

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN “C” DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO DE
JAÉN – CAJAMARCA.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Delgado Nolasco Anyer I Karel Azucena.

ASESOR:

Dr. Ing. Centurión Vargas Mauro Augusto

Cajamarca – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

- Investigador:** ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO
DNI: 71071044
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor:** MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS
Facultad: INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA
16001 DEL DISTRITO DE JAÉN - CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación:** 17/06/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 24%
- Código Documento:** oid: 3117:467815952
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/06/2025

 <hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas</p> <p>DNI: 26604421</p>	 <p>Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 17/06/2025 16:43:57-0500</p> <hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO DE JAÉN - CAJAMARCA.

ASESOR : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0327-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 23 de junio de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veinticuatro días del mes de junio de 2025**, siendo las ocho horas (08:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Vocal : Ing. Marcos Mendoza Linares.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO DE JAÉN - CAJAMARCA*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil *ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO*, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Filial Jaén y asesorado por el Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y la evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA :⁰⁵..... PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA :¹⁰..... PTS.
EVALUACIÓN FINAL :¹⁵..... PTS *Quince* (En letras)

En consecuencia, se la declara *APROBADA* con el calificativo de *15 (quince)* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *9:00 am* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por *quintuplicado*.

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Presidente

Ing. Marcos Mendoza Linares
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Asesor

DEDICATORIA

A MI QUERIDO DIOS

Por haberme dado vida, salud y las fuerzas para llegar hasta donde hoy me encuentro.

A MIS HERMANITOS

Por qué son mi fortaleza y la razón por la que me esmero día a día a ser mejor persona y una profesional de éxito, por que como hermana mayor me interesa ser un buen ejemplo para ellos y tener las posibilidades de apoyarlos.

A MIS PADRES

Porque son mi guía y lugar seguro en esta vida, por que entregaron su juventud y satisfacciones personales por priorizar el cuidado y calidad de vida de mis hermanos y el mío, brindándome las herramientas necesarias para ir tras mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor el Dr. Ing. Mauro Centurión Vargas, por la paciencia y el tiempo dedicado a guiarme en la elaboración, corrección y término de mi tesis, ya que la evolución de esta fue gracias a su ímpetu y conocimientos brindados.

Gracias a mi alma mater la “Universidad Nacional de Cajamarca” por la formación académica como próxima ingeniera civil, a mis docentes por impartir conocimiento y pasión por la carrera.

Y siempre gracias a Dios y mis padres.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6. LIMITACIONES LA INVESTIGACIÓN	5
1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.8.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	8
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	9
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	11
2.2. BASE CONCEPTUAL	12
2.2.1. SISMICIDAD EN EL MUNDO	12
2.2.2. SÍSMICA EN EL PERÚ.....	13
2.2.3. SISMICIDAD EN JAÉN	16
2.2.3. RIESGO SÍSMICO.....	16
2.2.3.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	16
A) VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.....	17
B) VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL.....	17
2.2.4. PELIGRO SÍSMICO	19
2.2.5. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.020 “CARGAS”.....	19
2.2.6. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”.....	19
2.2.7. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.050 “SUELOS Y CIMENTACIONES”	20

2.2.8. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.060 “ CONCRETO ARMADO”	20
2.2.9. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.070 “ALBAÑILERÍA”	20
2.3. TÉRMINOS BÁSICOS	21
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
3.2. PERIODO DE ESTUDIO	25
3.3. PROCEDIMIENTO	25
3.3.1. RIESGO SÍSMICO	25
3.3.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	26
3.3.3. PELIGRO SÍSMICO	51
3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	55
3.4.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	55
3.4.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	56
3.4.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	57
3.4.3.2. MUESTRA.	57
3.4.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	57

3.4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.4.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	58
3.4.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	59
3.4.6.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	61
3.4.6.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL	62
3.4.6.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	75
3.4.6.3. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO DE LA EDIFICACIÓN	77
3.4.6.4. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LA EDIFICACIÓN	78
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. CONCLUSIONES	83
5.2. RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calificación del Riesgo sísmico.....	26
Tabla 2. Parámetros para evaluar la Vulnerabilidad sísmica.....	27
Tabla 3. Rango numérico para evaluación de la Vulnerabilidad sísmica.	28
Tabla 5. Simbología de perfiles de Suelo según N.T. E.030.....	31
Tabla 6. Clasificación de los perfiles de suelo	32
Tabla 7. Factor de suelo “s”	32
Tabla 8. Periodos “TP” y “TL”	32
Tabla 9. Factor de uso (U).....	33
Tabla 10. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmica (Ro).....	34
Tabla 11. Irregularidades en planta (Ip).	35
Tabla 12. Irregularidades en altura (Ia).....	35
Tabla 13. Límites para la distorsión máxima de entrepiso.....	38
Tabla 14. Área de barras de acero de refuerzo.....	40
Tabla 15. Coeficiente sísmico C_1	49
Tabla 16. Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a".	50
Tabla 17. Valores de los parámetros del Peligro sísmico.	51
Tabla 18. Rango de valores para el cálculo del Peligro sísmico.....	51

Tabla 19. Rango de valores de las variables para cuantificar el Peligro sísmico.....	
.....	52
Tabla 20. Clasificación de topografía.....	55
Tabla 21. Vulnerabilidad sísmica	61
Tabla 22. Resumen de desplazamientos en la dirección X para los pisos 1 y 2.....	
.....	63
Tabla 23. Resumen de desplazamientos en la dirección Y para los pisos 1 y 2.....	64
Tabla 24. Derivas promedio de entrepiso en la dirección X para los pisos 1 y 2	
.....	65
Tabla 25. Derivas promedio de entrepiso en la dirección Y para los pisos 1 y 2.....	65
Tabla 26. Espesor de la junta sísmica.....	66
Tabla 27. Acero existente y acero necesario en columnas – primer nivel.	67
Tabla 28. Acero existente y acero necesario en columnas –segundo nivel.....	68
Tabla 29. Verificación de acero existente en las columnas cumple con el mínimo requerido	69
Tabla 30. Momento de inercia y módulo de sección de columnas.....	71
Tabla 31. Relación de rigidez de columna corta y columna total - primer nivel	72
Tabla 32. Relación de rigidez de columna corta y columna total – segundo nivel.....	72

Tabla 33. Verificación de la estabilidad de tabiques – primer piso; pabellón “C” 77

Tabla 34. Peligro sísmico del pabellón “C” 77

Tabla 35. Riesgo sísmico del pabellón “C” 78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de sismicidad global	13
Figura 2. Convergencia Placa de Nazca – Placa Sudamericana.....	14
Figura 3. Mapa sismicidad del Perú.	14
Figura 4. Ubicación del centro educativo en la ciudad de Jaén. Se adjunta plano de ubicación y localización (Anexo N°01).....	24
Figura 5. Mapa de zonas sísmicas - Perú.....	30
Figura 6. Junta sísmica	39
Figura 7. Sección rectangular de concreto armado sometido a flexocompresión.	41
Figura 8. Esquema de alturas de columna total y columna corta.	42
Figura 9. Columna corta, imagen derecha columna corta adecuada respetando las juntas sísmicas.	43
Figura 10. Esquema de columna típica.....	44
Figura 11. Modelo 3D – pabellón “C”	61
Figura 12. Junta Sísmica, pabellón C.	66
Figura 13. Secciones transversales de columnas.	66
Figura 14. Acero necesario sin sismo pabellón “C”	69
Figura 15. Acero necesario con sismo pabellón “C”	70

Figura 16. Fotografía de rigidez de columna corta	71
Figura 17. Columna: concreto desprendido y acero expuesto.....	73
Figura 18. Grietas y fisuras en la losa.....	73
Figura 19. Desprendimiento de concreto en losa.....	74
Figura 20. Desprendimiento de concreto, tuberías expuestas.....	74
Figura 21. Filtración de agua por goteo de calamina.....	75

RESUMEN

La Institución Educativa Primaria 16001 se ubica en una zona aledaña a lugares donde ocurrieron sismos de elevada magnitud, está asentada sobre un suelo de arcilla inorgánica y la edificación presenta un estado deteriorado, por ende, el objetivo principal del estudio es determinar el “Nivel de riesgo sísmico de la Institución Educativa Primaria 16001, del distrito de Jaén – Cajamarca”, el cual se encontró realizando una investigación de tipo aplicada, no experimental, descriptiva y transversal. Se evaluó los elementos estructurales de vigas y columnas mediante el ensayo no destructivo de esclerometría (NTP 339.181 - Anexo N°03), junto con el espectro de diseño sísmico encontrando en hojas de cálculo Excel (N.T. E.030 - Anexo N°05); se realizó un modelamiento estructural de la edificación en el software SAP 2000 V.24.0.0 (N.T. E.030 - Anexo N°06) simulando un sismo severo donde se obtuvo que el comportamiento sísmico es inadecuado; se verificó que la edificación presenta un estado regular y sus tabiques estables arrojando un nivel de vulnerabilidad sísmica alta. Mientras que para encontrar el nivel de peligro sísmico se sabe que la edificación está ubicada en zona sísmica II (N.T. E.030); presenta un perfil de suelo S3-blando según el estudio de Mecánica de Suelos (Anexo N°02) y la topografía es media por presentar una pendiente superior al 15 %, dato obtenido por levantamiento topográfico (D.S. N°017/09-AG); lo que derivó a un nivel de peligro sísmico medio. Finalmente se concluye que el pabellón “C” presenta un ALTO nivel de riesgo sísmico.

Palabras Clave: Riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico.

ABSTRACT

Primary School No. 16001 is located in an area adjacent to places where high magnitude earthquakes occurred, it is built on inorganic clay soil and the building is in a deteriorated state, therefore, the main objective of the study is to determine the "Seismic risk level of Primary School 16001, in the district of Jaén - Cajamarca", which was found by carrying out an applied, non-experimental, descriptive and cross-sectional research. The structural elements of beams and columns were evaluated by means of non-destructive sclerometry testing (NTP 339.181-Annex N°. 03), together with the seismic design spectrum found in Excel spreadsheets (N.T. E.030 - Annex N°. 05); A structural modeling of the building was carried out in SAP 2000 V.24.0.0 software (N.T. E.030 - Annex N°. 06) simulating a severe earthquake where it was found that the seismic behavior is inadequate; It was verified that the building presents a regular state and its stable partitions yielding a high level of seismic vulnerability. While to find the seismic hazard level it is known that the building is located in seismic zone II (N.T. E.030); it presents an S3-soft soil profile according to the Soil Mechanics Study (Annex No. °2) and the topography is medium due to a slope greater than 15%, data obtained by topographic survey (D.S. N°. 017/09-AG); which led to a medium seismic hazard level. Finally, it is concluded that pavilion "C" presents a HIGH level of seismic risk.

Keywords: Seismic risk, seismic vulnerability, seismic hazard.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los terremotos, como eventos naturales son imposibles de detener, por ello la importancia de enfatizar en los análisis sísmo resistentes de las infraestructuras tanto las nuevas edificaciones, como las ya elaboradas, para tomar las medidas de precaución necesarias; ya que estos eventos representan una amenaza considerable para las estructuras y la seguridad de las personas, generando daños económicos y pérdidas humanas.

Según el **Servicio Geológico Mexicano, (2017)** la explicación a muchos de los fenómenos sísmicos que ocurren son consecuencia de fallas tectónicas y del movimiento de las placas tectónicas, siendo las zonas más activas del mundo el Cinturón Circumpacífico “Cinturón de Fuego” que rodea casi totalmente el Pacífico, el Cinturón Eurasiático - Melanésico “Alpino – Himalaya” que incluye las cordilleras alpinas de Europa y Asia junto al archipiélago de Melanesia; y la Dorsal Mesoatlántica ubicada en el centro del Océano Atlántico. Actualmente terremotos de gran magnitud siguen ocurriendo en todo el mundo, como el pasado 28 de marzo del 2025 en Myanmar (magnitud 7.7) que dejó 3 560 muertos como se redacta en **Euronews, (2025)**. La combinación de un fuerte terremoto (magnitud 8.0) en una zona con densa población y empleo de materiales de construcción frágiles, dejaron cerca de 830 000 muertos en la provincia de Shaanxi- China, el 23 de enero de 1 556 considerándose uno de los más mortíferos de nuestra historia según **Sinc, (2025)**.

Al sur de América la placa oceánica de Nazca se introduce por debajo de la Continental o Sudamericana, principal proceso causante de la geodinámica activa de Latinoamérica, con presencia de actividad sísmica y volcánica originaron la formación

de “La Cordillera de los Andes”, la cual se encuentra emplazada entre la línea de Fosa Peruana – Chilena y el llano Amazónico. **National Geographic, (2023)** informa que uno de los mayores terremotos registrados en América Latina es el que sucedió el 22 de mayo de 1 960 en Valdivia – Chile (magnitud 9.5), dejando aproximadamente 1 655 muertes.

Según la **Sociedad Geológica del Perú (SGP, 2019)**, nuestro país presenta un alto potencial sísmico porque forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la Tierra libera más del 85% de la energía acumulada en su interior. Las investigaciones de **IGP, (2024)** advierten que la magnitud de un sismo en nuestro país podría superar los 8.8.

INDECI, (2017) menciona que siendo el ámbito geográfico de Jaén, Bagua y Chachapoyas una zona amenazada por dos sistemas sismo tectónicos incluyendo la franja de la cordillera del Cóndor y la zona Subandina, la actividad sísmica en la zona es considerada de carácter intermedio a alto, ya que se ubican dentro de la última fase de deformación andina, que es donde se amortiguan las estructuras andinas producto de la subducción de placas. Según el **MVCS, (2019) - N.T. E.030**, el distrito de Jaén se encuentra en la zona sísmica 02; sin embargo, está cerca a fuentes sísmicas mayores, como lo son cuatro de los distritos de la misma provincia de Jaén, los departamentos de Amazonas, Lambayeque y Piura pertenecientes a la zona sísmica 03 y 04; donde ocurrieron eventos sísmicos de gran impacto como el ocurrido el 26 de mayo del 2019 a las 02:41:12 am, a 60 Km al Sur de Lagunas, Alto Amazonas – Loreto, con magnitud 8,0, que sacudió 6 países (Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia, Brasil y Venezuela), dejando 4 562 damnificados según fuentes oficiales de **INDECI-COEN, (2020)**.

Como lo describe el **MVCS, (2019)** en la N.T. E.030 las edificaciones educativas son esenciales, en caso de desastre o emergencia, los colegios serán utilizados como centros de evacuación y apoyo, por lo que su resistencia estructural y funcionalidad son cruciales; pero según **MINEDU (2017)**, más del 48% de las instituciones educativas a nivel nacional presentan problemas estructurales. El pabellón a ser evaluado fue construido con poco criterio técnico para el tipo de edificación al que pertenecen debido a que presenta una antigüedad de 27 años y sus ambientes se encuentran evidentemente deteriorados; cabe mencionar según **MVCS, (2018)** la N.T. E.030, antiguamente aprobaba la teoría de diseño donde el sistema aporticado presente en nuestro pabellón “C” era el adecuado para instituciones educativas, mientras que en la última actualización de dicha norma, tabla N°6 (categoría y sistema estructural de las edificaciones) recomienda que se debe utilizar un sistema estructural dual de acuerdo a la categoría A2 de nuestra edificación y la ubicación de esta en la zona 2.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuál es el nivel de Riesgo Sísmico del Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, del distrito de Jaén - Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS

El nivel de nivel de Riesgo Sísmico del Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, del distrito de Jaén – Cajamarca, es alto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Este estudio se realizó con el propósito de identificar el nivel de riesgo sísmico en una institución educativa que presenta ubicación geográfica alarmante, colindando con zonas donde anteriormente ocurrieron sismos de magnitudes elevadas, a ello le

sumamos el deteriorado estado que esta aparenta, la falta de técnicas adecuadas en su construcción debido a la antigüedad de la misma ya que anteriormente los criterios no eran tan sofisticados como lo son en las normas vigentes y que además según la categoría de uso de la edificación en la N.T. E.030 brindada por el **MVCS, (2019)**, recalca que las edificaciones educativas deberán seguir funcionando como refugio después de un evento sísmico severo.

Considerando el reto que representa para el Perú la necesidad de intervenir decenas de miles de edificaciones escolares, ya sea para reforzamiento estructural o sustitución, el presente estudio constituye un ejemplo de enfoque, metodología y diseño basándose en la N.T. E.030 en su última actualización brindada por el **MVCS, (2019)**, para encontrar el nivel de riesgo sísmico frente a un sismo de elevada magnitud que puede ser útil para edificaciones con condiciones similares; contribuyendo de esta manera con aporte teórico. Si los resultados de la investigación fuesen considerados por las autoridades respectivas, se le sumaría a este estudio un aporte práctico y social; ya que estas actuarían para disminuir el riesgo de la edificación salvaguardando las vidas y disminuyendo pérdidas económicas.

1.5. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la Institución Educativa Primaria 16001, seleccionamos el Pabellón “C” de los tres presentes para nuestro estudio, porque es el que presenta un estado más deteriorado. Esta edificación es de dos niveles, el primer nivel presenta techo de losa aligerada; mientras que el techo del segundo nivel es de calamina.

1.6. LIMITACIONES LA INVESTIGACIÓN

Debido a que es una edificación ya realizada no se pudo corroborar los materiales empleados en su construcción, asegurando que cumpla lo especificado en sus planos; como las dimensiones, cantidades y calidades de estos (resistencias y especificaciones técnicas).

1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La Institución Educativa Primaria 16001, está ubicada a dos cuadras y media de la plaza de armas de la ciudad de Jaén - Cajamarca, siendo una de las más antiguas de la ciudad con 150 años de vida institucional y 27 años de antigüedad en sus edificaciones. Evaluamos la Vulnerabilidad y Peligro Sísmico del Pabellón “C”, obteniendo el riesgo sísmico (sistema estructural aporticado), con los parámetros de la N.T. E.030. Teniendo así la investigación un alcance aplicado, no experimental, descriptivo y transversal.

1.8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de Riesgo Sísmico del Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, del Distrito de Jaén – Cajamarca.

1.8.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de Vulnerabilidad Sísmica del Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, del Distrito de Jaén – Cajamarca.
- Determinar el nivel de peligro sísmico del Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, del Distrito de Jaén – Cajamarca.

1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

- **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

Contextualicé el problema de mi investigación, nivel de Riesgo Sísmico del Pabellón C de la Institución Educativa Primaria 16001; fundamenté y expliqué la importancia de mi estudio; planteé una hipótesis; mencioné las delimitaciones, limitaciones y alcances de esta, junto con los objetivos que logré.

- **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

Demostre que el problema Riesgo Sísmico en edificaciones existe a nivel internacional, nacional y local; para ello mencioné investigaciones similares (actualizadas), recalqué su objetivo, metodología, instrumentos y resultados de cada una de ellas.

Recopilé información necesaria para entender como funciona el Nivel de Riesgo Sísmico; expuse fundamentos teóricos y definiciones empleadas en esta investigación.

- **CAPITULO III: Materiales y Métodos**

Describí donde fue realizada la investigación, especifiqué la época, metodología y procedimiento de la misma; narro de manera consecutiva el método y técnicas empleadas, para que los que realicen investigaciones cuyo objetivo sea obtener el nivel de Riesgo Sísmico de una infraestructura aporticada puedan replicar estos pasos; finalmente en este capítulo adjunté los resultados obtenidos de manera concisa, ya que los detalles que ayudan a comprender minuciosamente cada procedimiento lo presento en los Anexos.

- CAPITULO IV: Análisis y discusión de resultados

Analicé, comparé y justifiqué cada uno de mis resultados con datos de mi literatura descritos en mi marco teórico.

- CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones

Para cada uno de mis objetivos, nivel de Riesgo Sísmico, nivel de Vulnerabilidad Sísmica y nivel de Peligro Sísmico del Pabellón C de la Institución Educativa Primaria 16001, obtuve sus respectivas conclusiones y recomendaciones (consideraciones que yo como investigador no tuve la oportunidad de incluir pero si recomiendo para mejorar las futuras investigaciones).

- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Detallé cada una de las fuentes de la información que empleé para entender y sustentar lo propuesto en esta investigación, demostrando la validez de cada argumento.

- ANEXOS

Presenté mis 07 Anexos que ayudan a entender los detalles de mis resultados: Anexo N°01 “Planos de ubicación, localización, arquitectura y estructural del Pabellón C”; Anexo N°02 “Estudio de Mecánica de Suelos”; Anexo N°03 “Informe de índice esclerométrico del Pabellón C”; Anexo N°04 “Metrado de cargas del Pabellón C”; Anexo N°05 “Espectro de diseño sísmico del Pabellón C, según la N.T. E.030”, Anexo N°06 “Modelado Sap200 V.24.0.0 del Pabellón C”; Anexo N°07 “Panel fotográfico del Pabellón C”.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Goitia, (2023) en su tesis magistral “Evaluación probabilista del Riesgo Sísmico en la ciudad de Buenos Aires”, se ha enfocado en cuantificar el riesgo sísmico en la ciudad, empleando las metodologías clásicas como la estadística de los registros históricos de terremotos obtenidos de la red global de acelerógrafos estimando la amenaza sísmica y caracterizando el riesgo sísmico que tiene como base el análisis dinámico no lineal, considerando el análisis de la peligrosidad y la vulnerabilidad sísmica ante la hipótesis de la ocurrencia de un sismo de magnitud cercana a 5.5.. obteniendo que los edificios de hormigón armado más frecuentes en la ciudad presentan un alto nivel de riesgo sísmico. La importancia de este antecedente radica en el origen de su fuente, ya que la UPC lidera la mayoría de rankings internacionales; situándose en el campo de Ingeniería Civil y Estructural, en el puesto 35 a nivel mundial, según **QS, (2023)**; y similar a esta investigación también encuentra el riesgo sísmico en base al análisis del peligro y la vulnerabilidad, guardando semejanza en ciertos criterios, y aportándome conocimientos en consideraciones que difieren de la mía, ya que acá se analiza un grupo de estructuras.

Yepes Estrada y otros, (2022) en su investigación “Evaluación de Riesgo Sísmico para Santiago de Cali”, tuvieron por objetivo presentar los resultados de la evaluación de Riesgo Sísmico urbano para la ciudad de Santiago de Cali, formando parte del proyecto financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Oficina de Asistencia Humanitaria (BHA) para la capacitación y comunicación de la Evaluación del Riesgo por Terremotos (TREQ,

Training and Communication for Earthquake Risk Assessment), subvención AID-OFDA-G-720FDA19GR00273. La Fundación Global Earthquake Model administra y ejecuta los recursos de USAID e implementa el proyecto en colaboración con las partes interesadas locales. Para Cali se realizó una selección de 13 escenarios sísmicos relevantes para la ciudad. Para cada uno se ha evaluado el impacto que tendría en la ciudad en sus condiciones actuales, de los eventos analizados se concluye que un evento hipotético al noroeste en la Saliente de Buga, con una magnitud de 6.5 y una profundidad de 10 km, tendría riesgo sísmico mediano para la ciudad, causando en promedio más de 480 estructuras colapsadas. Mientras que el escenario con mayor riesgo sísmico en un sismo hipotético superficial, con origen en la falla de Dagua Calima, con la misma magnitud y profundidad el resultado promedio sería más de 1,800 colapsos. El aporte de esta investigación demuestra que hay instituciones internacionales dedicadas a la evaluación y mitigación del nivel de Riesgo Sísmico de los diferentes países.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Cana & Llayqui, (2023) en su tesis para optar por el título de ingeniero civil, “Evaluación del riesgo sísmico de las infraestructuras educativas públicas del nivel primario con grado de ruralidad 1, de la provincia de Castilla, Arequipa – 2023” tuvo como objetivo principal evaluar el riesgo sísmico de las infraestructuras, empleando una metodología con enfoque cuantitativo, descriptivo y no experimental. La población estuvo constituida por 46 infraestructuras distribuidas en los distritos de la mencionada provincia, de las cuales 35 formaron parte de la muestra. En relación con el peligro sísmico, la zona presenta una actividad sísmica alta, los suelos son de tipo intermedio y las pendientes son variables, razones por las cuales el 66% de las infraestructuras están

asentadas en zonas de peligrosidad media y el 34% están situadas en zonas de alta peligrosidad. Concluyendo que la gran mayoría de estas infraestructuras esenciales (51%) se encuentran en situación de riesgo medio y el 49% restantes se encuentran en riesgo alto. El aporte de esta tesis está en que muestra un modelo de como analizar el riesgo sísmico de toda una provincia en sus zonas rurales.

Tito, (2023) en su tesis “Riesgo sísmico y medidas de mitigación en la Institución Educativa N° 5125 en el distrito de Ventanilla, 2023”, tiene por objetivo determinar las medidas de mitigación frente al riesgo sísmico en la Institución Educativa N° 5125 en el distrito de Ventanilla. Este estudio desarrolla una metodología de investigación con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo, con un diseño no experimental – transversal, se llevó a cabo mediante la aplicación de técnica de observación directa y análisis documental. Como resultado, se calculó un nivel de riesgo de 0.038, situándose en la categoría de riesgo alto de rango $0.019 \leq R < 0.069$. La contribución de esta tesis está en que se implementó la metodología de PAJ (análisis de peligro sísmico probabilístico), la cual establece el peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico en un rango numérico de decimales.

Diaz, (2019) en su tesis para optar por el título de ingeniero civil, “Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería civil y arquitectura - Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto” empleo una metodología tipo aplicada, nivel descriptivo y explicativo; usando la propuesta de Mosqueira para sistemas aporticados, calculando de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo. Los resultados obtenidos nos determinaron que las edificaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura tienen un nivel de riesgo sísmico de alto a medio, esto se debe a que tiene una vulnerabilidad sísmica de alta y un peligro sísmico medio. Esta

investigación presenta la misma metodología y pasos para encontrar el nivel de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, la cual fue propuesta en la tesis doctoral de **Mosqueira Moreno, (2012)**.

Flores, (2019) en su tesis para optar por el título de ingeniero civil “Evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno.” se propuso determinar el riesgo sísmico, encontrando el comportamiento estructural de la edificación ante la existencia de un sismo severo; empleando una investigación de tipo explicativa científica y diseño aplicativo; presentando como muestra el primer pabellón de la institución educativa secundario José Carlos Mareateguí de Ilave. Los resultados arrojaron que el primer pabellón de la institución educativa de nivel secundario ha cumplido el periodo de vida útil y presenta un nivel de riesgo sísmico alto. En este antecedente se estima el peligro sísmico (40% sismicidad + 40 % suelo+20 topografía) y el riesgo sísmico (50 % vulnerabilidad+50%peligro) según **Kuroiwa (2002)** de igual manera que la presente investigación; mientras que diferimos en las proporciones tomadas para encontrar la vulnerabilidad, ya que para este estudio es el promedio de la vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural, mientras que en la presente investigación se consideró el (60% comportamiento sísmico + el 30% del estado actual) Vulnerabilidad sísmica estructural + el 10% (estabilidad de muros) Vulnerabilidad sísmica no estructural, como lo sugiere **Mosqueira Moreno, (2012)** en su tesis doctoral.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Facundo, (2021) en su tesis magistral Riesgo Sísmico en las edificaciones del Colegio Parroquial N°16081 “Señor De Huamantanga” Jaén – Cajamarca, el autor tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo sísmico de las edificaciones del colegio

Parroquial Señor de Huamantanga Jaén, Se utilizó un método de investigación inductivo – deductivo; determinando su comportamiento sísmico en el programa SAP 2000 v.19 mediante análisis modal espectral, se diagnosticó su estado actual, la estabilidad de tabiques, la actividad sísmica, el tipo de suelo y su topografía se encontró que el riesgo sísmico del Colegio es alto; debido a que presenta vulnerabilidad sísmica alta y peligro sísmico medio (el suelo es intermedio y la topografía es plana). Este antecedente en similitud con el presente estudio empleo la misma metodología de la tesis doctoral de **Mosqueira Moreno, (2012)**; llegando ambas por coincidencia al mismo resultado, nivel de Riesgo Sísmico alto.

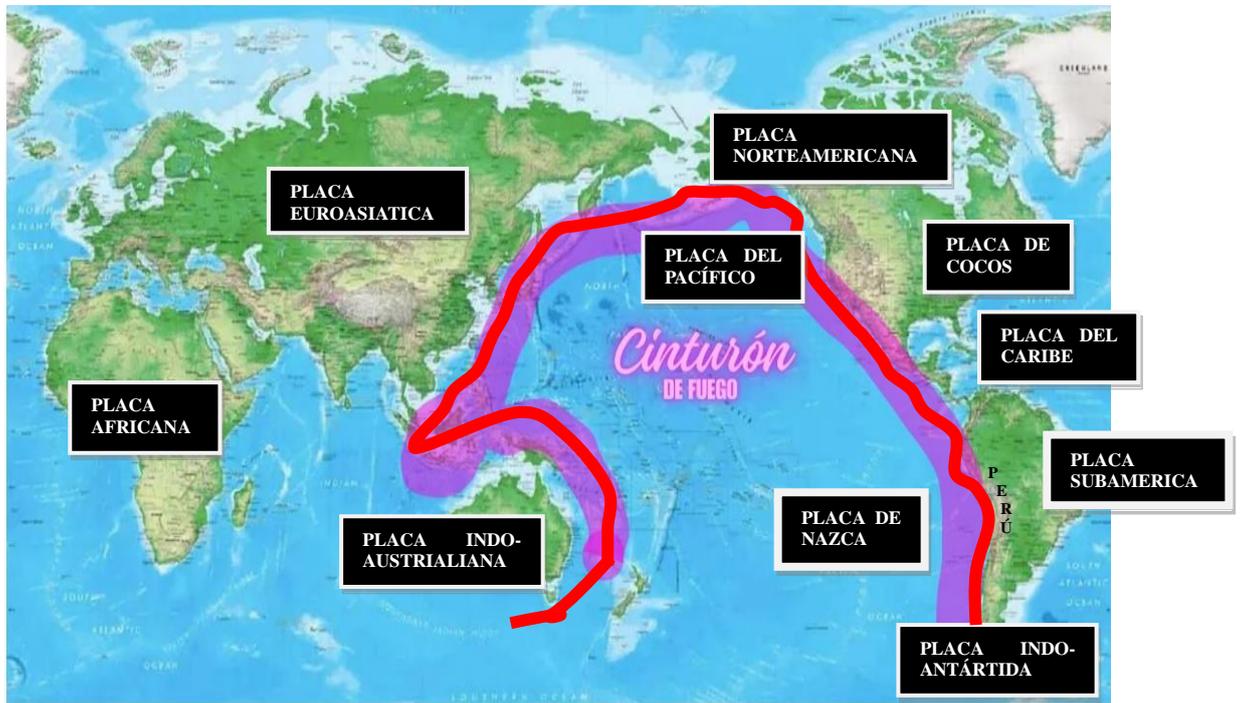
2.2. BASE CONCEPTUAL

2.2.1. SISMICIDAD EN EL MUNDO

Bolt, (1999) nos dice que la distribución geográfica de los terremotos en el planeta muestra zonas con mayor actividad volcánica y sísmica, teniendo así el denominado cinturón Circum – Pacífico, que comprende como se muestra en la Figura 1, toda la parte oeste del continente americano, desde Alaska hasta el sur de Chile y desde la parte norte de las islas Aleutianas, siguiendo por todas las islas del Japón hasta Indonesia y Nueva Zelanda. La otra zona denominada Mediterráneo – Himalaya se extiende desde las islas Azores al sudoeste de la Península Ibérica, pasando por Italia, Grecia, Turquía, Persia llegando hasta el Himalaya y norte de la India y de China. Finalmente, la última zona conformada por las cordilleras submarinas que dividen el océano atlántico en la del índico y la del Pacífico.

Figura 1.

Mapa de Sismicidad Global



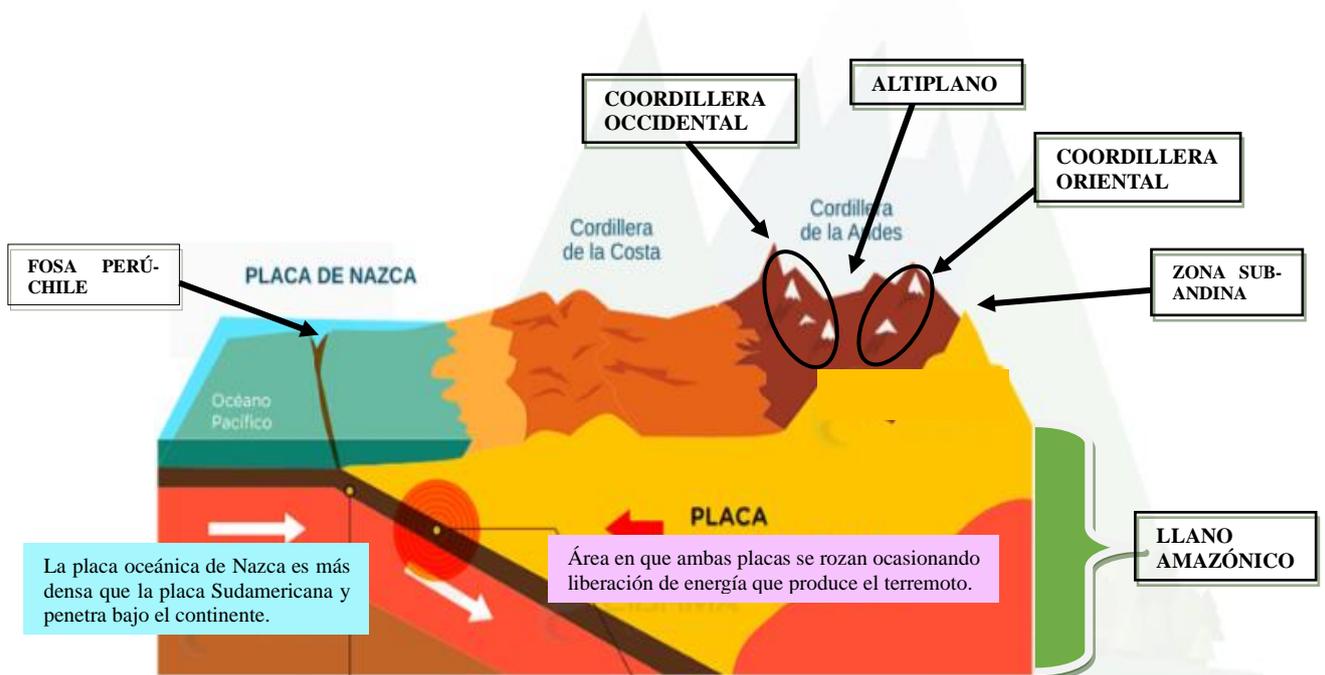
2.2.2. SÍSMICA EN EL PERÚ

Norabuena et al., (1998); Kendrick et al., (2003) como citó IGP, (2020) afirman que el Perú se encuentra ubicado en una zona de convergencia de placas, conocida como “zona de subducción peruana”, con una longitud de más de 2000 km desde la latitud 3°S hasta los 18°S y en donde la placa oceánica de Nazca se introduce por debajo de la placa continental Sudamericana a una velocidad relativa de 8 cm/año aproximadamente. Este es el principal proceso que define la geodinámica del Perú y es conocido como subducción, cuyo resultado final fue la formación de una cadena montañosa que se extiende, desde Venezuela hasta la Tierra del Fuego en Chile a lo largo de toda la costa occidental de Sudamérica, siendo conocida como “La Cordillera de los Andes”, la cual se encuentra emplazada entre la línea de Fosa Peruana – Chilena y el llano Amazónico. Ocasionalmente con este proceso la compresión y el levantamiento

del margen continental, formando elementos tectónicos como la mencionada Dorsal de Nazca, la Fractura de Mendraña, la Fosa Peruano Chilena, la Cordillera de los Andes, la cadena volcánica, y diferentes sistemas de fallas. La subducción peruana divide al país en 3 regiones basándose en su geometría, sus características geomorfológicas, y su ángulo de subducción; de Tumbes hasta la Fractura de Mendraña forma la región norte, la fractura de Mendraña y la dorsal de Nazca forman la región centro y finalmente desde la dorsal de Nazca hasta el codo de Arica es la región sur.

Figura 2.

Convergencia Placa de Nazca – Placa Sudamericana.

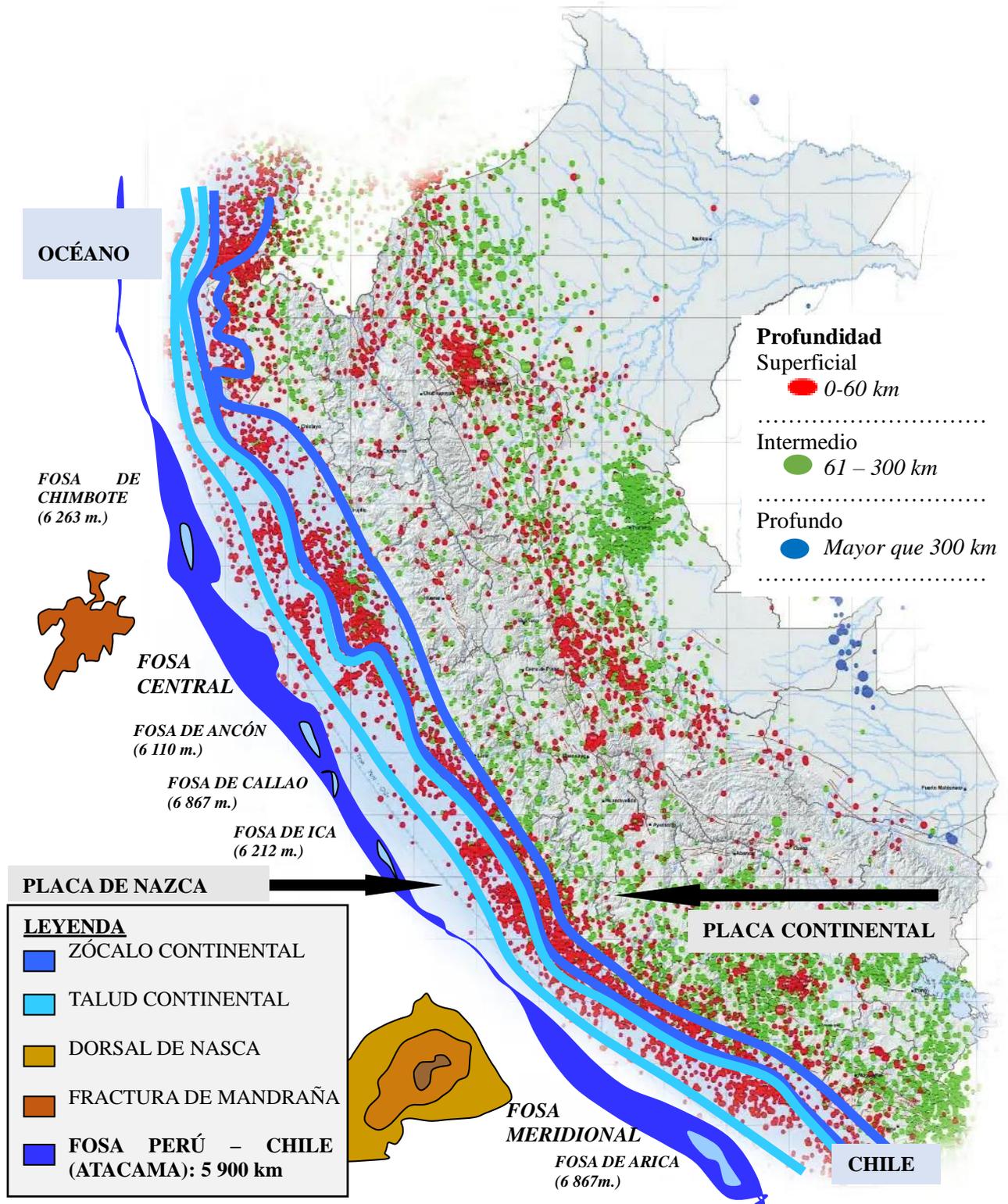


Nota. Adaptado de ZAP Noticias, 2017. Placas tectónicas recién-descubiertas podem explicar terremotos.

Según la **Sociedad Geológica del Perú, (2016)** la Fosa Perú-Chile (formada por sedimentos de diferente potencia depositados sobre rocas preexistentes) delimita el inicio de la interacción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, su orientación es en dirección NNO-SSE en la región Norte y Centro, y NO-SE en la región Sur de Perú y el cambio en la orientación de la fosa se produce frente a la Dorsal de Nazca.

Figura 3.

Mapa Sismicidad del Perú.



Nota. Adaptado de Instituto Geofísico del Perú. (2024). Institución Geofísico del Perú. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>

2.2.3. SISMICIDAD EN JAÉN

Para **INDECI-PNUD, (2015)** la ciudad de Jaén y su entorno inmediato se ubican dentro de la fase de deformación Mezoterciaria (zona subandina), como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, las intensidades que pueden desarrollarse en roca o suelo duro serían del orden de VII (M.M.)

Según **Peña y otros, (2015)** la Zona Sub – andina, es de anchura variable, zona en donde se amortiguan las estructuras andinas; se localizan entre la Cordillera Andina y la Llanura Amazónica y está formada por una cobertura de sedimentos del Mesozoico y Cenozoico, fuertemente afectadas por pliegues de gran longitud de onda. Estas unidades, son el resultado de una tectónica activa puesta en evidencia por un alto índice de sismicidad y cuya principal fuente radica en el proceso de subducción de la placa Oceánica Nazca bajo la placa Continental Sudamericana.

2.2.3. RIESGO SÍSMICO

Dowrick, (1997) menciona que el riesgo sísmico evalúa las consecuencias sociales y económicas; junto con la posibilidad de pérdida o daño a causa de un sismo como resultado de la falla de las estructuras, cuya capacidad resistente fue excedida. Este se presenta si existe vulnerabilidad y peligro sísmico, y estos se produzcan al mismo tiempo.

2.2.3.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA.

Para el **MVCS, (2019)** las edificaciones son vulnerablemente sísmicas si no cumplen con los parámetros de Diseño Sismorresistente especificados en la N.T. E.030 en su versión más actualizada al momento del análisis; llegando a la conclusión que el sistema estructural empleado no resiste ante cargas de un sismo.

Gómez & Loayza, (2014) para que una estructura sea vulnerable ante un sismo de determinadas características, depende de las propiedades intrínseca de cada estructura, ya que es independiente de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento; por ende, una estructura puede ser vulnerable y aún así no estar en riesgo a menos que en su ubicación exista cierta peligrosidad sísmica.

Clases de Vulnerabilidad Sísmica

A) Vulnerabilidad Estructural.

Dolce et al., (1994) consideran que el daño estructural es el de mayor importancia, ya que dependerá de este para que una estructura colapse y en el mejor de los casos que su reparación pueda ser muy costosa. Este depende del comportamiento de los elementos resistentes de una estructura como son las vigas, columnas, muros de carga, sistema de piso; dependiendo de la calidad de los materiales que fueron empleados, las características de las cargas actuantes y su sistema resistente.

B) Vulnerabilidad No Estructural.

Villaverde, (1997) afirma que está asociada principalmente a elementos que no forman parte del sistema resistente, estos pueden ser muros divisorios, ventanales, revestimientos; a pesar de que el daño en este tipo de componentes no pone en peligro el comportamiento de la estructura, es causa de una gran pérdida económica siendo esta muchas veces mayor que el costo que se generaría en el daño de los elementos no estructurales.

Métodos para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

➤ **Métodos empíricos.**

Presentan alto grado de subjetividad, basándose en la experiencia del comportamiento de ciertos tipos de edificaciones durante sismos pasados, existen dos métodos. El método de categorización o caracterización, **Grünthal, (1998)** señaló que fue propuesto por la Escala Macrosísmica Europea (EMS). Se utiliza para evaluaciones preliminares porque su resultado es bastante subjetivo; mientras que el método de inspección y puntaje, para el **GNDT, (1990)** permiten identificar y caracterizar las deficiencias estructurales de una edificación, asignando valores numéricos a manera de puntos a cada elemento estructural, en función de la importancia relativa del elemento respecto a la estructura, arrojando un índice de vulnerabilidad. Un ejemplo de esta metodología es el desarrollado por el Grupo Nacional Perla Defensa dai Terremoti.

➤ **Métodos analíticos o teóricos.**

Para **Safina, (2003)** estos métodos evalúan como responden las estructuras, empleando para ello modelos que representan las propiedades geométricas y mecánicas de las estructuras existentes.

➤ **Métodos experimentales.**

En cuanto a estos métodos **Safina, (2003)** nos dice que recurren a ensayos dinámicos para encontrar parámetros de sus elementos y la estructura; involucrando la interacción suelo-estructura y la incidencia de los elementos no estructurales.

Lo más recomendable sería emplear métodos analíticos combinados con los métodos empíricos, junto a un método experimental incrementando así la confiabilidad.

2.2.4. PELIGRO SÍSMICO

Según la **MVCS, (2019)**, en la N.T. E.030, considera que es la probabilidad de que se den movimientos de tierras, licuefacción e inundaciones según la sismicidad, tipo de suelo y topografía característica de la estructura o área en estudio; como consecuencia de un terremoto.

2.2.5. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.020 “CARGAS”

Nos indica que las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto, estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica y en ningún caso las cargas asumidas serán menores que los valores mínimos establecidos en esta norma, dichas cargas mínimas establecidas en esta Norma, están dadas en condiciones de servicio. Esta norma se complementa con la N.T. E.030 Diseño Sismorresistente y con las normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales. (**MVCS, 2006, p. 11**)

2.2.6. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”

Nos dice que toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas prescritas en esta norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes según los materiales empleados. (**MVCS, 2019, p.09**)

2.2.7. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.050 “SUELOS Y CIMENTACIONES”

El objeto de esta norma es establecer los requisitos mínimos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutan con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos. (MVCS, 2018, p.07)

2.2.8. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.060 “CONCRETO ARMADO”

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple; los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta norma y se debe tener en cuenta que lo establecido en esta norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia. (MVCS, 2009. p.13)

2.2.9. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.070 “ALBAÑILERÍA”

Esta norma establece requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados. Para estructuras especiales de albañilería; como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables, los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta norma, deberán aprobarse mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y

Saneariamiento luego de ser evaluados por SENCICO. (MVCS, 2006. p.13)

2.3. TÉRMINOS BÁSICOS

Sismo:

Movimiento o vibración del suelo, generalmente producido por la liberación súbita de energía propagándose en forma de ondas por el interior de la tierra.

Terremoto:

Movimientos sísmicos fuertes e intensos que producen daños severos en las edificaciones, y hay víctimas.

Temblor:

Movimientos sísmicos donde las ondas sísmicas llegan a la superficie, siendo percibidas por la población y la estructura, pero no causan daños.

Hipocentro o foco

Foco del terremoto, lugar o zona donde inicia la expansión de las ondas sísmicas hacia la superficie, núcleo origen del terremoto.

Epicentro

Proyección vertical recta del hipocentro sobre la superficie de la tierra, esta zona suele ser la que mayor daño recibe por parte del terremoto al ser la que primero recibe las ondas sísmicas debido a que es el punto más cercano al hipocentro.

Plano de falla

Donde se ubica el foco del terremoto, los geólogos distinguen al menos cuatro

tipos de fallas, las inversas, normales, transcurrentes y mixtas.

Intensidad

Es la evaluación cualitativa de los efectos que tiene un sismo en una población, territorio o ecosistema.

Magnitud

Es la única del tamaño de un sismo que es directamente proporcional a la energía liberada por el mismo, se mide en la escala de magnitud de momento.

Profundidad

Los sismos pueden ser superficiales (profundidad <70 km en la corteza, los más destructivos), intermedios (profundidad entre 70 km a 300 km, pueden ser destructivos) y profundos (profundidad >300 km, solo detectados por sismógrafos especiales).

Sismo leve:

Sismos con probabilidad de excedencia del 10% en 50 años y con aceleración máxima del terreno de 0,15g.

Sismo moderado:

Se caracteriza por tener una probabilidad de excedencia del 10 % en 50 años y la aceleración máxima del terreno de 0,3 g.

Sismo severo:

Es un sismo con probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años, siendo su aceleración máxima del terreno de 0,4 g.

Mitigación Del Riesgo Sísmico:

Se entiende por mitigación cualquier acción preventiva que se toma antes de la ocurrencia de un fenómeno natural para lograr reducir sus consecuencias.

Colapso:

La estructura ha perdido casi toda su resistencia y rigidez original.

Falla estructural:

Pérdida de capacidad de una estructura o de sus componentes para soportar o transmitir cargas, cuando se somete al límite de su resistencia.

Grieta:

Son aberturas cuyo ancho es mayor a 1mm que afectan a la estructura de concreto en todo su espesor.

Fisura:

Son aberturas de ancho de hasta de 1mm que afectan solamente a la parte superficie de la estructura de concreto.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Figura 4.

Ubicación del centro educativo en la ciudad de Jaén. Se adjunta plano de ubicación y localización (Anexo N°01).



Nota. Google Earth.

• **LUGAR:**

Pabellón "C" de la Institución Educativa Primaria 16001

• **DIRECCIÓN:**

Calle Mariscal Castilla N° 540

• **DISTRITO:**

Jaén.

• **PROVINCIA: :**

Jaén.

• **DEPARTAMENTO:**

Cajamarca

• **COORDENADAS:**

Este: 742,716.41

Norte: 9,368,772.34

• **ALTITUD
(m.s.n.m.): :**

729

3.2. PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se realizó durante los años 2023 y 2024. Se asistió a la institución educativa a realizar el levantamiento topográfico, la calicata para el estudio de Mecánica de Suelos y el ensayo de Esclerometría, los fines de semana para no perturbar las clases de los alumnos y evitar algún accidente.

3.3. PROCEDIMIENTO

Primero se verificaron y recolectaron los datos mediante la observación, el levantamiento topográfico para el replanteo del plano arquitectónico (Anexo N° 01), la comparación de los planos estructurales con las medidas reales tomadas con la wincha (Anexo N°01), se realizó 01 calicata en el Pabellón C para el estudio de Mecánica de Suelos, obteniendo el tipo de suelo (Anexo N°02) y el ensayo de Esclerometría para identificar la resistencia actual de los elementos estructurales (Anexo N°03). Luego con los datos obtenidos anteriormente se estableció el nivel de Riesgo Sísmico de la siguiente manera:

3.3.1. RIESGO SÍSMICO

Se aplicó la ecuación que **Mosqueira Moreno y Tarque Ruíz (2005)** como se cita en **Flores, (2022)**, adaptaron de **Kuroiwa, (2002)** e inicialmente utilizaron en estructuras de albañilería confinada (sistema que transmite la carga a los cimientos corridos y estas las transmiten al suelo) y posteriormente **Mosqueira Moreno, (2012)** la empleo para evaluar el comportamiento estructural de sistemas aporticados (sistema que transmite la carga a las zapatas y estas la derivan al suelo). Se determina:

$$\text{Riesgo sísmico} = (0.5 \times \text{vulnerabilidad sísmica}) + (0.5 \times \text{peligro sísmico})$$

Tabla 1.

Calificación del Riesgo Sísmico.

RIESGO SISMICO		VULNERABILIDAD		
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)
PELIGRO SISMICO	Bajo (1)	Bajo (1)	Medio (1.5)	Medio (2)
	Medio (2)	Medio (1.5)	Medio (2)	Alto (2.5)
	Alto (3)	Medio (2)	Alto (2.5)	Alto (3)

Nota. Modificado de calificación de *Riesgo Sísmico* de Mosqueira Moreno, (2012) como se citó en Flores, O. (2022) en su *tesis de grado*. Obtenido de Repositorio Institucional U. N.C.



3.3.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según lo estipulado por **Kuroiwa Horiuchi, (2002)**, se refiere a la capacidad con la que cuentan los elementos estructurales y no estructurales de una edificación para soportar un evento sísmico, para determinarla se analiza la Vulnerabilidad estructural y no estructural. La Vulnerabilidad estructural está en función del comportamiento sísmico y estado actual de la edificación, depende de cómo fueron construidas las edificaciones, si hubo una adecuada supervisión, buena calidad de los materiales, adecuado proceso constructivo y las condiciones actuales que visualizamos en la edificación. Mientras que para la vulnerabilidad no estructural se considera la estabilidad de los tabiques.

Tabla 2.

Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Estructural				No estructural	
Comportamiento sísmico (60%)				Estado actual (30%)	
Comportamiento sísmico (60%)				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

Nota. Modificado de calificación de *Riesgo Sísmico* de Mosqueira Moreno, (2012) como se citó en Flores, O. (2022) en su tesis de grado. Obtenido de Repositorio Institucional U. N.C.

$$\mathbf{Vulnerabilidad\ Sísmica = 0.6CS + 0.3xEA + 0.1xET}$$

Nota. Mosqueira Moreno (2012).

Donde:

CS: Comportamiento sísmico

EA: Estado actual

ET: Estabilidad de tabiques (muros)

Tabla 3.

Rango numérico para evaluación de la Vulnerabilidad sísmica.

ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL			VUNERABILIDAD SÍSMICA	VALOR NUMÉRICO			
Comportamiento Sísmico (60 %)		Estado Actual (30 %)	Tabiquería Y Parapetos (10 %)							
Adecuado	Aceptable	Inadecuado	Buena	Regular	Mala			Estables	Algunos Estables	Inestables
X			X			X			BAJA	1.0
X			X				X			1.1
X			X					X		1.2
X				X		X				1.3
X				X			X			1.4
X				X						1.5
X					X	X				1.6
X					X		X			1.7
X					X			X		1.8
	X		X			X			MEDIA	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
	X				X	X				2.2
	X				X		X			2.3
	X				X			X		2.4
		X	X			X			2.4	
		X	X				X		2.3	
		X	X					X	2.4	
		X		X		X			2.5	
		X		X			X		2.6	
		X		X				X	ALTA	2.7
		X			X	X				2.8
		X			X		X			2.9
		X			X			X		3.0

Nota. Obtenido de Mosqueira Moreno, (2012) como se citó en Flores, O. (2022) en su tesis de grado. Repositorio Institucional U. N.C.

3.3.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

Se calcula evaluando el comportamiento sísmico y el estado actual en la que se encuentra la estructura de la edificación.

A) Comportamiento Sísmico

Evaluamos el comportamiento sísmico del pabellón “C” de la Institución Educativa según la N.T. E.020, N.T. E.030, N.T. E.060 en sus más recientes actualizaciones; ayudándonos de hojas de cálculo Excel y el software SAP 2000 V.24.0.0.

a. Análisis Sísmico Modal Espectral

Con los parámetros establecidos por MVCS, (2019) en la N.T. E.030, encontramos el espectro de pseudoaceleración en nuestra plantilla de Excel (**Anexo N° 05**) estos valores se ingresan al SAP 2000 V.24.0.0. para encontrar los desplazamientos de entre piso en función a un sismo severo, calculando los nodos de vibración en la estructura y finalmente se corrobora que las distorsiones de entre piso cumplan con el mínimo requerido.

a.1. Aceleración Espectral.

Encontramos el espectro de pseudo aceleración, con la ecuación que nos brinda la N.T. E.030:

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

Donde:

S_a: Aceleración Espectral

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Factor de reducción por ductilidad

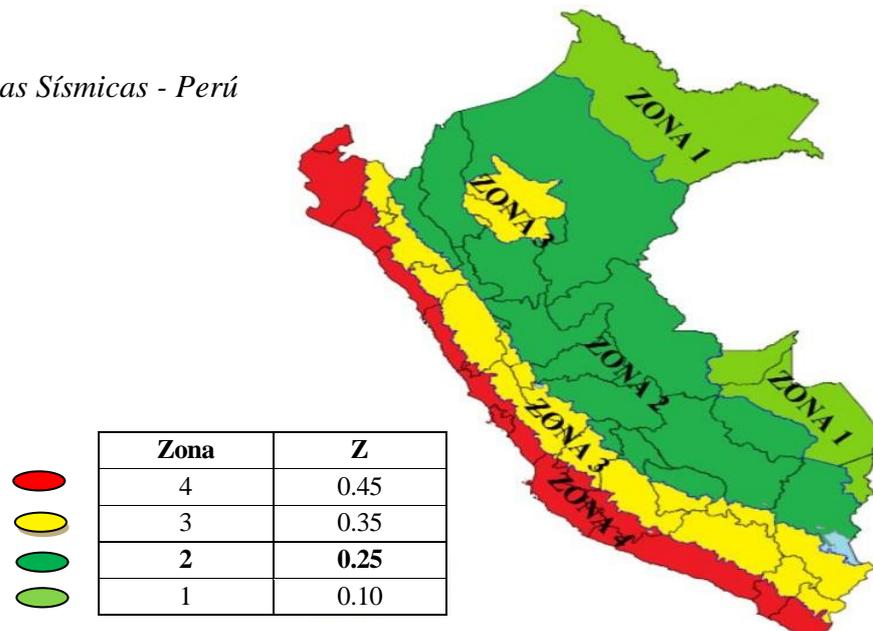
g = Aceleración de gravedad

a.2. Factor de Zona (Z)

Según MVCS, (2019) en el Art. 10 de la N.T. E.030, el Perú se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas, la zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia del epicentro, así como en la información geotectónica; el factor de zona se asignó según la zona sísmica en la cual se ubica la edificación, siendo interpretado como la aceleración máxima horizontal del terreno (suelo rígido) con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Figura 5.

Mapa de Zonas Sísmicas - Perú



Nota. Modificado de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente por el MVCS, (2019).

Jaén se encuentra en la zona sísmica N°2, lo que le corresponde un factor Z de 0.25 según el **MVCS, (2019)** en la N.T. E.030. Siendo el ámbito geográfico de Jaén, Bagua y Chachapoyas están en riesgo debido a dos sistemas sismo-tectónicos, uno de los cuales es la Cordillera del Cóndor. En los últimos 35 años, la zona ha experimentado 6 sismos con focos superficiales, todos en la región Amazonas. **INDECI-PNUD, (2015)**.

a.3. Factor de suelo (S)

Para conocer el tipo de suelo de la edificación se realizó un estudio de Mecánica de Suelos evaluando la muestra obtenida en la calicata de la edificación (**Anexo N°02**). En caso no haya la posibilidad de realizar el estudio de Mecánica de Suelos; este valor se tomará de manera general de los mapas de geología. Los tipos de perfiles de suelos definidos por **MVCS,(2019)** en el **Art. 12** de la **N.T. E.030**; son:

Tabla 4.

Simbología de perfiles de Suelo según N.T. E.030.

SIMBOLOGÍA DE PERFILES DE SUELO	
SIMBOLOGÍA	TIPO DE SUELO
S ₀	Roca dura
S ₁	Roca o suelos muy rígidos
S ₂	Suelos intermedios
S₃	Suelos blandos
S ₄	Condiciones excepcionales

Tabla 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		

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente por el MVCS, (2019).

- Parámetros de sitio (S , T_P , T_L), el periodo corto (T_P) y largo (T_L) se seleccionan según el perfil de suelo en la siguiente tabla, ambos periodos se emplean para definir el coeficiente de amplificación sísmica (C)

Tabla 6.*Factor de suelo “s”*

Suelo Zona	S0	S1	S2	S3
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 7.*Periodos “ T_P ” y “ T_L ”*

Perfil de Suelo				
	S0	S1	S2	S3
T_P (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Nota. Factor de suelo “s” y Periodos “ T_P ” y “ T_L ” obtenidos del MVCS, (2019). N.T. E.030 de Diseño sismorresistente.

a.4. Factor de uso (u) y Categoría de edificación

Definido de acuerdo a la categoría de la edificación propuesta en el Art. 15. de la N.T. E.030.

Tabla 8.

Factor de uso (U)

Categoría	Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente, MVCS, (2019).

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad puede decidir si usa. **Nota 2:**

Se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

a.5. Coeficiente de Reducción de fuerza sísmica (R)

Según el MVCS, (2019), en el Art. 22 de la N.T. E.030 el coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) se selecciona según el sistema estructural y se determina como el producto del coeficiente básico de reducción (Ro) y de los factores de irregularidades en planta (Ip) y altura (Ia).

$$R = R_o \times I_p \times I_a$$

➤ **Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (RO).**

Tabla 9.

Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmica (Ro)

Sistema Estructural	Coeficiente básico de reducción Ro (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes A Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes A Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	4
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7 (**)

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente, MVCS, (2019).

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la

estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

➤ **Factores de irregularidades en planta (I_p) y altura (I_a).**

Tabla 10.

Irregularidades en planta (I_p).

Irregularidades estructurales en planta	Factor de irregularidad I_p
Regular-Sistema estructural simétrico	1.00
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Irregularidad de masa o peso	0.90

Tabla 11.

Irregularidades en altura (I_a).

Irregularidades estructurales en altura	Factor de irregularidad I_a
Regular-Sistema estructural continuo	1.00
Irregularidad de rigidez – Piso blando	0.75
Irregularidad de resistencia – Piso débil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez	0.50
Irregularidad extrema de resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrico vertical	0.90
Discontinua en los sistemas resistentes	0.80
Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes	0.60

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente, MVCS, (2019).

a.6. Factor de amplificación sísmica (C)

Según el MVCS, (2019) en el Art. 14 de la N.T. E.030 define al factor de amplificación sísmica C por las siguientes expresiones de acuerdo a las características de sitio:

Cuando las características de sitio son: $T < T_p$

$$C = 2.5$$

Cuando las características de sitio son: $T_p < T < T_L$

$$C = 25 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

Cuando las características de sitio son: $T < T_L$

$$C = 2.5 \frac{T_p T_L}{T^2}$$

Donde:

- T: Periodo fundamental de vibración de la estructura para
- cada dirección.
- TP: Periodo que define la plataforma del factor C
- TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C

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

Donde:

- h_n = Altura efectiva de la estructura desde nivel 0.
- C_T = Para mejor entendimiento de la elección del Periodo fundamental de vibración C_T , presentamos la siguiente tabla:

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

$C_T = 35$

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

$C_T = 45$

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

$C_T = 60$

- Edificios de albañilería.
- Edificios de concreto armado duales, de muros estructurales.
- Muros de ductilidad limitada.

b. Derivas de entre piso

Los desplazamientos relativos de entrepiso se determinan en el software SAP 2000 versión 24.0.0; modelando la edificación con las características (materiales y sección) de sus elementos estructurales, colocando brazos rígidos, diafragma, y los parámetros encontrados anteriormente, simulando un sismo. Verificando el límite de distorsión de entrepiso (concreto 0.7 %).

Según **Andrade (2004)** como citó **Huancas, (2020)**, para estimar estos desplazamientos utilizamos la deriva de entre piso, siendo uno de los parámetros más empleados, su valor depende de factores como es el tipo de material, el tipo de sistema estructural, la carga axial actuante, el detalle de las estructuras y el daño que puede aceptar la estructura, el desplazamiento lateral relativo es la diferencia entre los desplazamientos laterales de dos niveles consecutivos, producidos por la aplicación de las solicitaciones sísmicas sobre la estructura y se determina con la siguiente fórmula:

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

Donde:

- Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel i.
- δ_i, δ_{i-1} : Desplazamientos laterales en los niveles i e i-1.

Hacemos uso de la siguiente formula que nos permite calcular la distorsión o deriva de entrepiso:

$$\Delta = \frac{\Delta_i}{h_{ei}}$$

Donde:

- h_{ei} : Altura del entre piso

Para Estructuras regulares, la norma indica que, para calcular los desplazamientos laterales, se debe multiplicar 0,75 y el factor de reducción a los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico. Además, impone los límites de distorsión de entrepiso según el material predominante.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder la fracción de altura de entrepiso que se indica en la tabla siguiente:

Tabla 12.

Límites para la distorsión máxima de entrepiso.

Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente, MVCS, (2019).

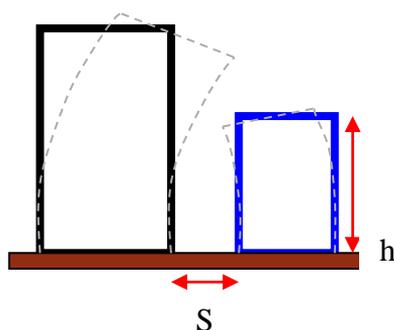
c. Junta Sísmica

La importancia de la junta sísmica radica en evitar que dos estructuras impacten durante un sismo, este efecto de impacto puede ser catastrófico si las estructuras no están lo suficientemente separadas.

El MVCS, (2019) en la N.T. E.030, menciona en el Artículo 33 la separación mínima S que deben tener dos estructuras adyacentes para evitar el impacto.

Figura 6.

Junta sísmica



Esta distancia no es menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$S = 0.006 * h \geq 0.03m$$

Donde:

- h : Altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar “ S ”.

d. Comportamiento de las Columnas.

d.1. Cantidad de acero existente en columnas.

Hacemos uso de los planos estructurales del pabellón “C” de la Institución Educativa 16001.

Tabla 13.

Área de barras de acero de refuerzo.

DIÁMETRO DEL FIERRO	ÁREA NOMINAL (mm²)	PESO NOMINAL (kg/m)	PESO MÍNIMO (kg/m)
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

Nota. "Manual del maestro constructor". SIDERPERÚ.

d.2. Cantidad de acero necesario en columnas.

Sin considerar cargas del sismo:

Para obtener el acero necesario de las columnas, sin considerar los efectos del sismo, se aplicó lo indicado por **MVCS, (2009)**. en la N.T. E.060, en el apartado de elementos sometidos a compresión con carga excéntrica, despejando el A_{st} a partir de la ecuación.

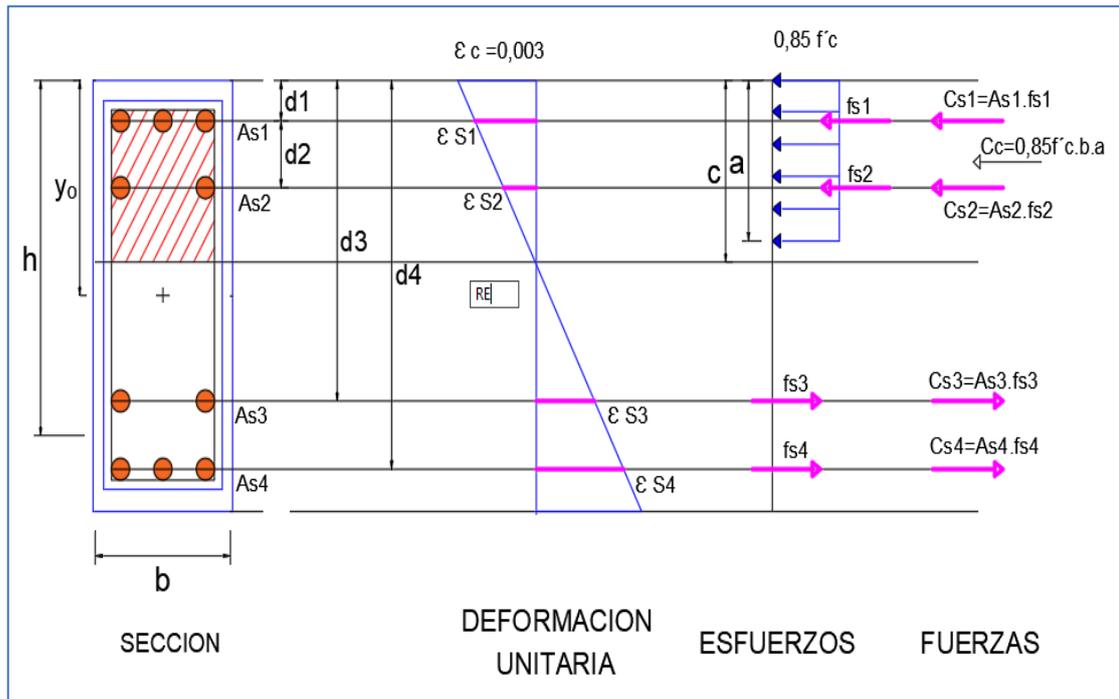
$$\phi P_n = 0.8\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}]$$

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)

Figura 7.

Sección rectangular de concreto armado sometido a flexocompresión.



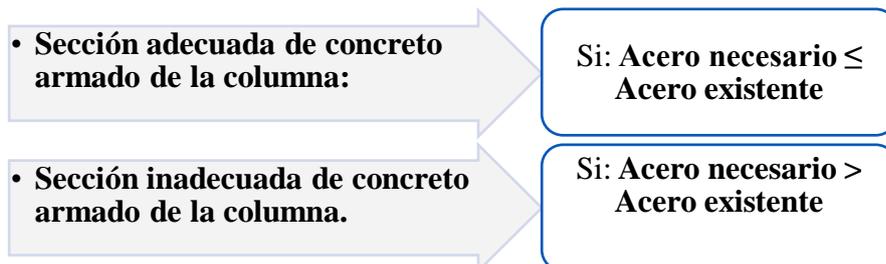
Nota. Morales Diseño en Concreto Armado 2006

Considerando cargas del sismo:

Determinamos el acero necesario considerando cargas de sismo mediante el programa SAP2000 versión 24.0.0; con el uso de diagramas de iteración y ábacos, el cual nos permitió su cálculo de manera más precisa frente a efectos sísmicos.

d.3. Verificación de la Cantidad de Acero

El acero existente y necesario se debe cumplir las siguientes comparaciones:



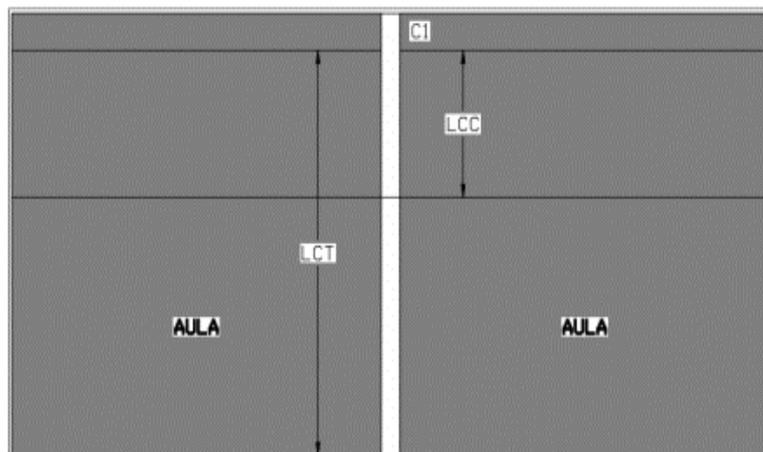
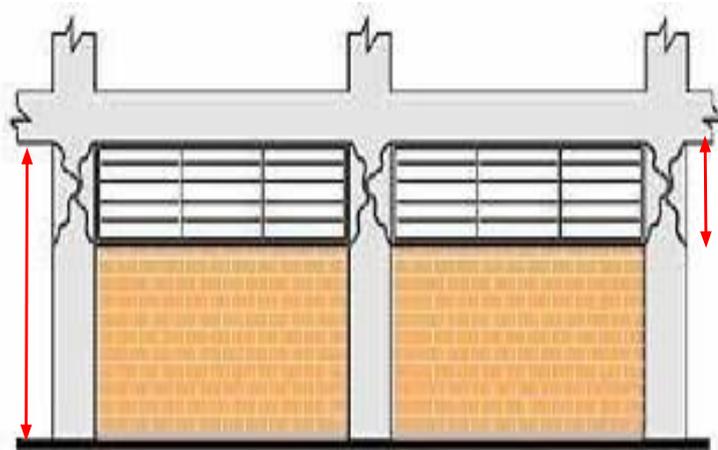
e. Falla por columna corta.

e.1. Efecto de la rigidez producido por columna corta

Según San Bartolomé, (1994) considera que para analizar la influencia de la posición de los vanos (o tabiques) en las ventanas, se calcula la rigidez tanto de la columna completa (K_{CT}) como de las columnas cortas (K_{CC}). Esto se logra mediante la aplicación de una ecuación.

Figura 8.

Esquema de alturas de columna total y columna corta.



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

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

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

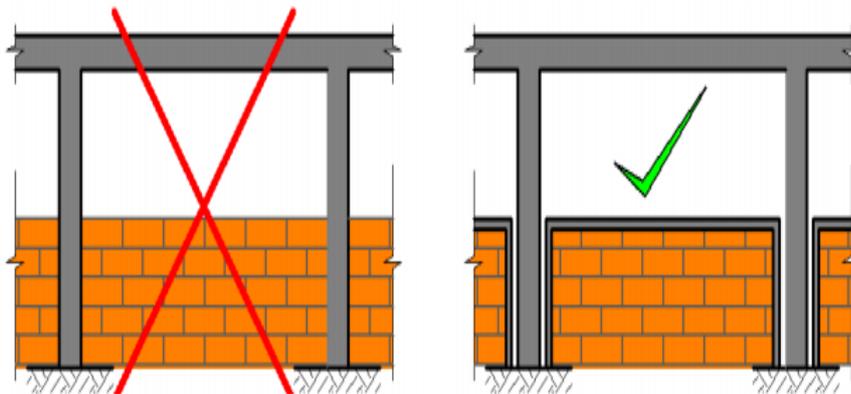
$$K_{y_{CC}} = \frac{12E.I_{YY}}{L_{CC}^3}$$

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

Figura 9.

Columna corta, Imagen derecha columna corta adecuada respetando las juntas sísmicas.

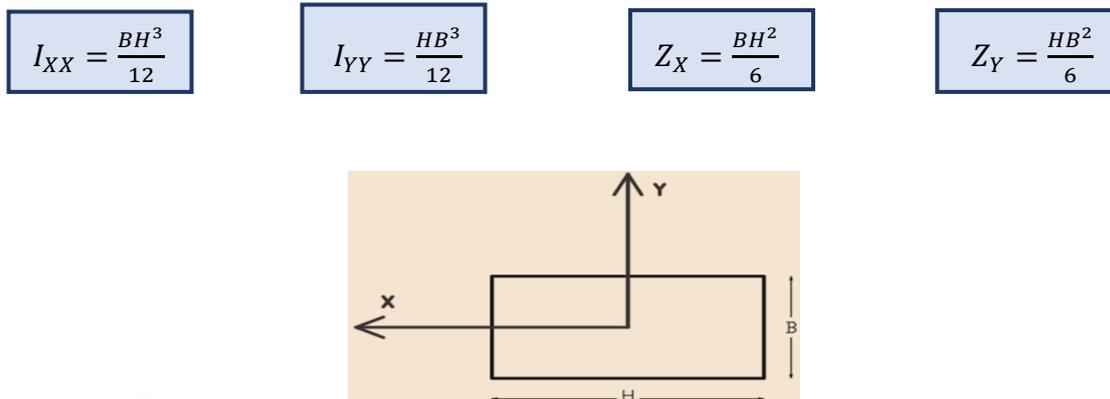


e.2. Momentos de inercia en columnas.

El momento de inercia de una columna indica en qué dirección resiste mejor los momentos flexionantes causados por un sismo. Cuanto mayor sea el momento de inercia o el módulo de sección, menores serán las tensiones y deformaciones ante la carga sísmica.

Figura 10.

Esquema de columna típica



Donde:

- **B:** Base de la columna.
- **H:** Altura de la columna.
- **I_{XX} :** Momento de inercia en la dirección x.

Finalmente se consideraron tres tipos de comportamiento en base a lo anteriormente mencionado.

COMPORTAMIENTO ADECUADO

- Si las secciones de las vigas y columnas existentes son suficientes para soportar las cargas a las cuales están sometidas.
- El acero necesario en las columnas es menor que el acero existente en las mismas.
- No presenta problemas de columna corta.
- El esfuerzo admisible a compresión en columnas no supera el 45% de la resistencia de diseño.
- Los desplazamientos relativos de entrepiso son menores a 0,007.

COMPORTAMIENTO ACEPTABLE

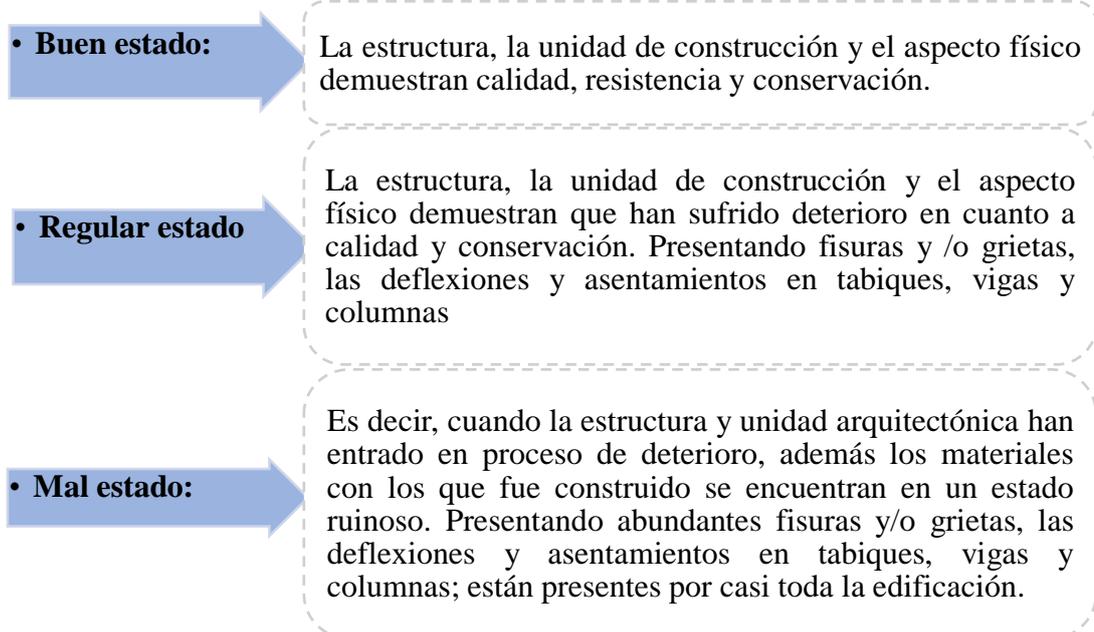
- Si las secciones de las columnas existentes son suficientes para soportar las cargas a las cuales están sometidas, el acero necesario en las columnas es menor que el acero existente en las mismas.
- Presenta algunos problemas de columna.
- Las vigas soportan cargas muertas y vivas, pero ante cargas sísmicas pueden fallar.
- Los desplazamientos relativos de entrepiso son menores a 0,007.

COMPORTAMIENTO INADECUADO

- Si las secciones de las vigas y columnas existentes son insuficientes para soportar las cargas a las cuales están sometidas.
- El acero necesario en las columnas es mayor que el acero existente en las mismas.
- Presenta problemas de columna corta.
- El esfuerzo admisible a compresión en columnas supera el 45% de la resistencia de diseño.
- Los desplazamientos relativos de entrepiso son mayores a 0,007.

B. Estado actual de la edificación.

Se clasificó el estado de conservación de los edificios tomando en cuenta los siguientes criterios:



3.3.2.2. VULNERABILIDAD SISMICA NO ESTRUCTURAL.

A) Estabilidad de tabiques

En este parámetro se evaluó la estabilidad de los tabiques, para dicho cálculo se empleó la metodología propuesta por el MVCS, (2006) en la N.T. E.070. San Bartolomé, (1994) compara el momento actuante que se da debido a cargas perpendiculares al plano del muro y su momento resistente siendo este paralelo al plano del muro.

a. Momento Actuante

La N.T. E.070 nos brinda la siguiente ecuación donde se calculará el momento flector distribuido por unidad de longitud (M_s , en $KN\ m/m$), producido por la carga sísmica ω :

$$M_s = m \cdot \omega \cdot a^2$$

Donde:

- M_s : Momento actuante.
- m : Coeficiente de momento (Tabla 2)
- a : Dimensión crítica del plano de albañilería en metros
- ω : La carga por metro cuadrado de muro

Los muros o tabiques desconectados de la estructura principal serán diseñados para resistir una fuerza sísmica asociada a su peso, de acuerdo a lo indicado en la N.T. E.030.

La magnitud de carga " ω " se calculará con la expresión siguiente:

$$\omega = \frac{F}{L * h}$$

Donde:

- F : Fuerza de diseño de tabique.
- L : Longitud del tabique.
- h : Altura del tabique.

Según el **MVCS, (2019)** en el artículo 38 la **N.T. E.030**, para diseñar los elementos no estructurales, sus anclajes, y sus conexiones se deberá considerar que estos resistan una fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_e):

$$F = \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e$$

Donde:

- F : Fuerza sísmica horizontal de diseño.
- F_i : Fuerza sísmica en el nivel “i”.
- C_1 : Coeficiente sísmico.
- P_e : Peso del tabique.

Según la **N.T. E.030**, artículo 39, los elementos no estructurales que se encuentran en la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal calculada de la siguiente manera:

$$F = 0.50 * Z * U * S * P_e$$

Donde:

- Z : Factor de zona.
- U : Factor de uso.
- S : Factor de suelo.

La N.T. E.030, en el artículo 28, nos dice las fuerzas sísmicas horizontales correspondientes a la dirección considerada, en cualquier nivel “ i ”, se encuentran mediante las siguientes expresiones:

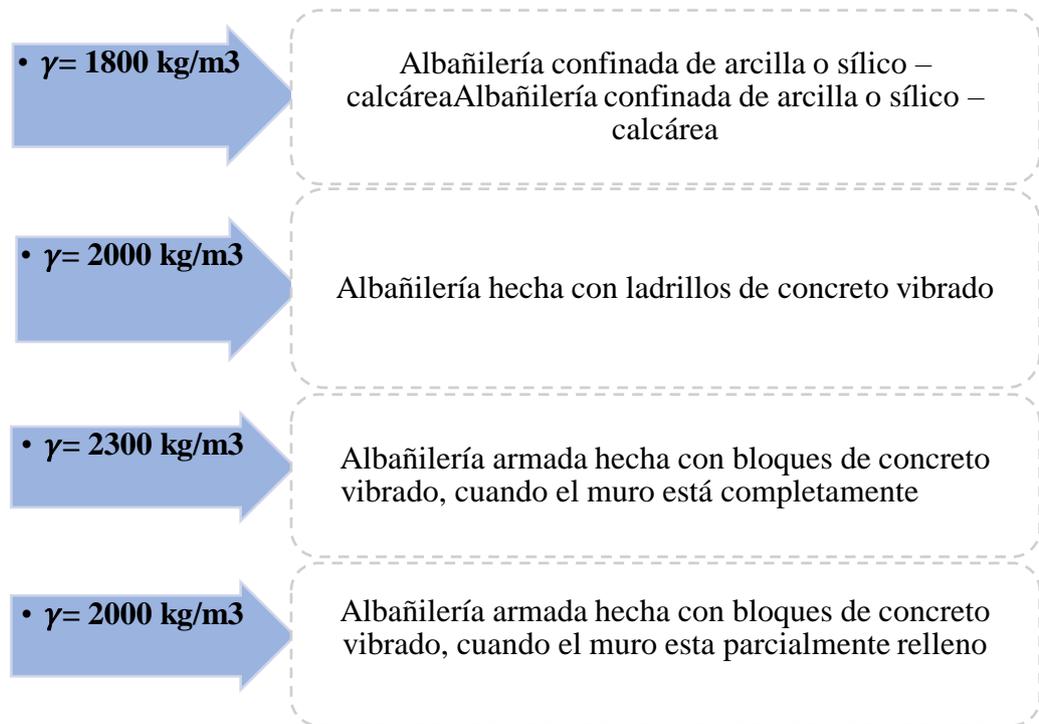
$$F_i = a_i * V$$

$$a_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum_{j=1}^n P_j * h_j^k}$$

Donde:

- a_i : Factor de distribución de fuerza sísmica horizontal para cada nivel.
- V : Cortante sísmico en la base de la estructura.
- k : Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura
- T , en la dirección considerada.
- La N.T. E.0.30, nos indica que para el cálculo del exponente “ k ”, se consideran las siguientes ecuaciones:
 - Para $T \leq 0.50$ segundos: $k=1$
 - Para $T \leq 0.50$ segundos: $k=0.75+0.50T \leq 2.00$

El peso volumétrico de la albañilería (γ) puede adoptarse de la siguiente manera, según el tipo de albañilería:



El coeficiente sísmico C_1 se determinó según lo propuesto por el MVCS, (2020)

en la N.T. E.030, como se muestra en la tabla:

Tabla 14.

Coeficiente sísmico C_1

Elementos que al fallar pueden precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
Muros y tabiques dentro de una edificación.	2.0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
Equipos rígidos conectados rígidamente al paso.	1.5

Nota. Obtenido de la N.T. E.030 Diseño sismorresistente, MVCS, (2019).

Se considera el número de bordes arriostrados como nos muestra la tabla, para determinar el coeficiente de momento “m” y la dimensión crítica “a” del paño de albañilería en metros. Valores del coeficiente de momento “m” y dimensión crítica “a”.

Tabla 15.

Valores del coeficiente de momentos " 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	0.1180	0.1250	
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									

Nota. Obtenido del MVCS, (2006). N.T. E.070..

b. Cálculo del Momento Resistente.

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión de muro (Mr) se utilizó la siguiente ecuación:

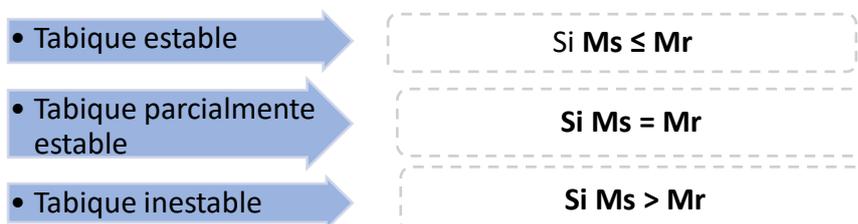
$$Mr = 16.7 \cdot t^2$$

Donde:

- Mr : Momento resistente a tracción por flexión en KN-m/m
- t : Espesor bruto del muro en metros

c. Verificación de estabilidad de tabiques.

Para verificar la estabilidad de tabiques comparamos el momento actuante (M_s) y el momento resistente (M_r):



3.3.3. PELIGRO SÍSMICO

Para la evaluación del peligro sísmico según **Mosqueira Moreno, (2012)** se considera la sismicidad, el tipo de suelo (ver Anexo 02), y la topografía de la zona (ver Anexo 01) sobre la que está construida la edificación. Los valores asignados a cada parámetro (peligro sísmico alto, medio o bajo), nótese en la tabla; se reemplazan en la ecuación para calificar numéricamente el peligro sísmico.

$$\text{Peligro sísmico} = (0.4 \times \text{sismicidad}) + (0.4 \times \text{suelo}) + (0.2 \times \text{topografía})$$

Tabla 16.

Valores de los parámetros del peligro sísmico.

Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (20%)	
Baja	1	Suelo rígido	muy 1	Plana	1
Media	2	Suelo intermedio	2	Media	2
Alta	3	Suelo blando	3	Pronunciada	3

Nota. Obtenido de Mosqueira Moreno (2012) como se citó en Flores, O. (2022). *Tesis de grado*. Repositorio Institucional UNC.

Tabla 17.

Rango de valores de las variables para cuantificar el Peligro Sísmico.

Sismicidad (40%)	Estructural						Pesos (%)			Peligro sísmico	Valor numérico
	Suelo (40%)			Topografía (20%)			40	40	20		
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plano	Media	Pronunciada					
BAJA	x			x			1	1	1	Bajo	1.00
	x				x		1	1	2		1.20
	x					x	1	1	3		1.40
		x		x			1	2	1	Bajo	1.40
		x			x		1	2	2		1.60
		x				x	1	2	3		1.80
			x	x			1	3	1	Medio	1.80
			x		x		1	3	2		2.00
			x			x	1	3	3	Alto	2.20
MEDIA	x			x			2	1	1	Bajo	1.40
	x				x		2	1	2		1.60
	x					x	2	1	3		1.80
		x		x			2	2	1		1.80
		x			x		2	2	2		2.00
		x				x	2	2	3	Medio	2.20
			x	x			2	3	1		2.20
			x		x		2	3	2		2.40
			x			x	2	3	3	Alto	2.60
ALTA	x			x			3	1	1	Bajo	1.80
	x				x		3	1	2		2.00
	x					x	3	1	3		2.20
		X		x			3	2	1	Medio	2.20
		X			x		3	2	2		2.40
		x				x	3	2	3		2.60
			X	x			3	3	1		2.60
			x		x		3	3	2	Alto	2.80
			x			x	3	3	3		3.00

Nota. Obtenido de Mosqueira Moreno (2012) como se citó en Flores, O. (2022). Tesis de grado.

Repositorio Institucional UNC.

Tabla 18.

Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico.

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO		
Baja	Bajo	1.00	a	1.60
	Medio	1.80	a	2.00
	Alto			2.20
Media	Bajo Medio	1.40	a	1.60
	Alto	1.80	a	2.40
				2.60
Alta				1.80
	Bajo Medio Alto	2.00	a	2.40
		2.60	a	3.00

Nota. Obtenido de Mosqueira Moreno (2012) como se citó en Flores, O. (2022). *Tesis de grado*.

Repositorio Institucional UNC.

3.3.3.1. SISMICIDAD

La sismicidad se clasifica según **MVCS, (2019)** en la N.T. E.030, dividiendo al territorio peruano en cuatro zonas sísmicas:

Sismicidad Baja:

- **Zona Z1:** Zona de baja sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 25% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

Sismicidad Media:

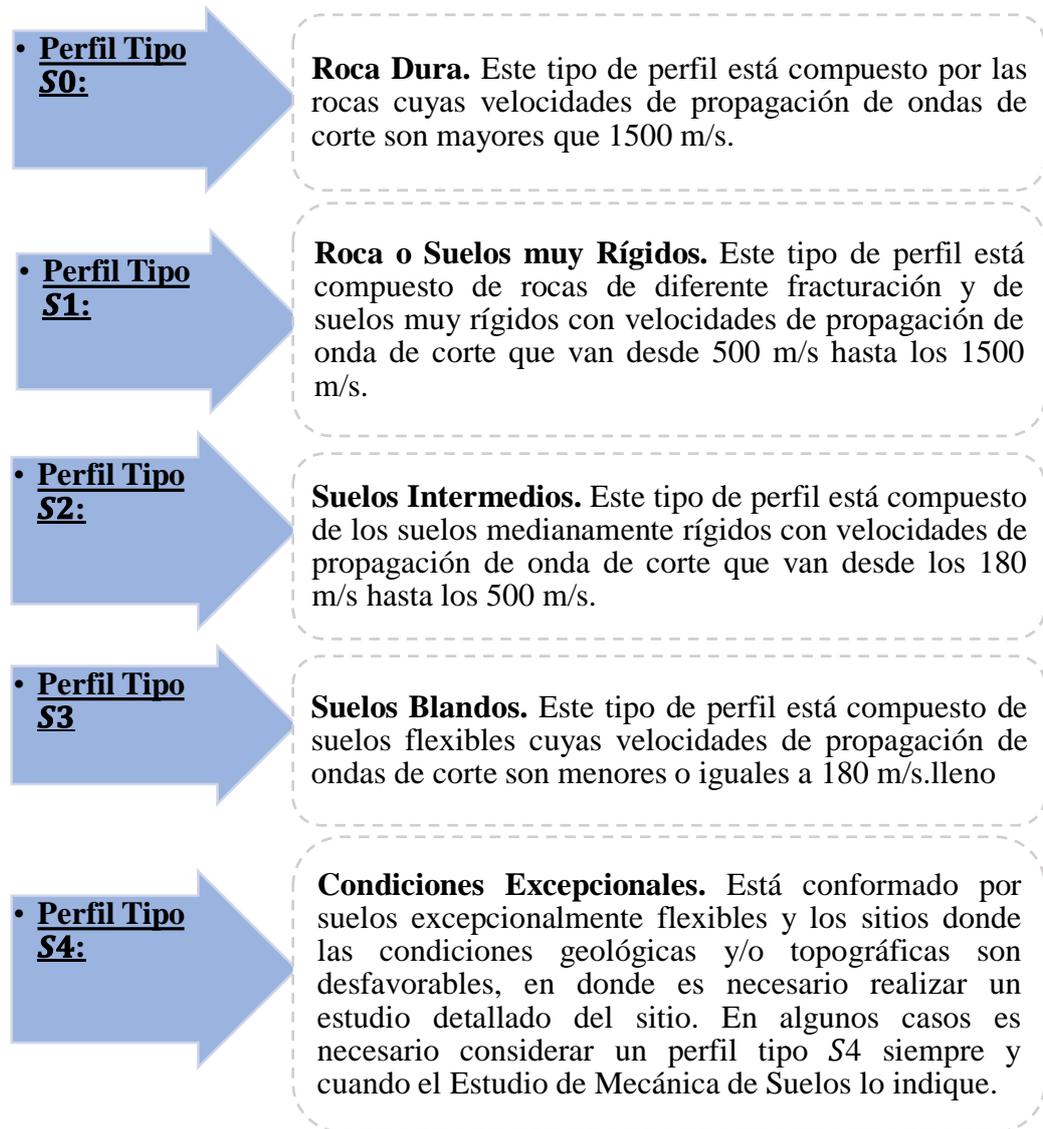
- **Zona Z2:** Zona de moderada sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 25% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.
- **Zona Z3:** Zona de moderada sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 35% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

Sismicidad Alta:

- **Zona Z4:** Zona de alta sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 45% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

3.3.3.2. TIPO DE SUELO

El tipo de suelo se clasifica considerando la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, según el **MVCS, (2019)** en la N.T. E.030 en:



3.3.3.3. TOPOGRAFÍA

La evaluación de la topografía se realizó con estación total y haciendo uso del Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor (D.S.N°017/09-AG) según MINAGRI, (2009) se estableció:

Tabla 19.

Clasificación de Topografía.

TIPOS DE TOPOGRAFÍAS	
Topografía plana:	Aquella cuya pendiente es menor a 15%.
Topografía media:	Aquella cuya pendiente es mayor a 15% pero menor a 50%.
Topografía pronunciada:	Aquella cuya pendiente es mayor a 50%.

Nota: Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor (D.S.N°017/09-AG)

3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.4.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES

La presente investigación nos permite predecir cuál será el comportamiento del pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001, ante la ocurrencia de un evento sísmico severo, el resultado dependerá de la vulnerabilidad sísmica de la edificación y del peligro sísmico de la zona de estudio.

A. VARIABLE

Nivel de riesgo sísmico

B. SUBVARIABLES

Vulnerabilidad sísmica - Peligro sísmico

3.4.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.2.1. TIPO

Aplicada ya que se emplearon metodologías y técnicas para obtener los niveles de riesgo sísmico del Pabellón C de la Institución Educativa Primaria 16001 del distrito de Jaén – Cajamarca.

3.4.2.2. NIVEL

La Investigación fue de nivel descriptivo porque se enfoca en realizar un informe detallado sobre el fenómeno de estudio, sus características y configuración.

3.4.2.3. DISEÑO

La investigación es no experimental ya que no se puede controlar, manipular o alterar la variable, sino que se basa en la interpretación, la observación o las interacciones realizadas; primero se evaluó la Vulnerabilidad y el Peligro sísmico de mencionado pabellón, prediciendo el comportamiento del estado final de la edificación ante la presencia de un evento sísmico severo.

3.4.2.4. ENFOQUE

Enfoque metodológico cuantitativo, porque se enfoca en expresar las variables a través de valores numéricos.

3.4.2.5. MEDICIÓN

Es un estudio transversal debido a que se investigó el posible nivel de riesgo sísmico en un momento determinado de la realidad.

3.4.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS.

3.4.3.1. POBLACIÓN.

Está conformada por los pabellones A, B Y C Institución Educativa Primaria 16001, Jaén – Cajamarca, que son de dos pisos y presentan sistema estructural porticado.

3.4.3.2. MUESTRA.

La técnica de muestreo es no probabilístico, se seleccionó el pabellón “C” de Institución Educativa Primaria 16001, para el análisis de la investigación.

3.4.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.

Pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001 del distrito de Jaén – Cajamarca.

3.4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- **Observación:** Se observa de manera directa el estado actual de la edificación, realizando una inspección visual de manera detallada, notando las fallas de la estructura y capturando en fotografías la situación de la edificación
- **Levantamiento arquitectónico (Estación total, TOPCON ES 150):** Permitió replantear los planos de arquitectura, verificando las distancias, medidas de terreno y alineamiento poco accesible con wincha.
- **Estudio de mecánica de suelos:** Con la muestra obtenida de la calicata se determinó en el laboratorio, las características mecánicas del suelo donde se ubica nuestra edificación. (**Anexo N° 02**).

- **Estudio de Esclerometría:** Mediante este ensayo in situ y no destructivo obtenemos la resistencia a compresión (kg/cm²) de los elementos estructurales (f'c de Columnas y f'c de Vigas). (**Anexo N° 03**).

3.4.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Técnica de investigación de análisis documental y de contenido: Se siguieron las metodologías y parámetros de normas, guías de investigaciones similares, plantillas de Excel y el SAP 2000 versión 24.0.0. para la obtención de los resultados.

- Para la vulnerabilidad sísmica estructural, se calculó la pseudo aceleración en hojas de Excel, y simulando un sismo en el software SAP 2000 versión 24.0.0, se encontró los desplazamientos de entre piso obteniendo el comportamiento sísmico de la edificación; en cuanto al diagnóstico del estado actual de la edificación se interpretó las fotos de la edificación.
- La estabilidad de la tabiquería la encontramos rigiéndonos a la N.T. E.070 y la N.T. E.030 según el MVCS, (2019); deduciendo así la Vulnerabilidad sísmica no estructural.
- Para calcular el peligro sísmico del pabellón; interpretamos los resultados obtenidos en: la sismicidad en la N.T. E.030, el tipo de suelo (estudio de suelo en laboratorio) y su topografía (pendiente que presenta según MINAGRI, (2009).

3.4.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.4.6.1. DATOS PRELIMINARES

A) Descripción de la edificación.

El Pabellón “C” pertenece al Colegio 16001 Ramón Castilla y Marquesado, primaria, Jaén – Cajamarca; presenta sistema estructural aporticado de concreto armado. Las losas en una sola dirección en el primer nivel y calamina en el segundo nivel. Para el análisis de la edificación se ha considerado la distribución presente en los planos (**Anexo N°01**).

B) Características de los materiales

Se utilizaron en el análisis y modelamiento estructural con el software SAP 2000 V. 24.

Propiedades y especificaciones técnicas del concreto – Pabellón “C”, I.E. Primaria16001 del distrito de Jaén – Cajamarca.

• **Resistencia a compresión de columnas y vigas**

Obtenido en el Ensayo de esclerometría (Anexo N° 03), de acuerdo al ítem 8 de la **NTP 339.181, (2013)**.

- Columnas: $f_c = 180.00 \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$

- Vigas: $f_c = 200.00 \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$

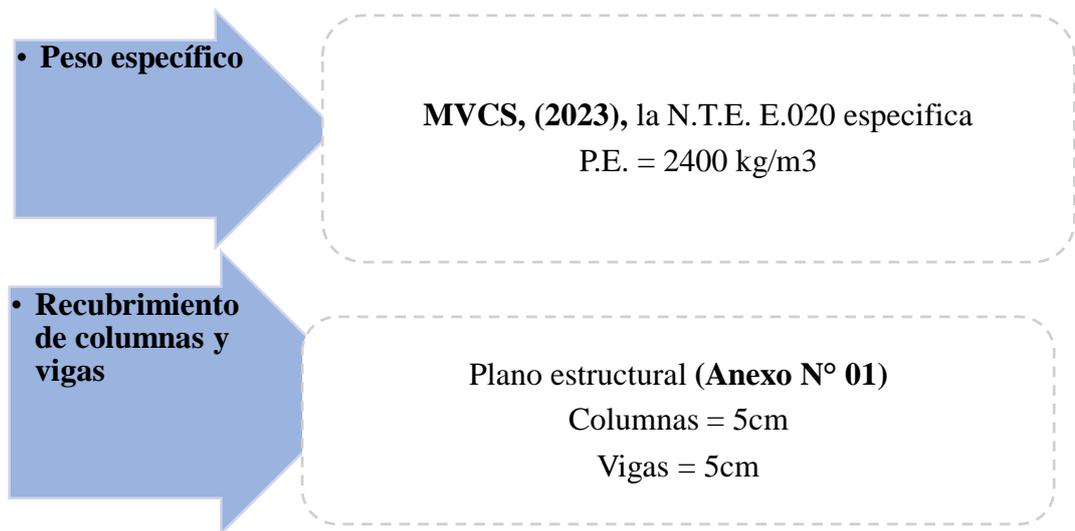
• **Módulo de elasticidad**

Según MVCS, (2009); N.T. E.060.

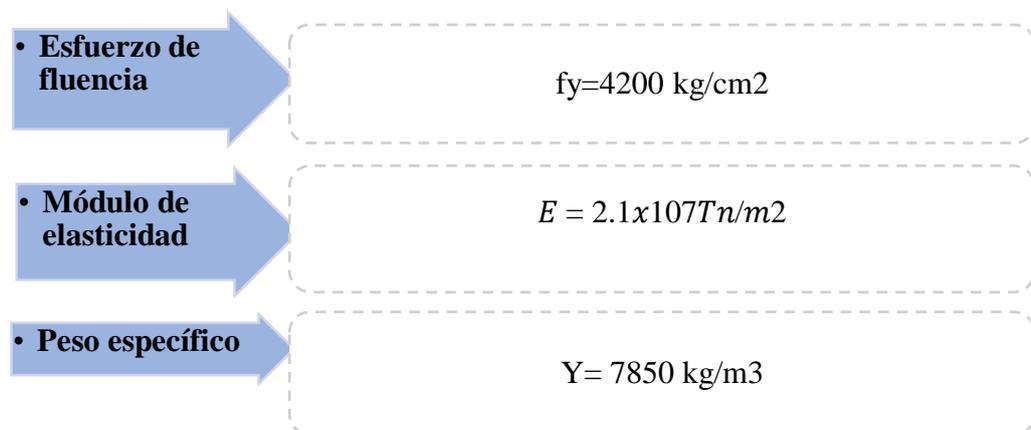
$$E = 15\,000 * \sqrt{f_c} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

- Columnas: $E = 2012461.2 \left(\frac{Tn}{m^2} \right)$

- Vigas: $E = 2121320.3 \left(\frac{Tn}{m^2} \right)$



Propiedades y especificaciones técnicas del acero, Pabellón “C”- I.E. Primaria16001 del distrito de Jaén – Cajamarca.



C) Medrado de cargas

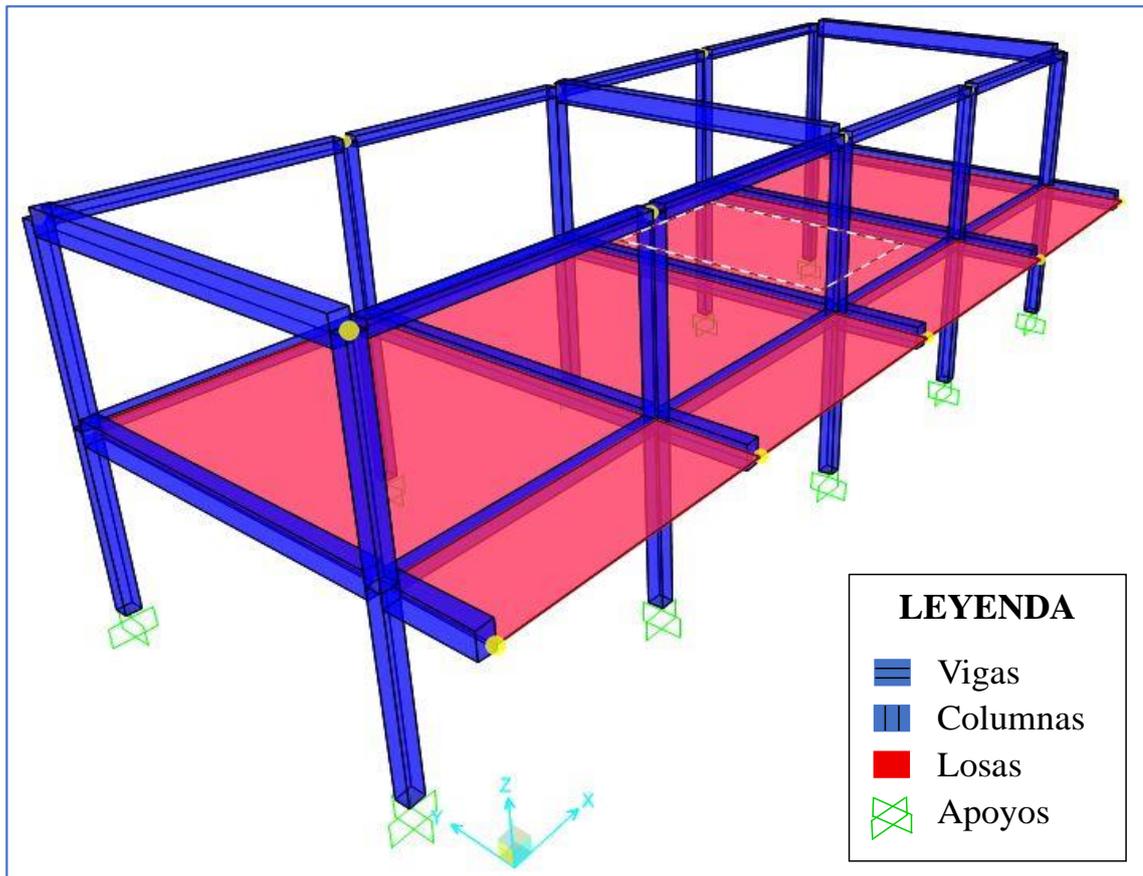
El medrado de cargas muertas y vivas se ha realizado de acuerdo a la N.T.E. E.020 según el **MVCS, (2006)**, mayor detalle en **Anexo N° 04**.

D) Modelo estructural

Se realizó el **modelo estructural en el software SAP2000 v.24 (Anexo N° 06)**.

Figura 11.

Modelo 3D – Pabellón “C”



3.4.6.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Tabla 20.

Vulnerabilidad sísmica

ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL		VULNERABILIDAD
COMPORTAMIENTO	ESTADO ACTUAL	TABIQUERÍA		
Adecuada (1)	Bueno (1)	Todos estables (1)		ALTA
Aceptable (2)	Regular (2)	x	Algunos estables (2)	
Inadecuada (3)	Malo (3)	x	Todos inestables (3)	

Reemplazando los valores de la tabla:

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = (0.60 \times 3) + (0.30 \times 2) + (0.10 \times 3)$$

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 2.7$$

El pabellón C de la Institución Educativa 16001 de la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca tiene una **VULNERABILIDAD SÍSMICA ALTA**

3.4.6.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

A) Comportamiento Sísmico del edificio

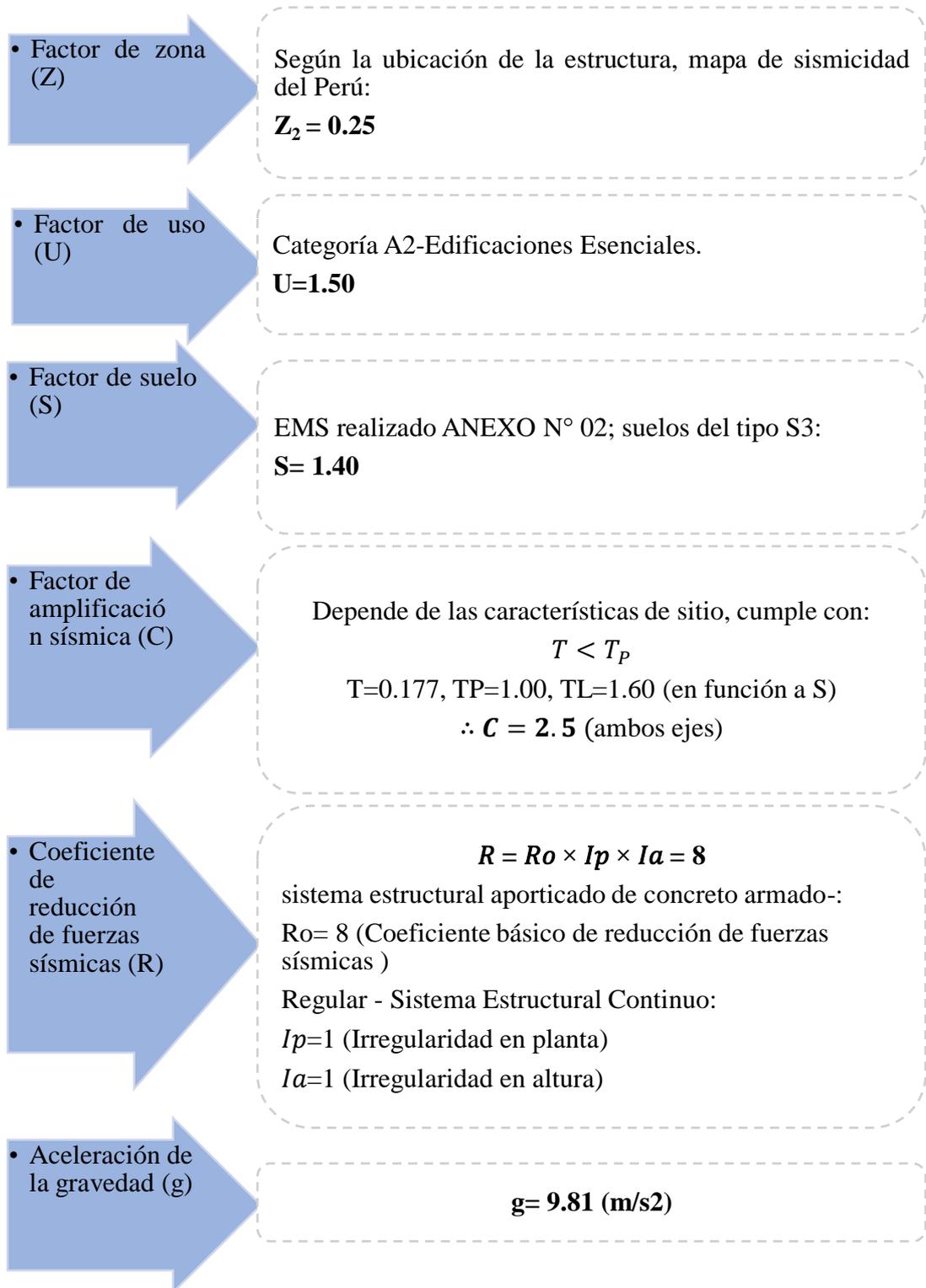
Presenta un **INADECUADO** comportamiento estructural.

A1. Análisis sísmico espectral

El espectro de Pseudo Aceleración y sus parámetros según el **MVCS, (2019)**, propuesto en la N.T. E.030, se encuentran detallados en el **Anexo N°05**

“Espectro de diseño”:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g = \frac{0.25 * 1.50 * 2.5 * 1.40}{8} \cdot 9.81 = 1.609 \text{ m/s}^2$$



A.2. Derivas de entre piso

Se determinaron los desplazamientos relativos de entrepiso en el modelamiento sísmico espectral.

Tabla 21.*Resumen de desplazamientos en la dirección X para los pisos 1 y 2*

SISMO EN LA DIRECCIÓN X								
	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
PISO	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS
1	13.61	0.00439	12.55	0.00405	12.55	0.00405	13.61	0.0044
BASE	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 22.*Resumen de desplazamientos en la dirección Y para los pisos 1 y 2*

SISMO EN LA DIRECCIÓN Y								
	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
PISO	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS	DESPLAZAMIENTO	DERIVAS
1	7.45	0.0024	7.45	0.0024	13.10	0.0042	13.10	0.0042
BASE	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 23.*Derivas promedio de entrepiso en la dirección X*

DERIVAS DE ENTREPISO EN X							
PISO	DERIVAS DEL NUDO A	DERIVAS DEL NUDO B	DERIVAS DEL NUDO C	DERIVAS DEL NUDO D	DERIVAS DE ENTREPISO	LÍMITE SEGÚN E.030	CUMPLE
1	0.0044	0.0040	0.0040	0.0044	0.0042	0.007	SI
BASE	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.007	SI

Tabla 24.*Derivas promedio de entrepiso en la dirección Y*

DERIVAS DE ENTREPISO EN Y							
PISO	DERIVAS DEL NUDO A	DERIVAS DEL NUDO B	DERIVAS DEL NUDO C	DERIVAS DEL NUDO D	DERIVAS DE ENTREPISO	LÍMITE SEGÚN E.030	CUMPLE
1	0.0024	0.0024	0.0042	0.0042	0.0033	0.007	SI
BASE	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006	0.0005	0.007	SI

A.3. Junta sísmica

Figura 12.

Junta sísmica, pabellón C.

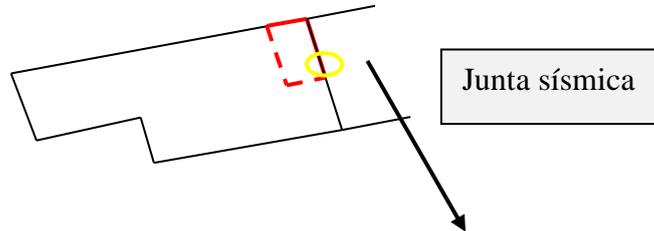


Tabla 25.

Espesor de la junta sísmica

Junta existente	Junta mínima	Verificación
3.15 cm	3,72 cm	No cumple

$$S = 0.006 * h \geq 0.03m$$

$$S = 0.0372 \geq 0.03m$$

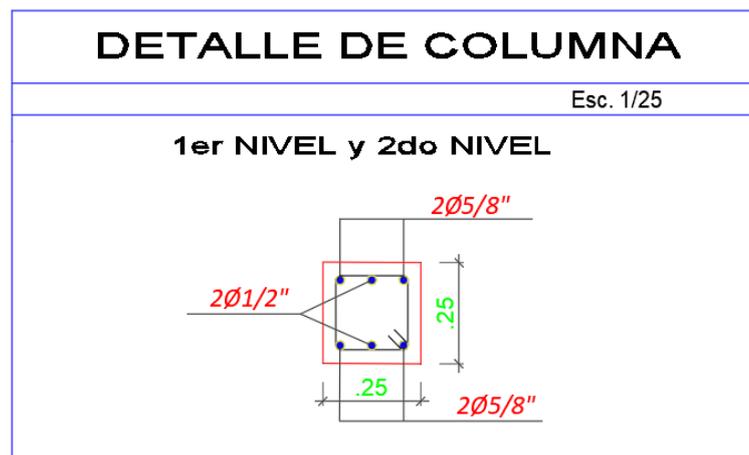
Donde:

- **h:** 6.20m.

A.4. Comportamiento de las columnas

Figura 13.

Secciones Transversales de Columnas.



Acero Existente

La columna se compone de 6 barras de acero 4Ø5/8 y 2Ø1/2, es decir existe 8.90 cm² de acero.

Acero Necesario

Valor mínimo requerido de acero de la estructura en estudio.

$$AT = 6.25 \text{ cm}^2 \dots \dots \dots \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = \%$$

$$A\emptyset = 6.25 \text{ cm}^2 \dots \dots \dots Ae = 4\emptyset \frac{5}{8} + 2\emptyset \frac{1}{2} = 4(1.59) + 2(1.27) \\ = 8.90 \text{ cm}^2$$

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

- PRIMER NIVEL

Tabla 26.

Acero existente y acero necesario en columnas – primer nivel.

EJE	1-A	1-B	5-A	5-B
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	27.00	27.00	27.00	27.00

EJE	2-A	3-A	4-A
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	27.00	27.00	27.00

EJE	2-B	3-B	4-B
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	27.00	27.00	27.00

- **SEUNDO NIVEL**

Tabla 27.

Acero existente y acero necesario en columnas – segundo nivel.

EJE	1-A	1-B	5-A	5-B
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	25.00	25.00	25.00	25.00

EJE	2-A	3-A	4-A
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	25.00	25.00	25.00

EJE	2-B	3-B	4-B
Acero existente (cm ²)	8.90	8.90	8.90
Acero necesario sin sismo (cm ²)	6.25	6.25	6.25
Acero necesario con sismo (cm ²)	25.00	25.00	25.00

A.5. Falla por columna corta

Figura 16.

Fotografía de rigidez de columna corta



Tabla 29.

Momento de inercia y módulo de sección de columnas

PABELLON	b (cm)	h (cm)	Ixx (cm ⁴)	Iyy (cm ⁴)	Zx (cm ⁴)	Zy (cm ⁴)
C-1	25.00	25.00	32552	32552	2604	2604

Tabla 30.

Relación de rigidez de columna corta y columna total - primer nivel

EJES			Longitud total		Longitud corta		Relación de K	
	L _T	L _C	12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	K _{XLC}	K _{YLC}
			(K _{XLT})	(K _{YLT})	(K _{XLC})	(K _{YLC})		
	(m)	(m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	K _{XLT}	K _{YLT}
3-A	3.00	1.60	291.15	291.15	1919.23	1919.23	6.59	6.59
3-A	3.00	0.45	291.15	291.15	86268.05	86268.05	296.30	296.30
4-A	3.00	1.00	291.15	291.15	7861.18	7861.18	27.00	27.00

Tabla 31.

Relación de rigidez de columna corta y columna total - segundo nivel

PABELLON			Longitud total		Longitud corta		Relación de K	
	L _T	L _C	12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	K _{XLC}	K _{YLC}
			(K _{XLT})	(K _{YLT})	(K _{XLC})	(K _{YLC})		
	(m)	(m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	K _{XLT}	K _{YLT}
2-A	3.00	1.60	291.15	291.15	1919.23	1919.23	6.59	6.59
2-B	3.00	1.60	291.15	291.15	1919.23	1919.23	6.59	6.59
4-A	3.00	1.60	291.15	291.15	1919.23	1919.23	6.59	6.59
4-B	3.00	1.60	291.15	291.15	1919.23	1919.23	6.59	6.59

B) Evaluación del estado actual de la edificación

Figura 17.

Columna: concreto desprendido y acero expuesto.

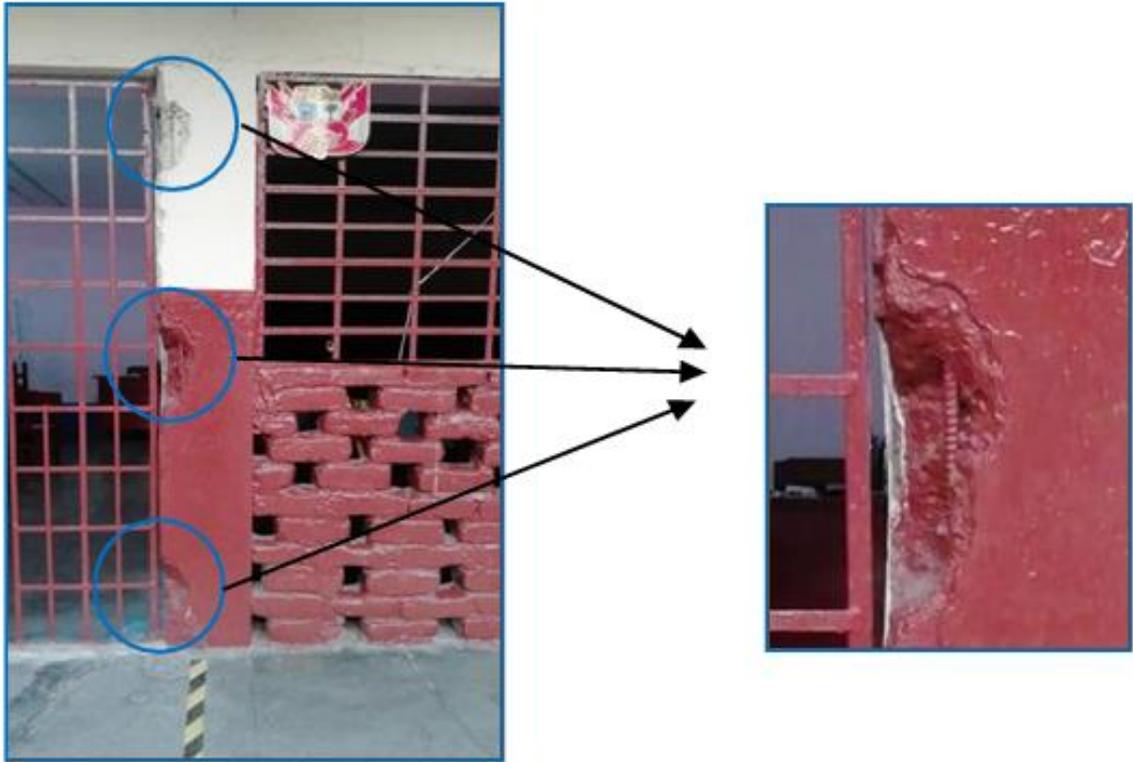


Figura 18.

Grietas y fisuras en la losa



Figura 19.

Desprendimiento de concreto en losa



Figura 20.

Desprendimiento de concreto, tuberías expuestas.



Figura 21.

Filtración de agua por goteo de calamina.



De las fotografías anteriores; se visualiza que la edificación se encuentra en **REGULAR ESTADO** de conservación, una de sus columnas presenta desprendimiento de concreto pudiendo observarse el refuerzo, se observaron grietas y fisuras en sus losas, no se presenciaron asentamientos diferenciales en el pabellón

3.4.6.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

A) Estabilidad de tabiques

Los tabiques del pabellón “C” son **ESTABLES**.

A1. Periodo fundamental de vibración de la estructura.

• **Modo 1:**
Traslacional en
la dirección X.

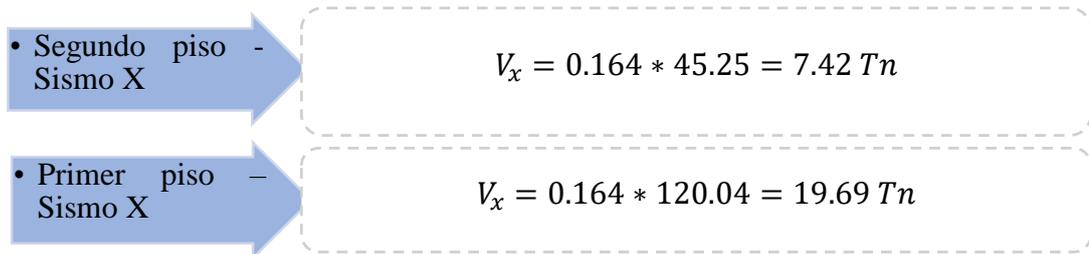
$$T = \frac{h_n}{c_T} = \frac{6.2}{35} = 0.177 \text{ seg.}$$

• **Modo 2:**
Traslacional en
la dirección Y.

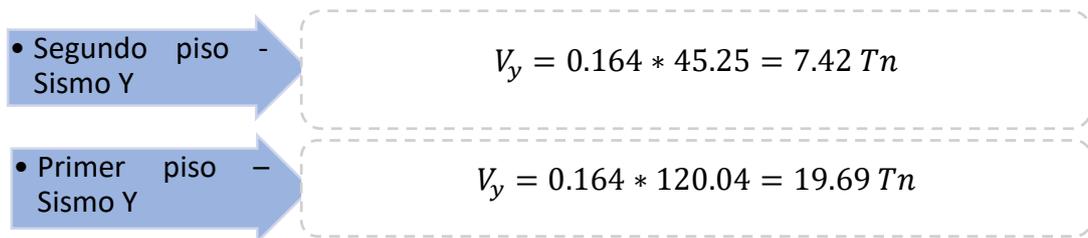
$$T = \frac{h_n}{c_T} = \frac{6.2}{35} = 0.177 \text{ seg.}$$

A2. Fuerza cortante por nivel.

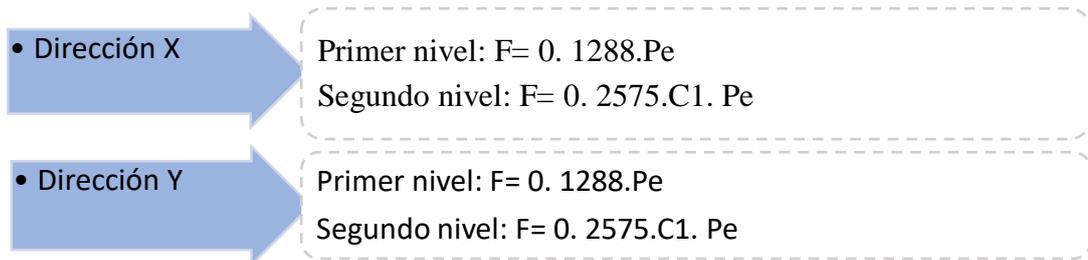
❖ Fuerzas cortantes en cada nivel del Pabellón “C” – Dirección X.



❖ Fuerzas cortantes en cada nivel del Pabellón “C” – Dirección Y.



A3. Fuerza sísmica horizontal de diseño.



A4. Verificación de estabilidad de tabiques.

➤ Parámetros para el diseño sismorresistente.

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.40$$

$$\gamma = 1.8 \text{ Tn/m}^3$$

Tabla 32.

Verificación de la estabilidad de tabiques – Primer piso; Pabellón “C”.

MURO	Dimensiones									RESULTADO	
	C1	m	h	L	t	F	Fuerza		Ms	Mr	Ms : Mr
			(m)	(m)	(m)	(Tn)					
	adim.	adim.	m	m	m	W					
					(Tn/m2)						
M1	2	0.125	1.0	2.52	0.15	0.927	0.37	0.29	0.38	Estable	
M2	2	0.104	2.8	5.9	0.25	0.927	0.06	0.20	1.04	Estable	

3.4.6.3. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO DE LA EDIFICACIÓN

Tabla 33.

Peligro Sísmico del Pabellón “C”

PARÁMETRO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN	VALOR ASIGNADO
Sísmica (media)	Z2	N.T.E. E.030 según el MVCS, (2020)	2
Suelo (flexible)	S3	*Capacidad portante de 0.80 Kg/cm2. *Suelo blandos/flexibles. ANEXO N° 02 “Estudio de mecánica de Suelos”.	3
Topografía (media)	Media	Pendiente superior al 15 % reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor D.S. N°017/09-AG, (2013)	2

Reemplazando los valores en la ecuación obtenemos:

$$\text{Peligro Sísmico} = (0.40*2) + (0.40 * 3) + (0.20 * 2) = 2.40$$

3.4.6.4. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LA EDIFICACIÓN

Tabla 34.

Riesgo Sísmico del pabellón "C"

PABELLÓN	CALIFICACIÓN		RESULTADO	
C	Vulnerabilidad	Alta (2.7)	Riesgo Sísmico	ALTO
	Peligro	Medio (2.4)		

$$\text{Riesgo Sísmico} = (0.50*2.7) + (0.50*2.4) = 2.55$$

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA (ALTA).

Ello debido a que su junta sísmica no cumple con el mínimo requerido, en cuanto al comportamiento de columnas la cantidad de acero existente es menor que el acero requerido con cargas de sismo, se presenta fallas por columna corta en un sismo, el regular estado de la edificación:

4.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL (ALTA)

A. Comportamiento Sísmico (inadecuado).

Se ha evaluado el comportamiento del edificio frente a cargas de servicio y frente a la presencia de un sismo severo conforme la zona donde se encuentra ubicada, la ciudad de Jaén en el mapa de zonificación sísmica de la N.T.E. E.030 según el MVCS, (2019) (aceleración máxima del terreno 0.25g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años).

A.1. Análisis Sísmico Espectral:

Se empleó hojas de cálculo Excel las cuales facilitaron increíblemente la tarea, por lo que recomiendo hacer uso de ellas para investigaciones futuras, esta plantilla automáticamente vincula los datos que introduces de la edificación en estudio, con los criterios establecidos en la N.T.E. E.030 según el MVCS, (2019).

A.2. Derivas de entrepiso (cumple con el valor máximo permitido en concreto):

Se realizó el modelo estructural en el software SAP2000 v.24 (Anexo N° 06)

teniendo en cuenta las características de los materiales, el metrado de cargas (Anexo N° 04), su sistema estructural detallado en los planos del edificio (Anexo N° 01); considerando los criterios de modelamiento y requerimientos de la N.T. E 030 según el MVCS, (2019). En las tablas 22 y 23 se pueden observar que los desplazamientos de entrepiso en la dirección “X” son superiores a los de la dirección “Y”, la estructura es más vulnerable en la dirección X ante la presencia de un sismo en la ciudad de Jaén, en el pabellón “C” de la Institución Educativa 16001 y en las tablas 24 y 25 se muestran los resultados del análisis de las derivas de entrepiso, observándose que estas cumplen con el valor máximo permitido en edificaciones de concreto armado, ya que son menores que 0.007, en ambas direcciones.

A.3. Junta sísmica (no cumple):

En cuanto al análisis de junta sísmica N.T. E.030 según el MVCS, (2019); en la mayoría de instituciones educativas los módulos están ubicados a distancias considerables del cerco perimétrico; pero el Pabellón “C” se ubica en una esquina de la I.E.P. y esta NO presenta la separación adecuada entre la edificación colindante y la analizada.

A.4. Comportamiento de columnas (cantidad de acero requerido con cargas de sismo no cumple):

Según los resultados de las tablas 27, 28 y 29 se constató que las columnas tienen la cantidad de acero necesario ante la presencia de cargas de servicio; sin embargo, ante la presencia de cargas sísmicas la cantidad de refuerzo en las columnas resulta insuficiente, esto ante la presencia de un evento sísmico ocasionará que el acero falle primero antes que el concreto en las columnas.

A.5. Falla por columna corta (presenta fallas frente a un sismo):

En el Pabellón “C” de la Institución Educativa se pudo constatar que se producirán fallas de columna corta ante la presencia de un evento sísmico, esto debido a que los muros de confinamiento restringirán el libre movimiento lateral de las columnas, haciendo que las columnas cortas absorban mayor rigidez al ser acortadas por los vanos, afectando la eficiencia de la estructura tal y como se puede observar en las tablas 31 y 32, las columnas cortas (presentan mayor rigidez) absorberán en el primer piso en ambas direcciones 6.59 (eje 3-A), 292.30 (eje 3-A), 27.00 (eje 4-A) y en el segundo piso 6.59 veces más fuerza sísmica que una columna en su plena longitud.

B. Estado actual de los elementos estructurales (presenta estado regular):

Se identificó las patologías y daños estructurales de la edificación mediante inspección visual, presentando una de las columnas desprendimiento de concreto lo cual hace que el refuerzo de la misma sea visible, el concreto de la losa aligerada presenta fisuras y grietas; también se verificó que en el Pabellón “C” no existan asentamientos diferenciales.

4.1.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

A. Estabilidad de tabiques (estables):

Se evaluó la estabilidad de los tabiques (considerando dos tabiques típicos) ante cargas perpendiculares a su plano, ya que es aquí donde se producen las fallas frágiles ante la presencia de un evento sísmico, apreciando que el momento actuante es menor que el momento resistente, confirmando la estabilidad de sus muros según la tabla N°33.

4.2. NIVEL PELIGRO SÍSMICO MEDIO:

La N.T.E. E.030, según el **MVCS, (2019)** determina la zona en base a la sismicidad de en la cual se establece que el distrito de Jaén se encuentra ubicado en la zona sísmica 02, con una aceleración máxima horizontal de 0.25 en suelo rígido con una probabilidad de excedencia de 10% en los próximos 50 años. Las propiedades del terreno se obtuvieron del **Estudio de Mecánica de Suelos ANEXO N° 02**, arcilla inorgánica de mediana plasticidad, clasificándose en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL, con una resistencia a la compresión de 0.80 kg/cm², considerado dentro de la N.T. E.030, según el **MVCS, (2019)** como un suelo tipo S3 (suelo blando). La topografía es media ya que donde se encuentra ubicado el pabellón supera el 15% de pendiente, conforme al levantamiento topográfico realizado.

4.3. RIESGO SÍSMICO ALTO.

Al promediar el valor de su alta vulnerabilidad con el valor del peligro sísmico medio se obtuvo que el Pabellón “C” de tiene un Riesgo Sísmico Alto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El nivel de Riesgo Sísmico de la Institución Educativa Primaria 16001 del distrito de Jaén, Cajamarca es ALTO.

El pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001 tiene vulnerabilidad sísmica ALTA, porque su junta sísmica no cumple con el mínimo requerido, la cantidad de acero requerido con cargas de sismo es menor a la existe en las columnas, existe fallas por columna corta y la edificación no se encuentra en condiciones óptimas; pese a que las derivas de entre piso si cumplan con el mínimo requerido y la tabiquería sea estable.

El pabellón “C” de la Institución Educativa Primaria 16001 tiene peligro sísmico MEDIO; debido a que se ubica en la zona sísmica Z2, su topografía presenta pendiente media y está cimentada sobre un tipo de suelo S3 que no es ideal para construcciones sin un tratamiento adecuado (caracterizado por ser blando y flexible).

A pesar de que Jaén, está clasificada como una zona sísmica 2, su sismicidad es preocupante ya que anteriormente ha sido afectada por sismos; la ciudad pertenece a la zona subandina, caracterizada por alta actividad sísmica, fuertemente afectadas por pliegues de gran longitud de onda cuya principal fuente radica en el proceso de subducción de la placa Oceánica Nazca bajo la placa Continental Sudamericana.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar un estudio de reforzamiento del pabellón “C” de la Institución Educativa 16001, dado que, al ser una edificación esencial, se hace necesario e indispensable salvaguardar la vida de los estudiantes que ocupan mencionado pabellón.

Se recomienda mejorar las juntas de construcción entre los muros y las columnas con neopreno (material que se expande ante la presencia de un sismo), con la finalidad de permitir un libre desplazamiento de la columna ante la presencia de un evento sísmico, y de esta manera evitar fallas de columna corta.

Se recomienda un mejoramiento de suelo S3, al momento de reforzar o reemplazar el pabellón para garantizar la seguridad, durabilidad y estabilidad de la estructura, ya que se aumentará la capacidad portante del terreno (suelos S3 es baja), y se controlará los movimientos del suelo, disminuyendo las fisuras, asentamientos diferenciales y fallas estructurales (ya que este tipo de suelo presenta falta de adherencia entre partículas).

Se sugiere reforzar los elementos estructurales del pabellón “C”, ya que por la antigüedad de su construcción carecen de base en algún estudio de diseño antisísmico, comprobándose que el acero necesario frente a un sismo severo es mayor que el existente en la edificación.

Analizar si se reemplaza la edificación debido a su deteriorado estado, los problemas estructurales presentes, la antigüedad de esta, la falta de criterio técnico al momento que fue construida (las normas de ese entonces no eran tan sofisticadas como las de ahora), su apariencia estética poco agradable (ya que el concreto se encuentra

desprendido en diferentes partes de la edificación visualizándose el acero de los elementos estructurales), el techo del segundo piso es de calamina y esta presenta agujeros por los que filtra el agua (causando daños estructurales, grietas, debilitamiento de la estructura, deterioro de los materiales, aparición de hongos que pueden ser perjudiciales para la salud de los niños y docentes); ya que existe la probabilidad de que el gasto en repararla sea significativo.

Se recomienda adicionar a los estudios de Riesgos Sísmicos de estructuras, un análisis de presupuestos donde detallen los costos de los ensayos y los gastos en general que implican este tipo de investigaciones, para que los futuros investigadores en este tema conozcan cuanto invertirán.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GNDT, (1990). *Rischio sismico di edifici pubblici*. Obtenido de Consiglio Nazionale delle Ricerche. Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. – Aspetti Metodologici.
- MINAGRI, (2009). *Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (D.S.N°017/09-AG)*. Obtenido de Anexo IV. Claves para determinar la clase y subclase de capacidad de uso mayor. : <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3094866/DECRETO%20SUPREMO%20N%C2%B0%200005-2022-MIDAGRI.pdf.pdf>
- Bolt, B. (1999). *Earthquakes*. 4 th. Edition. New York: Freeman and Company.
- Cana, R. J., & Llayqui, A. (2023). *Evaluación del riesgo sísmico de las infraestructuras educativas públicas del nivel primario con grado de ruralidad 1, de la provincia de Castilla, Arequipa-2023*. Obtenido de Repositorio Intitucional.
- Diaz, J. (2019). *Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería civil y arquitectura - Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Martín: <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/a67929d1-60f0-4775-997b-d018d66dbb92>
- Dolce, M., Kappos, A., Zuccaro, G., & Coburn, A. (1994). “*Report of the EAEE working group 3: vulnerability and risk analysis*”. Obtenido de Technical report10th European conference on Earthquake Engineering, Viena., 4, 3049 - 3077.

- Dowrick, D. J. (1997). *Earthquake Resistant Design*. Editorial John Wiley and Sons, Ltd. 1era. Edition. Gran Bretaña.
- Facundo, J. (2021). *Riesgo Sísmico en las Edificaciones del colegio Parroquial N°16081 Señor de Huamantanga Jaén - Cajamarca*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4385>
- Flores, O. (2022). *Nivel de Riesgo Sísmico del Centro Educativo de Nivel Primario N° 82005 "Miguel Iglesias" del Distrito de Cajamarca-Cajamarca. Tesis de grado*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5045>
- Flores, R. (2019). *Evaluación de Riesgo Sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariategui - Ilave - Puno*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad José Carlos Mareateguí: <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/741>
- Goitia, F. (2023). *Evaluación probabilística del Riesgo Sísmico en la ciudad de Buenos Aires*. Recuperado el 09 de 06 de 2025, de Repositorio Institucional Universitat Politecnica de Catalunya: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/388690>
- Gómez, W., & Loayza, A. (2014). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de salud del distrito de Ayacucho*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Huancavelica: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/258b753e-83f9-4fa0-a13b-dd2c9b933a14/content>
- Gonzáles, M. J. (2017). *Desplome Constructivo: World Trade Center*. Universidad

Politécnica de Madrid. Escuela Técnica de Arquitectura de Madrid. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid: <https://oa.upm.es/47058/>

Grünthal, G. (1998). *European Macroseismic Scale 1998. EMS-98*. Obtenido de Conseil de L'Europe. Cahiers du centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Vol. 15.

Huancas, D. (2020). *Evaluación del Comportamiento sísmico de dos edificaciones de concreto armado sobre suelo flexible*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2185/David%20Huancas%20Huam%C3%A1n.pdf>

IGP, (2020). *Deformación cortical y potencial sísmico en la zona de subducción del Perú*. Recuperado el 10 de 06 de 2025, de Instituto Geofísico del Perú (IGP), Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/13937_deformacion-cortical-y-potencial-sismico-en-la-zona-de-subduccion-del-peru.pdf

INDECI-PNUD, (2015). *Proyecto INDECI - PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles*. Obtenido de Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén: https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/jaen/jaen.pdf

IGP. (2024). *Institución Geofísico del Perú*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>

Kuroiwa Horiuchi, J. (2002). *Reducción de desastres - Viviendo en armonía con la*

naturaleza. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: CAPECO.

Mosqueira Moreno, M. A. (2012). *Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Trujillo.

MVCS, (2006). *N.T. E.020 Cargas*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.

MVCS, (2019). *N.T. E.030 de Diseño sismorresistente*. Obtenido de Reglamento nacional de Edificaciones (RNE).

MVCS, (2018). *N.T. E.050 Suelos y Cimentaciones*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

MVCS, (2009). *N.T. E.060 Concreto Armado*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

MVCS, (2006). *N.T. E.070. Albañilería*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

NTP 339.181, (2013). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)*. 2° Edición. Obtenido de Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto prensado: <https://es.scribd.com/document/386567213/NTP-339-181-Esclerometria-2013>

Peña, D., Valdivia, W., & Chacaltana, C. (2015). *XV Coongreso Peruano de Geología*.

Obtenido de Boletín especial de la Sociedad Geológica del Perú, Cusco.:
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG15-186.pdf>

Safina, S. (2003). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales. Análisis de su contribución al Riesgo Sísmico*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Catalunya.

San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería: Comportamiento Sísmico y Diseño estructural*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18800/9788483909652>

Sociedad Geológica del Perú. (2016). *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*. Obtenido de Subdirección Ciencias de la Tierra Sólida, Instituto Geofísico del Perú (IGP): <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/BSGP-111-9.pdf>

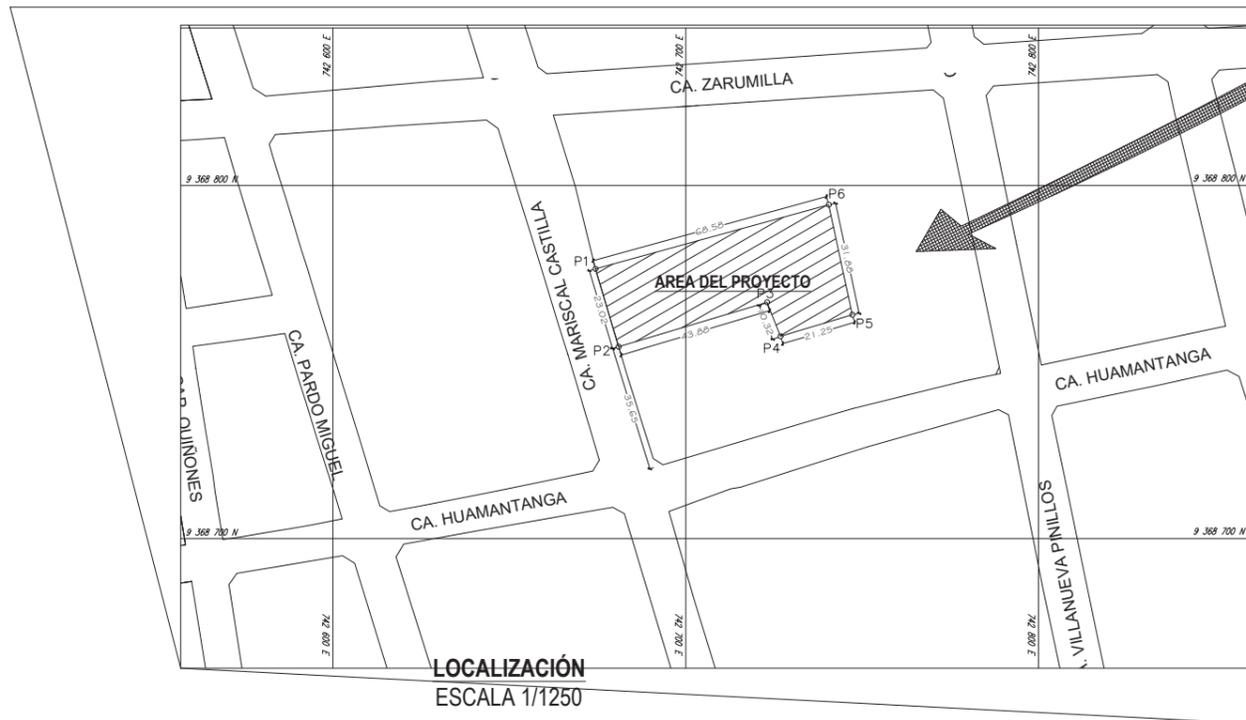
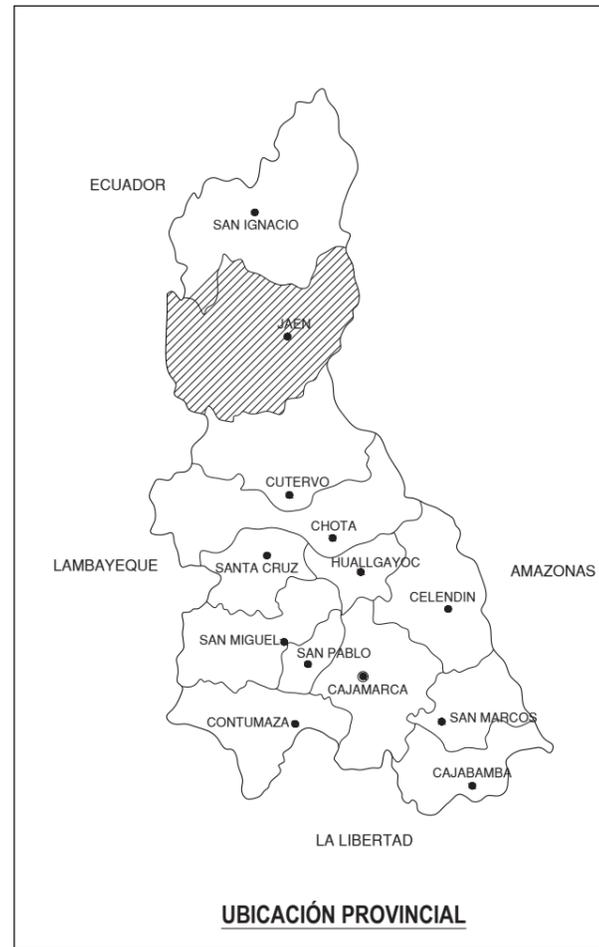
Tito, G. (2023). *Riesgo Sísmico y medidas de mitigación en la Institución Educativa N° 5125 en el distrito de Ventanilla, 2023*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/38473>

Villaverde, R. (1997). *Seismic design of secondary structures: State of the Art*. Journal of Structural Engineering. Obtenido de Journal of Structural Engineering. 123(8), 1011-1019.

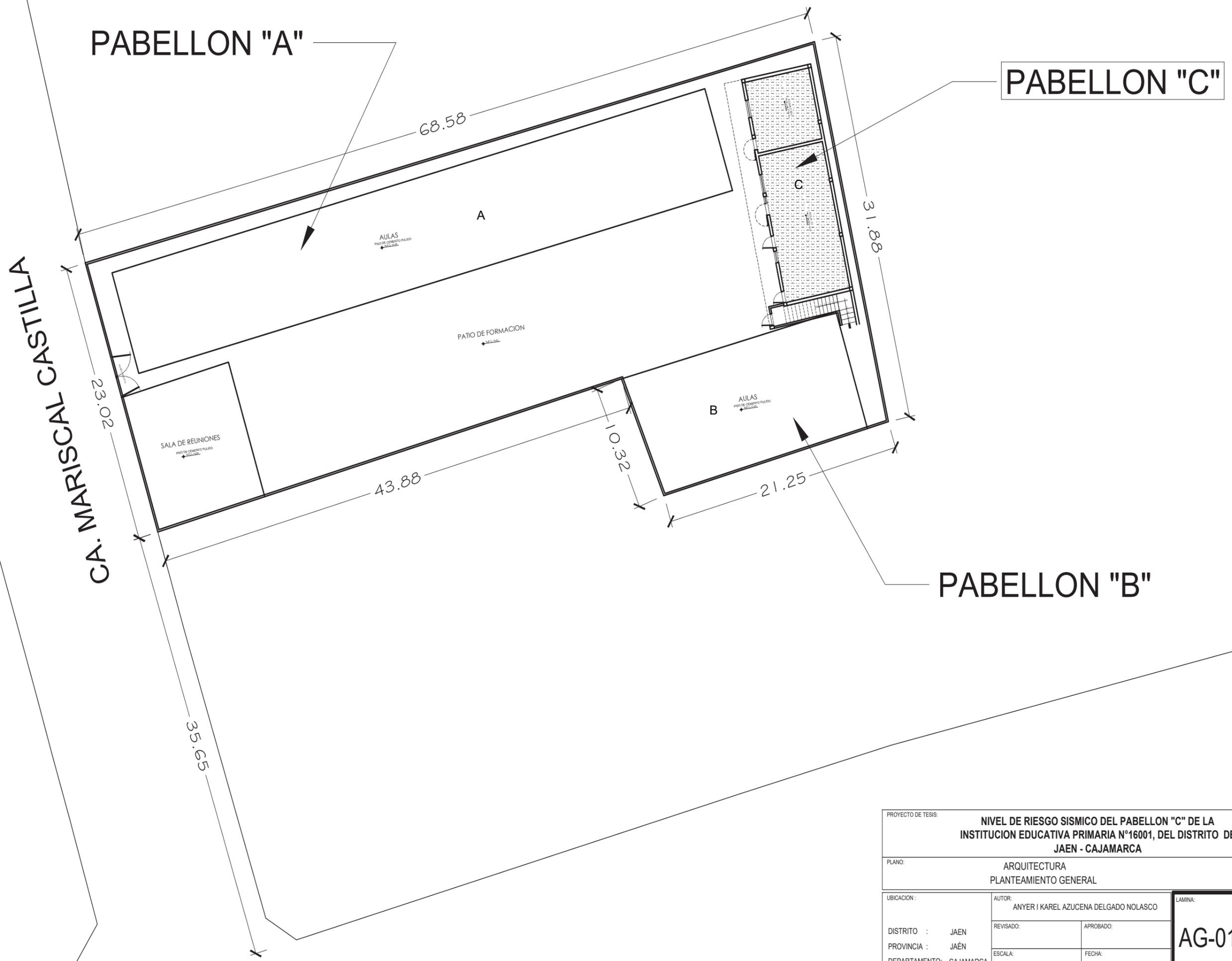
Villegas, J. C. (2020). *Deformación cortical y potencial sísmico en la zona de subducción del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú (IGP), Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida:
https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/13937_deformacion-cortical-y-potencial-sismico-en-la-zona-de-subduccion-del-peru.pdf

Yepes Estrada, C., Calderón, A., Acevedo, A., & Perez, H. (2022). *Evaluación de Riesgo Sísmico para Santiago de Cali*. Recuperado el 09 de 06 de 2025, de GEM, Global Earthquake Model-TREQ, Training and Communication for Earthquake Risk Assessment Reporte Técnico D2.6.2.: https://www.researchgate.net/profile/Alejandro-Calderon-3/publication/362253150_Proyecto_TREQ_-_Reporte_D262_Evaluacion_de_Riesgo_Sismico_para_Santiago_de_Cali/links/62dfb8a73c0ea878875b7a12/Proyecto-TREQ-Reporte-D262-Evaluacion-de-Riesgo-Sismico-para-San

ANEXO N° 01: PLANOS



PROYECTO DE TESIS: NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA		
PLANO: PLANO DE LOCALIZACION		
UBICACION:	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA: 1/150	FECHA: ENERO - 2025
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		
		PL-01



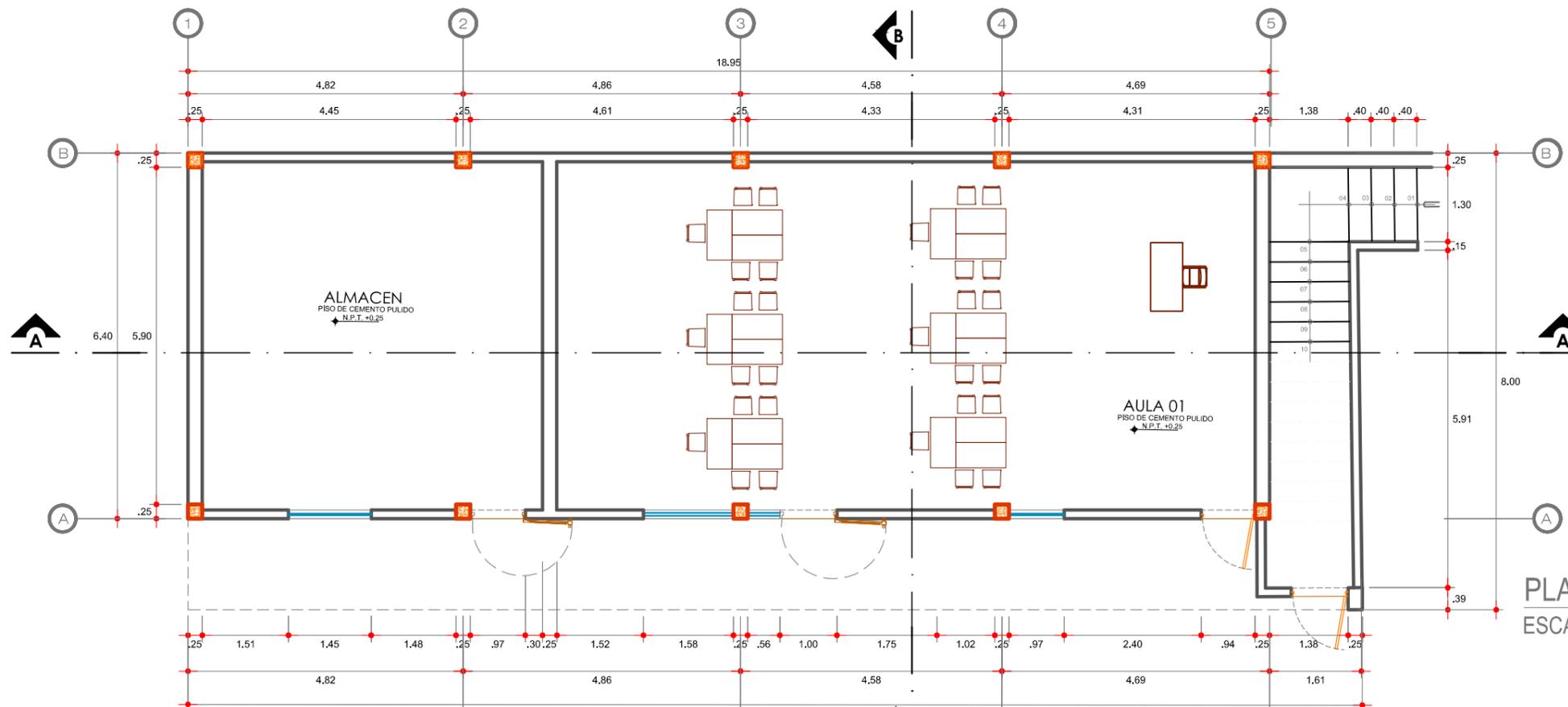
PROYECTO DE TESIS:		NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA		
PLANO:		ARQUITECTURA PLANTEAMIENTO GENERAL		
UBICACION:	AUTOR:	LAMINA:		
DISTRITO : JAEN	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	AG-01		
PROVINCIA : JAÉN	REVISADO:			APROBADO:
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	ESCALA:			FECHA:
	1/150	ENERO - 2025		



UBICACION
ESCALA 1/1000

CUADRO DE COORDENADAS UTM DATUM WGS84					
VERT	LADO	DISTANCIA	ANG.INT.	ESTE (Y)	NORTE (X)
P1	P1-P2	23.021	88°43'36.28"	9,368,776.3890	742,674.3917
P2	P2-P3	43.884	90°0'0.00"	9,368,754.3303	742,680.9763
P3	P3-P4	10.319	264°45'51.53"	9,368,766.8825	742,723.0267
P4	P4-P5	21.245	95°16'19.06"	9,368,757.3048	742,726.8685
P5	P5-P6	31.884	94°26'51.66"	9,368,763.3687	742,747.2298
P6	P6-P1	68.580	86°47'21.47"	9,368,794.5401	742,740.5264
AREA = 1,735.46 m ² PERIMETRO = 198.93 m					

PROYECTO DE TESIS: NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA		
PLANO: PLANO DE UBICACION		
UBICACION:	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA: 1/150	FECHA: ENERO - 2025
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		
		PU-01

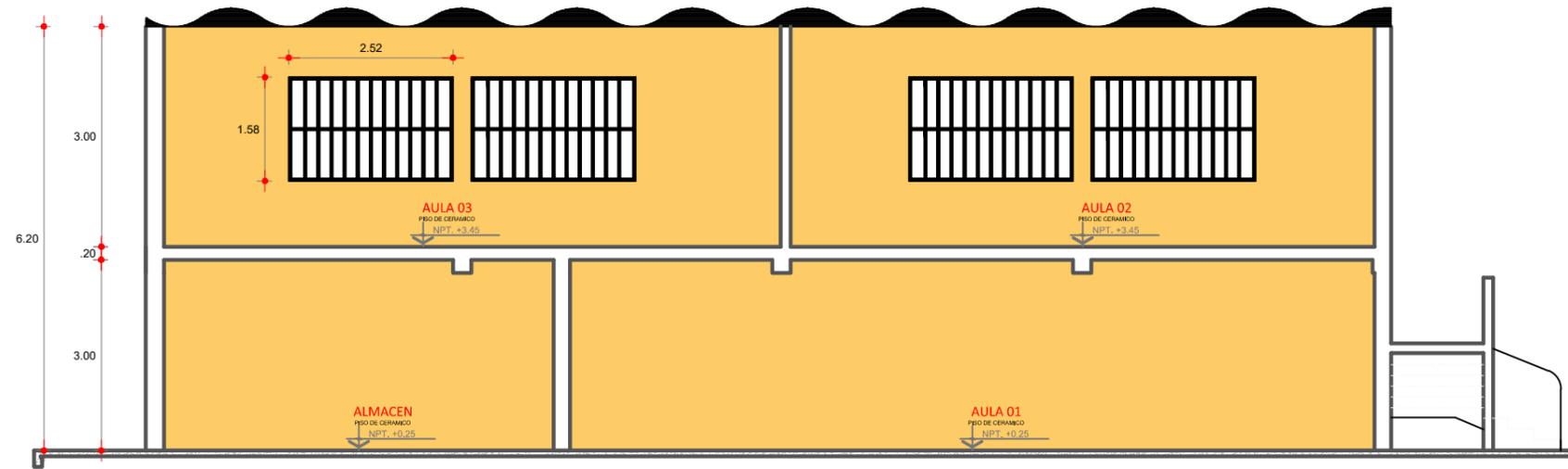


PLANTA PRIMER NIVEL - PABELLON "C"
ESCALA: 1/100



PLANTA SEGUNDO NIVEL - PABELLON "C"
ESCALA: 1/100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO : "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA I.E PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA"			
ASESOR: Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas.	PLANO : ARQUITECTURA - PABELLON "C"		
UBICACION: DISTRITO : JAEN PROVINCIA : JAÉN DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	REVISADO: 	APROBADO:
FECHA: JUNIO - 2025		ESCALA: INDICADA	LAMINA: A-01



CORTE A-A PABELLON "C"

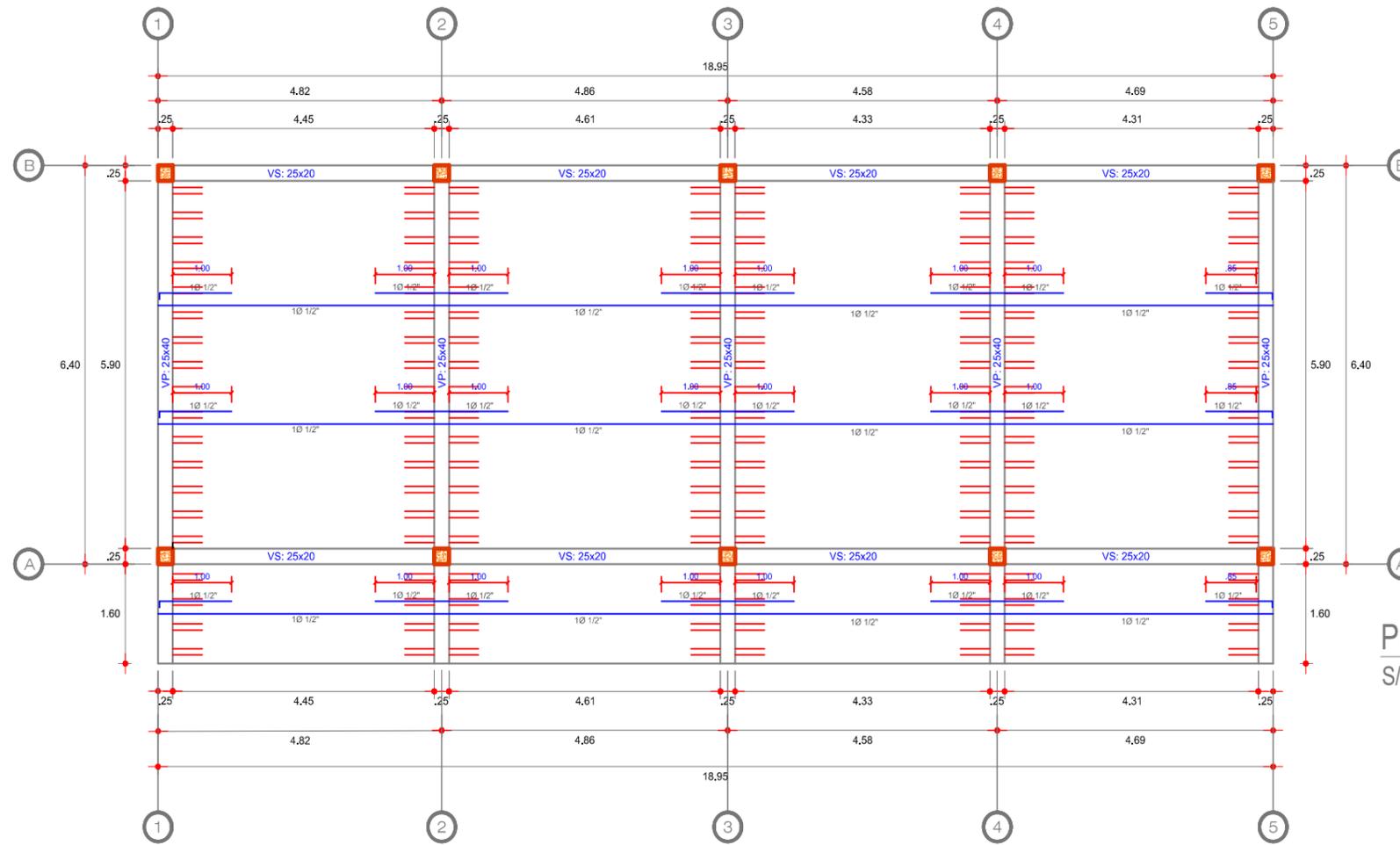
ESCALA: 1/100



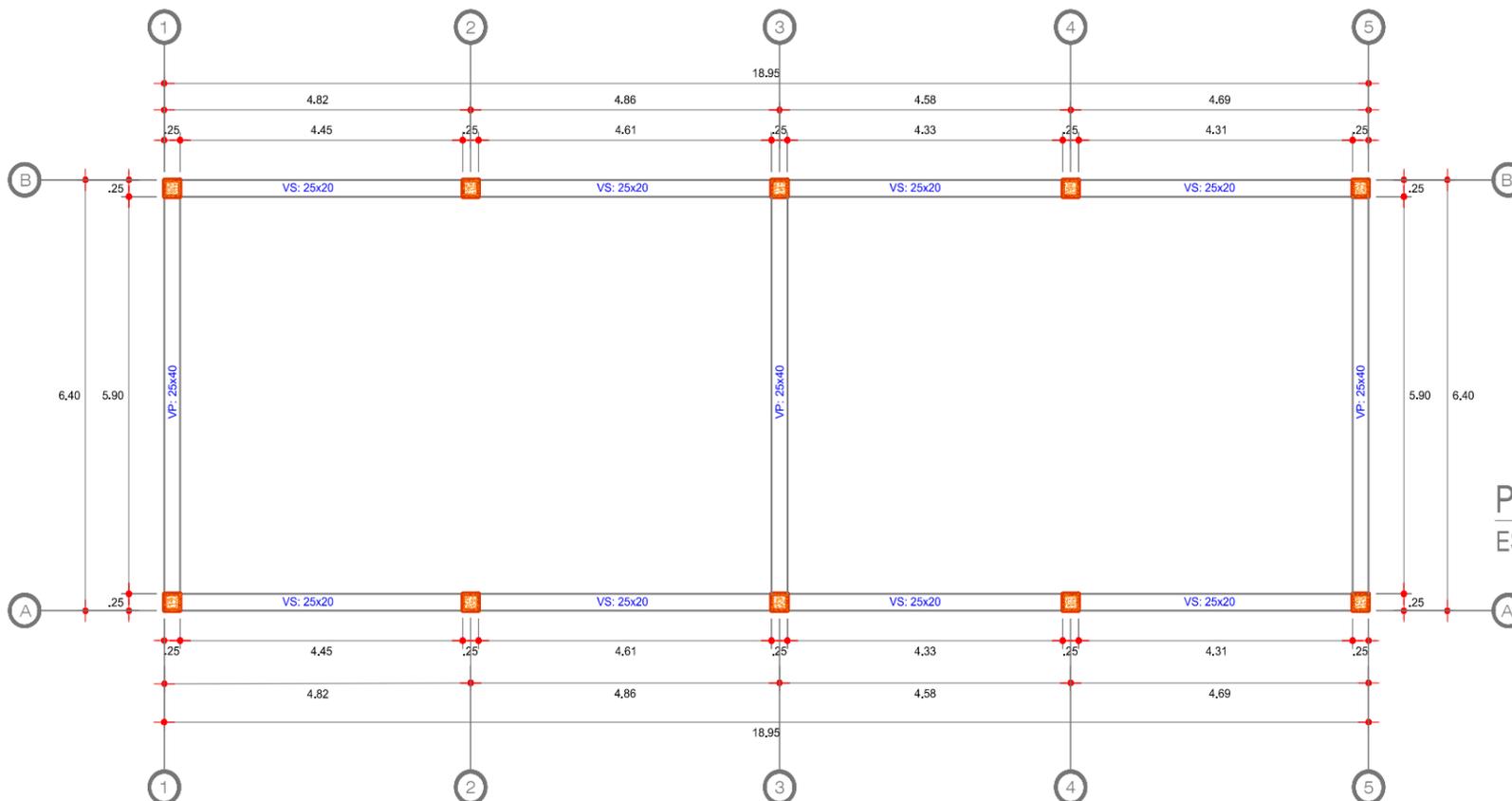
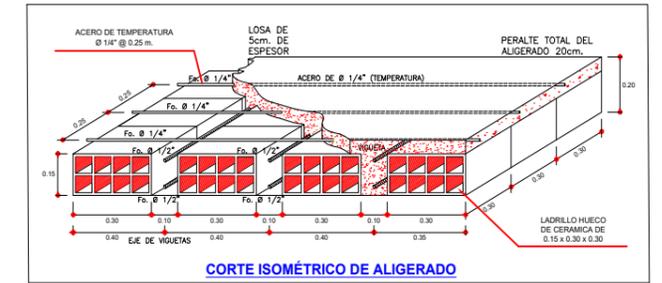
CORTE B-B PABELLON "C"

ESCALA: 1/100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO DE TESIS : "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON C DE LA I.E PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA"				
ASESOR: Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas.		PLANO: ARQUITECTURA - ELEVACIÓN PABELLON "C"		
UBICACIÓN:				
DISTRITO : JAEN		AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO		LAMINA: A-02
PROVINCIA : JAÉN		REVISADO:	APROBADO:	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		FECHA: JUNIO - 2025	ESCALA: INDICADA	

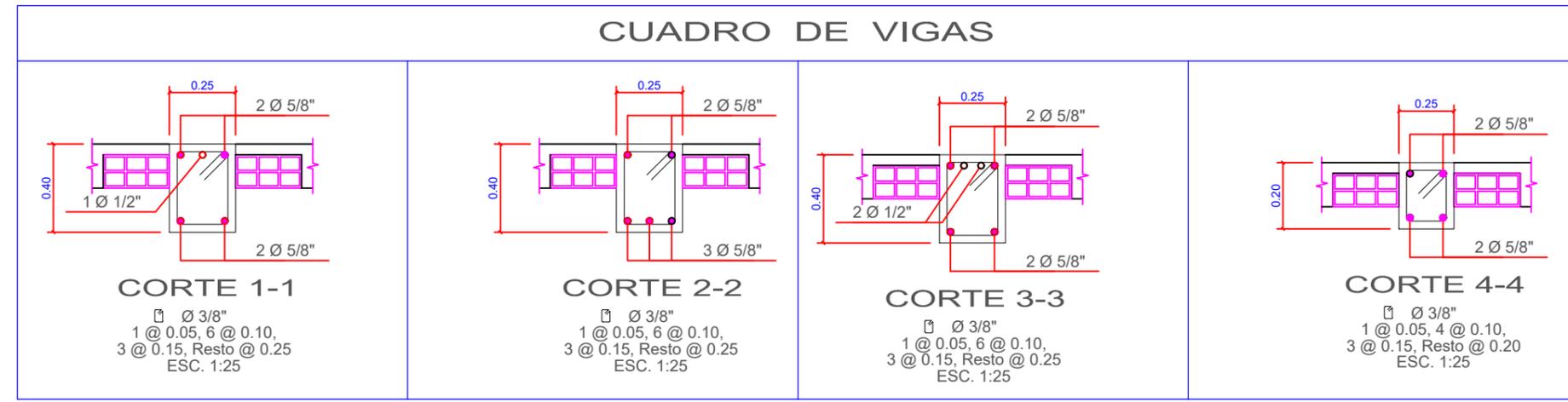
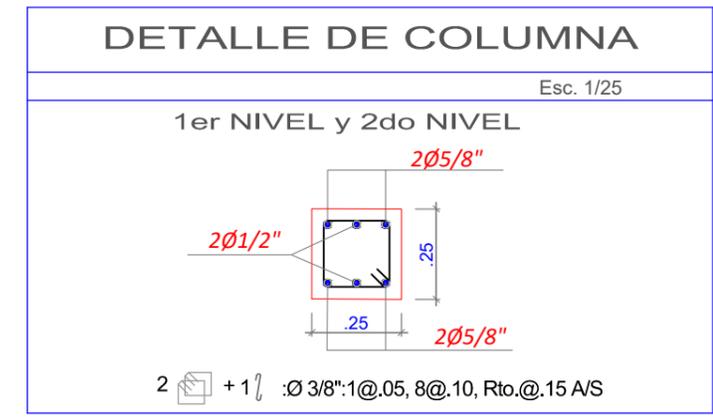
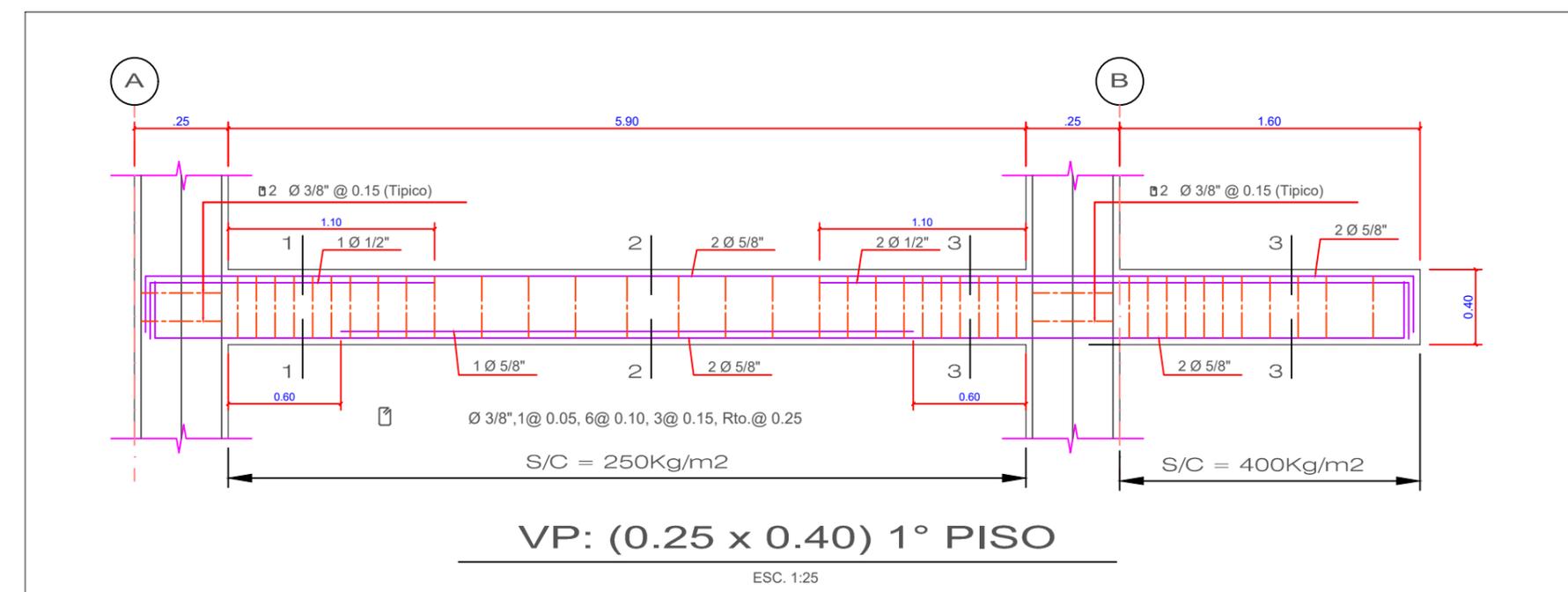
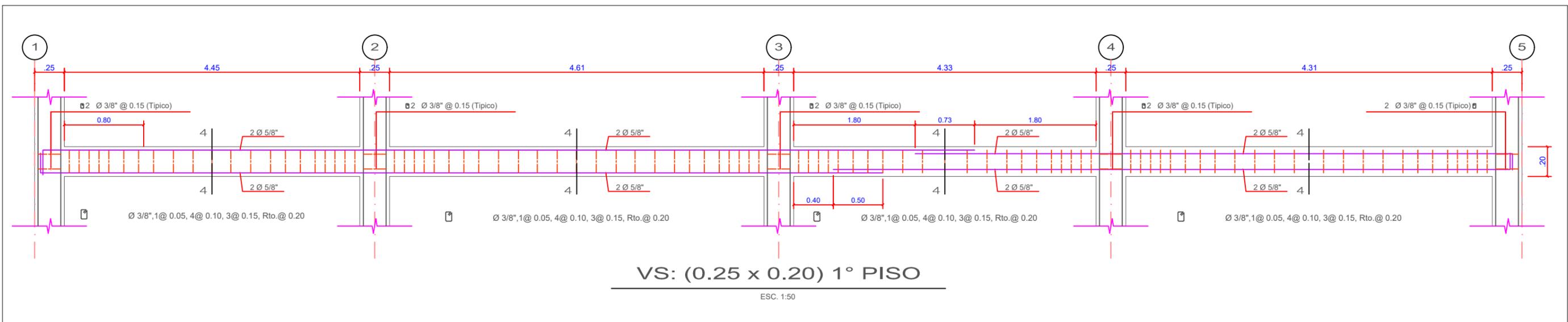


PLANTA ALIGERADO PRIMER NIVEL
 S/C = 250 kg/m² ESCALA: 1/100

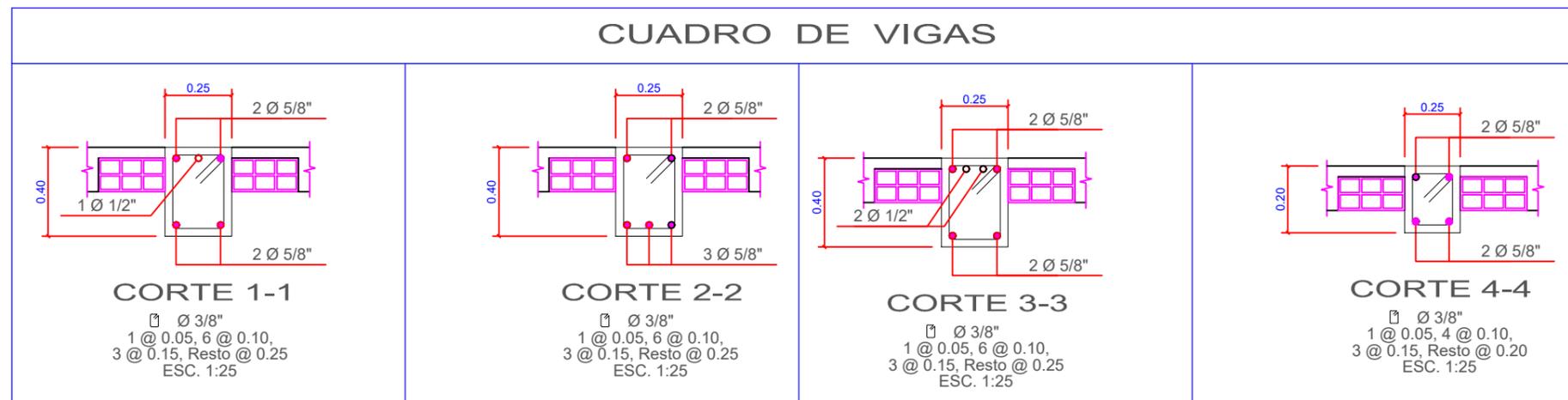
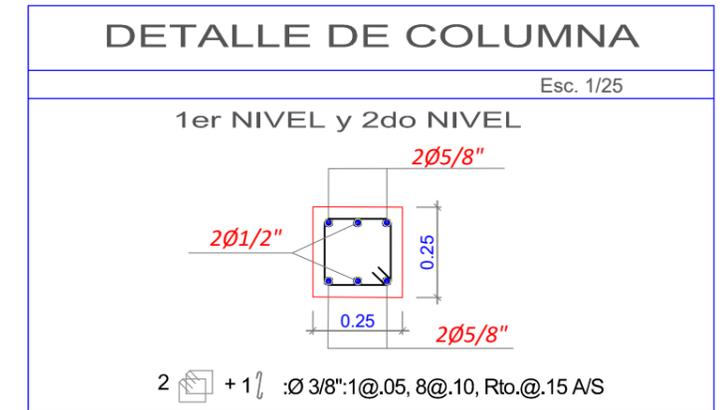
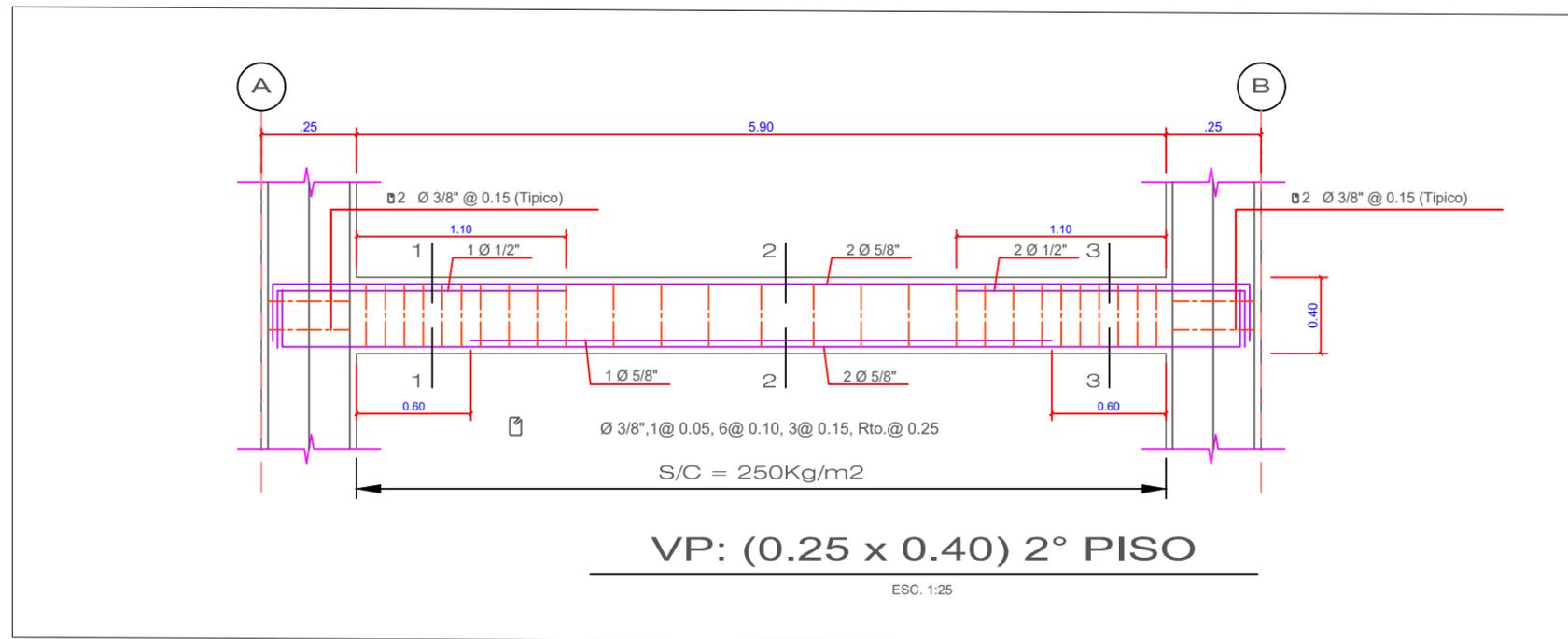
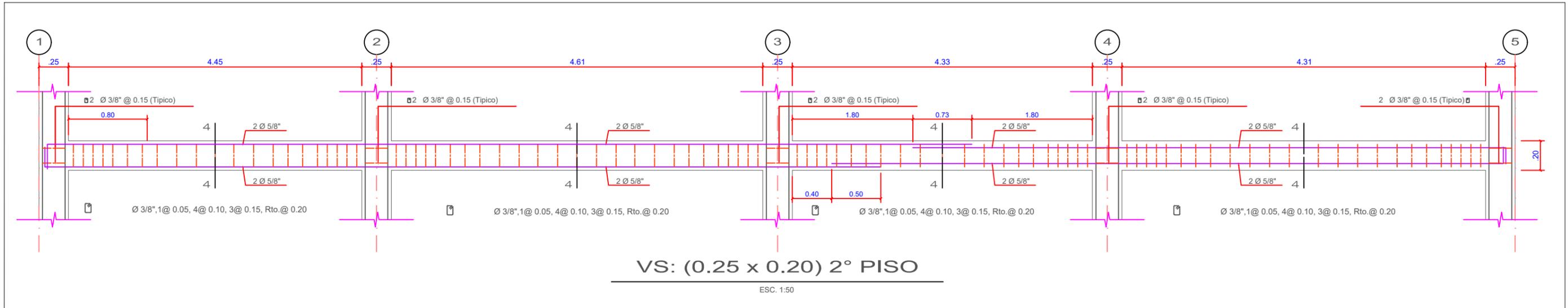


PLANTA SEGUNDO NIVEL
 ESCALA: 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
PROYECTO DE TESIS "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA I.E PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA"		
ASESOR: Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas.	PLANO: ESTRUCTURAS - LOSA	
UBICACIÓN:	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	LAMINA: E-01
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:
PROVINCIA : JAEN	FECHA: JUNIO - 2025	ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO DE TESIS : "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA I.E PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA"			
ASESOR: Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas.	PLANO: ESTRUCTURAS - VIGAS Y COLUMNAS		
UBICACION:	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO		LAMINA: E-02
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:	
PROVINCIA : JAÉN	FECHA: JUNIO - 2025	ESCALA: INDICADA	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
PROYECTO DE TESIS : "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA I.E. PRIMARIA N°16001, DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA"		
ASESOR: Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas.	PLANO: ESTRUCTURAS - VIGAS Y COLUMNAS	
UBICACION:	AUTOR: ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO	
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:
PROVINCIA : JAÉN	FECHA: JUNIO - 2025	ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	E-03	

ANEXO N° 02

INFORME TÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO DE TESIS: “NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON “C” DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N° 16001 DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA”

I. OBJETIVO.

El presente informe corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos del terreno de fundación con fines de análisis de cimentación, del proyecto-tesis: PROYECTO DE TESIS: “NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON “C” DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N° 16001 DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA”. Dicho estudio se ha efectuado mediante una investigación geotécnica que involucra trabajos de campo a través de una exploración a cielo abierto o calicata y ensayos de laboratorio, para evaluar las características físicas, mecánicas del subsuelo, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete en base a los cuales se define el perfil estratigráfico, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, y las conclusiones y recomendaciones generales para la cimentación, cumpliendo detalladamente con la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones).

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Ejecución de la Calicata.
- Toma de Muestras de campo, preservación y transporte a Laboratorio.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfil estratigráfico.
- Análisis de la Capacidad Portante.
- Conclusiones y Recomendaciones.

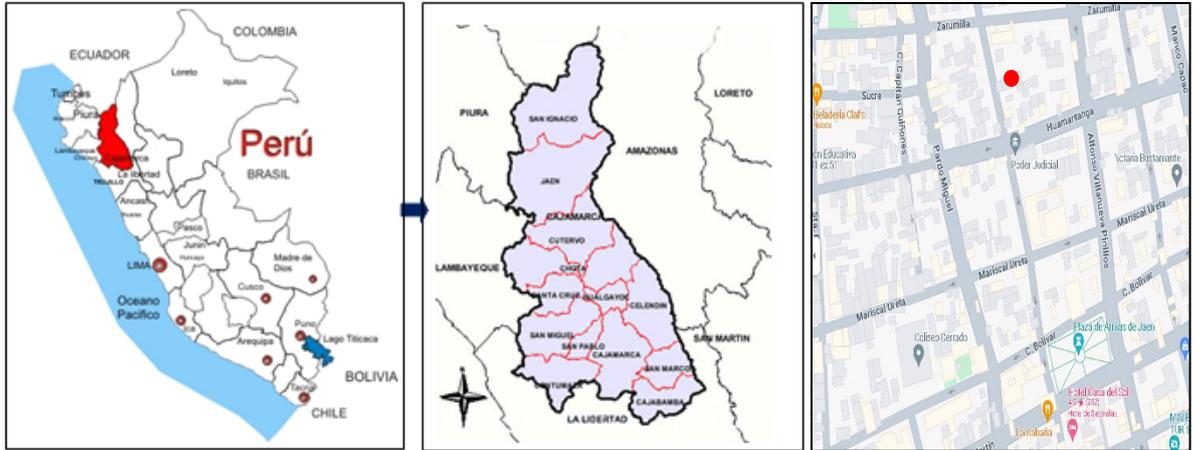
II. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

La Provincia de Jaén es una de las trece que conforman la Región de Cajamarca, en el Norte del Perú. Tiene una ubicación estratégica y presenta los siguientes Límites:

- Norte : Provincia de San Ignacio.
- Sureste y sur : Provincia de Cutervo.
- Este : Provincia de Bagua y Utcubamba
- Oeste : Provincia de Huancabamba

El terreno destinado para la ejecución del Proyecto: se encuentra ubicado en la calle Mariscal Castilla N° 3, Institución Educativa Primaria N° 16001 Distrito de Jaén, Provincia: Jaén, Región: Cajamarca.

Figura N° 01. Ubicación del Proyecto



III. TRABAJOS DE CAMPO.

El trabajo de campo incluyó las siguientes actividades:

- Registro y muestreo de la excavación; de acuerdo a las Normas A.S.T.M. D 420, y A.S.T.M. D 2488.

3.1. Calicata.

En la exploración del subsuelo o terreno de fundación, se hizo 01 calicata o excavación a cielo abierto, ubicada convenientemente en el área en estudio y determinar su perfil estratigráfico.

Tabla N° 01. Cuadro de Calicata

Calicata N°	ESTRUCTURA	PROFUNDIDAD (m.)
C - 1	EDIFICACIÓN	- 3.00

3.2. Muestreo.

Se tomaron muestras disturbadas representativas de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de laboratorio, de acuerdo al procedimiento recomendado por la Norma A.S.T.M. D 420.

3.3. Registro de Excavaciones.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de la calicata, anotándose las principales características de los tipos de suelos y estratos encontrados en la calicata, tales como espesor, color, olor, condición de humedad, angulosidad, forma, consistencia o compacidad, tamaño máximo de partículas, etc.; de acuerdo a la Norma A.S.T.M. D 2488.

3.4. Preservación y Transporte de Suelos.

Por último, se realizaron las prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos, con destino hacia el laboratorio de la Empresa, para los posteriores ensayos, teniendo en cuenta la Norma A.S.T.M. D 4220.

IV. TRABAJOS DE LABORATORIO.

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 702.
- Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo los lineamientos de la Norma A.S.T.M. C 702.

4.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos estándar de laboratorio, se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Tecnología del asfalto, de la empresa TECNISU F&S S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA.

ENSAYO	NORMA
A. GRANULOMETRICO	NTP 339.128 (ASTM D422)
C. DE HUMEDAD	NTP 339.127 (ASTM D2216)
CLASIFICACION (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
DESCRIPCION VISUAL - MANUAL	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
CORTE DIRECTO	NTP 339.171 (ASTM D3080)
LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	NTP 339.129 (ASTM D4318)
DENSIDAD NATURAL	ASTM D 2937

4.2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487.

Tabla N° 02. Clasificación S.U.C.S.

ESTRUCTURA	EDIFICACIÓN
Calicata	C - 1
Muestra	M - 1
Profundidad (m)	3.00
% Gravas	84.13
% Arenas	7.87
% Pasa Tamiz N° 200	85.64
Límite Líquido (%)	40.10
Índice Plástico (%)	16.20
Contenido de Humedad %	17.90
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.88
Clasificación de Suelos "SUCS"	CL

V. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

5.1 Descripción del Perfil Estratigráfico

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

CALICATA C - 1

De 0.00 m. a 3.00 m. Arcilla inorgánica (cl), de media plasticidad, de color beige oscuro, mezclada con escasa proporción de grava (6.49%) y escasa proporción de arena gruesa a arena fina (7.87%) de consistencia semi dura de mediana a elevada plasticidad. Con un contenido de humedad natural de 17.90%. Identificados en el sistema SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos) como un suelo cl. Clasificado en el sistema AASHTO como un a – 6 (11).

5.2 Aspectos Relacionados con la Napa Freática.

Se debe señalar que NO se encontró el nivel de filtración en la calicata estudiada a -3.00 metros. De profundidad.

VI. ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS (ASTM D 3080)

Tabla N° 03. Angulo de Fricción Interna y Cohesión (Corte Directo).

Ubicación	Calicata	Muestra	Profundidad (m.)	Angulo de Fricción Interna (β)	Cohesión (kg/cm ²)
CALLE MARISCAL CASTILLA #5 (I.E. PRIMARIA 16001 JAÉN-CAJAMARCA-PERÚ)	C - 1	M - 1	3.00	27.00°	0.15

VII. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN DE LA EDIFICACION

7.1 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga (Corte Directo en Suelos).

Para la determinación de la Capacidad Admisible de carga, según el ensayo de Corte Directo de suelos, bajo la Norma A.S.T.M. D 3080, cuantifica un ángulo de fricción interna de 27.00° y un valor de cohesión de 0.15 Kg/cm².

Calicata	:	C - 1
Muestra	:	M - 1
Tipo de Suelo	:	CL
Ángulo de fricción interna ϕ	:	27.00°
Cohesión	:	0.15 Kg/cm ²
Densidad Húmeda γ_h	:	1.88 gr/cm ³

Luego, aplicando la Teoría Terzaghi (falla por corte local), y luego aplicando los factores de forma de Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible será de:

$$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + 0.5\gamma_t B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

Dónde:

Profundidad de cimentación D_f
Ancho de cimiento B
Largo de cimiento L

Reemplazando valores se obtiene: q_{ad}

Se evaluó las características de suelos para dos tipos de cimentaciones:

Tabla N° 04. Capacidad admisible del suelo

CIMENTACIONES DE CONCRETO ARMADO		
RESUMEN CAPACIDAD PORTANTES DEL SUELO		
TIPO DE CIMENTACION	Qadm (kg/cm²)	Asentamiento Inmediato Si (cm.)
CUADRADA 1	0.80	1.41 cm
CORRIDA	0.86	

7.2 Análisis de Asentamientos

7.2.1. Cálculo del Asentamiento Inmediato

Considerando el estrato donde se recomienda cimentar, y con los datos de la Calicata, se calcula el Asentamiento Inmediato en la Calicata C - 1 M - 1, a una profundidad de - 3.00 m, para una zapata cuadrada o corrida.

Asentamiento para Zapata	=	1.41 cm
--------------------------	---	----------------

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio que se logró realizar hasta ahora y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en la Calle: Mariscal Castilla #3, Distrito: Jaén, Provincia: Jaén, Región: Cajamarca.
- El material que conforma el suelo del terreno de fundación del proyecto-tesis: “NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO DE JAÉN, CAJAMARCA” está conformada básicamente a una profundidad de 0.00 m. a - 3.00 m. por arcilla inorgánica (LC) de mediana plasticidad. El estrato de cimentación no presenta nivel de Freático.

- Para la determinación de la Capacidad Admisible de carga, según el ensayo de Corte Directo de suelos, bajo la Norma A.S.T.M. D 3080, cuantifica un ángulo de fricción interna y un valor de cohesión, según el Cuadro adjunto.

Calicata N°	Muestra	Profundidad (m.)	Tipo Suelo SUCS	Angulo de fricción Interna (Ø)	Cohesión Kg/cm ²	Densidad Húmeda (gr/cm ³)
C - 1	M - 1	3.00	CL	27.00	0.15	1.88

- Para la Aplicación de la Norma de Diseño Sismo Resistente del RNE se debe considerar: Tipo de Suelo desde el punto de vista Sísmico:

Resumen de las condiciones Sísmicas	
Zona	2
Factor de Zona (Z)	0.25
Tipo de Suelo	S ₃
Categoría	A
Factor de Uso (U)	1.50
Factor de Suelo (S)	1.40
Periodo que define la plataforma del factor C (T _P (S))	1.00
Periodo que define el inicio de la zona del factor C (T _L (S))	1.60

- Según la Norma E. 050 (Suelos y Cimentaciones), del Reglamento Nacional de Construcciones, Ítem: 1.7., todo EMS, deberá ser firmado por el Profesional Responsable, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El Profesional Responsable no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones, del EMS, son válidos solamente para el área y tipo de obra determinada en el informe, y solamente se aplican al proyecto en mención.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES QUE DEBERIA TENER LA CIMENTACIÓN

C - 01 - COORD. E = 742131.133 - N = 9368930.262

Profesional Responsable: SEGUNDO DAVILA BERNILLA

ING. CIVIL C.I.P.:

165089

Tesista : ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO

Tesis : "NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N°16001 DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA

Ubicación : LOC. JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATA AISLADAS DE CONCRETO ARMADO

ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN:

ARCILLA INORGÁNICA (CL), DE MEDIA PLASTICIDAD, DE COLOR BEIGE OSCURO, MEZCLADA CON ESCASA PROPORCIÓN DE GRAVA (6.49%) Y ESCASA PROPORCIÓN DE ARENA GRUESA A ARENA FINA (7.87%) DE CONSISTENCIA SEMI DURA DE MEDIANA A ELEVADA PLASTICIDAD. CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DE 17.90%. IDENTIFICADOS EN EL SISTEMA SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) COMO UN SUELO CL. CLASIFICADO EN EL SISTEMA AASHTO COMO UN A - 6 (11).

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:

0.00 - 3.00 m. ARCILLA INORGÁNICA (CL), DE PLASTICIDAD MEDIA.

PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO: $Q_a = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$ (Zapata Cuadrada)

$Q_a = 0.86 \text{ Kg/cm}^2$ (Zapata Corrida)

$1.41 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm}$ (1" Asentamiento permisible)

TIPO DE SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO:

ZONA: 2, FACTOR DE ZONA $Z = 0.25$.

TIPO DE SUELO: S_3 (Suelos blandos).

CATEGORÍA: A, FACTOR DE USO $U = 1.5$,

FACTOR DE SUELO $S = 1.40$,

Periodo que define la plataforma del factor C $T_p (S) = 1.00$,

Periodo que define el inicio de la zona del factor C, con desplazamiento constante $T_L (S) = 1.60$.

CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES:

Categoría de la Edificación C, Zona 2.

Sistema Estructural: Estructuras de acero, concreto armado.

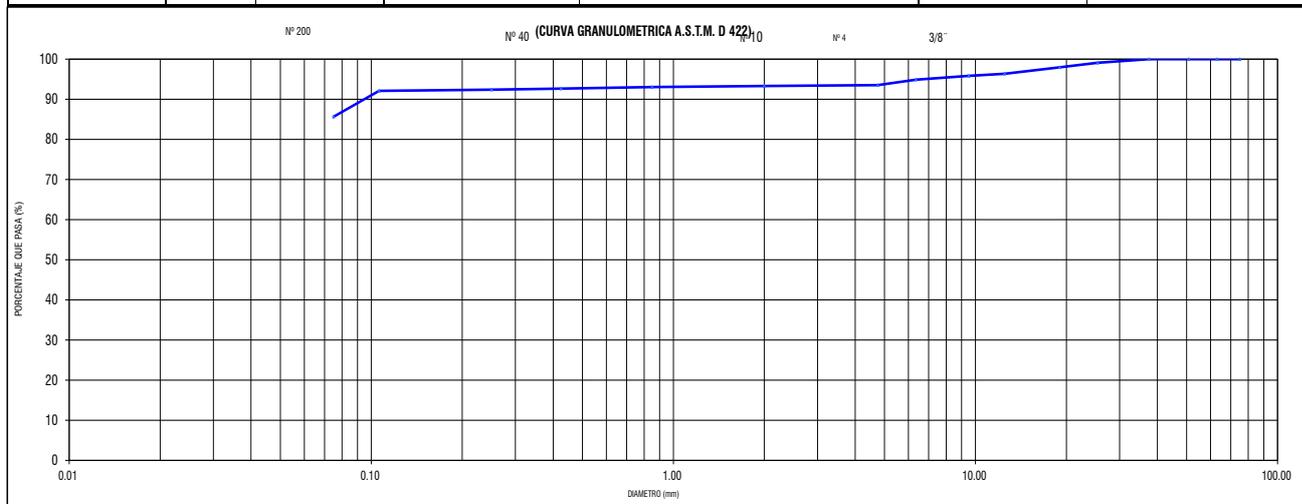
RECOMENDACIONES ADICIONALES:

NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGÁNICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTE O RELLENO SANITARIO Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERÁN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA CIMENTACIÓN Y SER REEMPLAZADOS CON MATERIALES SELECCIONADOS.

DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION			
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S. 24-065	PROFUNDIDAD :	0.00 m - 3.00 m	CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	CL
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE 2023			
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL			
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA		
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA				TÉCNICO DE LABORATORIO:	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA		
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO							

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00			2000
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.40	23.00	23.00	0.89	99.11			
	3/4"	19.00	30.00	53.00	2.05	97.95			
	1/2"	12.50	41.00	94.00	3.63	96.37			
	3/8"	9.50	14.00	108.00	4.17	95.83			
	1/4"	6.35	25.00	133.00	5.14	94.86			
	Nº4	4.75	35.00	168.00	6.49	93.51	MUESTRA TOTAL SECA		
							PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr)	2422.00	
							PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr)	168.00	
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	5.00	173.56	6.70	93.30	MUESTRA TOTAL SECA		
	Nº 20	0.85	6.00	180.23	6.96	93.04	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	2590	
	Nº 40	0.43	9.00	190.23	7.34	92.66	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	Nº 60	0.25	6.00	196.90	7.60	92.40	TOTAL	W G = 168.00	
	Nº 140	0.11	7.30	205.01	7.92	92.08	ANALISIS FRACCION FINA		
	Nº 200	0.08	150.00	371.74	14.35	85.65	CORRECCION CUARTEO :	S/WG 1.11	
	CAZOLETA	-.-	2218.26	2590.0			PESO PORCION SECA :	S = 2179.0	
	TOTAL			2590.0					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO **ARCILLA INORGÁNICA (CL), DE MEDIA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON ESCASA PROPORCIÓN DE GRAVA (6.49%) Y ESCASA PROPORCIÓN DE ARENA GRUESA A ARENA FINA (7.87%).**

DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION			
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S. 24-065	PROFUNDIDAD	0.00 m - 3.00 m	CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	CL
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE 2023			
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL			
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA		
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA				TÉCNICO DE LABORATORIO:	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA		
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO							

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

CALICATA :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA
MUESTRA :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO
ENSAYO :	1
W (tara + M.Húmeda) gr	500.00
W (tara + M Seca) gr	440.00
W agua (gr)	60.00
W tara (gr)	0.00
W Muestra Seca (gr)	440.00
W(%)	14%
W (%) Promedio :	14%

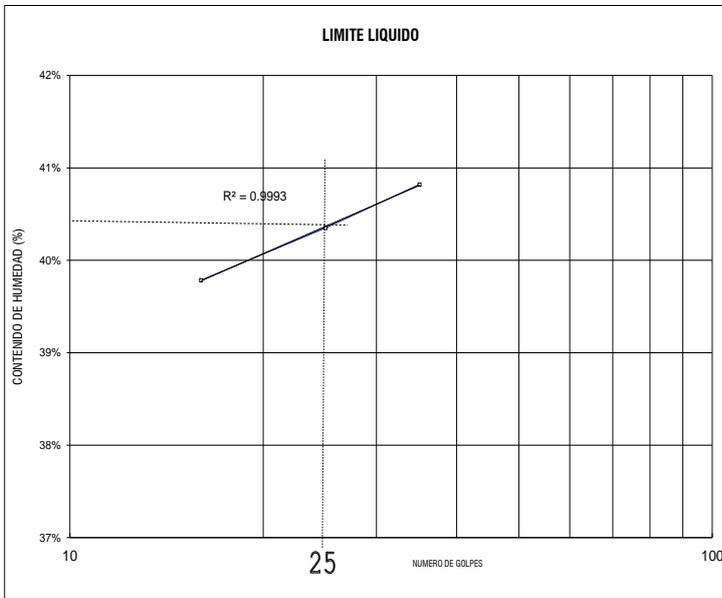
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION				
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S. 24-065	PROFUNDIDAD :	0.00 m - 3.00 m	CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	CL
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE 2023	NORMA A.S.T.M. D 2487		
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL				
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA		
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA				TÉCNICO DE LABORATORIO	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA		
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO							

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	122	379	102
Wt+ M.Húmeda (gr)	16.60	15.90	16.70
Wt+ M. Seca (gr)	14.38	13.83	14.41
W agua (gr)	2.22	2.07	2.29
W tara (gr)	8.80	8.70	8.80
W M.Seca (gr)	5.58	5.13	5.61
W(%)	39.78%	40.35%	40.82%
N.GOLPES	16	25	35

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	189	380	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	13.90	13.80	
Wt+ M. Seca (gr)	12.80	12.70	
W agua (gr)	1.10	1.10	
W tara (gr)	8.30	8.10	
W M.Seca (gr)	4.50	4.60	
W(%)	24.44%	23.91%	24%

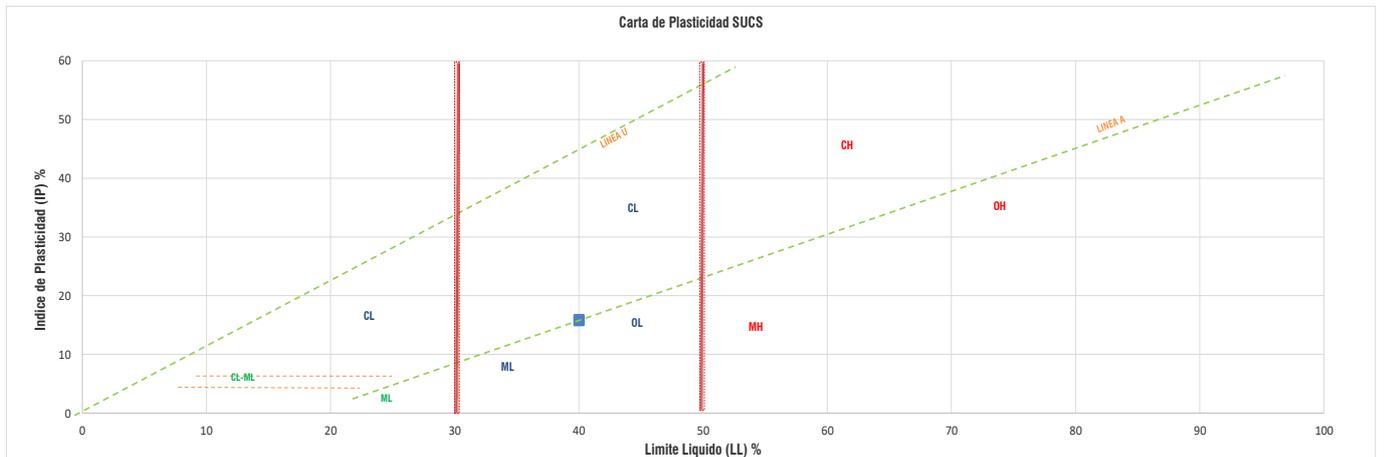
TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	



LIMITE LIQUIDO (%)	40
LIMITE PLASTICO (%)	24
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16

UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	
R ² (ensayo)	0.9990
R ² (Norma)	0.9850
R ² (ensayo) > R ² (norma)	ACEPTABLE



EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S. 24-065	PROFUNDIDAD :	0.00 m - 3.00 m
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SETIEMBRE 2023
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA			TÉCNICO DE LABORATORIO:	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO				

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO) A.S.T.M. D 2937

CALICATA :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA		
MUESTRA :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO		
ENSAYO :	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	421.51	419.92	417.99
W Cilindro (gr)	240.41	240.41	240.41
W M. Natural (gr)	181.10	179.51	177.58
Volumen (cm ³)	95.52	95.52	95.52
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.90	1.88	1.86
Densidad Natural Promedio (gr/cm³)	1.88		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS							
A.S.T.M. D 3080 - 2004							
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO		
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S.	PROFUNDIDAD :	0.00 m - 3.00 m	SUCS	CL
MUESTRA :	M - 1		24-065	FECHA :	SETIEMBRE 2023		
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA	
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILLA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA				TÉCNICO DE LABORATORIO:	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA	
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO						

REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN EDIFICACION		
CALICATA :	C - 1		
MUESTRA :	M - 1		
PROFUNDIDAD (m) :	3.00 m		
CLASIFICACION (S.U.C.S)	GC		
CONDICION :	INALTERADA		
INICIAL			
ESPECIMEN :	1	ESPECIMEN :	2
ALTURA INICIAL :	19.71 mm	ALTURA INICIAL :	19.71 mm
DIAMETRO :	61.69 mm	DIAMETRO :	61.69 mm
AREA INICIAL :	29.89 cm ²	AREA INICIAL :	29.89 cm ²
DENSIDAD HUMEDA INICIAL:	1.83 gr/cm ³	DENSIDAD HUMEDA :	1.84 gr/cm ³
HUMEDAD INICIAL :	13.95	HUMEDAD INICIAL :	13.97
DENSIDAD SECA INICIAL:	1.61 gr/cm ³	DENSIDAD SECA INICIAL:	1.61 gr/cm ³

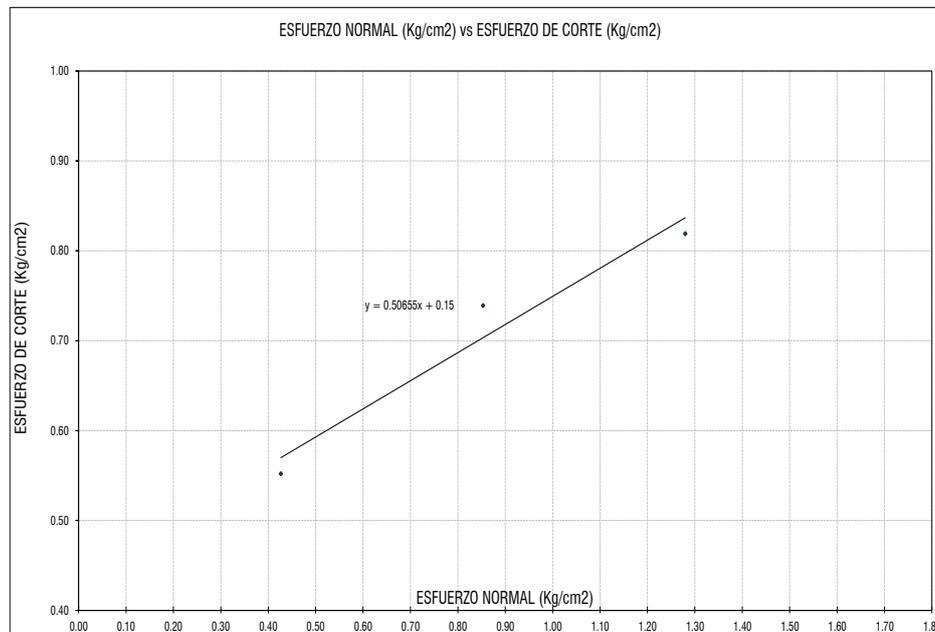
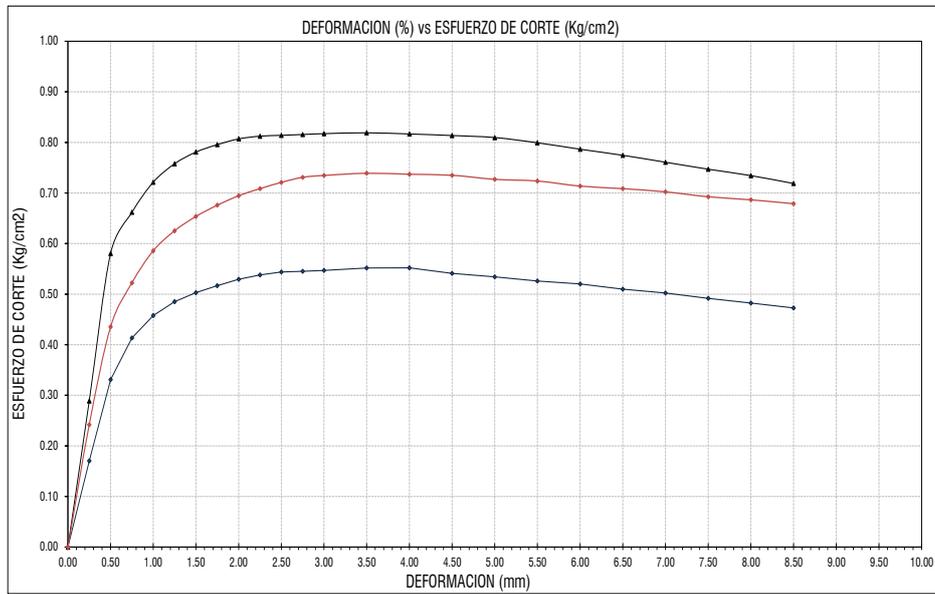
APLICANDO EL ESFUERZO NORMAL Y SATURANDO LA MUESTRA (CONSOLIDACIÓN PRIMARIA)			
ESPECIMEN :	1	ESPECIMEN :	2
W PESAS	1275 gr	W PESAS	2550 gr
ESFUERZO NORMAL :	0.427 Kg/cm ²	ESFUERZO NORMAL :	0.853 Kg/cm ²
LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.001 mm	LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.001 mm
ALT ANTES EC = ALT INICIAL - LECTURA DEF	19.709 mm	ALT FINAL = ALT INICIAL - LECTURA DEF	19.70853 mm
ESPECIMEN :	3	ESPECIMEN :	3
W PESAS	3825	W PESAS	3825
ESFUERZO NORMAL :	1.280	ESFUERZO NORMAL :	1.280
LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.000 mm	LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.000 mm
ALT FINAL = ALT INICIAL - LECTURA DEF	19.71 mm	ALT FINAL = ALT INICIAL - LECTURA DEF	19.71 mm

APLICANDO EL ESFUERZO DE CORTE			
ESPECIMEN :	1	ESPECIMEN :	2
LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.002 mm	LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.002 mm
ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF	19.707 mm	ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF	19.707 mm
ESPECIMEN :	3	ESPECIMEN :	3
LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.001 mm	LECTURA DEL DEFORMIMETRO	0.001 mm
ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF	19.709 mm	ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF	19.709 mm

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL (A.S.T.M. D 2216)					
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
NUMERO DE TARA	140	NUMERO DE TARA	123	NUMERO DE TARA	172
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	145.88 gr	PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	145.79 gr	PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	145.88 gr
PESO MUESTRA SECA + TARA	128.67 gr	PESO MUESTRA SECA + TARA	129.48 gr	PESO MUESTRA SECA + TARA	129.66 gr
PESO TARA	24.73 gr	PESO TARA	24.70 gr	PESO TARA	24.73 gr
PESO MUESTRA SECA	103.94 gr	PESO MUESTRA SECA	104.78 gr	PESO MUESTRA SECA	104.93 gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	16.56 %	CONTENIDO DE HUMEDAD	15.57 %	CONTENIDO DE HUMEDAD	15.46 %

DENSIDAD HUMEDA FINAL (A.S.T.M. D 2937)			
PESO MUESTREADOR + M HUMEDA	163.20 gr	PESO MUESTREADOR + M HUMEDA	163.14 gr
PESO MUESTREADOR	42.05 gr	PESO MUESTREADOR	42.05 gr
PESO MUESTRA HUMEDA	121.15 gr	PESO MUESTRA HUMEDA	121.09 gr
VOLUMEN MUESTREADOR	58.91 cm ³	VOLUMEN MUESTREADOR	58.91 cm ³
DENSIDAD HUMEDA FINAL	2.06 gr/cm ³	DENSIDAD HUMEDA FINAL	2.06 gr/cm ³
HUMEDAD FINAL :	16.56 %	HUMEDAD FINAL :	15.57 %
DENSIDAD SECA FINAL:	1.76 gr/cm ³	DENSIDAD SECA FINAL:	1.78 gr/cm ³
PESO MUESTREADOR + M HUMEDA	163.20 gr	PESO MUESTREADOR + M HUMEDA	163.20 gr
PESO MUESTREADOR	42.05 gr	PESO MUESTREADOR	42.05 gr
PESO MUESTRA HUMEDA	121.15 gr	PESO MUESTRA HUMEDA	121.15 gr
VOLUMEN MUESTREADOR	58.91 cm ³	VOLUMEN MUESTREADOR	58.91 cm ³
DENSIDAD HUMEDA FINAL	2.06 gr/cm ³	DENSIDAD HUMEDA FINAL	2.06 gr/cm ³
HUMEDAD FINAL :	15.46 %	HUMEDAD FINAL :	15.46 %
DENSIDAD SECA FINAL:	1.78 gr/cm ³	DENSIDAD SECA FINAL:	1.78 gr/cm ³

DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO		
CALICATA :	C - 1	CODIGO:	E.M.S. 24-065	PROFUNDIDAD :	0.00 m - 3.00 m	SUCS	CL
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE 2023		
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	TESIS: NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLÓN "C" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				JEFE DE LABORATORIO:	FABIAN BECERRA GUEVARA	
UBICACIÓN :	I.E.P. RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO 16001, CALLE: MARISCAL CASTILA #5, JAÉN, JAEN, CAJAMARCA				TÉCNICO DE LABORATORIO:	SEGUNDO DÁVILA BERNILLA	
SOLICITANTE :	ANYER I KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO						



COHESIÓN (C) : 0.15 kg/cm2
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ) : 27.00



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° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

CONSTANCIA DE LABORATORIO

**EL QUE SUSCRIBE ING. ERNESTO FLORES LOZADA, GERENTE
GENERAL DEL LABORATORIO DE SUELOS TENISU F&F S.R.L TECNICOS
EN INGENIERIA DE SUELOS, EXPIDE LO PRESENTE**

HACE CONSTAR:

Que la señorita Anyer I Karel Azucena Delgado Nolasco, bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, identificada con DNI N° 71071044, realizó en este laboratorio los ensayos de granulometría, límite líquido y plástico, contenido de humedad, corte directo, densidad natural que corresponden al estudio de mecánica de suelos de una muestra obtenida en una calicata en la Institución Educativa 16001 del distrito de Jaén – Región de Cajamarca y también realizó el ensayo no destructivo en concreto endurecido (esclerometría), de acuerdo a la norma A.S.T.M C 805, del Pabellón “C” de la institución educativa primaria 16001, con el fin de determinar la resistencia del concreto ($f'c$) de los elementos portantes, vigas y columnas.

Estos ensayos fueron realizados para su tesis de investigación titulada “NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN C DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO JAÉN - CAJAMARCA”, en la semana previa en que fue emitido este documento, utilizando los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas, demostrando eficiencia y responsabilidad en el manejo de los equipos empleados.

Se expide este documento a solicitud de la interesada para los fines convenientes.

Jaén, 14 noviembre 2023.


TECNISU F&F S.R.L.
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP. 76292

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00064062



La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 017019-2010/DSD - INDECOPI de fecha 04 de Noviembre de 2010, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación **TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS** y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Servicios de construcción de obras; supervisión de obras, a saber, control de pavimentos de carreteras; control de compactación de rellenos de suelos; supervisión (dirección) de obras de construcción civil

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0426196-2010

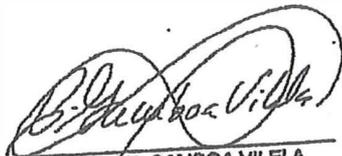
Titular : **TECNISU F & F S.R.L.**

País : Perú

Vigencia : 04 de Noviembre de 2025

Tomó : 321

Folio : 062



PATRICIA GAMBOA VILELA
Directora
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - OBRAS DE SUELOS
CONSULTORIOS - CALZADAS - PAVIMENTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
P.O. BOX 1110 LIMA PERU - TEL. 77611110 - FAX 77611111

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 071 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	2905-2023
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca
4. Equipo	MÁQUINA DE CORTE DIRECTO
Capacidad	2000 N
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STZJY-6
Número de Serie	141802
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STZJY-6
Número de Serie	141802
Resolución	1 N
Ubicación	LABORATORIO DE SUELO
5. Fecha de Calibración	2023-07-15

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

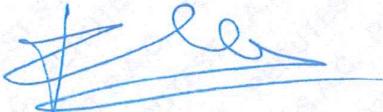
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

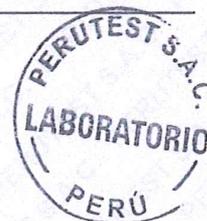
2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0169 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

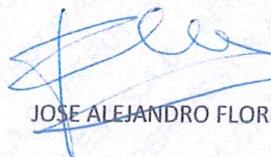
Página 1 de 3

1. Expediente	2905-2023	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL	
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	
Marca	TAMIEQUIPOS LTDA	
Modelo	998	<p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p>
Procedencia	PERÚ	
Número de Serie	TCP P005	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	<p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
5. Fecha de Verificación	2023-07-15	
		<p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
		<p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>

Fecha de Emisión

2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 063 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	2905-2023
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0165
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2023-07-15**

Fecha de Emisión

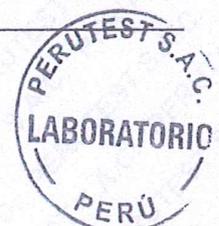
2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0164 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	2905-2023
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	300 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	DAKOTA
Modelo	ACS-03T
Número de Serie	673
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

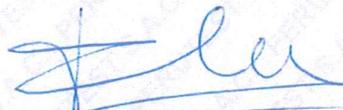
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-07-15

Fecha de Emisión

2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0162 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	2905-2023
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6000 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	WANT
Modelo	WT60001GF
Número de Serie	200803067
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-07-15

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0163 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	2905-2023
2. Solicitante	TECNISU F&C SRL
3. Dirección	Av. Mariscal sucre 1652 - Jaen - Cajamarca
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	PATRICK'S
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

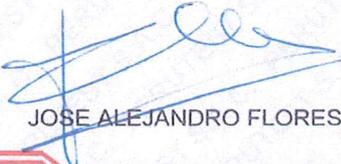
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-07-15

Fecha de Emisión

2023-07-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 01	Excavación y muestreo de Calicata C-1 a una profundidad de 3.00 metros.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 02	Excavación y muestreo de Calicata C-1 a una profundidad de 3.00 metros.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 03	Medidas de Calicata C-1 a una profundidad de 3.00 metros.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 04	Reincorporando el material extraído de la calicata C-1.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 05	Realizando el Ensayo de Granulometría.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 06	Realizando el Ensayo de Granulometría.
	

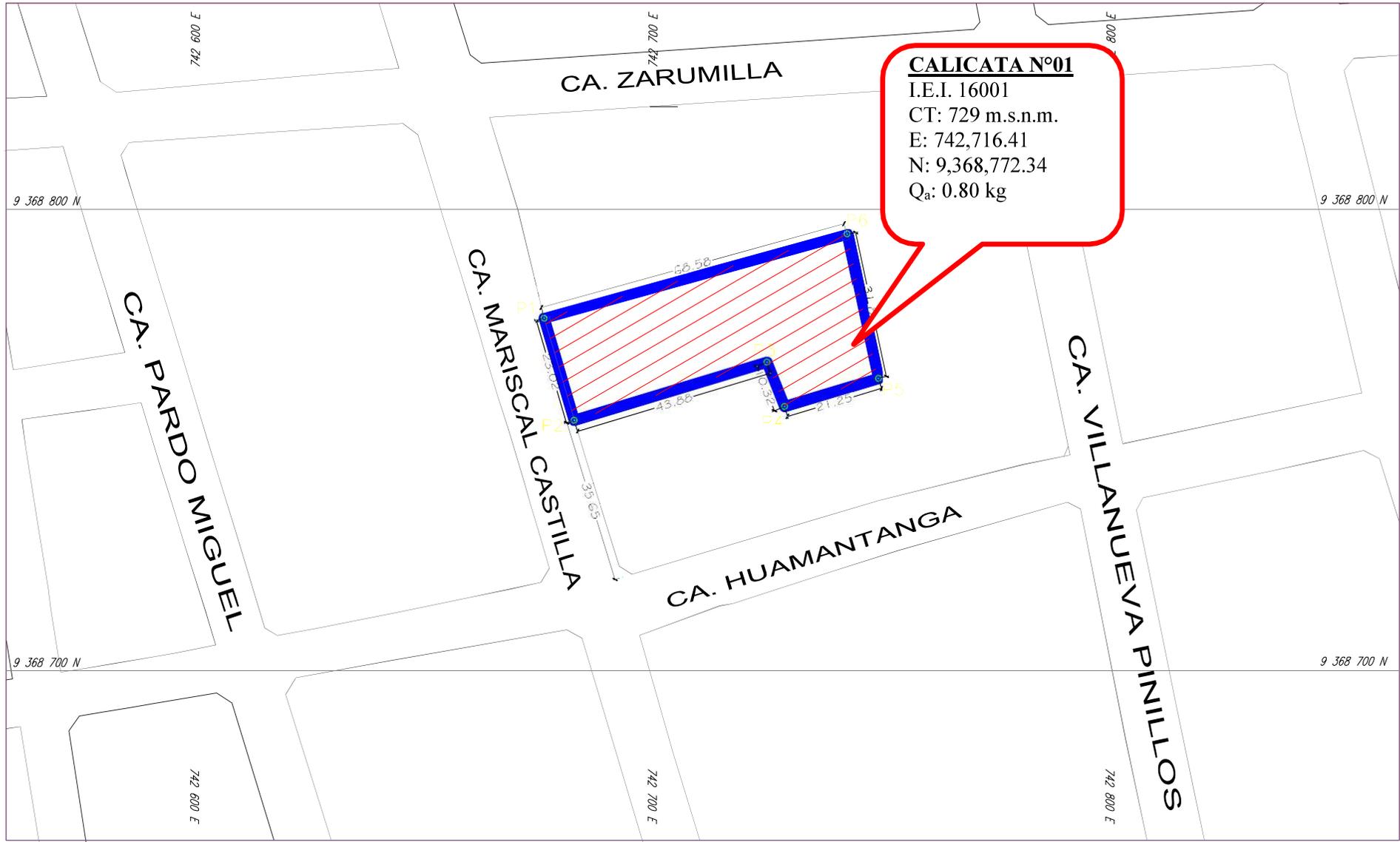
FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 07	Realizando el Ensayo de Limites de Atterberg
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 08	Realizando el Ensayo de Limites de Atterberg
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 09	Realizando el Ensayo de Contenido de Humedad.
	

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 10	Realizando el Ensayo de Contenido de Humedad.
	

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATA



ANEXO N° 03

INFORME TÉCNICO DE ESCLEROMETRÍA

I. DATOS DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES

El presente ensayo consiste en determinar la resistencia a la compresión del concreto, tanto de vigas como columnas del Proyecto: “NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON “C” DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA 16001 DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA”, Ubicado en la Localidad de Jaén, Distrito y Provincia de Jaén, Región de Cajamarca, bajo la condición de evaluar la condición de las estructuras existentes; por lo cual, solicita a los profesionales responsables del presente informe, el servicio técnico de “evaluación de estructuras mediante ensayo no destructivo, esclerómetro”

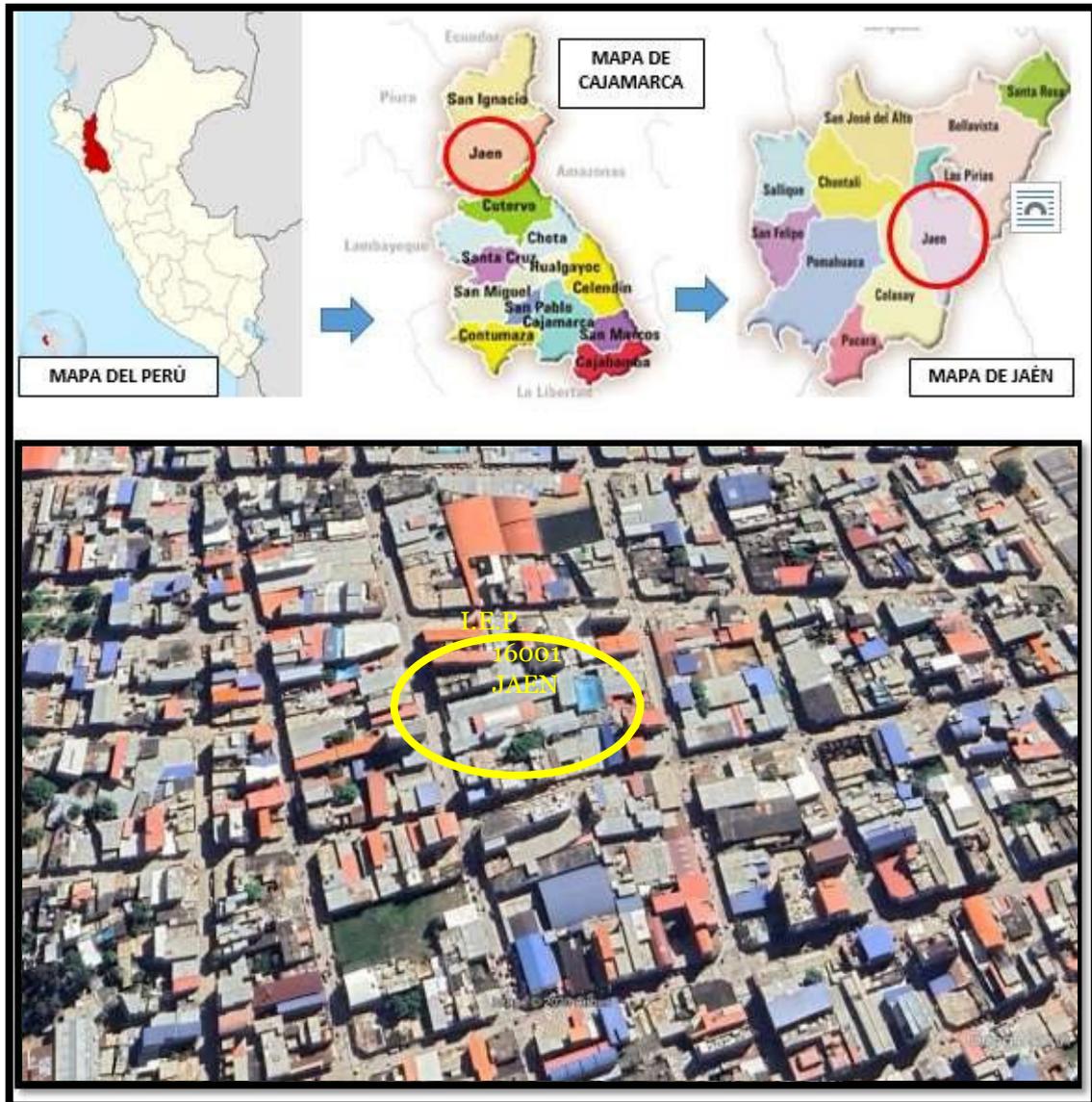
Los profesionales responsables, en coordinación y bajo autorización por el solicitante; se constituyeron en el Proyecto indicado, y se procedió a la evaluación de estructuras mediante esclerómetro, de los elementos estructurales existente indicados en los planos adjuntos. Los trabajos de campo como la toma de datos del esclerómetro, para el presente proyecto se efectuaron el día sábado 09 de setiembre del 2023.

Figura 01. Pabellón estudiado



1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto indicado se ubica en la I.E.P.M. N° 16001 de la Localidad de Jaén, Distrito y Provincia de Jaén, Región de Cajamarca.



1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El Proyecto evaluado es la Institución Educativa Primaria 16001, ubicado en la Ciudad de Jaén, los elementos analizados fueron las columnas y vigas del pabellón “C” de la Institución Educativa, las cuales fueron construidos en el año 2004 y está conformado por material noble (ladrillos, concreto simple y concreto reforzado).

1.4. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS A EVALUAR

Según lo requerido por el solicitante se ha de realizar 06 puntos de evaluación con esclerómetro en las columnas y viga ubicada entre el eje A y el eje 3-3 del Pabellón “C” de la Institución Educativa,

II. ENSAYO NO DESTRUCTIVO “ESCLERÓMETRO”

2.1. ALCANCE

En esta sección, se hará mención al uso de uno de los métodos no destructivos que nos ayudará a determinar el valor de $f'c$ de una zona de concreto (simple o armado), dicho instrumento es el esclerómetro con el cual se consigue una serie de datos a los cuales se los conoce como índices de golpes, de los cuales sacamos su promedio y empleando un Abaco podemos obtener el valor del $f'c$ (N/mm²), quedando claro que el uso del Abaco, está en función de la posición en la que se empleó el esclerómetro para obtener los datos.

2.2. OBJETIVOS

- Observar en qué condiciones están las estructuras.
- Verificar la obtención de los datos y proceder al cálculo correspondiente.
- Obtener una estimación de la resistencia a la compresión del concreto con los datos seleccionados y proporcionados por el instrumento.

2.3. MARCO TEORICO

El esclerómetro fue diseñado por el Ing. suizo Ernst Schmidth en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte.

2.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENSAYO

- Posición del martillo.
- Textura y estado de la superficie de concreto (carbonatada aumenta resistencia)

- Concentración de árido grueso en la superficie (aumenta resistencia).
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo.
- Edad del concreto.
- Condiciones de humedad interna (Baja resistencia).
- Tipo de agregado.
- Tipo de cemento.
- Tipo de encofrado.
- Grado de carbonatación de la superficie.
- Acabado.
- Temperatura superficial del concreto y la temperatura del instrumento.

2.5. PROCEDIMIENTO

Se sostuvo el esclerómetro firmemente de manera que el embolo esté perpendicular a la superficie de la prueba, luego se empuja gradualmente el instrumento hacia la superficie de la prueba hasta que el esclerómetro impacte con la superficie. Para realizar el ensayo se selecciona y prepara una zona de hormigón que cumpla con:

- a) Zona de ensayo de aproximadamente diámetro 10cm.
- b) Superficie lisa (utilizar piedra abrasiva)
- c) Hacer al menos 10 lecturas (distanciadas entre si 1")
- d) Si difieren repetir ensayo.

2.6. NÚMERO DE ENSAYOS Y ZONA DONDE SE REALIZARON

La zona para la realización de los ensayos fueron las vigas y columnas del pabellón "C" que soporta la mayor área tributaria. El número de ensayos se realizó por cada elemento estructural, el número de muestras a ser analizadas para cada elemento estructural también se encuentra validado en la tesis doctoral del ingeniero Miguel Ángel

Mosqueira Ramírez - “Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”.

2.7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Calcular el índice de rebote. Dicho índice es la mediana de todas las lecturas y expresada con un número entero. La n datos obtenidos se ordenan de mayor a menor y se calcula el valor de la mediana:

- Cuando n es impar, la mediana es el valor que ocupa la posición: $(n+1)/2$
- Cuando n es par, la mediana es la media aritmética de las dos observaciones centrales.
- Tomar el valor promedio de 8 a 10 valores de rebote R que ha sido marcados (no incluir valores que sean demasiado altos o demasiado bajos).
- Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más de 6 unidades se descartan la totalidad de las lecturas (se rechazará la zona). En caso contrario el valor obtenido será el índice de rebote.
- Con este valor se entra en un gráfico y se obtiene el valor aproximado de la resistencia de dicho hormigón.

**RESISTENCIA DEL CONCRETO CON
MARTILLO**

TESISTA	:	KAREL AZUCENA DELGADO NOLASCO				
PROYECTO DE TESIS	:	NIVEL DE RIESGO SISMICO DEL PABELLON "C" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA				
		16001 DEL DISTRITO DE JAEN - CAJAMARCA				
UBICACIÓN	:	LOCALIDAD JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA				
DISEÑO DE CONCRET	:	F'c 210 Kg/cm2				
FECHA	:	SETIEMBRE DEL 2023				
EDAD DE LA ESTRUCTURA : 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD - AÑO 2004						
Nº	UBICACIÓN	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	(MPA)	F'C (kg/cm2)	
1	VIGA - PABELLON "C"	29	32.44	19.47	198.50	
2	VIGA - PABELLON "C"	28				
3	VIGA - PABELLON "C"	28				
4	VIGA - PABELLON "C"	31				
5	VIGA - PABELLON "C"	32				
6	VIGA - PABELLON "C"	29				
7	VIGA - PABELLON "C"	29				
8	VIGA - PABELLON "C"	31				
9	VIGA - PABELLON "C"	28				
10	VIGA - PABELLON "C"	27				
	OBSERVACIONES :	ENSAYOS EFECTUADOS CON MARTILLO MARCA RUMISTONE				
		LC - 010200 CON LECTURAS EN ; (MPA) ; SE HICIERON LAS				
		CONVERSIONES A Kg/cm2; (MPA)= 10.197Kg/cm2 Y SEGUN				
		TABLA DE CONVERSIÓN				

2.9. CONCLUSIONES

Se concluye según los ensayos de esclerómetro el ensayo de índice de rebote del sedimentador **no cumplen** la resistencia mínima. Según el cuadro de resumen podremos ver los resultados en las hojas de cálculo.

Tabla 1: Cuadro de resumen

N°	Lugar	Lectura del Esclerómetro – I.E.P.M. N° 16002										Resistencia	
		(N/mm ²)										Corregida	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	F'c (Kg/cm ²)
1	Colum. M -1	27	28	27	25	28	25	28	27	25	23	29.22	178.79
2	Viga M - 1	30	32	30	29	31	29	29	27	28	32	33.00	201.90
3	Colum. M -2	26	27	28	24	26	26	29	28	27	29	30.00	183.55
4	Viga M - 2	31	33	28	27	32	31	28	26	30	29	32.78	200.54
5	Colum. M -3	27	25	28	27	25	29	26	25	27	25	29.33	179.47
6	Viga M - 3	29	28	28	31	32	29	29	31	28	27	32.44	198.50
PROMEDIO COLUMNAS												180.60	
PROMDIO VIGAS												200.31	

En la presente investigación se dará un margen de error del 5% al valor promedio de los ensayos de esclerometría. Obteniendo una resistencia a la compresión del concreto de: 180 kg/cm² en las columnas y de 200 kg/cm² en vigas, ser procesado en el software SAP 2000 versión 24.0.0,

2.10. RECOMENDACIONES

De los resultados de la investigación de prueba del Esclerómetro se hace las siguientes recomendaciones:

1. Los ensayos esclerómetros permiten conocer la evolución de la resistencia de una manera económica y en poco tiempo, además de conocer la homogeneidad y calidad del concreto sin deteriorar la estructura.
2. Se pudo medir la dureza del concreto considerando la edad y el tamaño máximo nominal de cada muestra utilizando el esclerómetro para correccional con la resistencia.
3. El ensayo de martillo de rebote esclerómetro, se debe tomar 10 puntos o rebotes mínimos en cada punto en un área de 20x20 cm.
4. Se recomienda introducir un proceso de evaluación sísmica a la estructura de la Institución Educativa.
5. Verificar los elementos deficientes por medio de un estudio y diseños estructurales de los elementos.
6. Los resultados de los ensayos por esclerómetro se presentan en las hojas de cálculo y en cuadro de Resumen N° 01, del presente Informe.
7. Los resultados son válidos solo para el área de investigación del proyecto.

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 01	Equipo utilizado para el Ensayo de Esclerometría



FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
N° 02	Realizando el Ensayo de Esclerometría en las columnas y vigas del pabellon “c” de la I.E primaria 16001



ANEXO N°04

METRADO DE CARGAS DEL PABELLÓN "C"

Metrado de columnas en kg

Nivel	Número	b	d	h	Peso columna
2	10	0.25	0.25	3	4,500.00
1	10	0.25	0.25	3.2	4,800.00
					9,300.00

Metrado de vigas en kg

Nivel	Viga	Número	l	b	h	P. Viga	P. Total
2	A x-x	1	17.7	0.25	0.20	2,124.00	9,571.93
	B x-x	1	17.7	0.25	0.20	2,124.00	
	A-B x-x	6	17.7	0.04	0.06	280.37	
	1 y-y	1	5.9	0.25	0.40	1,416.00	
	3 y-y	1	5.9	0.25	0.40	1,416.00	
	5 y-y	1	5.9	0.25	0.40	1,416.00	
	1-5 y-y	9	8.2	0.07	0.14	795.56	
1	A x-x	1	17.7	0.25	0.20	2,124.00	13,248.00
	B x-x	1	17.7	0.25	0.20	2,124.00	
	1 y-y	1	7.5	0.25	0.40	1,800.00	
	2 y-y	1	7.5	0.25	0.40	1,800.00	
	3 y-y	1	7.5	0.25	0.40	1,800.00	
	4 y-y	1	7.5	0.25	0.40	1,800.00	
	5 y-y	1	7.5	0.25	0.40	1,800.00	
							22,819.93

Metrado de tabiquería en kg

Nivel	Muro	Número	t	l	h	P. Muro	P. Total
2	A x-x	1	0.15	5.68	1.90	2,913.84	28,292.49
	B x-x	1	0.15	7.55	1.90	3,873.15	
	1 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
	3 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
	5 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
1	A x-x	1	0.15	9.17	1.90	4,704.21	35,289.81
	B x-x	1	0.15	17.70	1.90	9,080.10	
	1 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
	3 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
	5 y-y	1	0.25	5.90	2.70	7,168.50	
							63,582.30

Metrado de losas aligeradas e = 0.20 m y techo de calamina en kg

Nivel	Área	Peso Unitario	P. Losa	P. Total
2	170.55	5.46	60.00	327.60
1	151.60	300	45,480.00	45,480.00
				45,807.60

Carga viva en kg

Nivel	Ocupación	Live	Área	Peso
2	Techo de calaminas	30	170.55	5116.5
1	Aulas	250	121.31	30,328.73
	Pasadizos	400	30.29	12,114.04
				47,559.27

Pesos efectivos en kg

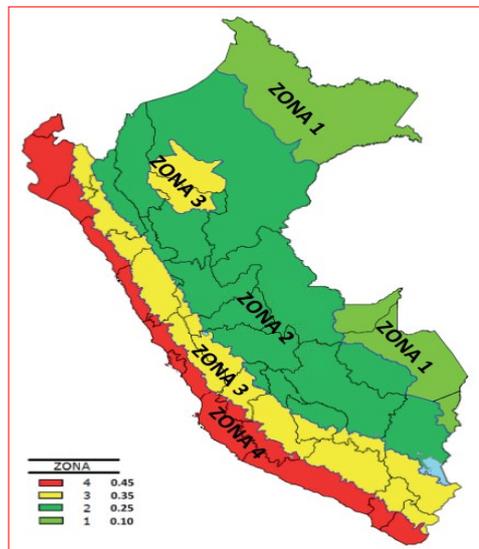
Nivel	Cm	Cv	Peso por nivel
2	42,692.02	5,116.50	47,808.52
1	98,817.81	42,442.77	141,260.58
			189,069.10

ANEXO N° 05

ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO SEGÚN LA NORMA E.030

I. FACTOR DE ZONA (Z), E.030 (Art. 10)

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



II. FACTOR SUELO (S), PERIODOS "TP" Y "TL" 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	$S_u = 25 \text{ kpa a } 50 \text{ kpa}$
$T_L =$	1.6	$q_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ a } 0.25 \text{ kg/cm}^2$

III. CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN, FACTOR DE USO (U), E.030 (Art. 15)

Categoría del Edificio:	A2 Esenciales
Tipo de Edificación:	Instituciones educativas nivel primaria

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. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS (R), E.030 (Art. 22)

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

R_0 = Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas
 I_a = Irregularidad en altura
 I_p = Irregularidad en planta

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

Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas, E.030 (Art. 18)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Material: **Concreto Armado**
 Sistema Estructural:
Pórticos
 $R_{0X} = 8$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Material: **Concreto Armado**
 Sistema Estructural:
Pórticos
 $R_{0Y} = 8$

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

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

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

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
 $I_{px} = 1.00$

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

Reemplazando valores Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

$R_X = R_{0X} * I_{aX} * I_{pX} = 8$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

$R_Y = R_{0Y} * I_{aY} * I_{pY} = 8$

V. FACTOR DE AMLIFICACIÓN SÍSMICA (C) E.030 (Art. 14)

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

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Pórticos de concreto armado sin muros de corte

Coefficiente para estimar el periodo fundamental

$C_{TX} = 35$

Altura total de la edificación:

$h_{nx} = 6.20$ m

Periodo Fundamental de Vibración

$h_{nx} / C_{TX} \quad T_X = 0.177$ seg

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Pórticos de concreto armado sin muros de corte

Coefficiente para estimar el periodo fundamental

$C_{TY} = 35$

Altura total de la edificación:

$h_{ny} = 6.20$ m

Periodo Fundamental de Vibración

$h_{ny} / C_{TY} \quad T_Y = 0.177$ seg

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

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X

Exponente k relacionado con el periodo fundamental T

$k_X = 1.00$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel :

$F_i = \alpha_i \cdot V$

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

$T_X = 0.177$ seg

$C_X = 2.50$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y

Exponente K relacionado co el periodo fundamental T

$k_Y = 1.00$

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

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

$T_Y = 0.177$ seg

$C_Y = 2.50$

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

$C_X/R_X = 0.3125 \geq 0.125$

Coefficiente de Cortante Basal:

$Z = 0.25$ g

$U = 1.5$

$C_X/R_X = 0.313$

$S = 1.4$

$C_{bx} = 0.164$

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

$C_Y/R_Y = 0.313 \geq 0.125$

Coefficiente de Cortante Basal:

$Z = 0.25$ g

$U = 1.5$

$C_Y/R_Y = 0.313$

$S = 1.4$

$C_{by} = 0.164$

Copiar los valores de "Cb_x", "Cb_y", 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.

XI. CÁLCULO Y GRÁFICO DEL ESPECTRO DE SISMO DE DISEÑO-PSEUDO ACELERACIÓN SÍSMICA (Sa/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

Z =	0.25
U =	1.5
S =	1.4
T _p =	1.00
T _L =	1.60
R _x =	8

$$s_{ax} = \frac{ZUCS}{R_x} * g$$

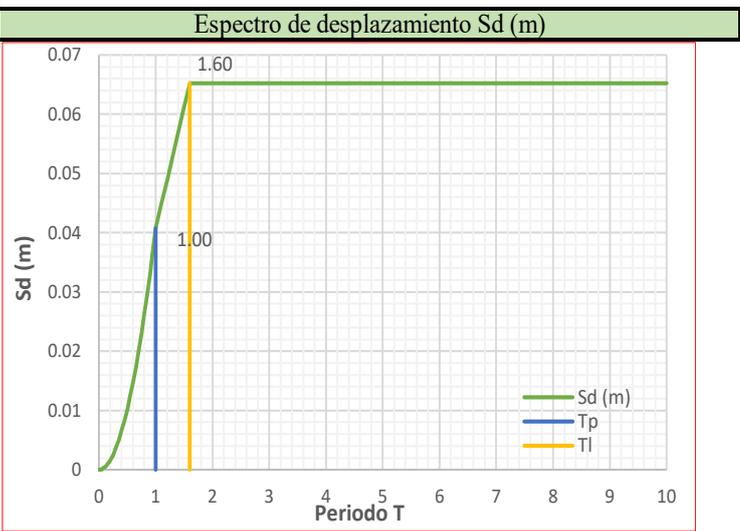
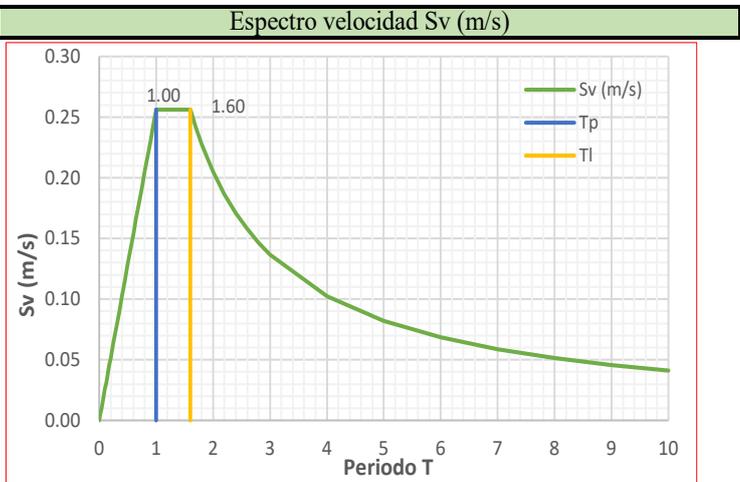
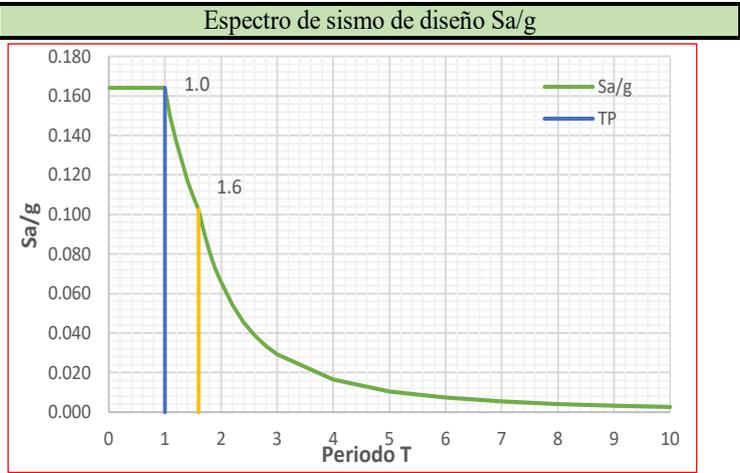
g = 9.81 m/s²

T < T_p C = 2,5

T_p < T < T_L C = 2,5 · (T_p/T)

T > T_L C = 2,5 · (T_p·T_L/T²)

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)
2.50	0.00	0.164	0.0000	0
2.50	0.02	0.164	0.0051	2E-05
2.50	0.04	0.164	0.0102	7E-05
2.50	0.06	0.164	0.0154	1E-04
2.50	0.08	0.164	0.0205	3E-04
2.50	0.10	0.164	0.0256	4E-04
2.50	0.12	0.164	0.0307	6E-04
2.50	0.14	0.164	0.0359	8E-04
2.50	0.16	0.164	0.041	0.001
2.50	0.18	0.164	0.0461	0.001
2.50	0.20	0.164	0.0512	0.002
2.50	0.25	0.164	0.064	0.003
2.50	0.30	0.164	0.0768	0.004
2.50	0.35	0.164	0.0897	0.005
2.50	0.40	0.164	0.1025	0.007
2.50	0.45	0.164	0.1153	0.008
2.50	0.50	0.164	0.1281	0.01
2.50	0.55	0.164	0.1409	0.012
2.50	0.60	0.164	0.1537	0.015
2.50	0.65	0.164	0.1665	0.017
2.50	0.70	0.164	0.1793	0.020
2.50	0.75	0.164	0.1921	0.023
2.50	0.80	0.164	0.2049	0.026
2.50	0.85	0.164	0.2177	0.029
2.50	0.90	0.164	0.2305	0.033
2.50	0.95	0.164	0.2433	0.037
2.50	1.00	0.164	0.2562	0.041
2.27	1.10	0.149	0.2562	0.045
2.08	1.20	0.137	0.2562	0.049
1.79	1.40	0.117	0.2562	0.057
1.67	1.50	0.109	0.2562	0.061
1.56	1.60	0.103	0.2562	0.065
1.38	1.70	0.091	0.2411	0.065
1.23	1.80	0.081	0.2277	0.065
1.11	1.90	0.073	0.2157	0.065
1.00	2.00	0.066	0.2049	0.065
0.83	2.20	0.054	0.1863	0.065
0.69	2.40	0.046	0.1708	0.065
0.59	2.60	0.039	0.1576	0.065
0.51	2.80	0.033	0.1464	0.065
0.44	3.00	0.029	0.1366	0.065
0.25	4.00	0.016	0.1025	0.065
0.16	5.00	0.011	0.082	0.065
0.11	6.00	0.007	0.0683	0.065
0.08	7.00	0.005	0.0585	0.065
0.06	8.00	0.004	0.0512	0.065
0.05	9.00	0.003	0.0455	0.065
0.04	10.00	0.003	0.041	0.065



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,

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 =	8

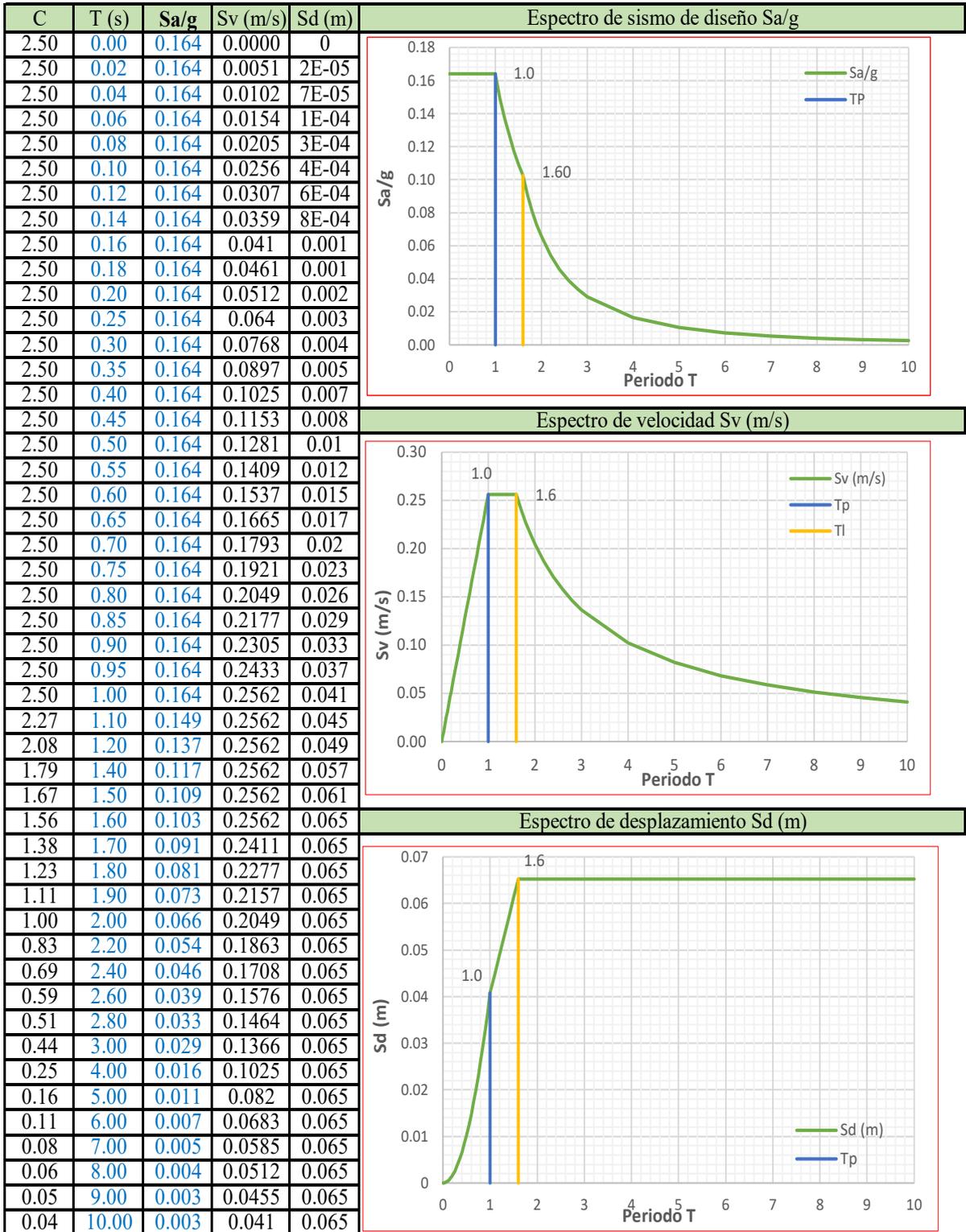
$$s_{ay} = \frac{ZUCS}{R_y} * g$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

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

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

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



ANEXON° 06

MODELADO SAP 2000 V.24.0.0

Resistencia a la compresión del concreto	:	180 kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto	:	202587.76 kg/cm ²
Coefficiente de Poisson del concreto	:	0.2
Losa de techo aligerada de espesor (e)	:	0.20 m
Pesos para el análisis sísmico	:	

$$P1 = 120.04 \text{ tn}$$

Se obtuvo los desplazamientos relativos de entrepiso una vez realizado el siguiente procedimiento:

Excentricidad accidental

$$e_x = 0.05 \times 18.95 \text{ m} \longrightarrow 0.948$$

$$e_y = 0.05 \times 8.00 \text{ m} \longrightarrow 0.400$$

Distribución de masas por altura

Piso 1

Masa traslacional

$$M_{t-1} = \frac{P_{\text{piso-1}}^{\text{sismico}}}{g} = 12.236 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-1} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 429.334 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Factor de escala

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 0.64378$$

R = 8, coeficiente básico de reducción para el sistema aperticado de concreto armado

A.1 Propiedades del material para las Columnas y Vigas

S Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: f'c=180

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 2700 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.4

Mass per Unit Volume: 0.2447

Units: Tonf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2012461.2

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 838525.5

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 1800.

Expected Concrete Compressive Strength: 1800.

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

S Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: f'c=200

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 2850 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.4

Mass per Unit Volume: 0.2447

Units: Tonf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2121320.3

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 883883.5

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 2000.

Expected Concrete Compressive Strength: 2000.

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

A.2 Propiedades de sección

S Rectangular Section

Section Name: C25x25

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color: Yellow

Dimensions

Depth (t3): 0.25

Width (t2): 0.25

Section

Properties

Section Properties...
Time Dependent Properties...

Material

f'c=180

Property Modifiers

Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

S Rectangular Section

Section Name: V25x20

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color: Cyan

Dimensions

Depth (t3): 0.2

Width (t2): 0.25

Section

Properties

Section Properties...
Time Dependent Properties...

Material

f'c=200

Property Modifiers

Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

S Rectangular Section

Section Name: V25x40

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color: Blue

Dimensions

Depth (t3): 0.4

Width (t2): 0.25

Section

Properties

Section Properties...
Time Dependent Properties...

Material

f'c=200

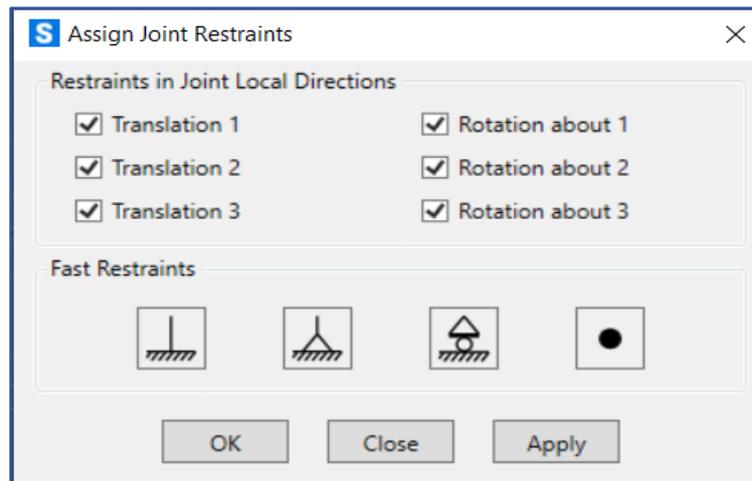
Property Modifiers

Set Modifiers...

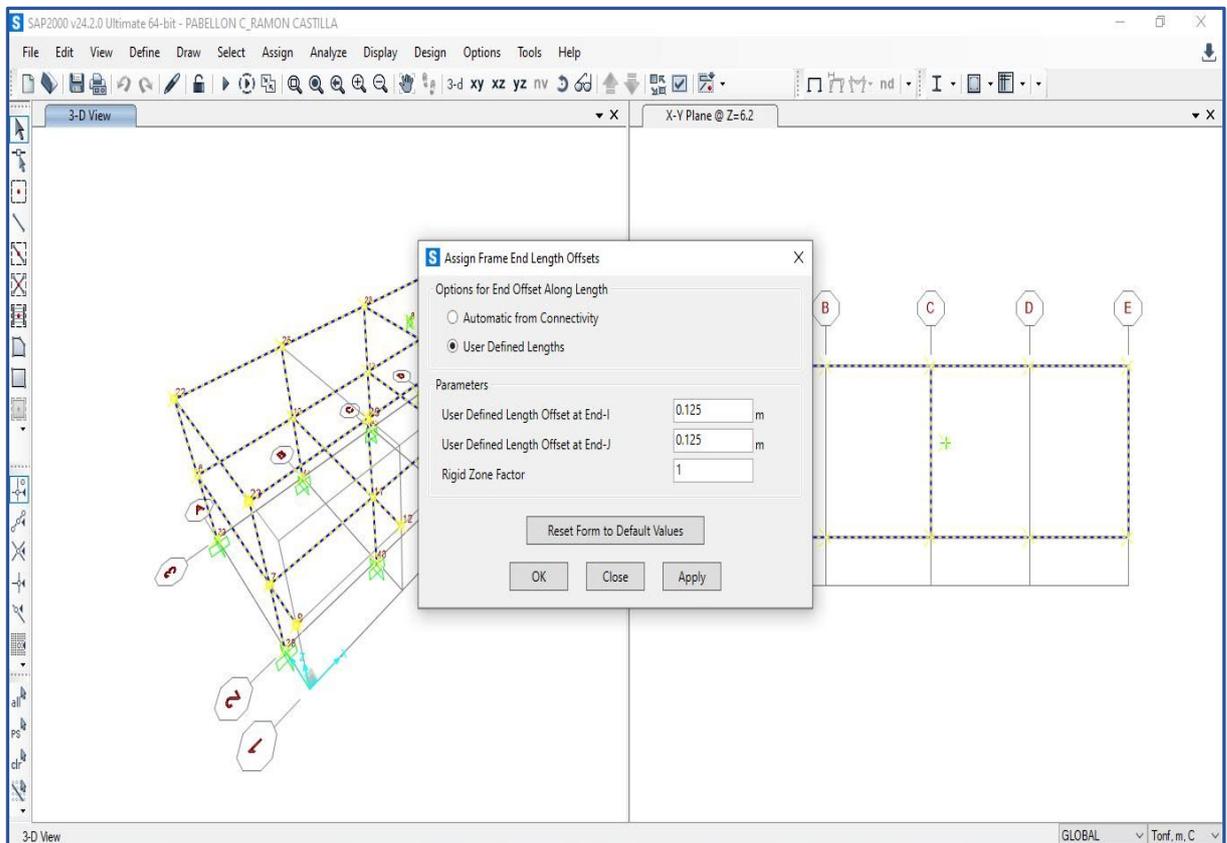
Concrete Reinforcement...

OK Cancel

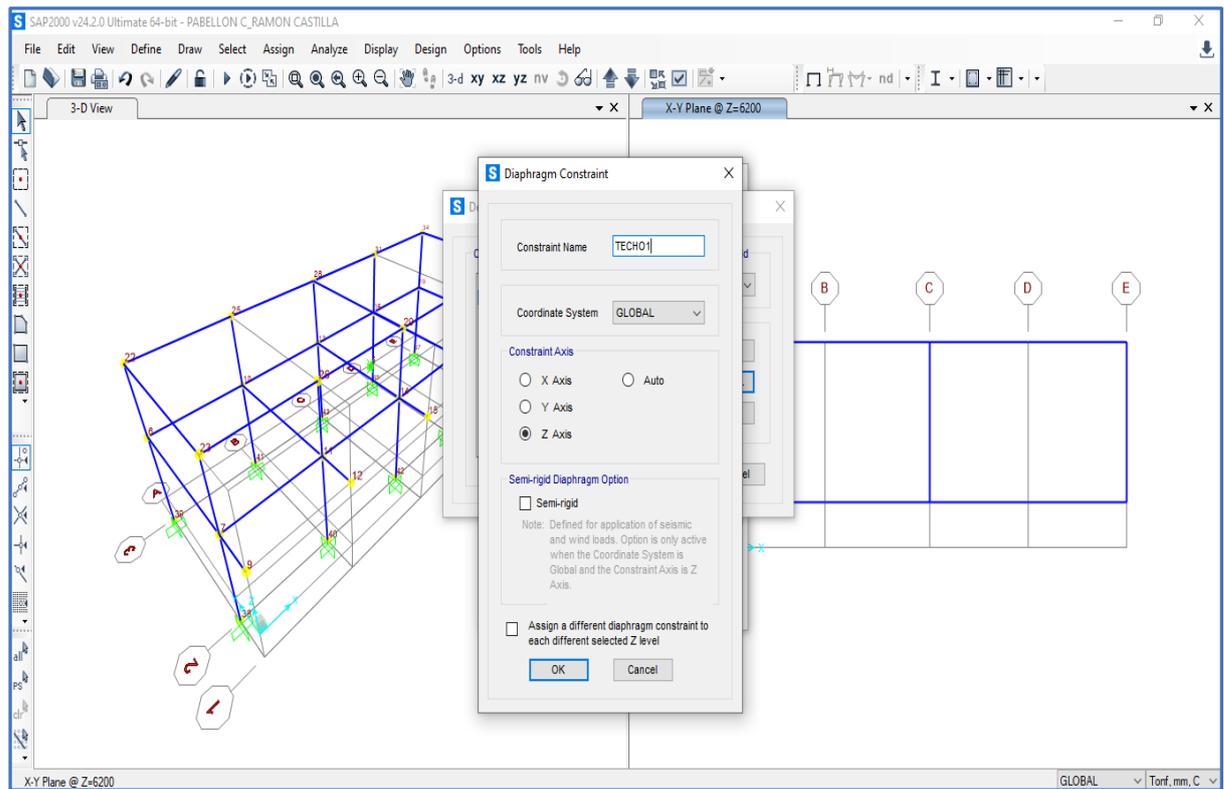
A.3 Asignación de empotramiento en la base



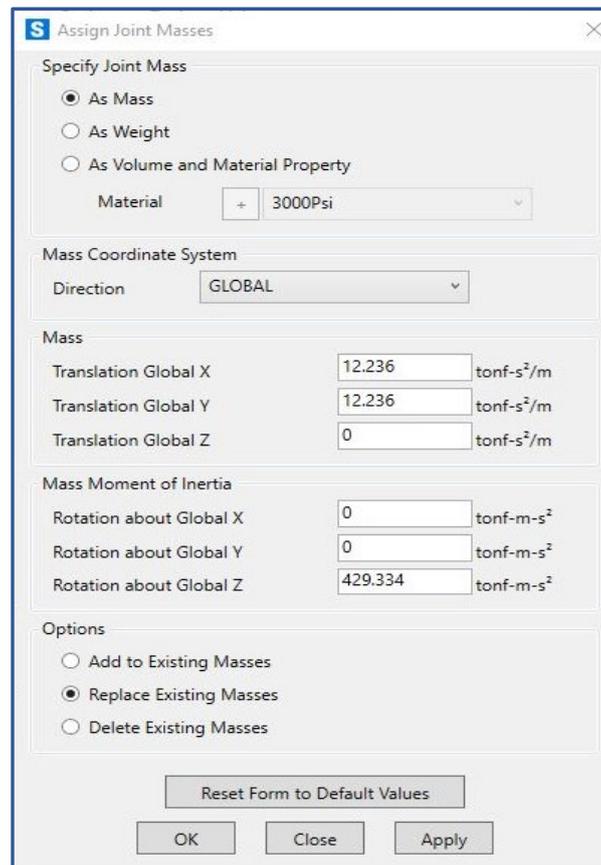
A.4 Asignación de brazos rígidos en ambas direcciones



A.5 Asignación de diafragmas rígidos a nivel de entrepiso



A.6 Asignación de masas en el centro de masas



A.7 Definición de la función de espectro de respuesta

S Response Spectrum Function Definition

Function Name: ESPECTRO

Function Damping Ratio: 0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.164
0.02	0.164
0.04	0.164
0.06	0.164
0.08	0.164
0.1	0.164
0.12	0.164
0.14	0.164

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph (2.8074 , 0.0329)

Buttons: OK, Cancel

A.8 Definición de estado de carga modal

S Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Modal

Stiffness to Use:

- Zero Initial Conditions - Unstressed State
- Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Number of Modes:

- Maximum Number of Modes: 6
- Minimum Number of Modes: 3

Loads Applied:

- Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

- Frequency Shift (Center): 0.
- Cutoff Frequency (Radius): 0.
- Convergence Tolerance: 1.000E-09
- Allow Automatic Frequency Shifting

Mass Source: MSSSRC1

Type of Modes:

- Eigen Vectors
- Ritz Vectors

Buttons: OK, Cancel

A.9 Definición de estado de carga espectral

Sismo en "x"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name:

Notes:

Load Case Type:

Modal Combination

CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum

GMC f1: GMC f2: Periodic + Rigid Type:

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case:

Standard - Acceleration Loading Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination

SRSS CQC3 Absolute

Scale Factor:

Mass Source

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U1	ESPECTRO	0.6438	GLOBAL	0.
Accel	U1	ESPECTRO	0.6438	GLOBAL	0.

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping:

Sismo en "y"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name:

Notes:

Load Case Type:

Modal Combination

CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum

GMC f1: GMC f2: Periodic + Rigid Type:

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case:

Standard - Acceleration Loading Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination

SRSS CQC3 Absolute

Scale Factor:

Mass Source

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U2	ESPECTRO	0.6438	GLOBAL	0.
Accel	U2	ESPECTRO	0.6438	GLOBAL	0.

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping:

A.10 Definición de combinaciones en ambas direcciones

S Load Combination Data ✕

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

Load Combination Type ▾

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO X ▾	Response Spectrum		6
SISMO X	Response Spectrum		6.

S Load Combination Data ✕

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

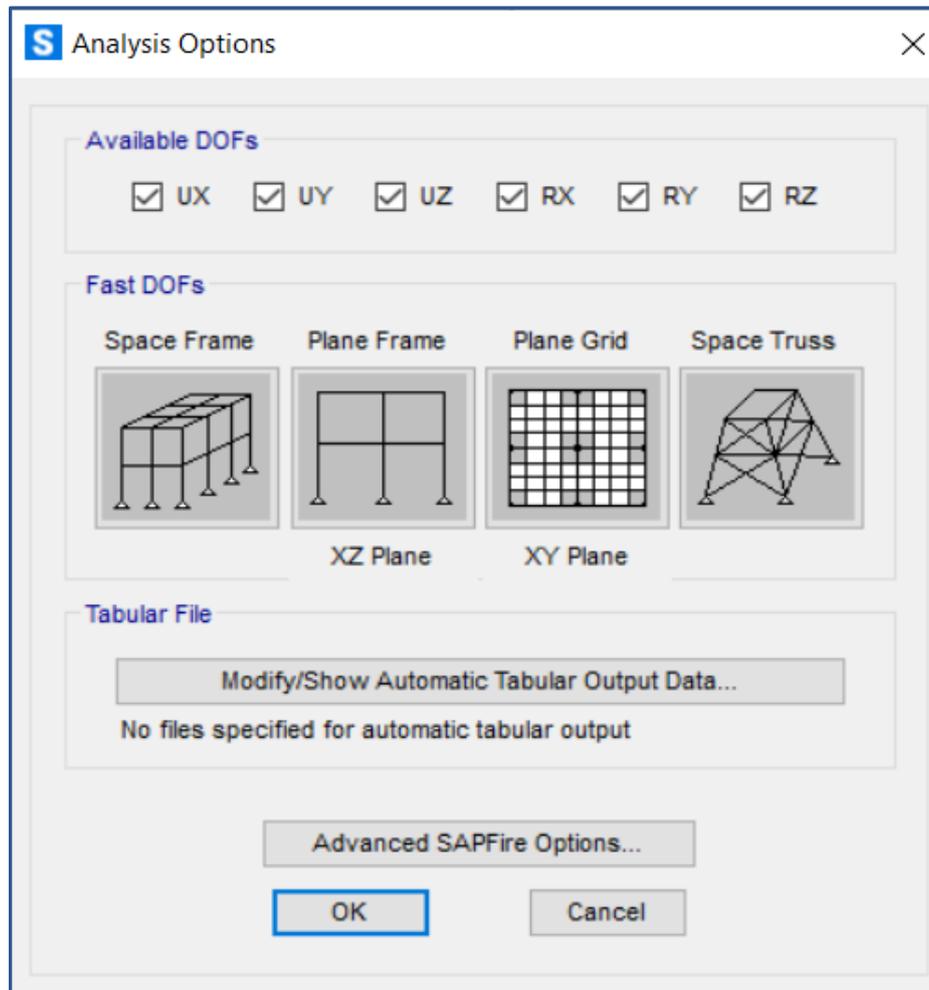
Load Combination Type ▾

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO Y ▾	Response Spectrum		6
SISMO Y	Response Spectrum		6.

A.11 Verificación de que todos los grados de libertad se encuentren activos



A.12 Resultados del sap 2000 v.24.2.0 (Desplazamientos del Pabellon "C")

PRIMER NIVEL

Distorsión en la dirección X en cada nudo del pabellón "C" – Piso 1

NUDO A

The image shows the 'Joint Displacements' dialog box with a table of displacement data for Joint Object 7 and Joint Element 7.

Joint Object	7	Joint Element	7	
	1	2	3	
Trans	13.61444	1.75816	0.01731	
Rotn	1.130E-04	0.00233	1.968E-04	

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	6	Joint Element	6
	1	2	3
Trans	12.55104	1.75816	0.02327
Rotn	1.129E-04	0.00218	1.968E-04

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	19	Joint Element	19
	1	2	3
Trans	12.55104	2.07417	0.02515
Rotn	1.324E-04	0.00217	1.968E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	20	Joint Element	20
	1	2	3
Trans	13.61444	2.07417	0.01765
Rotn	1.325E-04	0.00231	1.968E-04

Distorsión en la dirección Y en cada nudo del pabellón "C" – Piso 1

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	7	Joint Element	7
	1	2	3
Trans	0.92466	7.44855	0.02008
Rotn	4.920E-04	1.220E-04	4.251E-04

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	6	Joint Element	6
	1	2	3
Trans	1.89804	7.44855	0.02122
Rotn	4.911E-04	2.852E-04	4.251E-04

NUDO C

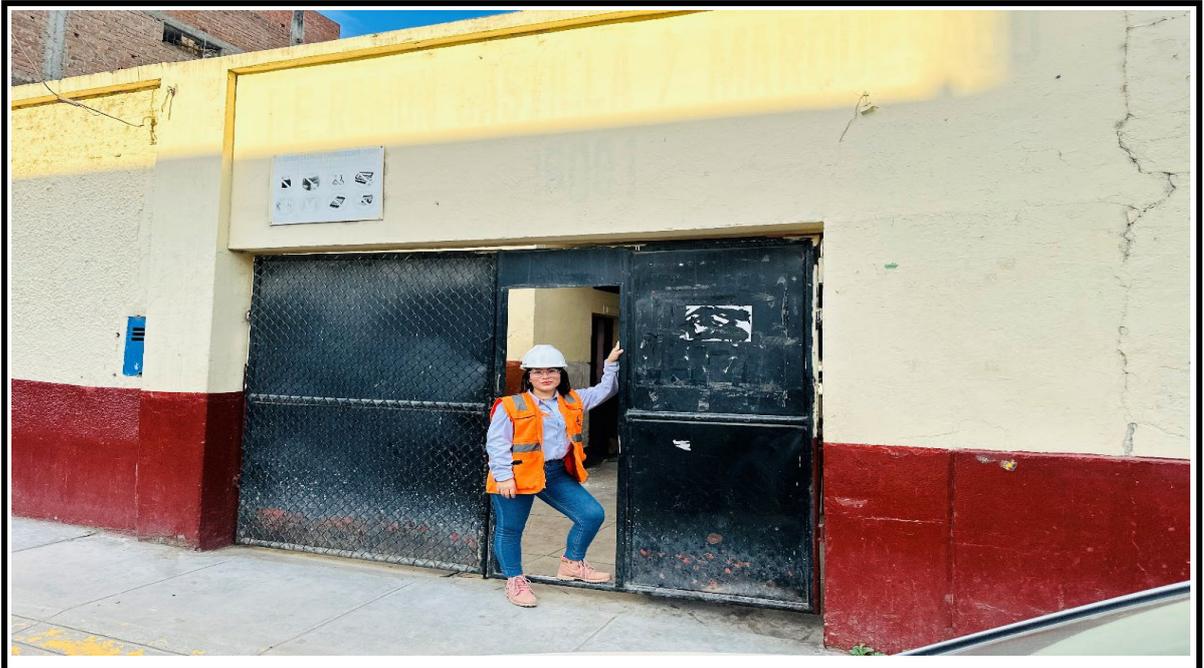
S Joint Displacements			
Joint Object	19	Joint Element	19
	1	2	3
Trans	1.89804	13.09597	0.03181
Rotn	8.505E-04	2.830E-04	4.251E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	20	Joint Element	20
	1	2	3
Trans	0.92466	13.09597	0.03361
Rotn	8.518E-04	1.210E-04	4.251E-04

ANEXO N° 07

PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA N°
01:**

Portón principal de la “Institución Educativa Primaria 16001” Jaén-Cajamarca. Se observa fisuras y grietas en la pared.



**FOTOGRAFÍA N°
02:**

Pabellón "C" de la Institución Educativa Primaria 16001 Jaén-Cajamarca. El cual consta de dos niveles.

PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA N°
03:**

Toma de medidas de detalles del Pabellón "C" en estudio, para la elaboración de los planos arquitectónico. Primer nivel.



**FOTOGRAFÍA N°
04:**

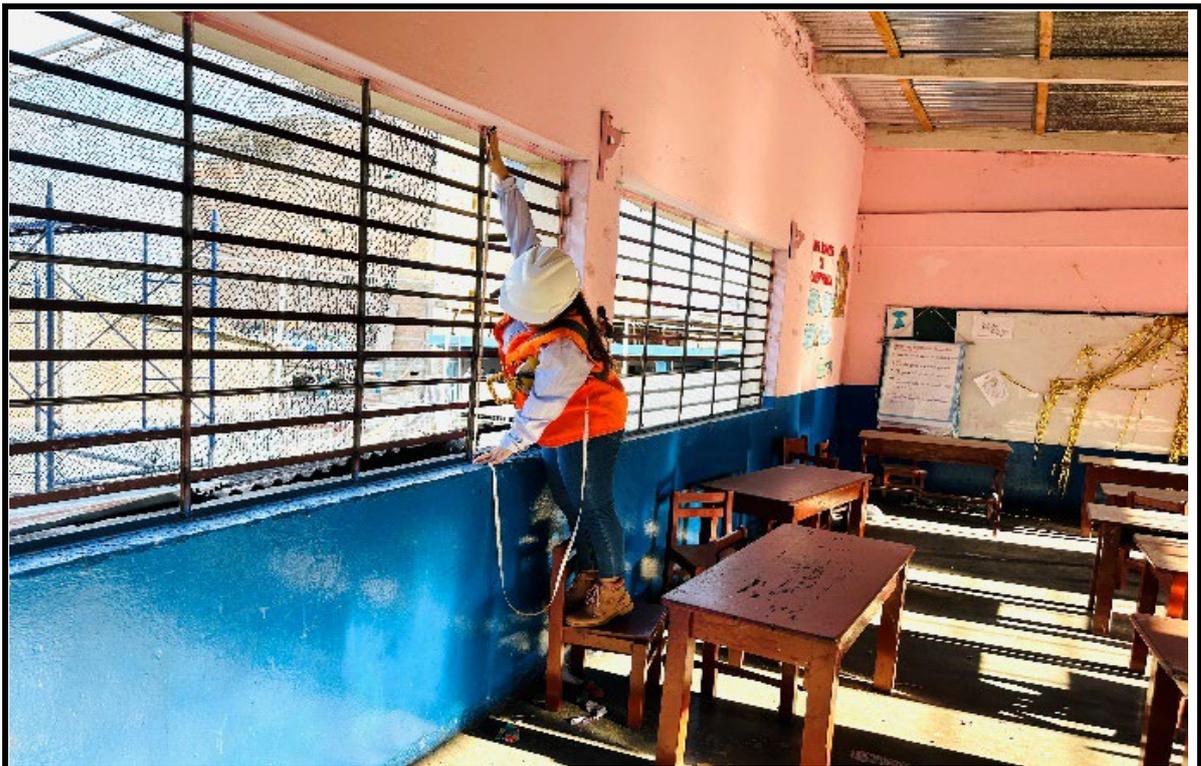
Toma de medidas de detalles del Pabellón "C" en estudio, para la elaboración de los planos arquitectónico. Primer nivel.

PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA N°
05:**

Toma de medidas de detalles del Pabellón "C" en estudio, para la elaboración de los planos arquitectónico. Segundo nivel.



**FOTOGRAFÍA N°
06:**

Toma de medidas de detalles del Pabellón "C" en estudio, para la elaboración de los planos arquitectónico. Segundo nivel.

PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA N°
07:**

Levantamiento topográfico del Pabellón "C" de la Institución Educativa Primaria 16001 Jaén- Cajamarca.