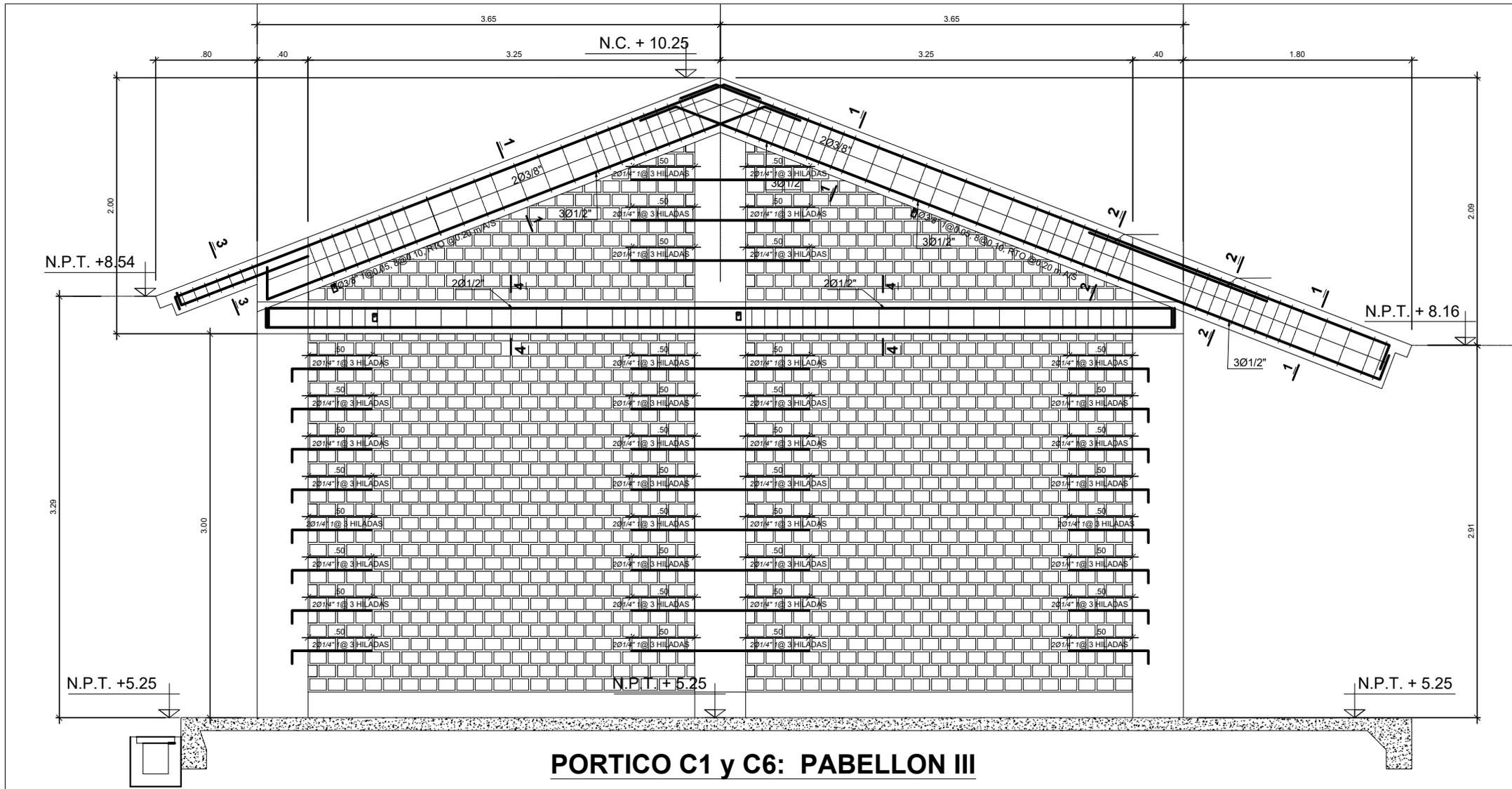


BLOQUE III - ELEVACION E - 1



BLOQUE III - CORTE B - B

INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
PROFESOR	VEREDA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRENO	
ESCALA	REDA	1:500.000	
F 1		LAMINA Y FASEA	10/08/2020
		PROYECTO TELECOMUNICACIONES	



PORTICO C1 y C6: PABELLON III

UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	Nº DE PLANO
1 : 1		LAMINA / TAREA	
		PABELLON III ELEVACION	-

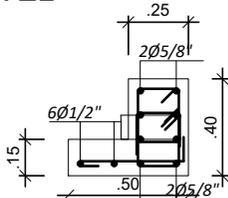
DETALLE DE ACERO PABELLÓN III

CUADRO DE COLUMNAS

Esc. 1/25

C - 1

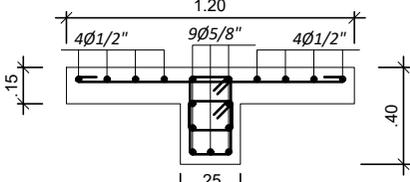
1er NIVEL



2 + 1 : Ø 3/8":1@.05, 8@.10, Rto.@.15 A/S

MC - 2

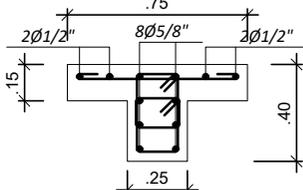
1er NIVEL



2 + 1 : Ø 3/8":1@.05, 8@.10, Rto.@.15 A/S

C - 3

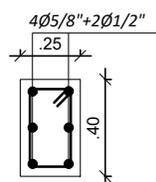
1er NIVEL



2 + 1 : Ø 3/8":1@.05, 8@.10, Rto.@.15 A/S

C - 4

1er NIVEL



2 + 1 : Ø 3/8":1@.05, 8@.10, Rto.@.15 A/S

SISTEMA ESTRUCTURAL

DIRECCION X-X : SISTEMA DUAL: PORTICOS + MUROS DE C°
Deriva (D/h)<=0.007

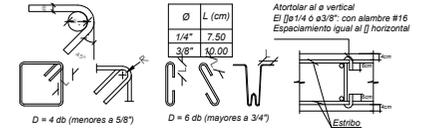
DIRECCION Y-Y : ALBAÑILERIA CONFINADA
Deriva (D/h)<=0.005

CIMENTACION : f_c=210 Kg/cm²
SOBRECIMENTOS : f_c=175 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS : f_c=210 Kg/cm²
REFUERZO : f_y=4200 Kg/cm²

LONGITUDES DE ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS

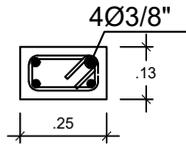


LONGITUDES RECTA DE GANCHOS DE ESTRIBOS



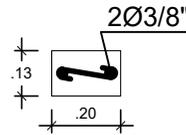
COLUMNAS DE AMARRE ESC. 1/ 20

CA



Ø 1/4":1@.05, 4@.10,
Rto.@.20 A/S

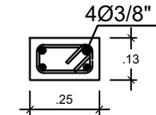
CB



Ø 1/4":1@.05, 4@.10, Rto.@.20 A/S

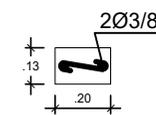
COLUMNAS DE AMARRE ESC. 1/ 20

CA



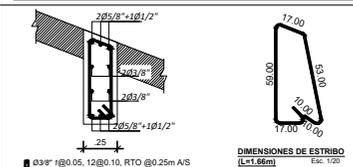
Ø 1/4":1@.05, 4@.10,
Rto.@.20 A/S

CB



Ø 1/4":1@.05, 4@.10, Rto.@.20 A/S

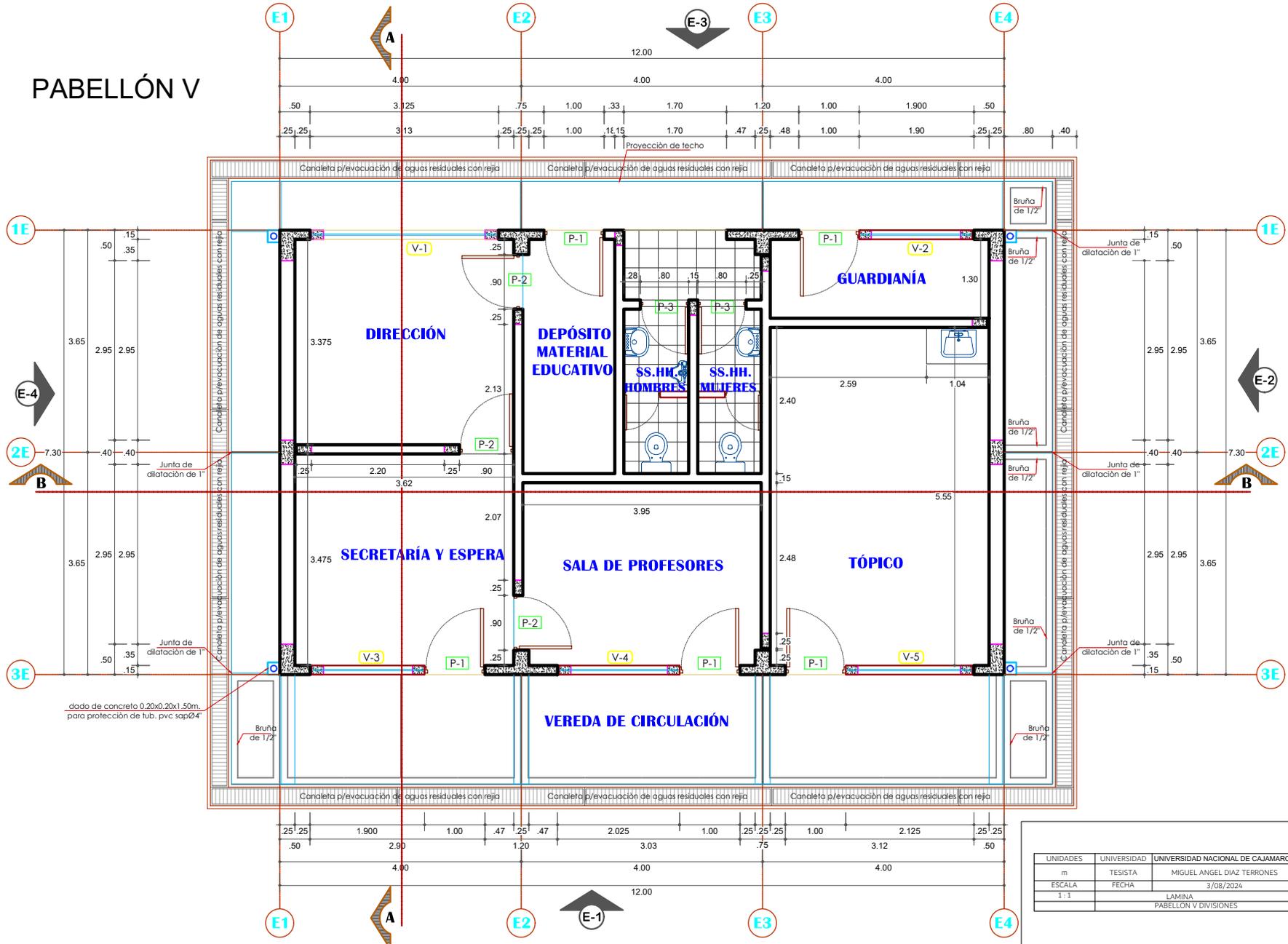
CUADRO DE VIGAS DE VIGAS EN PORTICOS



SECCION: 5-5
Esc. 1/25

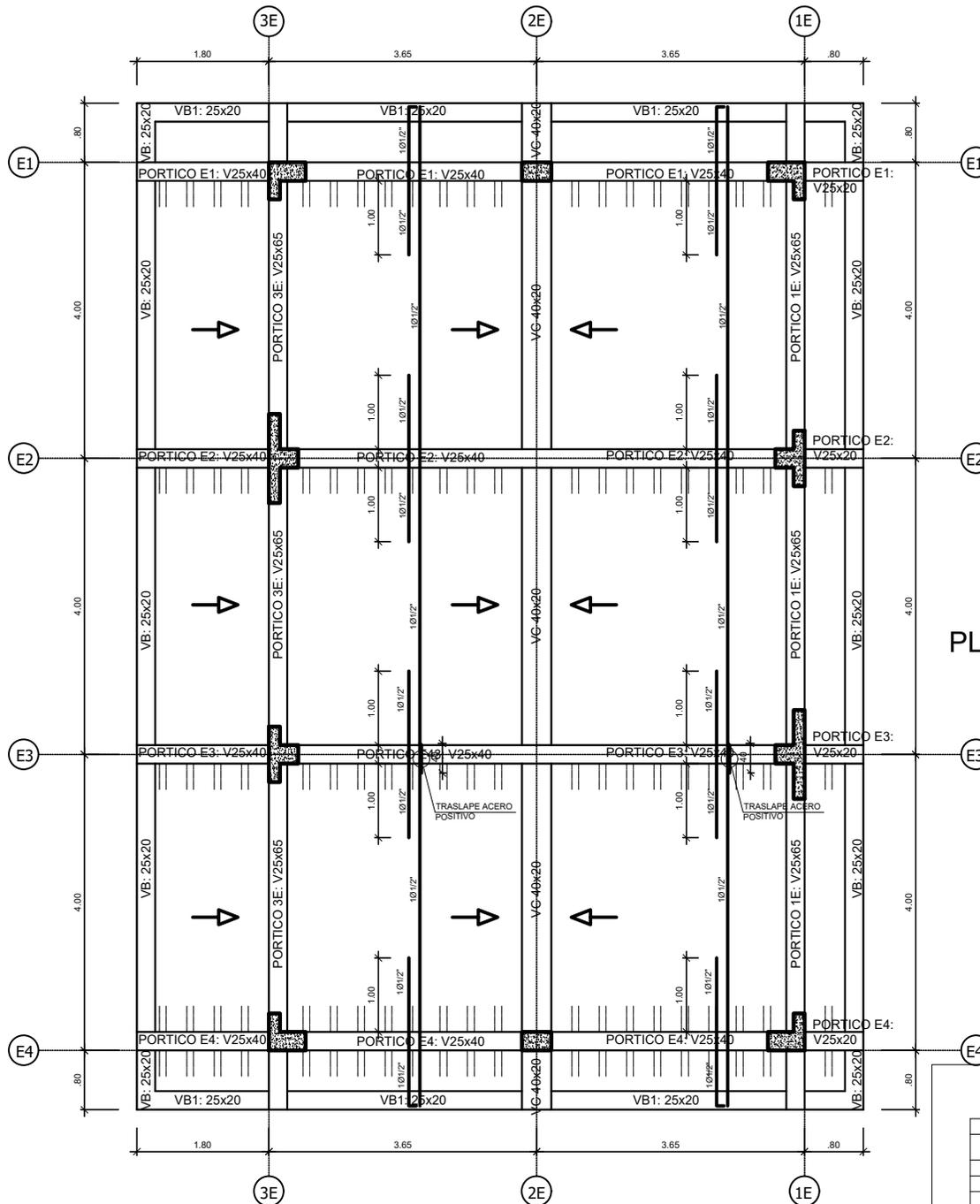
UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	
1 : 1	LAMINA / TAREA		Nº DE PLANO
PABELLON III DIVISIONES			-

PABELLÓN V



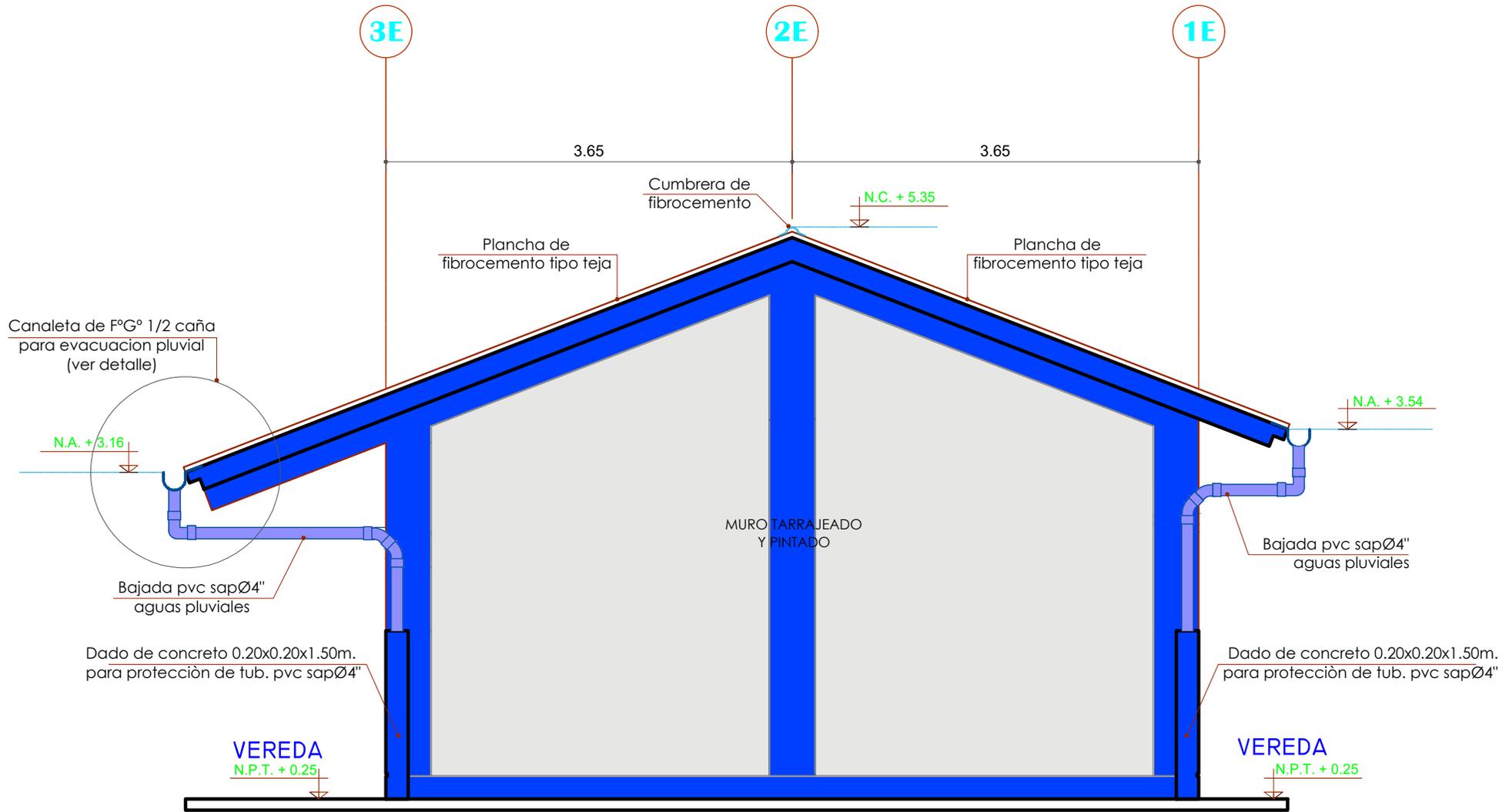
dado de concreto 0.20x0.20x1.50m para protección de tub. pvc sap24"

UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	
1:1	LAMINA	PABELLON V DIVISIONES	Nº DE PLANO
			-



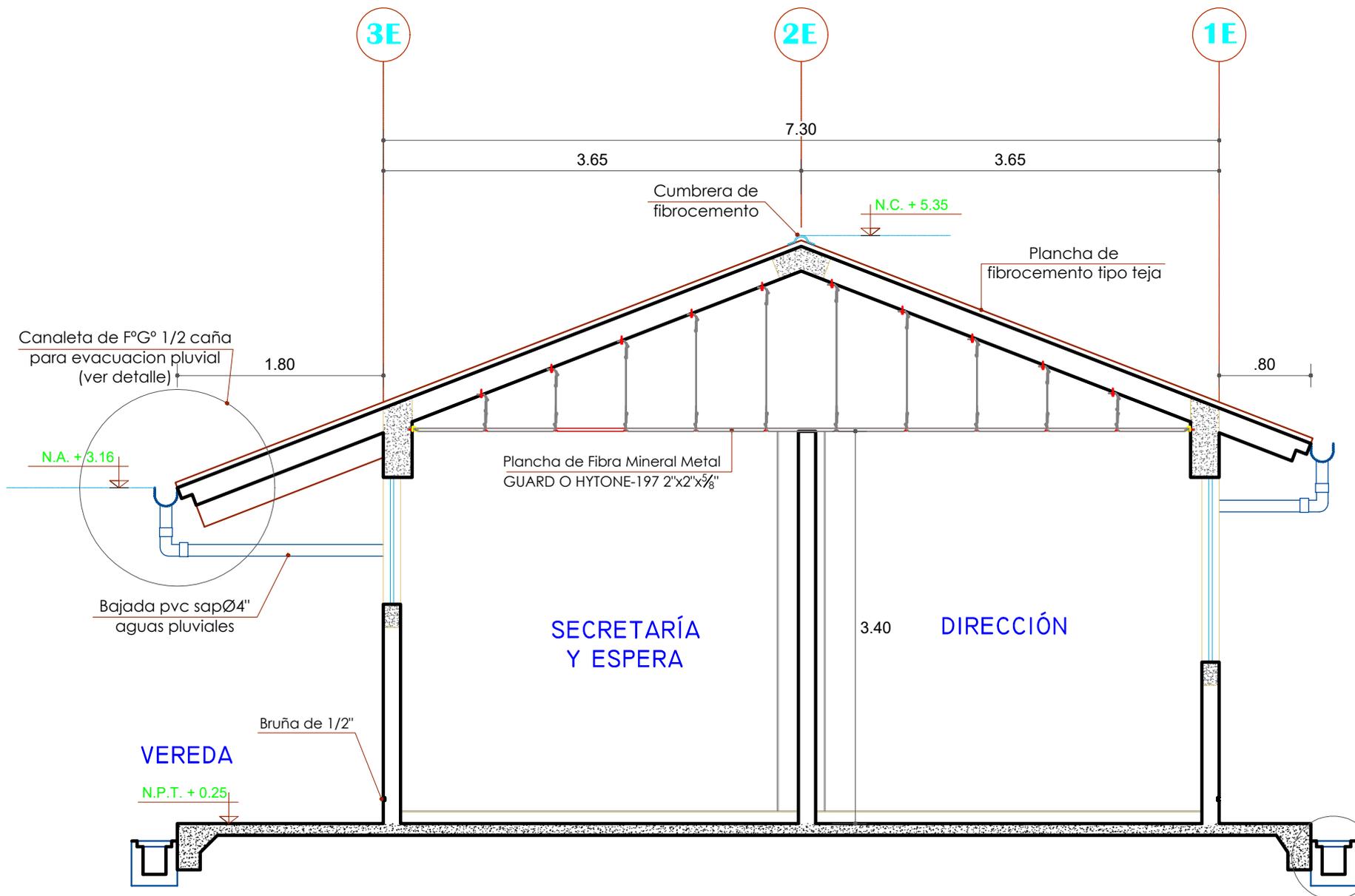
PLANTA DE ALIGERADO PABELLÓN V

UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	REVISADO	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/03/2024	Nº DE PLANO
1 : 1	LAMINA / TAREA		
PABELLON III DIVISIONES			



BLOQUE V - ELEVACION E - 2

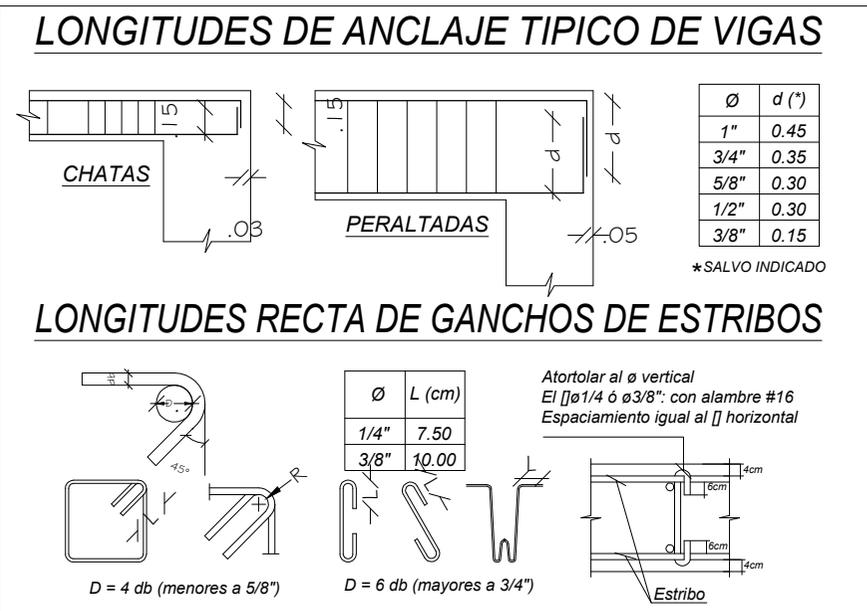
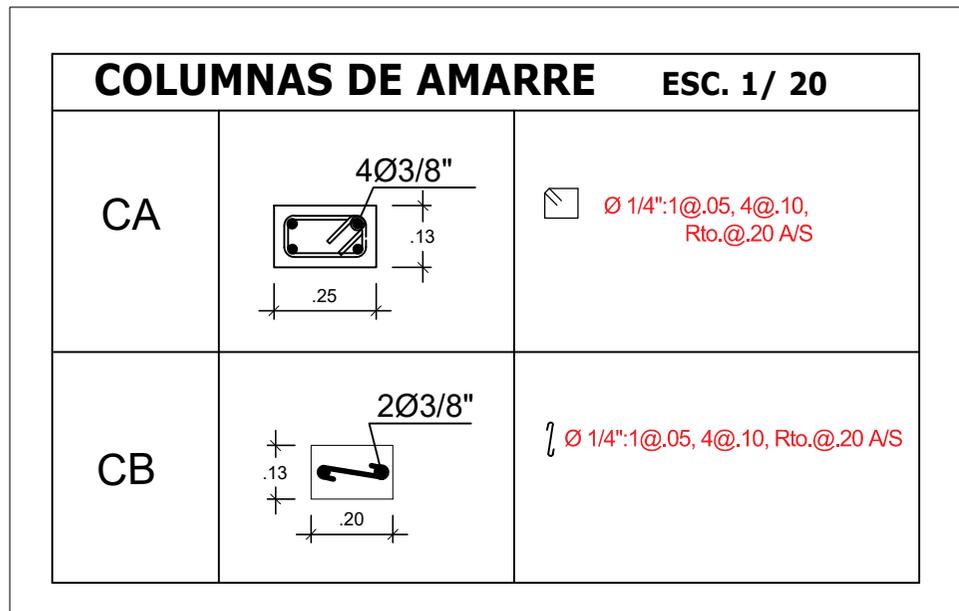
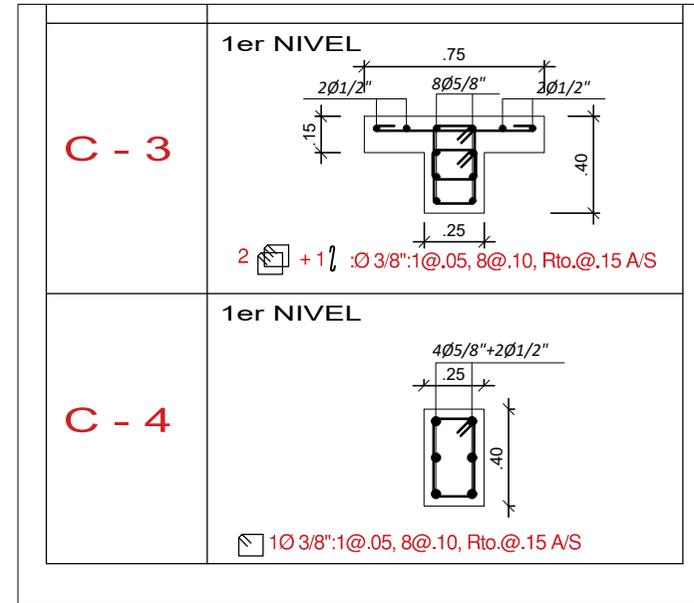
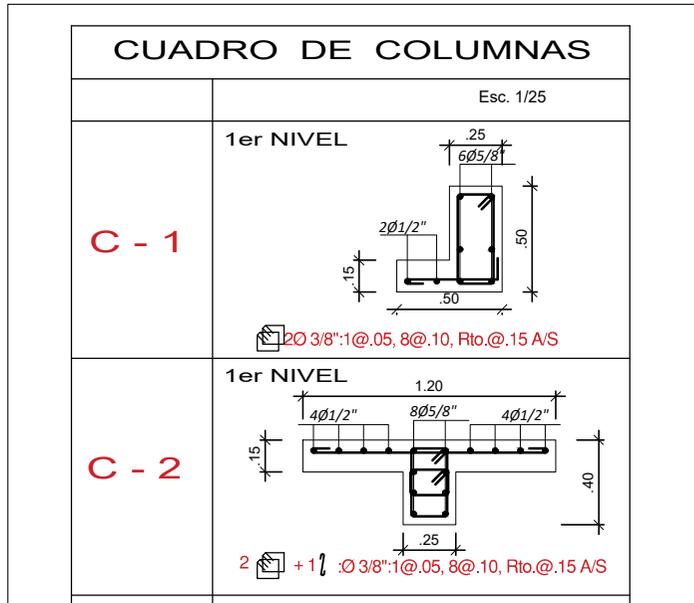
UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/08/2024	Nº DE PLANO
1 : 1	LAMINA / TAREA		
PABELLON III ELEVACION			-



BLOQUE V - CORTE A - A

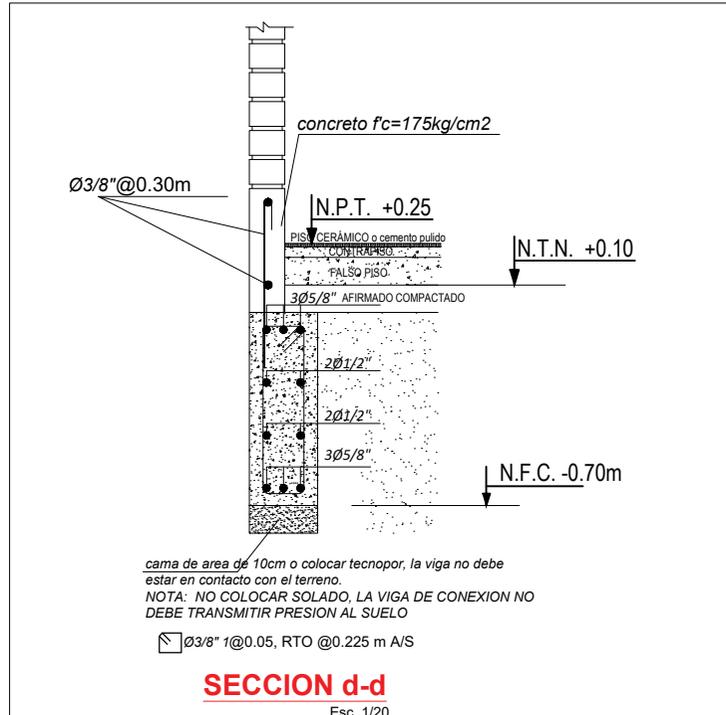
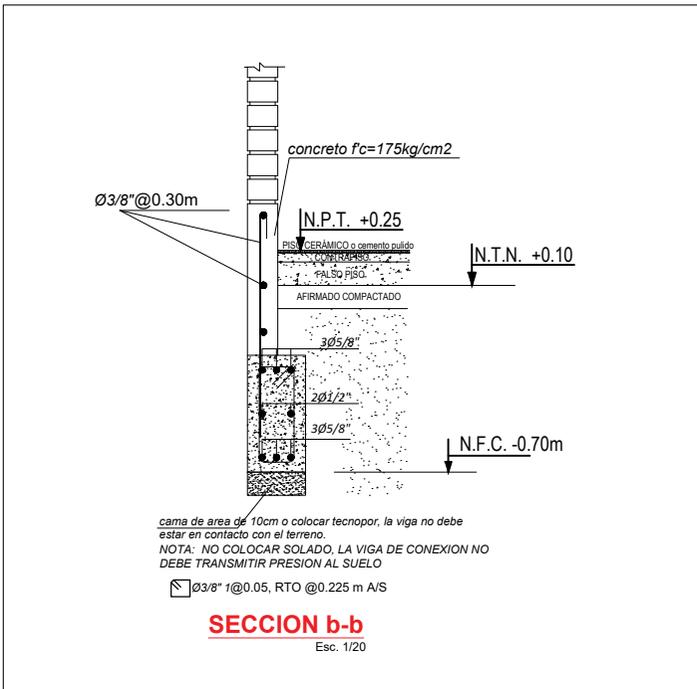
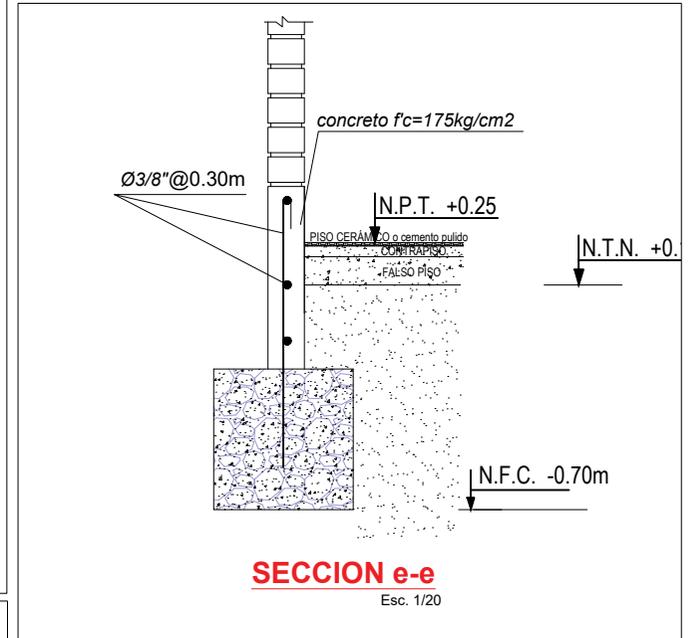
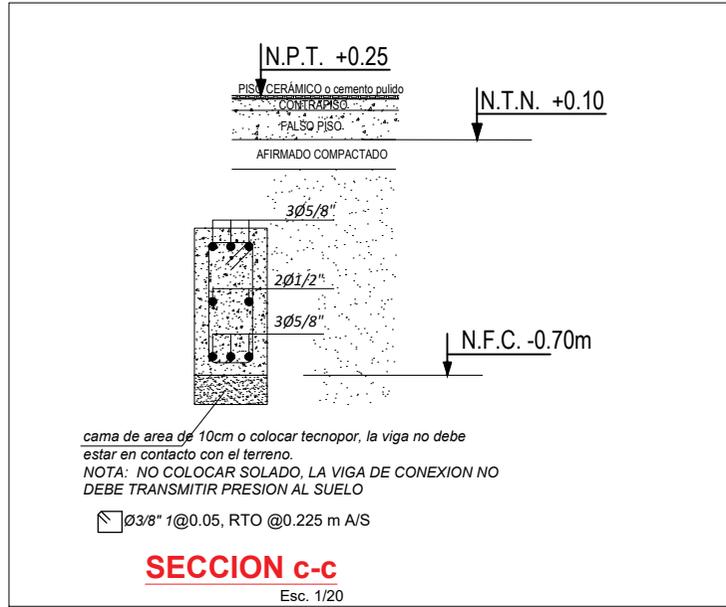
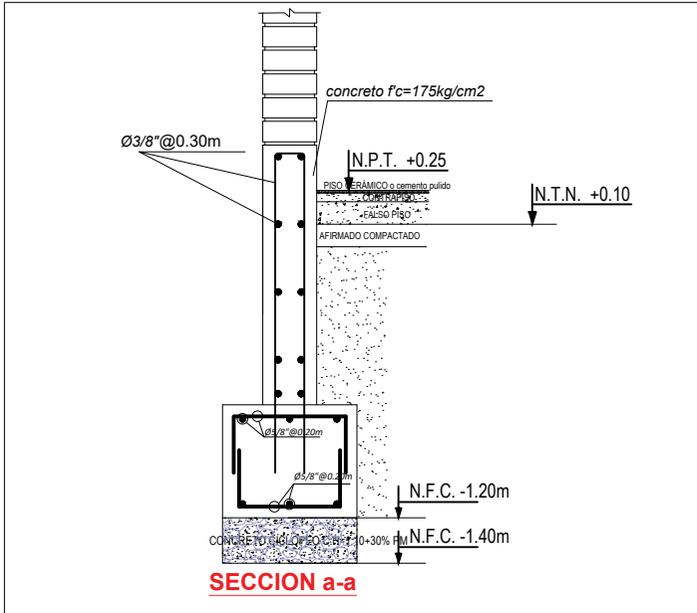
UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	UNC
ESCALA	FECHA	3/08/2024	
1:1	LAMINA / TAREA		Nº DE PLANO
	PABELLON III ELEVACIONES		-

DETALLES DE ACERO



UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	UNC
m	REVISADO	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	
ESCALA	FECHA	3/03/2024	Nº DE PLANO
1 : 1	LAMINA ESTRUCTURAS PABELLON V		

PLANO DE ESTRUCTURAS



CROQUIS	Esc. 1/50	ZAPATA	H
Z1		Z1: 1.50x1.50	H=0.50m NFZ: -1.50 m
Z2		Z2: 2.00x2.00	H=0.50m NFZ: -1.50 m

UNIDADES	UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
m	TESISTA	MIGUEL ANGEL DIAZ TERRONES	UNC
ESCALA	FECHA	3/08/2024	
1:1	LAMINA		Nº DE PLANO
	PABELLON V ESTRUCTURAS		-

ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO SEGÚN LA NORMA E.030

Modificar datos:

Cálculos automáticos:

Resultados

I. Zonificación, E.030 (Art. 10)

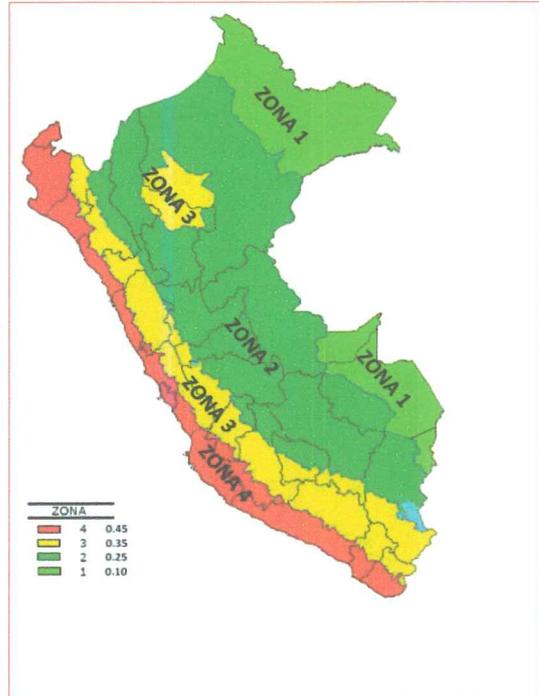
Departamento:	CAJAMARCA
Provincia:	JAÉN
Distrito:	JAÉN
Zona Sísmica:	2
Z =	0.25 g

II. Condiciones Geotécnicas, E.030 (Art. 12)

Perfil de suelo tipo: S3

Suelos Blandos: Suelos flexibles, arena media a fina, o grava arenosa, suelo cohesivo blando, cualquier perfil diferente al tipo S4 y que tenga más de 3m de suelo.

Tipo :	Suelo blando	$V_s =$	$< 180\text{m/s}$
S =	1.4	$N_{60} =$	< 15
$T_p =$	1.0	$S_u =$	25 kpa a 50 kpa
$T_L =$	1.6	$q_u =$	0.5 kg/cm ² a 0.25 kg/cm ²



III. Categoría del Edificio, E.030 (Art. 15)

Categoría del Edificio:	A2_Esenciales
Tipo de Edificación:	Instituciones educativas nivel inicial

Factor de uso o Importancia U = 1.5

Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo. Edificaciones que pueden servir de refugio después de un desastre. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede presentar un riesgo adicional.

IV. Sistema estructural y Restricciones de irregularidad, E.030 (Art. 17 y Art. 21)

Sistema Estructural:
Estructuras de acero Tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.

Restricciones de irregularidad:
No se permiten irregularidades

V. Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas sísmicas, E.030 (Art. 18)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Material: Concreto_Armado

Sistema Estructural: Dual

$R_{0x} =$ 7

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Material: Albañilería

Sistema Estructural: Albañilería Armada o Confinada

$R_{0y} =$ 3

VI. Factores de Irregularidad, E.030 (Art. 20)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Irregularidad en Altura, I_a :
Regular - Sistema Estructural Continuo
 $I_{ax} =$ 1.00

Irregularidad en Planta, I_p :
Regular - Sistema Estructural Simétrico
 $I_{px} =$ 1.00

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Irregularidad en Altura, I_a :
Regular - Sistema Estructural Continuo
 $I_{ay} =$ 1.00

Irregularidad en Planta, I_p :
Regular - Sistema Estructural Simétrico
 $I_{py} =$ 1.00

VII. Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, E.030 (Art. 22)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

$R_x = R_{0x} * I_{ax} * I_{px} =$ 7

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

$R_y = R_{0y} * I_{ay} * I_{py} =$ 3

VIII. Periodo Fundamental de Vibración, E.030 (Art. 28.4)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Edificios de concreto armado duales, de muros estructurales

Coefficiente para estimar el periodo fundamental

$C_{Tx} =$ 60

Altura total de la edificación:

$h_{nx} =$ 5.38 m

Periodo Fundamental de Vibración

h_{nx} / C_{Tx} $T_x =$ 0.090 seg

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Edificios de Albañilería

Coefficiente para estimar el periodo fundamental

$C_{Ty} =$ 60

Altura total de la edificación:

$h_{ny} =$ 5.38 m

Periodo Fundamental de Vibración

h_{ny} / C_{Ty} $T_y =$ 0.090 seg

IX. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura, E.030 (Art. 28.3)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Exponente k relacionado con el periodo fundamental T

$k_x =$ 1.00

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Exponente K relacionado co el periodo fundamental T

$k_y =$ 1.00

Copiar los valores de "Kx", "Ky", y pegarlos en la generación de los patrones de la carga sísmica estática para ambas direcciones de análisis "X" e "Y", en los programas de cálculo estructural como el Etabs, Sap2000 y etre otros.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel :

$F_i = \alpha_i \cdot V$

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

X. Fuerza cortante en la base, E.030 (Art. 28.2)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Fuerza cortante en la base

$V_x = \frac{ZUCS}{R_x} * P$

Factor de Amplificación Sísmica C: Art.14

$T_p =$ 1.00 seg

$T_L =$ 1.60 seg

$T_x =$ 0.090 seg

$C_x =$ 2.50

El valor de C/Rx no deberá considerarse menor que:

$C_x/R_x = 0.3571 \geq 0.11$

Coefficiente de Cortante Basal:

$Z =$ 0.25 g

$U =$ 1.5

$C_x/R_x =$ 0.357

$S =$ 1.4

$C_{bx} =$ 0.1875

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Fuerza cortante en la base:

$V_y = \frac{ZUCS}{R_y} * P$

Factor de amplificación Sísmica C: Art. 14

$T_p =$ 1.00 seg

$T_L =$ 1.60 seg

$T_y =$ 0.090 seg

$C_y =$ 2.50

El valor de C/Ry no deberá considerarse menor que:

$C_y/R_y = 0.8333 \geq 0.11$

Coefficiente de Cortante Basal:

$Z =$ 0.25 g

$U =$ 1.5

$C_y/R_y =$ 0.8333

$S =$ 1.4

$C_{by} =$ 0.4375

Copiar los valores de "Cbx", "Cby", y pegarlos en la generación de los patrones de la carga sísmica estática para ambas direcciones de análisis "X" e "Y", en los programas de cálculo estructural como el Etabs y Sap2000.

XII. Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Z =	0.25
U =	1.5
S =	1.4
T _p =	1.00
T _L =	1.60
R _x =	3

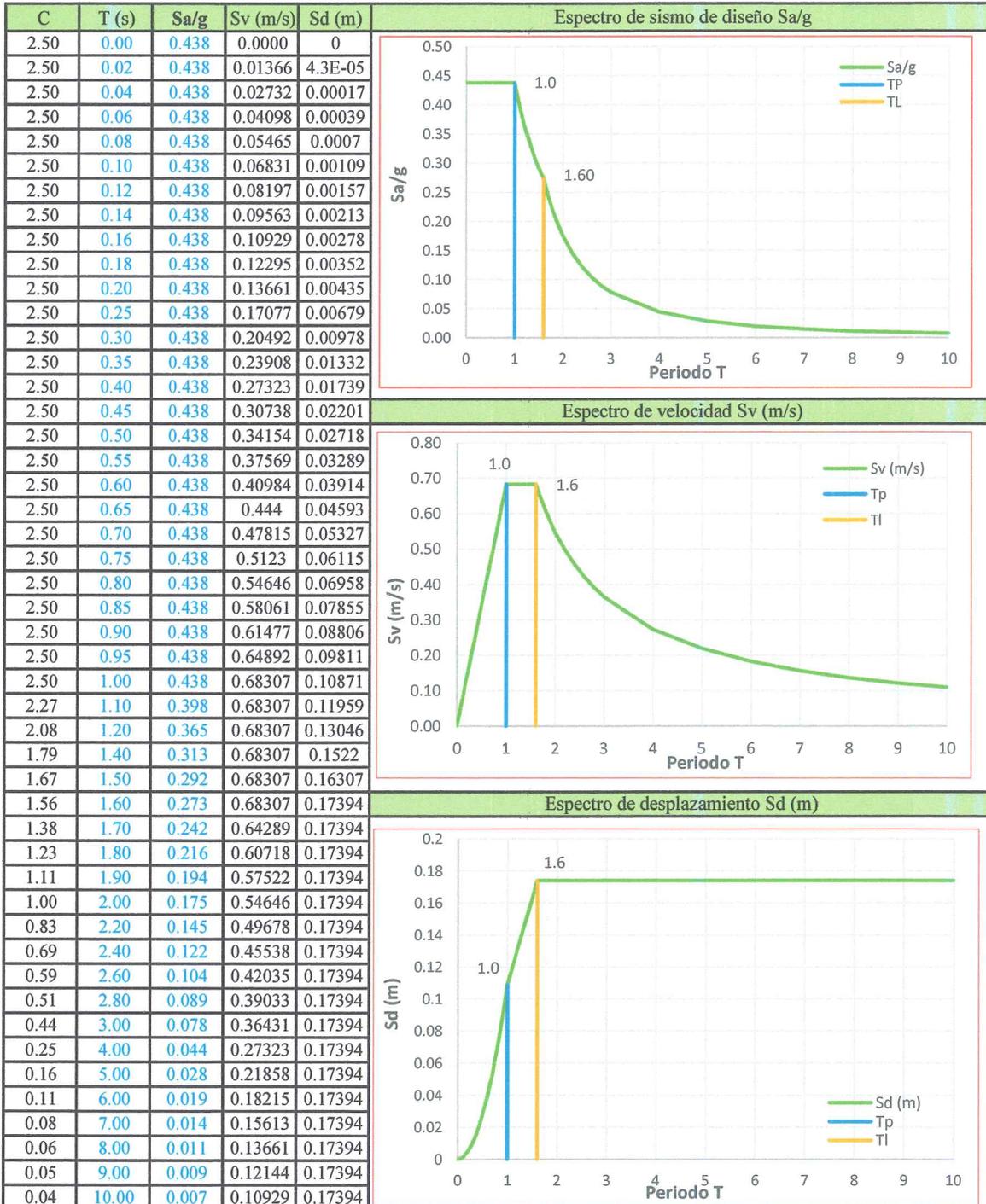
$$s_{ay} = \frac{ZUCS}{R_y} * g$$

g =	9.81	m/s ²
-----	------	------------------

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$



Copiar todos los valores de T(s) y Sa/g y pegar como valores sin fórmulas en un libro nuevo y guardarlo como texto delimitado por tabulaciones, así podrá importar el espectro de diseño en programas de cálculo como el Etabs, Sap2000 y entre otros.

XIII. Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) - Para la Dirección Vertical

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X - SISMO VERTICAL (2/3 DEL SISMO Y)

Z =	0.25
U =	1.5
S =	1.4
T _p =	1.00
T _L =	1.60
R _y =	3

$$s_{ay} = \frac{ZUCS}{R_y} * g$$

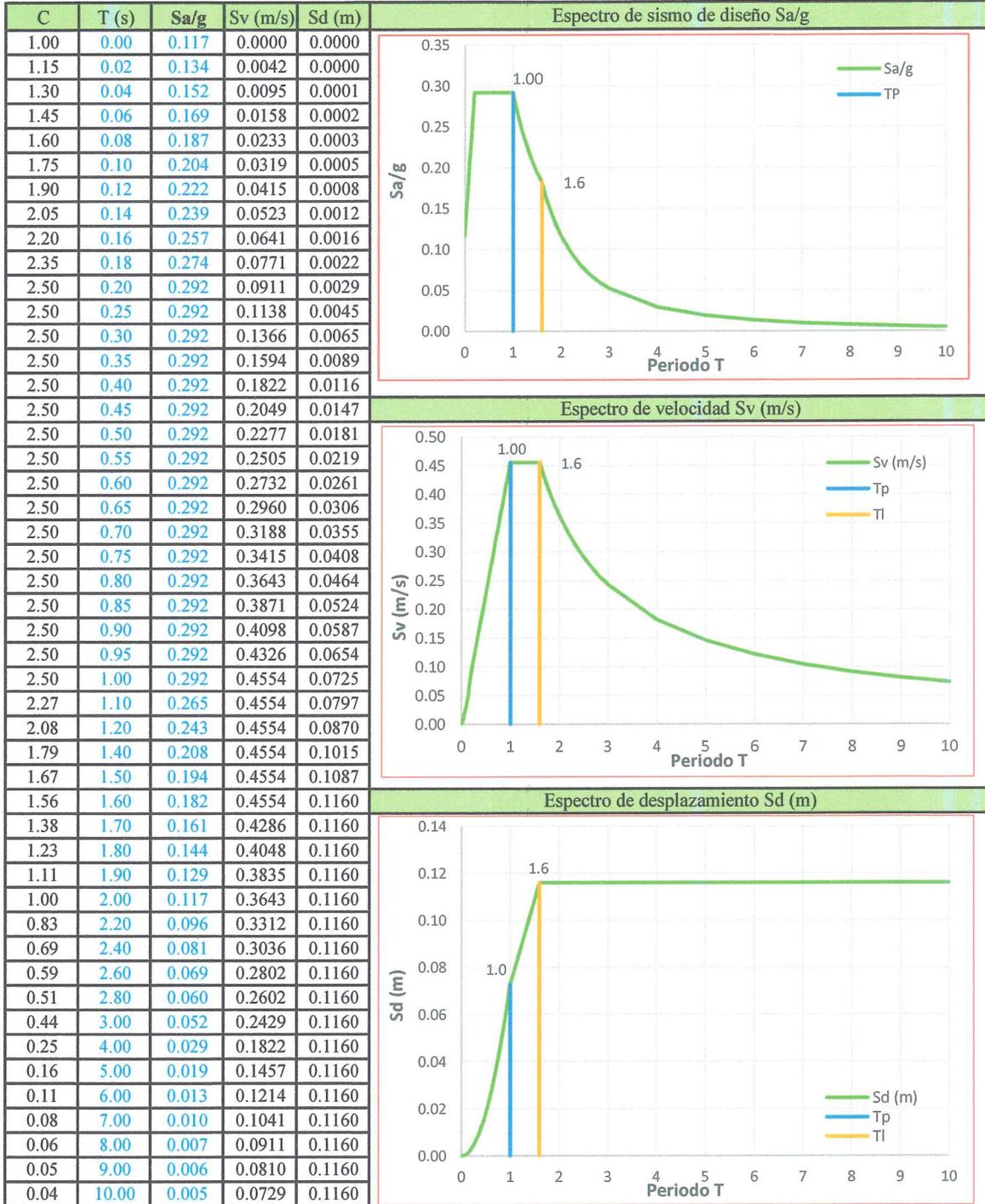
0.2*T _p =	0.20
g =	9.81 m/s ²

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$T < 0,2T_p \quad C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p}\right)$$



Copiar todos los valores de T(s) y Sa/g y pegar como valores sin fórmulas en un libro nuevo y guardarlo como texto delimitado por tabulaciones, así podrá importar el espectro de diseño en programas de cálculo como el Etabs, Sap2000 y entre otros.

XIV. Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) - Para la Dirección Vertical

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y - SISMO VERTICAL (2/3 DEL SISMO X)

Z =	0.25
U =	1.5
S =	1.4
T _p =	1.00
T _L =	1.60
R _x =	7

$$S_{ay} = \frac{ZUCS}{R_x} * g$$

0.2*T _p =	0.20
g =	9.81 m/s ²

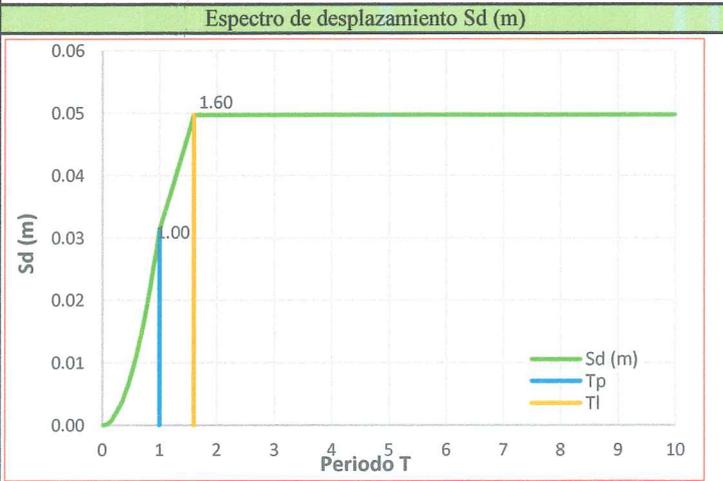
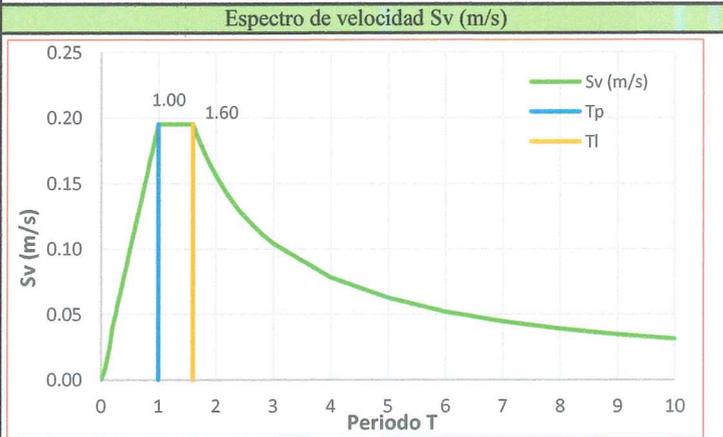
$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$T < 0.2T_p \quad C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)	Espectro de sismo de diseño Sa/g
1.00	0.00	0.0500	0.0000	0.0000	
1.15	0.02	0.0575	0.0018	0.0000	
1.30	0.04	0.0650	0.0041	0.0000	
1.45	0.06	0.0725	0.0068	0.0001	
1.60	0.08	0.0800	0.0100	0.0001	
1.75	0.10	0.0875	0.0137	0.0002	
1.90	0.12	0.0950	0.0178	0.0003	
2.05	0.14	0.1025	0.0224	0.0005	
2.20	0.16	0.1100	0.0275	0.0007	
2.35	0.18	0.1175	0.0330	0.0009	
2.50	0.20	0.1250	0.0390	0.0012	
2.50	0.25	0.1250	0.0488	0.0019	
2.50	0.30	0.1250	0.0585	0.0028	
2.50	0.35	0.1250	0.0683	0.0038	
2.50	0.40	0.1250	0.0781	0.0050	
2.50	0.45	0.1250	0.0878	0.0063	
2.50	0.50	0.1250	0.0976	0.0078	
2.50	0.55	0.1250	0.1073	0.0094	
2.50	0.60	0.1250	0.1171	0.0112	
2.50	0.65	0.1250	0.1269	0.0131	
2.50	0.70	0.1250	0.1366	0.0152	
2.50	0.75	0.1250	0.1464	0.0175	
2.50	0.80	0.1250	0.1561	0.0199	
2.50	0.85	0.1250	0.1659	0.0224	
2.50	0.90	0.1250	0.1756	0.0252	
2.50	0.95	0.1250	0.1854	0.0280	
2.50	1.00	0.1250	0.1952	0.0311	
2.27	1.10	0.1136	0.1952	0.0342	
2.08	1.20	0.1042	0.1952	0.0373	
1.79	1.40	0.0893	0.1952	0.0435	
1.67	1.50	0.0833	0.1952	0.0466	
1.56	1.60	0.0781	0.1952	0.0497	
1.38	1.70	0.0692	0.1837	0.0497	
1.23	1.80	0.0617	0.1735	0.0497	
1.11	1.90	0.0554	0.1643	0.0497	
1.00	2.00	0.0500	0.1561	0.0497	
0.83	2.20	0.0413	0.1419	0.0497	
0.69	2.40	0.0347	0.1301	0.0497	
0.59	2.60	0.0296	0.1201	0.0497	
0.51	2.80	0.0255	0.1115	0.0497	
0.44	3.00	0.0222	0.1041	0.0497	
0.25	4.00	0.0125	0.0781	0.0497	
0.16	5.00	0.0080	0.0625	0.0497	
0.11	6.00	0.0056	0.0520	0.0497	
0.08	7.00	0.0041	0.0446	0.0497	
0.06	8.00	0.0031	0.0390	0.0497	
0.05	9.00	0.0025	0.0347	0.0497	
0.04	10.00	0.0020	0.0312	0.0497	

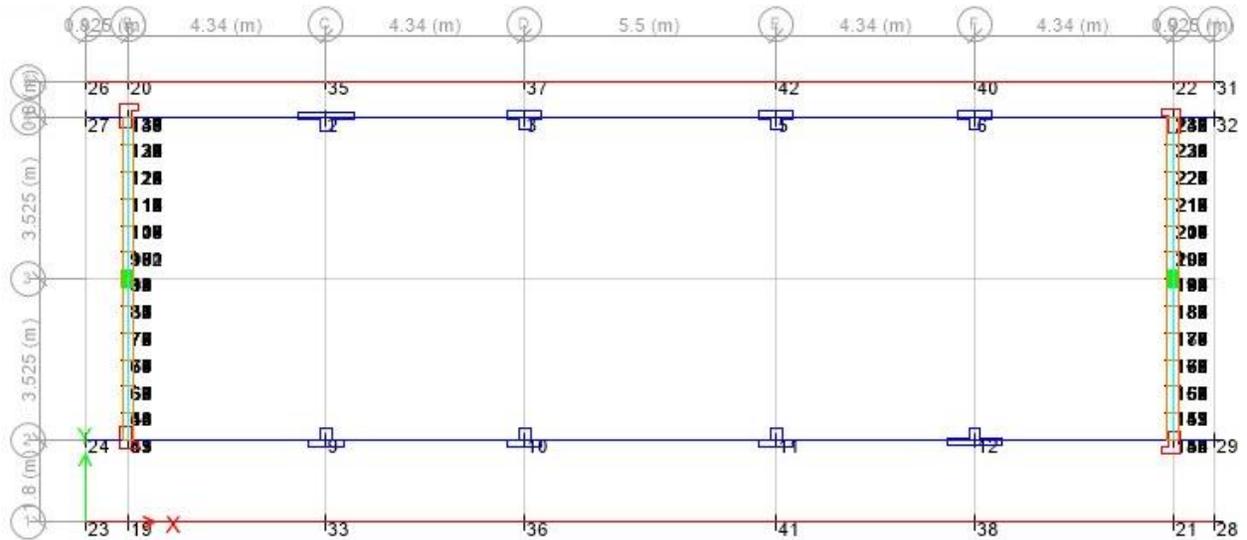


Copiar todos los valores de T(s) y Sa/g y pegar como valores sin fórmulas en un libro nuevo y guardarlo como texto delimitado por tabulaciones, así podrá importar el espectro de diseño en programas de cálculo como el Etabs, Sap2000 y entre otros.

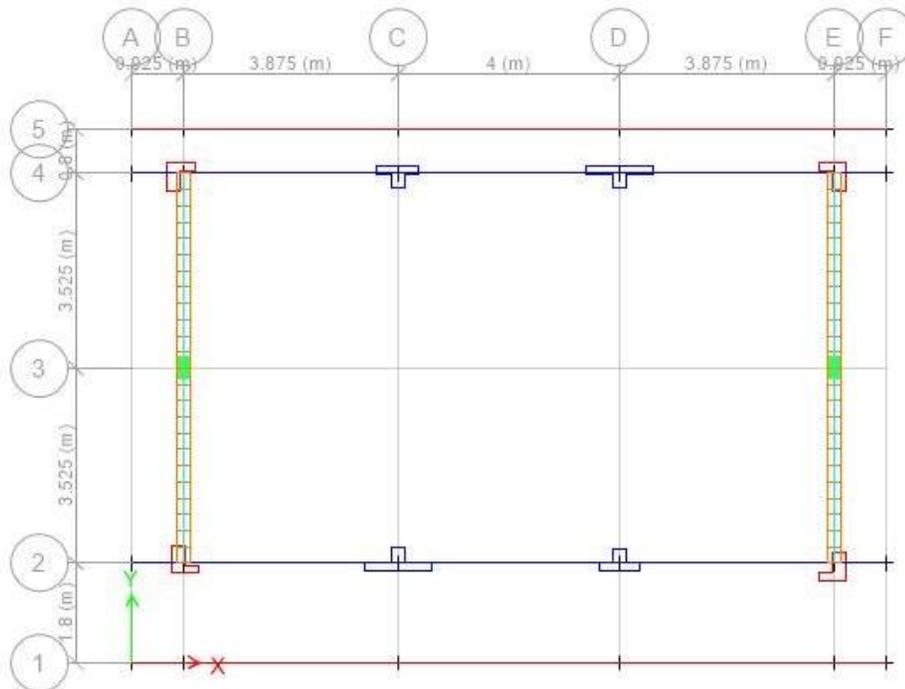
RESUMEN DEL ANÁLISIS: PROGRAMA SAP 2000.

PABELLÓN III

El diseño estructural emplea un sistema dual de concreto armado, con columnas y muros de corte en la trayectoria más larga, y muros confinados en la trayectoria más corta en los presentes pabellones.



PABELLÓN V



PERIODOS Y MODOS DE VIBRACIÓN PABELLON III

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.203	1	0	0	0
Modal	2	0.122	0	0.096	0.903	0
Modal	3	0.113	0.001	0.007	0.003	0.99
Modal	4	0.109	0	0.998	0.002	0
Modal	5	0.101	0	0.593	0.407	0
Modal	6	0.096	0.01	0.175	0.114	0.701
Modal	7	0.083	0.001	0.005	0.007	0.987
Modal	8	0.083	0	0.376	0.523	0.102

MASA DINÁMICA PARTICIPATIVA: BLOQUE III

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	100	99.99
Modal	Acceleration	UY	99.82	97.95
Modal	Acceleration	UZ	83.26	28.62

De acuerdo con la norma E-030-2016, se exige una estimación mínima del 90% de masa dinámica participativa en la combinación modal en cada dirección de estudio. En la estructura evaluada, el porcentaje de masa en ambas direcciones es mayor al 90%, ajustándose a los parámetros de la norma en mención.

DERIVAS: BLOQUE III

El bloque III cumple con los límites de desplazamiento.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	DRIFT Max	X	0.001776	17	15.105	5.325	5.69
Story2	DRIFT Max	Y	0.000584	16	9.605	5.325	5.69
Story1	DRIFT Max	X	0.002344	8	0.925	1.8	4.34
Story1	DRIFT Max	Y	0.000768	10	9.605	1.8	4.34

VERIFICACION DE CORTANTE LIMITE EN LA BASE DEL BLOQUE III

Story	Load Case/Comb o	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SxEST	Bottom	-0.092	-34.9395	0.0059	174.1268	-0.5061	-165.9705
Story1	SyEST	Bottom	0.0038	0.0024	-81.6228	-1008.4621	389.0068	-0.0079
Story1	SXDIN Max	Bottom	2.2936	34.9418	0.7535	169.133	12.0298	166.5875
Story1	SYDIN Max	Bottom	5.9238	0.6944	75.1993	931.3017	364.8303	73.8422
SISMO DINAMICO VS ESTATICO				100.0%	92.13%			
VERIFICACION				OK	OK			

PERIODOS Y MODOS DE VIBRACION DEL BLOQUE V

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.171	1	0	0	0
Modal	2	0.106	0	0.104	0.895	0
Modal	3	0.09	0.031	0.01	0.113	0.846
Modal	4	0.08	0	0.437	0.563	0
Modal	5	0.078	0.002	0	0	0.998
Modal	6	0.074	0	1	0	0
Modal	7	0.066	0.001	0	0	0.999
Modal	8	0.058	0	0	1	0

MASA DINÁMICA PARTICIPATIVA BLOQUE V

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	100	99.97
Modal	Acceleration	UY	99.97	99.37
Modal	Acceleration	UZ	82.94	25.74

DERIVAS BLOQUE V

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	DRIFT Max	X	0.000186	9	12.675	5.325	5.54
Story2	DRIFT Max	Y	0.000163	22	13.6	5.325	5.54
Story1	DRIFT Max	X	0.001725	3	12.675	1.8	4.19
Story1	DRIFT Max	Y	0.000348	7	4.8	8.85	4.19

Límites para desplazamiento lateral de entrepiso.

Dirección Y – Albañilería Confinada: 0.005

Dirección X – Concreto Armado: 0.007

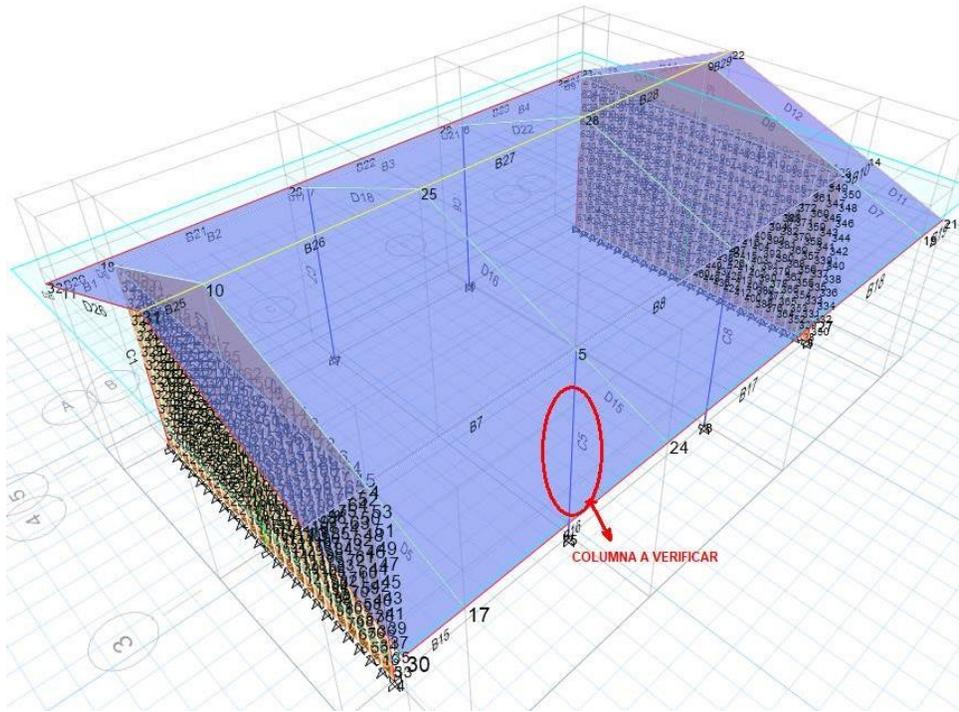
La estructura del bloque cumple con los requisitos establecidos para el desplazamiento lateral de entrepisos.

VERIFICACION DE CORTANTE MINIMO EN LA BASE V								
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SxEST	Bottom	0	-21.689	0	108.536	0.0002	-99.4474
Story1	SyEST	Bottom	0	0	-50.6077	-344.1325	231.6959	-0.0008
Story1	SXDIN Max	Bottom	2.4686	21.6814	0.3707	106.1956	13.9953	100.348
Story1	SYDIN Max	Bottom	5.8995	0.1619	48.9471	333.3053	232.3974	40.1618
SISMO DINAMICO VS ESTATICO				100.0%	96.72%			
VERIFICACION				OK	OK			

Verificaciones en Columnas.

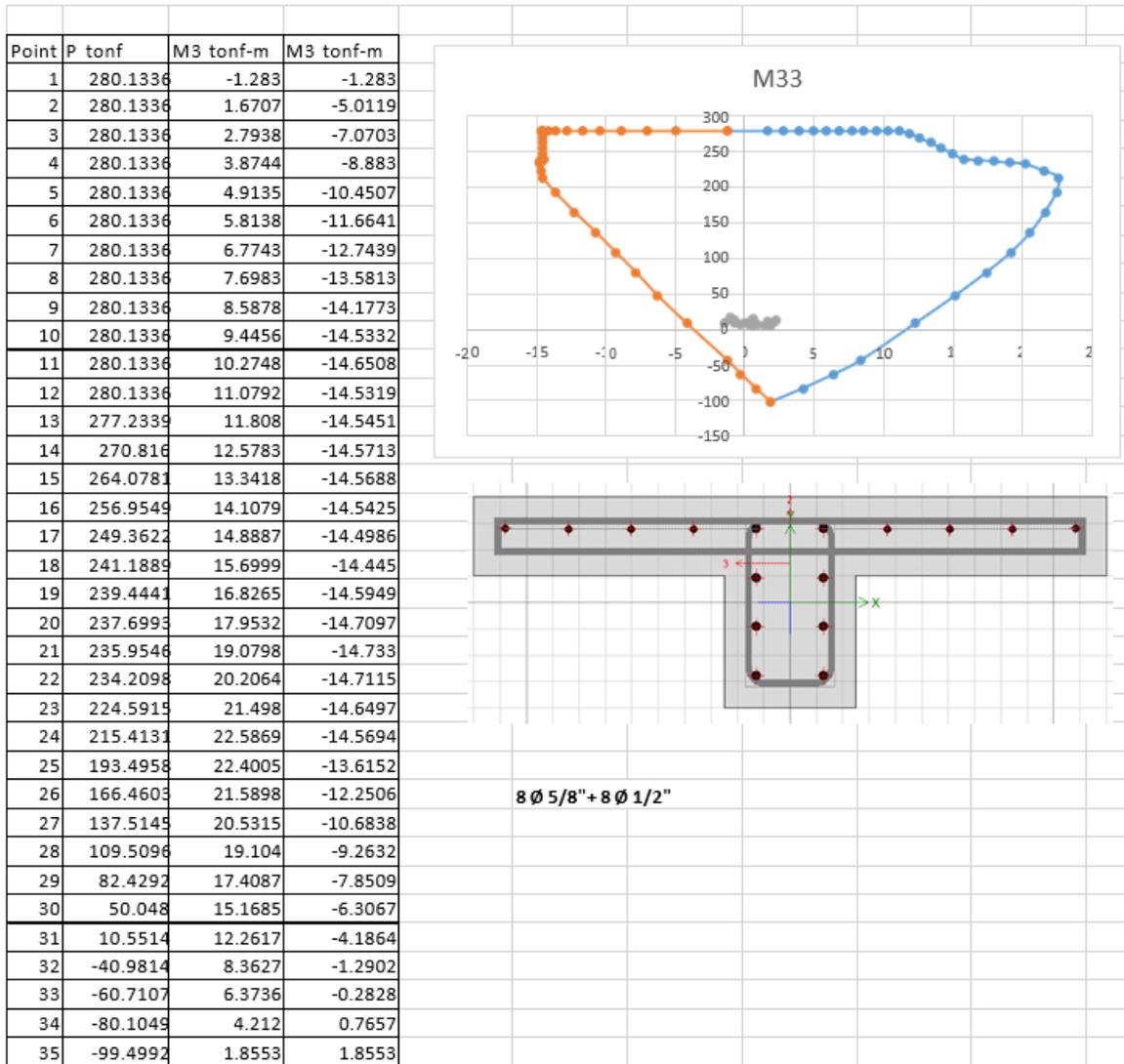
Se verificó la capacidad de carga (P M2 M2) de cada columna, lo cual se visualiza en el gráfico de Interacción P-M-M Ratios por pórtico, garantizando que el factor se mantenga por debajo de 1.00, ajustándose a 0.95 por motivos de seguridad.

CARGAS EN COLUMNA C5



Story	Column	Unique Name	Load Case/Combo	Station m	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
Story1	C5	5	1.4D+1.7L	0	-19.139	-0.9122	-0.1821	-0.0142	-0.3291	-1.005
Story1	C5	5	1.4D+1.7L	1.77	-17.697	-0.9122	-0.1821	-0.0142	-0.0067	0.6114
Story1	C5	5	1.4D+1.7L	3.54	-16.254	-0.9122	-0.1821	-0.0142	0.3157	2.2235
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Max	0	-16.293	-0.675	5.2805	0.0409	14.1024	-0.707
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Max	1.77	-15.006	-0.675	5.2805	0.0409	4.7508	0.5735
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Max	3.54	-13.718	-0.675	5.2805	0.0409	5.1462	2.168
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Min	0	-17.029	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-14.669	-1.0326
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Min	1.77	-15.742	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-4.7632	0.4845
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SX Min	3.54	-14.454	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-4.6047	1.68
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Max	0	-16.293	-0.675	5.2805	0.0409	14.1024	-0.707
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Max	1.77	-15.006	-0.675	5.2805	0.0409	4.7508	0.5735
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Max	3.54	-13.718	-0.675	5.2805	0.0409	5.1462	2.168
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Min	0	-17.029	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-14.669	-1.0326
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Min	1.77	-15.742	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-4.7632	0.4845
Story1	C5	5	1.25(D+L) +SY Min	3.54	-14.454	-0.9037	-5.5932	-0.0655	-4.6047	1.68
Story1	C5	5	0.9D+SX Max	0	-10.193	-0.3696	5.3451	0.0457	14.2178	-0.3708
Story1	C5	5	0.9D+SX Max	1.77	-9.2661	-0.3696	5.3451	0.0457	4.7518	0.3685
Story1	C5	5	0.9D+SX Max	3.54	-8.339	-0.3696	5.3451	0.0457	5.0328	1.4233
Story1	C5	5	0.9D+SX Min	0	-10.929	-0.5983	-5.5286	-0.0607	-14.553	-0.6965
Story1	C5	5	0.9D+SX Min	1.77	-10.002	-0.5983	-5.5286	-0.0607	-4.7622	0.2795
Story1	C5	5	0.9D+SX Min	3.54	-9.0749	-0.5983	-5.5286	-0.0607	-4.7182	0.9353
Story1	C5	5	0.9D+SY Max	0	-9.0679	-0.0525	0.0082	0.0003	-0.0389	0.4014
Story1	C5	5	0.9D+SY Max	1.77	-8.1408	-0.0525	0.0082	0.0003	0.0742	0.6223
Story1	C5	5	0.9D+SY Max	3.54	-7.2136	-0.0525	0.0082	0.0003	0.3996	1.8703
Story1	C5	5	0.9D+SY Min	0	-12.055	-0.9154	-0.1918	-0.0153	-0.2965	-1.4687
Story1	C5	5	0.9D+SY Min	1.77	-11.127	-0.9154	-0.1918	-0.0153	-0.0846	0.0256
Story1	C5	5	0.9D+SY Min	3.54	-10.2	-0.9154	-0.1918	-0.0153	-0.085	0.4883

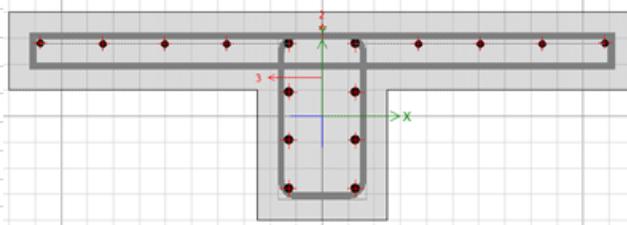
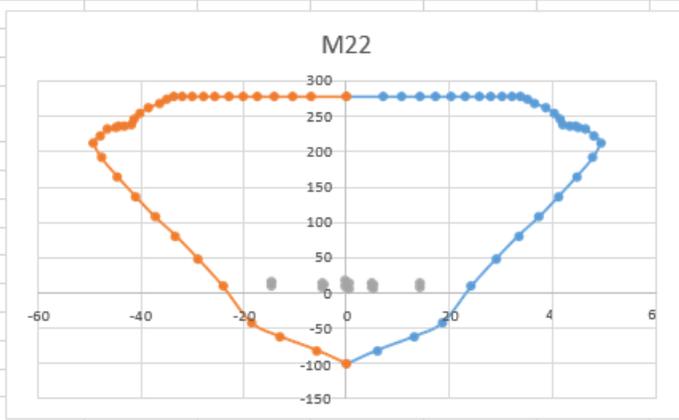
DIAGRAMA DE INTERACCION P-M3



Todas las cargas están dentro de la curva de capacidad, por lo tanto, la sección y acero propuesto es correcto.

DIAGRAMA DE INTERACCION P-M2

Point	P tonf	M2 tonf-m	M2 tonf-m
1	280.1336	0	0
2	280.1336	7.0944	-7.0944
3	280.1336	10.676	-10.676
4	280.1336	14.1087	-14.1087
5	280.1336	17.3205	-17.3205
6	280.1336	20.2498	-20.2498
7	280.1336	23.0242	-23.0242
8	280.1336	25.5827	-25.5827
9	280.1336	27.9273	-27.9273
10	280.1336	30.0156	-30.0156
11	280.1336	31.9408	-31.9408
12	280.1336	33.6541	-33.6541
13	277.2339	35.1231	-35.1231
14	270.816	36.4839	-36.4839
15	264.0781	38.7071	-38.7071
16	256.9549	40.2928	-40.2928
17	249.3622	41.3753	-41.3753
18	241.1889	41.903	-41.903
19	239.4441	43.3367	-43.3367
20	237.6993	44.4687	-44.4687
21	235.9546	44.9148	-44.9148
22	234.2098	46.4362	-46.4362
23	224.5915	47.8843	-47.8843
24	215.4131	49.2171	-49.2171
25	193.4958	47.7761	-47.7761
26	166.4603	44.6273	-44.6273
27	137.5145	40.9932	-40.9932
28	109.5096	37.3443	-37.3443
29	82.4292	33.2886	-33.2886
30	50.048	29.0147	-29.0147
31	10.5514	24.1324	-24.1324
32	-40.9814	18.6284	-18.6284
33	-60.7107	12.9535	-12.9535
34	-80.1049	5.8721	-5.8721
35	-99.4992	0	0



8 Ø 5/8" + 8 Ø 1/2"