

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA I.E.
EL INGENIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. STEFFANY PIZÁN RIVAS

ASESOR:

ING. MARCOS MENDOZA LINARES

CAJAMARCA – PERÚ

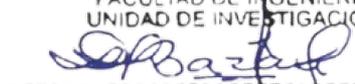
2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

- Investigador:** STEFFANY PIZÁN RIVAS
DNI: 70660718
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor:** ING. MARCOS MENDOZA LINARES
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 DESEMPEÑO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA I.E. EL INGENIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación:** 16/04/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 5%
- Código Documento:** 3117:449847480
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 16/04/2025

 _____ FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos: Ing. Marcos Mendoza Linares DNI: 26612819	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  _____ Dra. Ing. Laura Sojta Bazán Díaz DIRECTORA
	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA I.E. EL INGENIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"

ASESOR : Ing. Marcos Mendoza Linares.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0158-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 24 de abril de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintiocho días del mes de abril de 2025**, siendo las ocho horas (08:00 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. Mauro Augusto Centurión Vargas.
- Vocal : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
- Secretario : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA I.E. EL INGENIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA", presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil STEFFANY PIZÁN RIVAS, asesorado por el Ing. Marcos Mendoza Linares, 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 : 07 PTS.
- EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
- EVALUACIÓN FINAL : 18 PTS **DIECIOCHO (18)** (En letras)

En consecuencia, se la declara **APROBADA** con el calificativo de **DIECIOCHO 18** acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 9:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Vocal

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario

Ing. Marcos Mendoza Linares
Asesor

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y mi pequeña hermanita Jazmín, quienes han sido fuente de mi inspiración en todas las etapas de mi vida y me han dado la fuerza y recursos necesarios para cumplir mis metas. Asimismo, a mi asesor, Ing. Marcos Mendoza Linares, quién me apoyó en cada una de las etapas en la elaboración de mi tesis y me brindó su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y mi hermana, quienes me dieron su apoyo moral en cada etapa de la elaboración de este trabajo de investigación. Asimismo, de manera especial agradezco al Ing. Marcos Mendoza Linares, quien con su sabiduría y apoyo incondicional supo orientarme en la culminación de esta tesis.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Formulación de la hipótesis	16
1.4. Justificación de la Investigación	16
1.5. Alcances, limitaciones y delimitaciones de la investigación	16
1.5.1. Alcances	16
1.5.2. Limitaciones	16
1.5.3. Delimitaciones.....	16
1.6. Objetivos	17
1.6.1. Objetivo general	17
1.6.2. Objetivos Específicos	17
1.7. Organización de la tesis	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
1.8. Antecedentes Teóricos.....	19
1.8.1. Antecedentes Internacionales	19
1.8.2. Antecedentes Nacionales.....	19
1.8.3. Antecedentes Locales	20
1.9. Bases Teóricas	21

1.9.1. Diseño sísmico basado en desempeño.....	21
1.9.2. Nivel de desempeño sísmico	23
1.9.2.1. Propuesta del Nivel de Desempeño según SEAOC	23
1.9.3. Niveles sísmicos para el diseño.....	24
1.9.3.1. Propuesta VISION 2000.....	24
1.9.3.2. Propuesta del ASCE/SEI 41 – 17	25
1.9.4. Diseño sismorresistente según la Norma Peruana E.030	26
1.9.5. Análisis estático no lineal (Análisis Pushover)	27
1.9.5.1. Representación bilineal de la curva de capacidad	28
1.9.5.2. Relaciones momento – curvatura y momento – giro.....	29
1.9.6. Espectro de capacidad	31
1.9.7. Espectro de demanda.....	32
1.9.8. Punto de desempeño.....	33
1.9.8.1. Representación bilineal del espectro de capacidad	33
1.9.8.2. Respuesta elástica de estructuras.....	34
1.9.8.3. Respuesta inelástica de estructuras	35
1.10. Definición de términos básicos.....	38
1.10.1. Edificaciones esenciales	38
1.10.2. Nivel de desempeño.....	38
1.10.3. Análisis pushover.....	38
1.10.4. Espectro de capacidad.....	38
1.10.5. Espectro de demanda	38
1.10.6. Punto de desempeño	38
1.10.7. Preservación:.....	38
1.10.8. Restauración:	39
1.10.9. Reparación	39
1.10.10. Rehabilitación	39

1.10.11. Reforzamiento.....	39
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
1.11. Descripción del Área de Estudio	40
1.11.1. Ubicación Geográfica	40
1.11.2. Periodo de la Investigación.....	41
1.12. Procedimiento y recopilación de datos	41
1.12.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación	41
1.12.2. Población	41
1.12.3. Muestra	42
1.12.4. Unidad de análisis.....	42
1.12.5. Metodología.....	42
1.12.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	44
1.13. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.	44
1.13.1. Instrumentos para el procesamiento de datos	44
1.13.2. Análisis de datos	44
1.13.3. Presentación de resultados.....	45
1.13.3.1.Descripción general de la Estructura.....	45
1.13.3.2.Descripción del sistema estructural.....	46
1.13.3.3.Características mecánicas de los materiales.....	51
1.13.3.4.Resumen de las características de los materiales a usar en el modelado en ETABS	54
1.13.3.5.Modelo esfuerzo – deformación de los materiales.....	55
1.13.3.6.Metrado de Cargas.....	56
1.13.3.7.Modelamiento de la estructura	57
1.13.4. Análisis Estático lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio	59
1.13.4.1.Fuerza Cortante Mínima.....	59
1.13.4.2.Distribución de fuerzas sísmicas	60

1.13.5. Análisis Dinámico lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio	62
1.13.5.1.Modos de vibración	62
1.13.5.2.Cálculo de derivas	62
1.13.5.3.Cortante dinámico total en la base y factor de escala	64
1.13.6. Construcción del espectro de pseudo – aceleraciones	65
1.13.7. Espectro de demanda	67
1.13.8. Análisis estático no lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio.....	67
1.13.8.1.Asignación de rótulas plásticas	67
1.13.8.2.Curvas de capacidad.....	68
1.13.8.3.Análisis de la curva de capacidad ASCE 41 – 17 y determinación del nivel de desempeño sísmico	70
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
1.14. Análisis Lineal.....	75
1.14.1.1.Cortante dinámico total en la base y factor de escalamiento	75
1.15. Análisis estático no lineal	76
1.15.1. Niveles de desempeño alcanzados.....	76
1.16. Discusión de los resultados.	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
1.17. Conclusiones.....	79
1.18. Recomendaciones	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Metodología para la Ingeniería basada en desempeño	22
Figura 2.	Zonas sísmicas.....	27
Figura 3.	Esquema del procedimiento utilizado para el análisis pushover	28
Figura 4.	Criterio de las áreas bajo la curva.....	29
Figura 5.	Momento y curvatura de una sección de concreto armado	29
Figura 6.	Concentración de las rótulas en los extremos.....	30
Figura 7.	Longitud plástica	30
Figura 8.	Discretización del comportamiento inelástico mediante rótulas	31
Figura 9.	Conversión de la curva de capacidad al espectro de capacidad	32
Figura 10.	Espectro de demanda de la norma peruana	33
Figura 11.	Representación bilineal del espectro – capacidad	34
Figura 12.	Intersección de espectros en el rango elástico	35
Figura 13.	Intersección de espectros en el rango elástico	36
Figura 14.	Sectorización de la curva capacidad.....	37
Figura 15.	Ubicación geográfica.....	40
Figura 16.	Diagrama de flujo metodológico	42
Figura 17.	Vista panorámica del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio – Cajamarca..	45
Figura 18.	Vigas del Eje 3 del aligerado del 2do Nivel tienen uniones en diferente altura de la columna D3, lo cual demuestra deficiencia en la estructuración.....	46
Figura 19.	Fisura vertical del muro del Eje E situado entre las columnas E – 9 y E – 10.	47
Figura 20.	Deflexión a largo plazo de vigas secundarias del Eje E del Primer Piso, producido por la mala estructuración (se usaron vigas chatas del mismo espesor de la losa $e=20$ cm) y el poco acero presente, ocasionando daños a ventanas y puertas.	47
Figura 21.	Ventana situada en el muro del Eje B del primer piso entre las columnas B – 8 y B – 9 que presenta curvatura debido a la deflexión a largo plazo de la viga secundaria de ese eje, produciendo que las ventanas no se puedan abrir..	48

Figura 22.	Vista 3D Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio – Cajamarca - Revit	49
Figura 23.	Distribución arquitectónica del primer piso	49
Figura 24.	Distribución arquitectónica del segundo piso.....	50
Figura 25.	Aligerado Primer Nivel	50
Figura 26.	Aligerado Segundo Nivel	51
Figura 27.	Especificaciones técnicas	51
Figura 28.	Ensayos de Esclerometría en Columnas del Segundo Piso	52
Figura 29.	Modelo de esfuerzo – deformación de Mander para el Concreto.....	55
Figura 30.	Modelo de esfuerzo – deformación de Parker para el Acero.....	55
Figura 31.	Parámetros albañilería	56
Figura 32.	Modelamiento estructural Módulo I – Pabellón A	58
Figura 33.	Modelamiento estructural Módulo II – Pabellón A.....	58
Figura 34.	Módulo I – Espectro de pseudo aceleraciones X - X	65
Figura 35.	Módulo I – Espectro de pseudo aceleraciones Y – Y	66
Figura 36.	Módulo II – Espectro de pseudo aceleraciones X – X	66
Figura 37.	Módulo II – Espectro de pseudo aceleraciones Y – Y.....	67
Figura 38.	Módulo I con asignación de rótulas plásticas	68
Figura 39.	Módulo I – Espectro de capacidad, dirección X – X.....	68
Figura 40.	Módulo 1 - Espectro de capacidad, dirección Y-Y	69
Figura 41.	Módulo 2 - Espectro de capacidad, dirección X-X	69
Figura 42.	Módulo 2 - Espectro de capacidad, dirección Y-Y	70
Figura 43.	Módulo 1 - Curva de capacidad ASCE 41-17, X-X	70
Figura 44.	Módulo 1 - Curva de capacidad 41-17, Y-Y	72
Figura 45.	Módulo 2 - Curva de capacidad 41-17, X-X	73
Figura 46.	Módulo 2 - Curva de capacidad 41-17, Y-Y	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de estado de daño y nivel de desempeño.....	24
Tabla 2.	Nivel sísmico de diseño VISION 2000	24
Tabla 3.	Matriz de desempeño sísmico recomendada para edificaciones	25
Tabla 4.	Niveles de comportamiento estructural	37
Tabla 5.	Resumen del ensayo de Esclerometría	53
Tabla 6.	Características de los materiales.....	54
Tabla 7.	Carga muerta por cada m^2 de losa aligerada	57
Tabla 8.	Carga viva según los ambientes de Centros Educativos.....	57
Tabla 9.	Factores de Sismicidad	59
Tabla 10.	Fuerza Cortante Mínima – Módulo 1	60
Tabla 11.	Fuerza Cortante Mínima – Módulo 2	60
Tabla 12.	Módulo I – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X	61
Tabla 13.	Módulo I – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección Y	61
Tabla 14.	Módulo II – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X....	61
Tabla 15.	Módulo II – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X....	61
Tabla 16.	Modos de vibración – Módulo I	62
Tabla 17.	Modos de vibración – Módulo II.....	62
Tabla 18.	Derivas máximas - Módulo I.....	63
Tabla 19.	Derivas máximas – Módulo I	63
Tabla 20.	Derivas máximas en dirección X, Módulo II	63
Tabla 21.	Derivas máximas en dirección X, Módulo II	64
Tabla 22.	Módulo I - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X – X.....	64
Tabla 23.	Módulo I - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección Y – Y	64
Tabla 24.	Módulo II - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X – X.....	65
Tabla 25.	Módulo II - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección Y – Y	65
Tabla 26.	Módulo 1 - Sectorización de la curva de capacidad	71

Tabla 27.	Módulo 1 - Puntos de desempeño.....	71
Tabla 28.	Módulo 1 - Desempeño sismorresistente alcanzado, X-X	71
Tabla 29.	Módulo 1 - Desempeño sismorresistente alcanzado, Y-Y	72
Tabla 30.	Módulo 2 - Desempeño sismorresistente alcanzado, X-X	73
Tabla 31.	Módulo 2 - Desempeño sismorresistente alcanzado, Y-Y	74

RESUMEN

La Norma E.030 (2018) categoriza a las instituciones educativas dentro de Edificaciones Esenciales (A2), y las considera como lugares de refugio para la población ante cualquier movimiento telúrico o casos de desastre, por lo cual sus estructuras deben cumplir con principios básicos de sismorresistencia. Por ello, es fundamental priorizar un diseño basado en desempeño, en el cual se enfatice en el buen diseño estructural, se elija una buena calidad de los materiales y se trate de eliminar la informalidad en la construcción en nuestro país. Por otro lado, para edificaciones ya construidas, es necesario que se realicen estudios para determinar si poseen algún tipo de deficiencia estructural, con el fin de poder rehabilitar o reparar elementos estructurales y no estructurales según sea el caso. En tal sentido, en esta investigación se determinó el desempeño sismorresistente del pabellón "A" de la I.E. El Ingenio - Cajamarca mediante el procedimiento propuesto por el American Society of Civil Engineers (ASCE 41-17(2017)) en función de diferentes peligros sísmicos y niveles de desempeño objetivos expuestos por el Comité VISION 2000. Para lograr el objetivo anteriormente expuesto, se modeló numéricamente la estructura y con ello, se realizó el análisis estático no lineal o también conocido como pushover en el software ETABS. Posteriormente, se determinó las curvas de capacidad y finalmente se encontró los puntos de desempeño. Los resultados mostraron que, para un sismo raro, se obtiene un nivel de desempeño sísmico Funcional para la dirección X-X, para ambos módulos; mientras que, para la dirección Y-Y, el módulo 1 alcanza un nivel de desempeño de Pre-colapso y el módulo 2, un nivel de desempeño Colapso, no cumpliendo con el nivel de desempeño objetivo.

Palabras Clave:

Nivel de desempeño, peligros sísmicos, análisis estático no lineal y curva de capacidad.

ABSTRACT

The Norma E.030 (2018) classifies educational institutions as Essential Buildings (A2), and considers them as shelters for the population in the event of seismic activity or disasters. Therefore, their structures must comply with basic seismic-resistance principles. For this reason, it is essential to prioritize a performance-based design approach, which emphasizes sound structural design, the selection of high-quality materials, and the elimination of informal construction practices in our country. On the other hand, for existing buildings, it is necessary to carry out studies to determine whether there are any structural deficiencies, in order to rehabilitate or repair structural and non-structural elements as needed. In this regard, this research assessed the seismic performance of Pavilion "A" of the I.E. El Ingenio – Cajamarca, following the procedure proposed by the American Society of Civil Engineers (ASCE 41-17 (2017)), based on various seismic hazards and performance objectives outlined by the VISION 2000 Committee. To achieve the stated objective, a numerical model of the structure was developed, and a nonlinear static analysis (commonly known as pushover analysis) was performed using ETABS software. Subsequently, capacity curves were obtained, and performance points were identified. The results showed that, under a rare earthquake scenario, the structure achieved a Functional performance level in the X-X direction for both modules. However, in the Y-Y direction, Module 1 reached a Pre-collapse performance level, while Module 2 reached a Collapse level, failing to meet the target performance level.

Keywords:

Performance level, seismic hazards, nonlinear static analysis and capacity curve.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, las placas tectónicas son las causantes de los movimientos sísmicos en nuestro planeta, los cuales afectan ciudades enteras destruyendo edificaciones, generando derrumbes, tsunamis y junto a ello, afectando la seguridad de vida de las personas. De acuerdo a las estadísticas publicadas por STATISTA (2023), a nivel mundial se pierden un aproximado de 21 000 vidas humanas por los terremotos y por la falta de prevención de las personas ante estos movimientos telúricos.

La BBC NEWS MUNDO (2017) hace referencia a los sismos más mortíferos en el continente americano, en el cual menciona que países como Chile (1939) tuvo un récord de víctimas entre 24 000 y 40 000 personas; Nicaragua (1972), 100 000; Guatemala (1976) entre 23 000 y 76 000; Haití (2010), entre 100 000 y 300 000 y que el terremoto acontecido en Huaraz - Perú, en el año de 1970 con una magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter, aparte de enterrar a la ciudad de Yungay, cobró una cantidad de víctimas mortales entre 66 000 y 80 000 personas.

Diversos estudios en nuestro país concluyen que factores como el tipo de construcción, tugurización, informalidad y antigüedad determinan qué tanto daño puede causar un sismo de gran magnitud y sus réplicas (CISMID, 2023). En tal sentido, la informalidad en la construcción, problema que prevalece décadas en nuestro territorio peruano, convirtió muchas zonas en bombas de tiempo, pues de acuerdo a la CAPECO (2023), el 67 % de viviendas levantadas en la última década son informales.

Este problema se pudo evidenciar en el terremoto acontecido en el año 2007 en la ciudad de Ica - Perú, en el cual hubo consecuencias considerables en la infraestructura en general y en especial en aquellas construidas informalmente con adobe y quincha, incluyendo a viviendas de material noble de varios niveles, las cuales se hundieron debido a la licuación del suelo (Instituto Geofísico del Perú, 2020) . Este evento sísmico tuvo como víctimas a un aproximado de 450 000 personas damnificadas y un total de 93 708 construcciones colapsadas, incluyendo viviendas inhabitables, infraestructura educativa y de salud (INDECI, 2020).

En la ciudad de Cajamarca no han ocurrido sismos de gran intensidad pese a encontrarse en una zona altamente sísmica. No obstante, los movimientos telúricos ocurridos en otras ciudades, afectaron indirectamente a instituciones educativas las

cuales pertenecen a las edificaciones esenciales del tipo A2 de acuerdo a la Norma E.030 (2018), generando daños estructurales, así como no estructurales.

Tal es el caso del terremoto ocurrido en la región Amazonas en el año 2021, el cual tuvo una magnitud de 7.5 grados de intensidad y generó que se declare estado de emergencia en regiones como Amazonas, Cajamarca, Loreto y San Martín por los daños ocasionados. Por ello, el Ministerio de Educación (MINEDU) informó que diez colegios de Amazonas, dos de Loreto, cuatro en Cajamarca y uno en Piura habían sufrido daños en su infraestructura (MINEDU, 2021).

Es por esto que, Altamirano (2021) reconoce la importancia de calcular el desempeño sismorresistente en el Pabellón D de la I.E. San Ramón – Cajamarca mediante el análisis estático no lineal de acuerdo a la metodología propuesta por el Applied Technology Council (ATC – 40). Esto con el fin de tomar medidas preventivas, y de esa manera, poder salvaguardar la vida de los estudiantes, profesores y personal administrativo presente en esa edificación.

El Pabellón A de la I.E. “El Ingenio” – Cajamarca tiene una antigüedad de más de 25 años superando de esa manera su vida útil y alberga a una gran cantidad de estudiantes, docentes y personal administrativo. Al ser una edificación esencial del tipo A2 según la Norma E030 (2018), luego de un desastre no debe interrumpir sus funciones, pues serviría para el manejo de emergencias, funcionamiento del gobierno y refugio de damnificados.

En tal sentido, en la presente investigación se tuvo el objetivo de determinar el nivel de desempeño sísmico del pabellón A de la I.E. El Ingenio mediante el análisis estático no lineal (Pushover). Para ello, se obtuvo la curva capacidad de cada módulo de acuerdo a la metodología propuesta por el American Society of Civil Engineers (ASCE 41 -17) y se obtuvo el punto de desempeño sísmico para los 4 niveles sísmicos de diseño propuestos por el Comité VISION 2000.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. El Ingenio de la ciudad de Cajamarca?

1.3. Formulación de la hipótesis

El nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. “El Ingenio” de la ciudad de Cajamarca es de un nivel funcional.

1.4. Justificación de la Investigación

En un aspecto teórico, la presente investigación busca ahondar en el conocimiento acerca del análisis estático no lineal de una institución educativa haciendo uso del procedimiento del American Society of Civil Engineers (ASCE 41 – 17 (2017)) y de los parámetros propuestos por el Comité VISION 2000 (Structural Engineers Association of California, 1995)

En un ámbito práctico, esta investigación permite brindar un aporte relacionado al nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. “El Ingenio”, el cual se encuentra en la categoría A2 de acuerdo a la Norma E.030 (2018) y es fundamental encontrarse en estado operacional en situaciones de desastre para el manejo de emergencias y refugio para damnificados.

1.5. Alcances, limitaciones y delimitaciones de la investigación

1.5.1. Alcances

En el presente trabajo de investigación se demostró la forma en la que la estructura del Pabellón A de la I.E. El Ingenio se comportará ante cualquier suceso sísmico. Para ello, se usó el análisis no lineal (Pushover) y el Método de Espectro Capacidad.

1.5.2. Limitaciones

Se realizaron inspecciones y visitas a campo al Pabellón A de la I.E. El Ingenio, en las cuales se procedió con Ensayos de Esclerometría para determinar la resistencia a compresión del concreto. No obstante, no se pudo determinar el estado actual del acero, por lo cual se procedió de acuerdo a lo dispuesto en los planos y en las Especificaciones Técnicas encontradas en el Expediente Técnico.

1.5.3. Delimitaciones

La presente investigación se enfocó únicamente en el Pabellón A de la I.E. El Ingenio – Cajamarca, excluyendo otros pabellones dentro de este centro educativo.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. El Ingenio de la ciudad de Cajamarca

1.6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de desempeño sísmico para un sismo frecuente.
- Determinar el punto de desempeño sísmico para un sismo ocasional.
- Determinar el nivel de desempeño sísmico para un sismo raro.
- Determinar el nivel de desempeño sísmico para un sismo muy raro.

1.7. Organización de la tesis

Esta tesis se organizó de la siguiente manera:

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Presenta el planteamiento del problema, la formulación de la pregunta de investigación, así como de la hipótesis, justificación, alcances, limitaciones, delimitaciones y objetivos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Presenta información necesaria para el entendimiento de la tesis. Consta de los antecedentes internacionales, nacionales, locales; bases teóricas y definición de términos básicos, los cuales giran en torno al desempeño sísmico y criterios del Comité VISION 2000.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Presenta la ubicación geográfica de la Institución Educativa, tiempo de investigación, metodología y procesamiento de datos, en el cual se incluyen los ensayos de esclerometría de elementos estructurales y resultados del análisis Pushover en el programa ETABS.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, en el cual se evalúa el sismo en ambos ejes.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Presenta conclusiones y recomendaciones que contribuyen a la generación de trabajos de investigación más profundos en base al análisis estático no lineal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Presenta la lista de fuentes usadas en este trabajo de investigación.

ANEXOS

Presenta los resultados de los ensayos de esclerometría y planos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1.8. Antecedentes Teóricos

1.8.1. Antecedentes Internacionales

Paola Mejía y Esteban Rivera (2020) en su tesis titulada “ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL DE UNA ESTRUCTURA MEDIANTE EL MÉTODO DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS” concluyen que el Análisis Pushover o también conocido como análisis estático no lineal (NSP) simula la respuesta sísmica de una estructura mediante la aplicación de un patrón de cargas laterales incrementales hasta causar el colapso en la estructura. Por medio de este análisis se puede establecer la máxima capacidad de la estructura y compararla con la carga de diseño, proporcionando al ingeniero una predicción más confiable del comportamiento de una estructura. Por lo cual, desarrollaron una curva completa del análisis no lineal de su estructura analizada y verificaron los resultados con los del programa ETABS.

Juan Torres y Daniel Vásquez (2021) en su tesis titulada “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA ESPECIAL DE HORMIGÓN ARMADO DE 4 PISOS UBICADA EN LA CIUDAD DE CUENCA – ECUADOR” concluye que, al utilizar la metodología ASCE 41 – 17 y FEMA 440 y, de acuerdo al análisis no lineal, sus resultados arrojaron que existe mayor rigidez en la dirección del eje Y por lo cual, el nivel de desempeño se mantiene por debajo del punto de seguridad limitada. No obstante, para el Eje X sobrepasa el nivel de prevención al colapso.

1.8.2. Antecedentes Nacionales

Ariana Yvett Paredes Cruz (2022) en su tesis titulada “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL DINÁMICO” analizó dos módulos de dos niveles con plantas regulares pertenecientes a una institución educativa construida en el año 1994, los cuales se caracterizan por tener un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección X y un sistema de albañilería confinada en la dirección Y. Concluyó que de acuerdo al análisis lineal las estructuras no cumplieron con las derivas en la dirección X, ya que el módulo A presentó en el eje X una deriva máxima de 0.0217 y en el módulo B una deriva de 0.0256 , por ello sobrepasan el límite máximo de 0.007 para estructuras de concreto armado según lo indica la Norma E.030

Dyjp Jhefrey Contreras Prado (2023) en su tesis titulada “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA UNA EDIFICACIÓN ESCOLAR TÍPICA BASADA EN EL MÓDULO 780 PRE NDSR-1997” menciona que se han identificado alrededor de 12 000 instituciones educativas del tipo 780 Pre – 1997, las cuales fueron construidas antes de la NDSR de 1997 y representan un gran riesgo sísmico. En tal sentido, en su trabajo de investigación concluye que al realizar el desempeño sísmico mediante un análisis estático no lineal (Pushover) con un nivel de peligro sísmico de sismo raro y con un periodo de retorno de 475; el edificio en su situación actual se encuentra en un desempeño de resguardo de vida, el cual no es el óptimo, pero al estar cerca al límite de funcional, se puede calificar como aceptable.

Luis Job Aguilar Monteza (2023) en su tesis titulada “DESEMPEÑO SÍSMICO ESTRUCTURAL EN UN SISTEMA APORTICADO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL” concluye que la estructura por ser un sistema dúctil y no contar con elementos que rigidicen la distribución estructural, es propensa a no cumplir con el desempeño esperado, inclusive bajo aceleraciones sísmicas con un nivel sísmico frecuente (0.20g) y ocasional (0.25g), encontrándose así dentro del rango de pre-colapso y colapso. De esa manera, sugiere que deben incorporar elementos que controlen mejor estos desplazamientos, siendo la mejor opción el uso de placas o un cambio de sección de sus elementos estructurales.

1.8.3. Antecedentes Locales

Roiser Altamirano Segura (2021) en su tesis titulada “DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DEL PABELLÓN D DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE SAN RAMÓN – CAJAMARCA” centra su investigación en evaluar el desempeño sísmico de esta infraestructura en base a lo propuesto por el comité VISION 2000 y por el ATC – 40 mediante la modelización en el software SAP 2000. Sus resultados muestran que para sismos frecuentes y ocasionales en las direcciones “X” y “Y”, la estructura puede ser ocupada después de ocurrir un evento sísmico pues presentaría daños leves y moderados. No obstante, para sismos raros y muy raros no cumple con los lineamientos estipulados de acuerdo al Comité VISION 2000 pues presentaría daños severos en sus elementos estructurales como no estructurales, presentando derivas de 0.852 % y 0.830 % en las direcciones “X” e “Y” respectivamente en el primer caso sobrepasando los límites de la Norma E030; y,

encontrándose así en el rango seguridad de vida y cerca al colapso para la dirección “X” e “Y”.

Wielder Julca Tarrillo (2022) en su tesis titulada “NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE “B1” DE LA I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022” centra su investigación en determinar el nivel de desempeño sísmico de esta estructura de acuerdo a lo propuesto en la norma ASCE 41 – 17. El autor recalca en su trabajo de investigación que, la estructura de esta institución educativa fue construida en el año 2015, por lo cual su diseño está basado en la normativa sismorresistente del año 2006, omitiéndose parámetros como el coeficiente de Zona “Z” que fueron modificados en la Norma E.030 (2018). Por otro lado, una de sus limitaciones en el modelado con el programa SAP 2000 fue que no pudo modelar losas aligeradas, por lo cual usó una losa maciza de 10 cm de espesor. Por último, concluye que el nivel de desempeño sísmico obtenido por el edificio para un sismo raro y muy raro es de control de daños.

Llelizca Valdivia Vargas (2024) en su tesis titulada “NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE LOS BLOQUES 2 Y 4 DEL MERCADO ZONAL SUR DE CAJAMARCA” determinó el nivel de desempeño sísmico mediante la metodología ASCE 41 – 17 haciendo uso del análisis estático no lineal a través del modelamiento en el software ETABS, en donde realizó una idealización de los muros de albañilería confinada como columna ancha. Además, para la calibración de los datos de los muros, tomó como base los ensayos de la Pontificia Universidad Católica del Perú, pues emplearon el mismo material que en el Mercado Zonal Sur. Por último, concluye que, los bloques estudiados por su persona presentan un nivel de desempeño sísmico de colapso frente a un movimiento sísmico raro de 475 años de retorno, demostrando así la baja ductilidad de la edificación en la dirección X como en la Y.

1.9. Bases Teóricas

1.9.1. Diseño sísmico basado en desempeño

De acuerdo a lo mencionado por Structural Engineers Association of California (1999), el diseño sísmico basado en desempeño se refiere a un conjunto de procedimientos, los cuales abarcan a criterios de diseño como la elección del sistema estructural, una construcción con buenos índices de control de calidad tanto en elementos estructurales como no estructurales y mantenimiento preventivo y continuo;

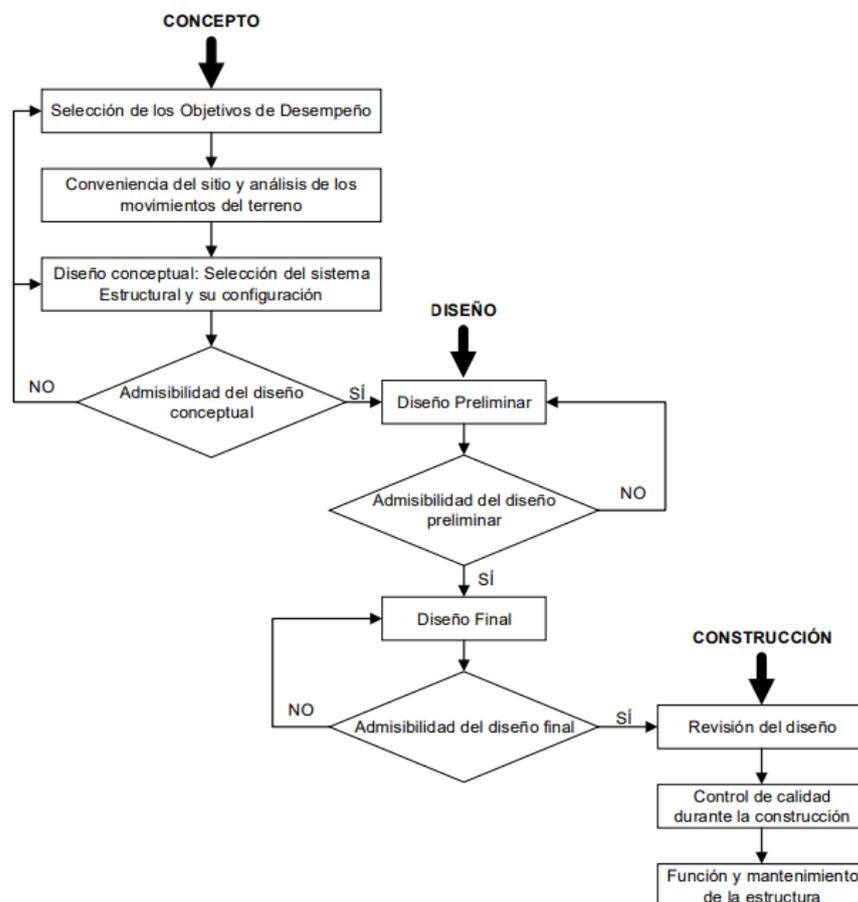
de tal manera que, ante un movimiento telúrico, se logren los objetivos de desempeño sísmico, es decir, que la estructura no se dañe más allá de su estado límite de servicio.

Es necesario aclarar que el diseño por desempeño incluye la falta de funcionamiento de la estructura por daños graves en elementos estructurales y no estructurales, no sólo se enfoca en evitar esta situación ante la ocurrencia de un sismo. Para ello, se basa en procedimientos como el espectro capacidad y el directo basado en desplazamientos según (Carillo, J., 2007, págs. 92-96, como se cita en, Llelizca, V.V.,2024)

La siguiente figura muestra una metodología para la Ingeniería basada en el desempeño.

Figura 1.

Metodología para la Ingeniería basada en desempeño



Nota. De “Recommended Lateral Force Requirements and Commentary”, por Structural Engineers Association of California, 1999.

1.9.2. Nivel de desempeño sísmico

El nivel de desempeño sísmico se define en términos de daño físico a toda la estructura, incluyendo elementos estructurales; así como no estructurales, seguridad de sus ocupantes y funcionalidad luego de un movimiento sísmico según límites propuestos (Structural Engineers Association of California, 1999, pág. 320, como se cita en, Carlos, M.R. y Kharilin, I.V.,2017).

1.9.2.1. Propuesta del Nivel de Desempeño según SEAOC

El Comité VISION 2000 fue establecido con el fin de obtener estructuras con nivel de desempeño sísmico predecible. Para ello, cuentan con sofisticados criterios desde el diseño hasta el mantenimiento a largo plazo, incluyendo la calidad de materiales en la construcción. Este comité propuso 4 niveles los cuales aluden a la operabilidad de una estructura luego de un sismo:

- a) Totalmente operacional (A): Según el SEAOC (1995), la estructura no ha sufrido ningún daño garantizando la seguridad de sus ocupantes. Todos sus servicios funcionan y están disponibles, por lo cual la estructura sigue operativa y, por ende, no requiere de reparaciones.
- b) Ocupacional (B): Según el SEAOC (1995), la estructura posee un daño moderado en los elementos no estructurales y un daño leve en los estructurales. No obstante, puede ser ocupada casi de inmediato pues no se dañaron servicios esenciales; por lo cual, se necesitan de reparaciones menores.
- c) Seguridad de vida (C): Según el SEAOC (1995), la estructura ha sufrido un daño de moderado a extensivo en sus elementos estructurales como no estructurales y en otros elementos de contenido. De esa manera, se deterioró la rigidez y la resistencia del sistema provocando la inoperatividad inmediata y, en tal sentido, es necesaria la reparación adecuada.
- d) Pre – colapso (D): Según el SEAOC (1995), la estructura sufrió daños severos en sus elementos en general, aproximándose a la falla estructural por la pérdida de rigidez lateral y, de esa manera, perdiéndose la seguridad de sus ocupantes. Desde un punto de vista económico, la reparación no es factible.

La Tabla 1 muestra los estados de daño asociados a los niveles de desempeño ya mencionados anteriormente.

Tabla 1.*Descripción de estado de daño y nivel de desempeño*

Estado de daño	Nivel de desempeño	Descripción de los daños
Despreciable	Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Se garantiza la seguridad de los ocupantes y la operabilidad es inmediata.
Leve	Funcional	Agrietamiento en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad.
Moderado	Seguridad de vida	Daños moderados. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. Varios elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse.
Severo	Pre – Colapso	Daños severos en general. Se compromete la seguridad de sus ocupantes, por lo cual puede ser necesario llegar a demoler el edificio.
Completo	Colapso	Colapso parcial o total. No es posible la reparación

Nota. De “A Framework for performance based structural engineering”, por Structural Engineers Association of California, 1995.

1.9.3. Niveles sísmicos para el diseño

Para efectos de diseño, es necesario seleccionar a una serie de eventos sísmicos discretos que puedan ocurrir, conocidos como niveles sísmicos para diseño, los cuales se expresan e intervalos de recurrencia o probabilidad de excedencia (Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017).

1.9.3.1. Propuesta VISION 2000

La Tabla 2, muestra la organización de los niveles en términos de un intervalo de referencia de acuerdo a lo propuesto por el Comité VISION 2000 (Structural Engineers Association of California, 1995).

Tabla 2.*Nivel sísmico de diseño VISION 2000*

Nivel de sismo de diseño	Periodo de retorno	Probabilidad de excedencia
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50% en 50 años
Raro	475 años	10% en 50 años
Muy raro	970 años	10% en 100 años

Nota. De “Recommended Lateral Force Requirements and Commentary”, por Structural Engineers Association of California, 1999.

De acuerdo al Structural Engineers Association of California (1995), las estructuras durante y después de un sismo, se clasifican de la siguiente manera:

- a) Estructura de seguridad crítica: Son edificaciones que cuentan con materiales tóxicos o radioactivos que significan un riesgo para las personas.
- b) Estructuras esenciales / riesgosas: Son edificaciones esenciales que tienen que estar operacionales luego de un evento telúrico, como los hospitales, etc.
- c) Estructuras básicas: Estructuras no consideradas en los ítems anteriores.

De esa manera, el Comité VISION 2000 recomienda una matriz para definir los objetivos de desempeño sísmico. La Tabla 3 muestra lo ya mencionado.

Tabla 3.

Matriz de desempeño sísmico recomendada para edificaciones

Nivel sísmico de diseño	Nivel de desempeño sísmico			
	Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Pre - colapso
Frecuente (43 años)				
Ocasional (72 años)				
Raro (475 años)				
Muy raro (970 años)				

Leyenda

	Desempeño inaceptable
	Estructuras básicas
	Estructuras esenciales / riesgosas
	Estructuras de seguridad crítica

Nota. De “A Framework for performance based structural engineering”, por Structural Engineers Association of California, 1995.

1.9.3.2. Propuesta del ASCE/SEI 41 – 17

Establece 5 niveles de amenaza sísmica:

- a) Evento sísmico con posibilidad de ocurrencia de 50% en el tiempo de 50 años con un periodo de retorno de 72 años. Es decir que es el equivalente al sismo ocasional de acuerdo al Comité VISION 2000 (Structural Engineers Association of California, 1995).

- b) BSE-1E: Evento sísmico con probabilidad de ocurrencia de 20% en el tiempo de 50 años con un periodo de retorno de 225 años.
- c) BSE-2E: Evento sísmico con probabilidad de ocurrencia de 5% en el tiempo de 50 años con un periodo de retorno de 975 años.
- d) BSE-1N: Corresponde a 2/3 del BSE-2N. Es un sismo con una posibilidad de ocurrencia de 10% en el tiempo de 50 años con un periodo de retorno de 475 años. Es el equivalente al sismo raro de acuerdo al Comité VISION 2000 (Structural Engineers Association of California, 1995).
- e) BSE-2N: Se puede considerar que corresponde a un sismo con la probabilidad de excedencia de 2% en el tiempo de 50 años, con un periodo de retorno promedio de 2475 años.

1.9.4. Diseño sismorresistente según la Norma Peruana E.030

La norma peruana E030 establece condiciones mínimas para el Diseño Sismorresistente de las edificaciones. Su aplicación radica en el diseño de nuevas estructuras, reforzamiento de estas y la reparación de aquellas afectadas por movimientos telúricos (Norma E030, 2018).

La norma E030 (2018) adecua su diseño con un periodo de 475 años, ubicándose en la clasificación de diseño sísmico del Comité VISION 2000 (Structural Engineers Association of California, 1995) como un sismo raro; y como un Sismo BSE-1N de acuerdo a la propuesta del ASCE 41 – 17 (2017).

De acuerdo a la Norma E.030 (2018), la ciudad de Cajamarca se encuentra clasificada entre las zonas sísmicas 2 y 3. De esta manera, podemos ver la elevada actividad sísmica que esta presenta. La Figura 2 muestra lo ya mencionado.

Figura 2.

Zonas sísmicas



Nota. De Norma E.030 Diseño Sismorresistente, 2018

Por otra parte, la Norma E030 categoriza a las edificaciones en esenciales (A), importantes (B), Comunes (C) y Temporales (D). Lo estudiado en la presente tesis son las instituciones educativas, las cuales están consideradas como categoría A2 y las cuales sirven para el manejo de emergencias, el funcionamiento del gobierno y refugio hospitalario después de un desastre (Norma E030, 2018).

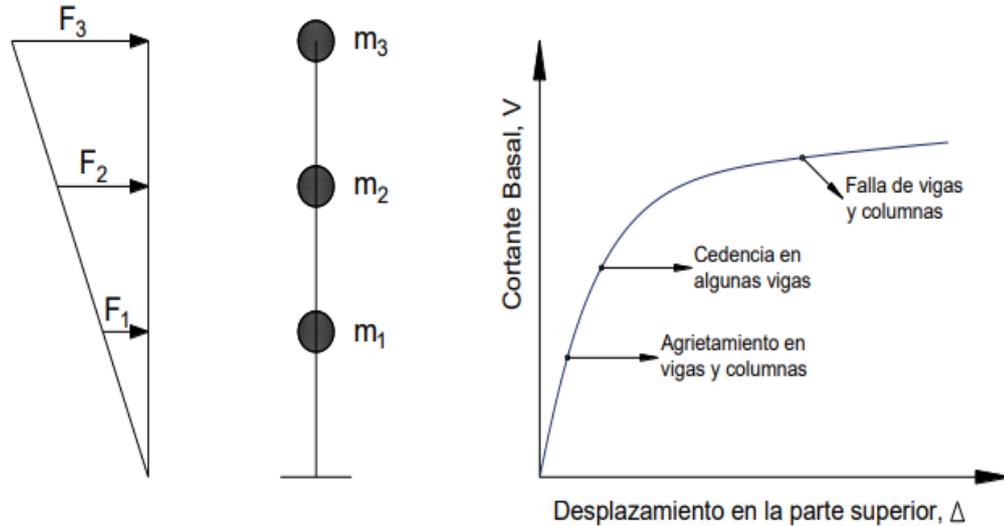
1.9.5. Análisis estático no lineal (Análisis Pushover)

El análisis pushover consiste en llevar a una estructura al colapso mediante la colocación de cargas laterales incrementales en una sola dirección (Aguiar Falconí,

2003). El objetivo de esta técnica es encontrar la Curva de Capacidad resistente ante acciones sísmicas, la cual relaciona a la Cortante Basal (V) con el desplazamiento lateral máximo (D).

Figura 3.

Esquema del procedimiento utilizado para el análisis pushover



Nota. De “Análisis Sísmico por Desempeño” por Roberto A, 2003

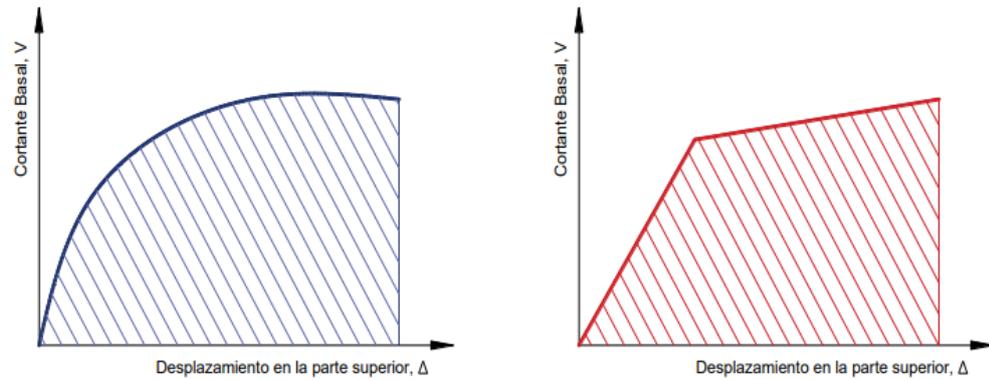
1.9.5.1. Representación bilineal de la curva de capacidad

En un análisis de desplazamiento incremental la formación de la primera rótula se reconoce como el inicio del comportamiento no lineal, pero generalmente este evento no está asociado a un cambio significativo e inmediato en la rigidez y resistencia lateral, es decir, no se genera un cambio importante en la pendiente de la curva de capacidad (Aguilar Falconí, 2003). Es necesario entonces hallar un punto de fluencia en el cual se haya producido un cambio importante en el comportamiento del edificio y por lo tanto en la pendiente de la curva de capacidad, dicho punto se denomina “fluencia efectiva” (Aguilar Monteza, 2023). Una vez determinado el punto de fluencia efectiva es posible simplificar la curva de capacidad en un modelo bilineal.

El criterio usado por FEMA 273 (1996), consiste en igualar el área bajo la curva de capacidad resistente con el área bajo del modelo bilineal.

Figura 4.

Criterio de las áreas bajo la curva.



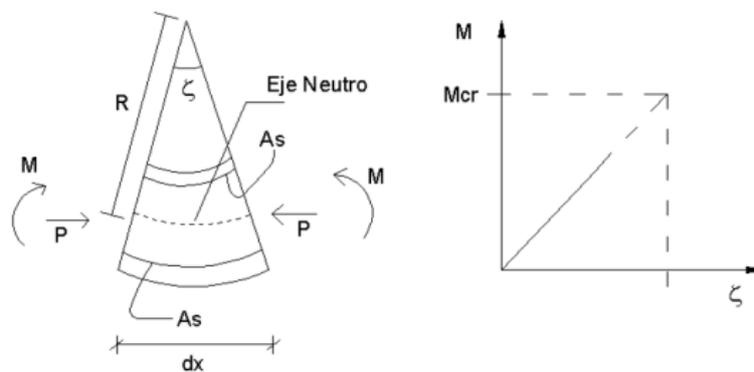
Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

1.9.5.2. Relaciones momento – curvatura y momento – giro

El momento y la curvatura en una sección de concreto armado guardan una relación lineal solo para momentos flectores menores al momento de agrietamiento (M_{cr}).

Figura 5.

Momento y curvatura de una sección de concreto armado



Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

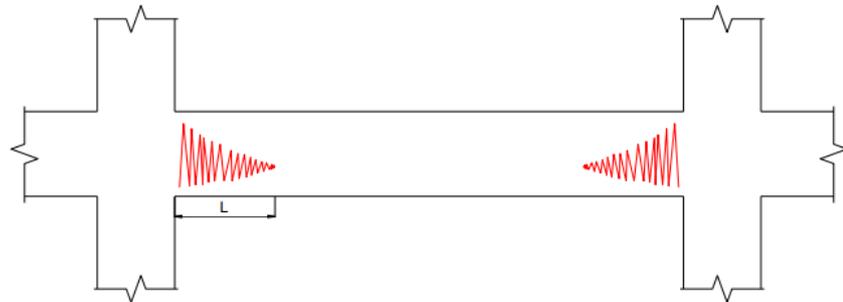
Luego del agrietamiento la relación continúa prácticamente lineal, pero con otra pendiente hasta que se produce la fluencia del acero o el agotamiento del concreto. Si primero se produce la fluencia del acero la sección puede seguir deformándose hasta que el concreto alcanza su máximo esfuerzo primero y finalmente su máxima deformación (Aguiar Falconí, 2003).

Durante los sismos, el comportamiento inelástico en las estructuras de pórticos de concreto armado se suele concentrar en zonas de alta demanda sísmica, zonas

adyacentes a los nudos en una longitud determinada “L”, el daño no es uniforme sino más concentrado hacia los nudos.

Figura 6.

Concentración de las rótulas en los extremos

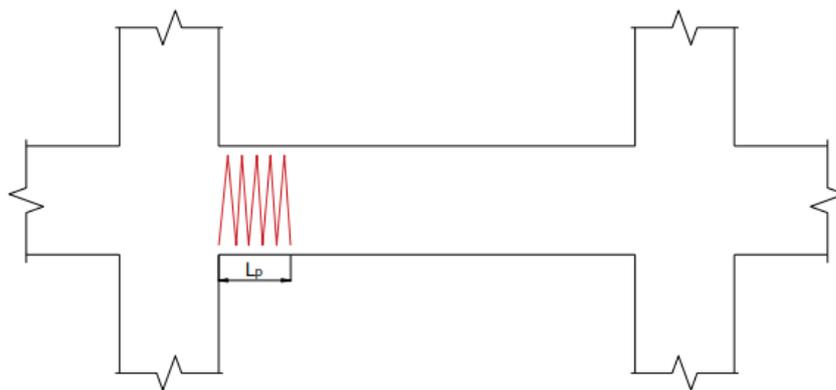


Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

Para propósitos del modelo analítico se suele considerar una zona de daño equivalente en la cual se concentre toda la deformación inelástica, esta zona se denomina rotula plástica y le corresponde una longitud “ L_p ”. Una aproximación para la longitud efectiva “ L_p ” es de 0.4 a 0.5 veces el peralte del elemento ($L_p = 0.4h$ o $0.5h$) y se asume además que en esta longitud la curvatura es constante. (Paulay & Niguel, 1992). Estas suposiciones permiten pasar de la relación momento-curvatura a la relación momento-giro multiplicando cada valor de curvatura por la longitud de rótula efectiva.

Figura 7.

Longitud plástica



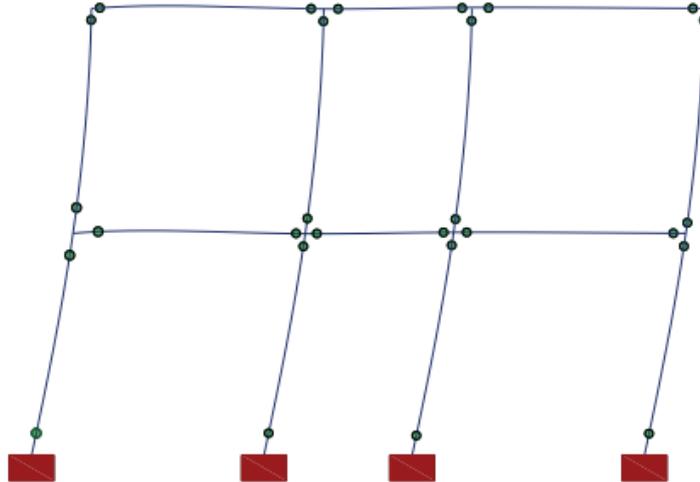
Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

Una forma simple para representar el comportamiento de las edificaciones con sistemas de pórticos durante sismos consiste en discretizar el comportamiento inelástico mediante rótulas que se ubican en las zonas donde se prevé comportamiento inelástico,

estas zonas de la estructura donde se espera comportamiento inelástico concentrado son los extremos de vigas y columnas y en algunos puntos interiores de viga de luz importante (Contreras Prado, 2023)

Figura 8.

Discretización del comportamiento inelástico mediante rótulas



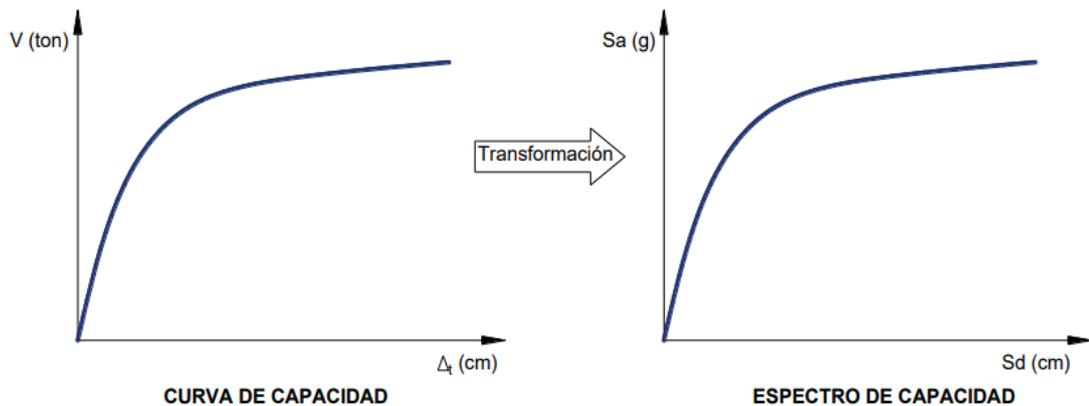
Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

1.9.6. Espectro de capacidad

El espectro de capacidad se obtiene transformando cada uno de los puntos que forman la curva de capacidad en puntos que ahora serán las coordenadas espectrales. El espectro de capacidad es la representación de la curva de capacidad en un espacio de coordenadas espectrales conocido como como curva AD (aceleración-desplazamiento) (Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017). Esta curva relaciona la aceleración espectral con el desplazamiento espectral. Para realizar esta transformación, es necesario conocer las propiedades dinámicas de la estructura como son los modos de vibración y el factor de participación modal. Por lo que el primer paso es hacer un análisis modal de la estructura.

Figura 9.

Conversión de la curva de capacidad al espectro de capacidad



Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017 adaptado de ATC – 40, 1996

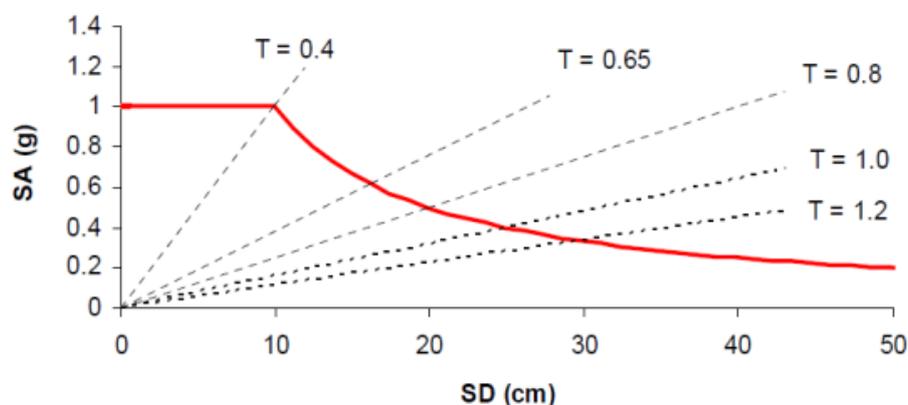
1.9.7. Espectro de demanda

El punto clave de la estimación del daño esperado en un edificio sometido a una acción sísmica es la determinación del máximo desplazamiento espectral que este va a experimentar. El espectro de demanda permite la obtención de esta respuesta máxima; donde el gráfico del espectro se compone por el eje horizontal que representa los valores del desplazamiento espectral (SD) y el eje vertical representa los valores de la aceleración espectral (SA). En este espectro se puede obtener los diagramas de desplazamiento y aceleración tanto de demanda como de capacidad (Albarracín & Gallo, 2010).

Para el diseño y análisis se usan espectros lineales suavizados que se obtienen amplificando el espectro del suelo mediante factores que dependen del amortiguamiento de la estructura, dichos factores se obtienen de cuadros estadísticos de respuestas obtenidas de sismos anteriores. Por ejemplo, en la siguiente figura, se observa el espectro de demanda de la Norma E.030 para un periodo de retorno de 475 años.

Figura 10.

Espectro de demanda de la norma peruana



Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

1.9.8. Punto de desempeño

El punto de desempeño de una estructura es útil para el diseño de nuevas estructuras, para la rehabilitación de estructuras existentes y para el análisis de vulnerabilidad y daño sísmico. La identificación de este punto permite entender mejor el comportamiento de una estructura sometida a movimientos sísmicos de diferente intensidad y puede ser de gran ayuda para incrementar los niveles de seguridad a un bajo costo (Bonett, 2003).

En general, los métodos espectrales permiten estimar la respuesta máxima de una estructura ante una sollicitación sísmica representada por un espectro. El desplazamiento y la aceleración máxima de la respuesta estructural están relacionados entre sí por las características de resistencia y rigidez lateral del edificio plasmadas en el espectro de capacidad. De este modo la respuesta estructural máxima corresponde a un punto del espectro de capacidad denominado “punto de desempeño” (SDd, SAD), el cual representa la respuesta estructural

1.9.8.1. Representación bilineal del espectro de capacidad

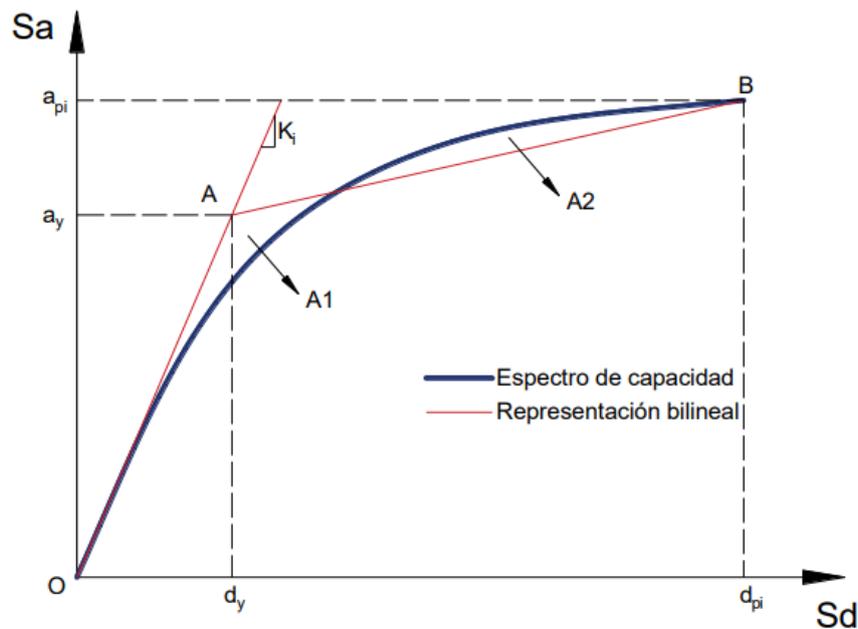
Para determinar el punto de desempeño se utiliza la representación bilineal del espectro capacidad para estimar el amortiguamiento viscoso equivalente β_{eq} (Applied Technology Council, 1996). Como se detalla a continuación:

- Se dibuja una línea recta que parte desde el origen con una pendiente igual a la rigidez inicial K_i de la estructura en el rango elástico (el subíndice “i” indica el número de iteración).

- Se define un punto de desempeño de prueba (d_{pi} , a_{pi}), denotado con la letra B, el cual se utiliza para obtener el espectro de demanda reducido.
- Se traza una línea que va desde el punto B hasta cortar la línea definida en el primer paso. La pendiente de esta segunda línea debe ser tal que cuando intersecte la primera, en el punto A, de coordenadas (d_y , a_y), las áreas A1 y A2, que quedan respectivamente por encima y por debajo del espectro de capacidad sean iguales. Esta condición se impone para que el espectro de capacidad y su representación bilineal tengan la misma energía. El punto A representa la cedencia de la estructura, en el formato bilineal.
- Se define la representación bilineal del espectro de capacidad uniendo con una línea los puntos OAB.

Figura 11.

Representación bilineal del espectro – capacidad



Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017 adaptado de ATC – 40, 1996

1.9.8.2. Respuesta elástica de estructuras

Los espectros de demanda contienen la respuesta máxima de diferentes estructuras elásticas para un cierto valor del amortiguamiento, mientras que el espectro de capacidad, muestra todas las combinaciones posibles de desplazamiento y

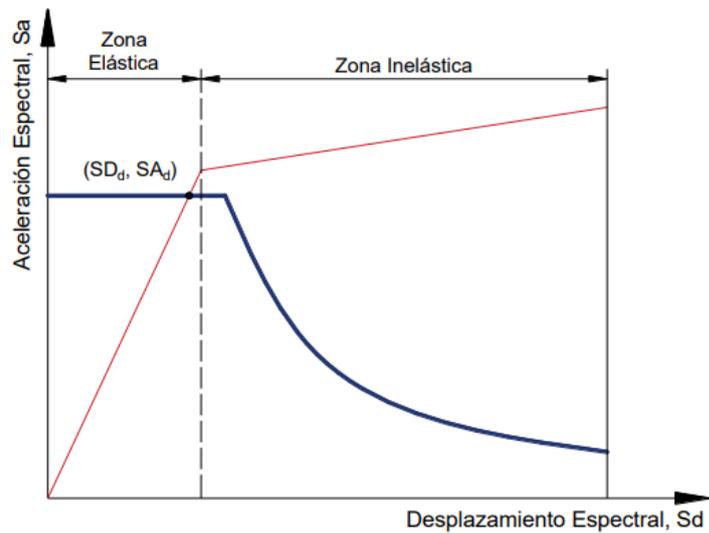
aceleración a las que puede llegar una estructura en particular tanto en régimen elástico como inelástico (Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017).

Cuando se espera que la respuesta estructural se produzca dentro del rango elástico, el punto de desempeño (SDd, SAd) puede obtenerse interceptando directamente los espectros de demanda y capacidad.

Esta respuesta elástica solo se da para sismos de baja magnitud y edificios con una resistencia lateral tal que la estructura puede permanecer en el rango elástico.

Figura 12.

Intersección de espectros en el rango elástico



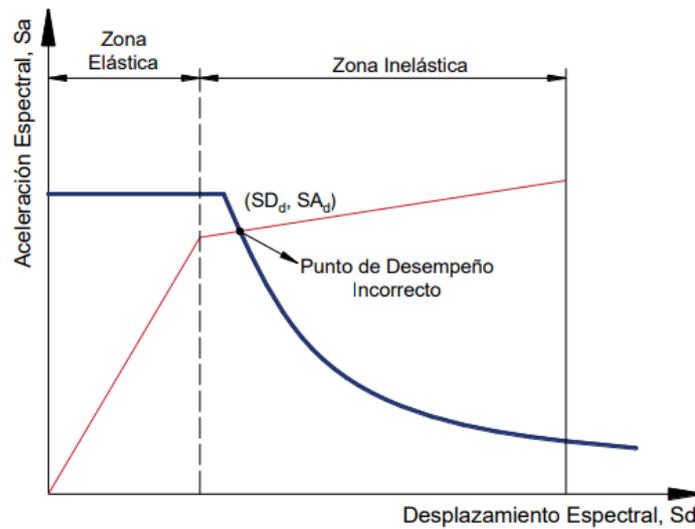
Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

1.9.8.3. Respuesta inelástica de estructuras

Para sismos de gran magnitud la intersección del espectro de demanda y capacidad ocurre en la zona inelástica del espectro de capacidad, por lo que este punto no corresponde al punto de desempeño, porque el espectro es elástico y el comportamiento supuesto no es lineal.

Figura 13.

Intersección de espectros en el rango elástico



Nota. De Intor Villatty & Martos Ramírez, 2017

Cuando el punto de desempeño se encuentra en el rango inelástico es porque los espectros de demanda sísmica elásticos están asociados a un amortiguamiento que no corresponde al de la estructura necesariamente. El procedimiento que se emplea para estimar el punto de desempeño, consiste en ir reduciendo el espectro de demanda elástico según el valor del amortiguamiento inelástico equivalente, el cual depende del punto de desempeño que se quiere estimar, generándose de este modo un procedimiento iterativo.

Determinación del comportamiento estructural

Los niveles de desempeño sísmico propuestos por el SEAOC (1999) se definen por el nivel de daño que puede presentarse en una edificación por efecto de los sismos, tanto en el sistema estructural como en las componentes no estructurales.

Desde el punto de vista estructural, los niveles de desempeño corresponden a sectores definidos de la curva de capacidad de la estructura y de los diagramas fuerza-deformación de sus elementos. Para sectorizar la curva de capacidad y los diagramas fuerza-deformación de los elementos se debe definir primero el desplazamiento de fluencia efectiva (Δ_{FE}) y la capacidad de desplazamiento inelástico (Δ_p).

Los límites a cada nivel de desempeño se pueden representar por el porcentaje del desplazamiento inelástico (Δ_p) consumido, al que se denomina IDDR por sus siglas

en inglés (Inelastic Displacement Demand Ratio). La siguiente tabla presenta los niveles de desempeño estructural asociados a un valor de IDDR.

Tabla 4.

Niveles de comportamiento estructural

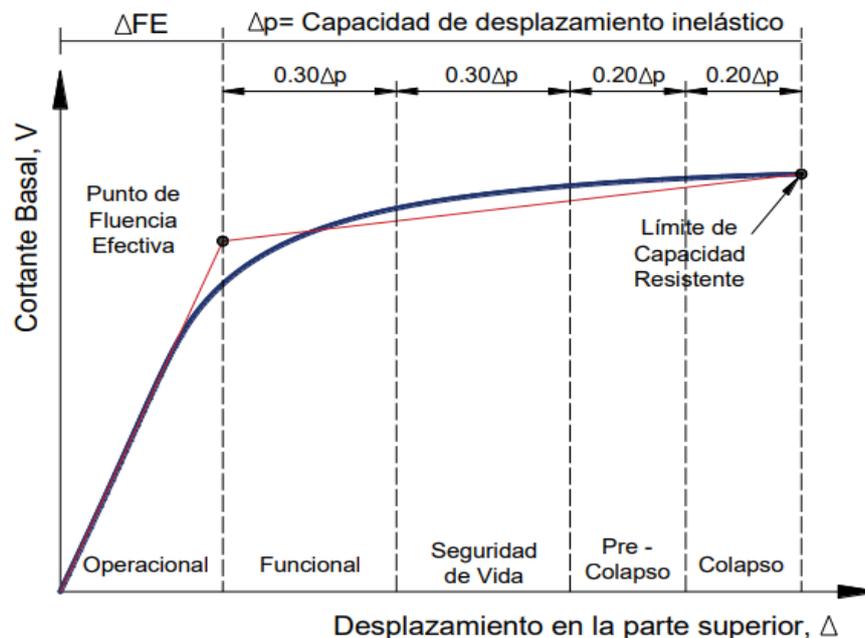
Nivel de comportamiento estructural	Nivel de desempeño	Límite de desplazamiento del sistema
SP1	Operacional	ΔFE
SP2	Funcional	$\Delta FE + 0.3\Delta p$
SP3	Seguridad de vida	$\Delta FE + 0.6\Delta p$
SP4	Pre – colapso	$\Delta FE + 0.8\Delta p$
SP5	Colapso	$\Delta FE + 1.0\Delta p$

Nota. De “Recommended Lateral Force Requirements and Commentary”, por Structural Engineers Association of California, 1999.

La siguiente figura muestra la propuesta del comité VISION 2000 del SEAOC de los niveles de rendimiento estructural para la curva capacidad para sistemas estructurales.

Figura 14.

Sectorización de la curva capacidad



Nota. De “A Framework for performance based structural engineering”, por Structural Engineers Association of California, 1995.

1.10. Definición de términos básicos

1.10.1. Edificaciones esenciales

De acuerdo a la Norma E.030 (2018), son aquellas edificaciones cuyo funcionamiento será esencial para el manejo de emergencias en caso de desastre, pues servirían de refugio para las personas damnificadas. Entre estas, tenemos a las instituciones educativas, institutos de educación superior y universidades.

1.10.2. Nivel de desempeño

De acuerdo a Structural Engineers Association of California (1995) es el estado de daño que tiene esta frente a un movimiento sísmico en función de los posibles daños físicos a la edificación, así como el nivel de seguridad de los ocupantes durante el sismo y la funcionalidad de la edificación posterior al movimiento telúrico.

1.10.3. Análisis pushover

Es un método empleado para determinar la curva de capacidad. Para ello, se coloca cargas laterales incrementales a la estructura hasta llevarla al colapso (Aguiar Falconí, 2003) y, de esa manera, reconocer el surgimiento de grietas hasta llegar a la falla de los elementos estructurales.

1.10.4. Espectro de capacidad

Surge de la curva de capacidad y relaciona el Desplazamiento Espectral con la Aceleración Espectral (Aguiar Falconí, 2003).

1.10.5. Espectro de demanda

También llamado espectro de respuesta. Se obtiene mediante el registro sísmico y el análisis de la respuesta de sitio (Soto Huamán, Alva Hurtado, & Ortiz Salas, 2018)

1.10.6. Punto de desempeño

De acuerdo a la ATC – 40 (1996), simboliza el desplazamiento estructural máximo anticipado por el sismo requerido, representándose mediante la intersección entre el espectro capacidad y el espectro demanda.

1.10.7. Preservación:

Mantener una estructura en su condición presente y contrarrestar posteriores deterioros (Broto, 2005)

1.10.8. Restauración:

Restablecer los materiales, forma o apariencia que tenía una estructura en una época determinada (Broto, 2005).

1.10.9. Reparación

Reemplazar o corregir materiales, componentes o elementos de una estructura, los cuales están dañados o deteriorados (Broto, 2005)

1.10.10. Rehabilitación

Proceso de reparar o modificar una estructura hasta llevarla a una condición deseada (Broto, 2005)

1.10.11. Reforzamiento

Proceso mediante el cual se incrementa la capacidad de una estructura o de una parte de ella para resistir cargas (Broto, 2005)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

1.11. Descripción del Área de Estudio

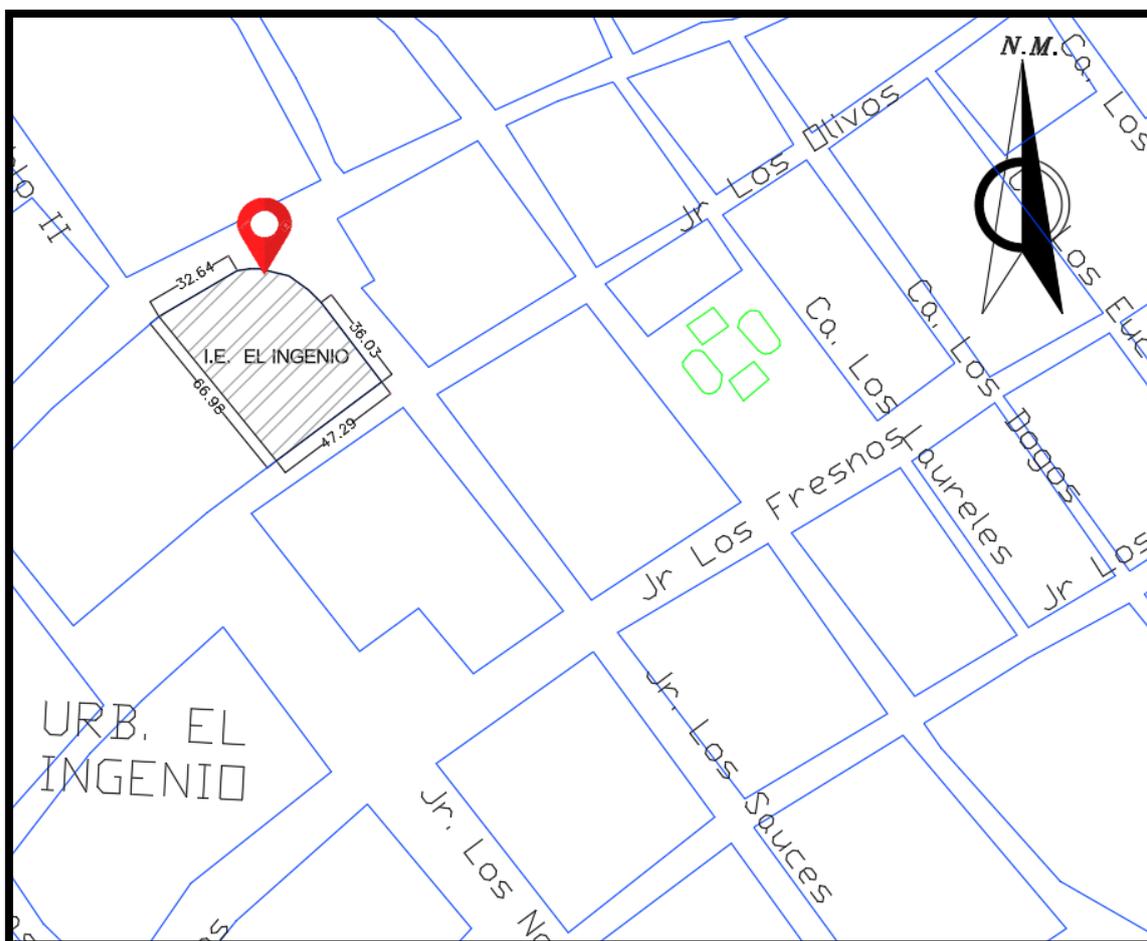
1.11.1. Ubicación Geográfica

El pabellón A de la I.E. El Ingenio se sitúa en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Esta institución se encuentra entre el Jr. Los Sauces y el Jr. Los Olivos. El pabellón A se ubica al lado izquierdo de la puerta principal, la cual se encuentra en el Jr. Los Sauces.

En la Figura 15, se puede observar la ubicación exacta de la I.E. El Ingenio en la ciudad de Cajamarca.

Figura 15.

Ubicación geográfica



Nota. Elaboración propia.

1.11.2. Periodo de la Investigación

La presente investigación se inició en febrero del 2024 y se culminó en diciembre de 2024.

1.12. Procedimiento y recopilación de datos

1.12.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

- Tipo de investigación

Es de tipo aplicada ya que tendrá como objetivo principal determinar el nivel de desempeño sísmico de la I.E. El Ingenio – Cajamarca aplicando conocimientos adquiridos.

- Nivel de investigación

Es de nivel descriptivo pues busca describir el nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. El Ingenio, donde se recolectan dimensiones de las unidades de análisis con el fin de modelar en ETABS y obtener resultados basados en parámetros.

- Diseño de investigación

Según el diseño es no experimental, porque sólo se modelará la estructura idealizada, y es de periodo transversal pues el tiempo de recolección de datos es corto.

- Método de investigación

Es de método hipotético deductivo pues se busca demostrar que el nivel de desempeño sísmico de la I.E. El Ingenio de la ciudad de Cajamarca es de nivel funcional en base a un modelamiento estructural en el programa ETABS. También tiene un método de medición pues se obtienen datos en campo para el modelamiento estructural en el programa ETABS.

1.12.2. Población

La población de estudio serán los pabellones que conforman la I.E. El Ingenio – Cajamarca.

1.12.3. Muestra

Para el muestreo se utilizó la técnica no probabilística, por lo cual se consideró el Pabellón A de la I.E. El Ingenio – Cajamarca por poseer mayor cantidad de aulas y, por ende, por albergar mayor cantidad de personas.

1.12.4. Unidad de análisis

Las unidades de análisis son los elementos estructurales, así como no estructurales del Pabellón A de la I.E. El Ingenio – Cajamarca:

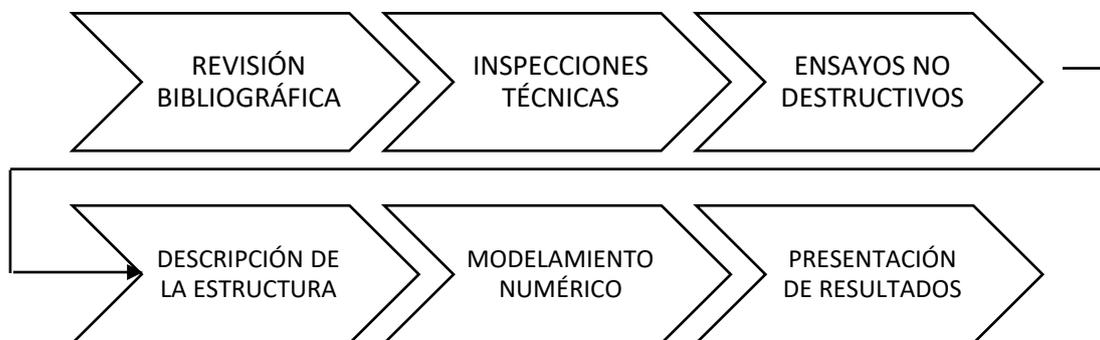
- Columnas
- Vigas
- Losas
- Muros

1.12.5. Metodología

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo de la Metodología que se llevará a cabo en la presente investigación.

Figura 16.

Diagrama de flujo metodológico



- **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

La revisión bibliográfica estará basada en conocer a profundidad los métodos para determinar el desempeño sísmico mediante exhaustivas inspecciones técnicas. Además, ubicar en qué tipo de edificación se encuentra esta institución educativa de acuerdo a la Norma E030 (2018).

- **INSPECCIONES TÉCNICAS**

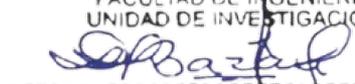
Se realizarán varias inspecciones técnicas al Pabellón A de la I.E. El Ingenio de la ciudad de Cajamarca, en los cuales se determinará el estado de daño de elementos

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

1. Investigador: STEFFANY PIZÁN RIVAS
DNI: 70660718
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
2. Asesor: ING. MARCOS MENDOZA LINARES
Facultad: INGENIERÍA
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA I.E. EL INGENIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
6. Fecha de evaluación: 16/04/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 5%
9. Código Documento: 3117:449847480
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 16/04/2025

 _____ FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos: Ing. Marcos Mendoza Linares DNI: 26612819	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  _____ Dra. Ing. Laura Sojta Bazán Díaz DIRECTORA _____ UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
---	---

estructurales, así como no estructurales. Esto nos servirá para la descripción de la estructura, así como para el modelamiento arquitectónico y estructural. Por otra parte, también se realizará la medición de los elementos que conforman a este pabellón para el modelamiento numérico estructural en el programa ETABS.

- ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

En las inspecciones técnicas se determinarán los puntos en los cuales se harán los ensayos de esclerometría para vigas, columnas y losas con el fin de determinar la resistencia del concreto pues es un parámetro indispensable para iniciar el modelamiento estructural en el programa ETABS. Estos ensayos se realizarán de acuerdo a la Norma ASTM C805 - 97 y se procederá con los respectivos análisis y resultados.

- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Una vez que se obtuvo todos los datos en campo, se procederá con la descripción de la estructura, en el cual se especificarán los detalles de daño de elementos estructurales, así como no estructurales, la cantidad y medida de columnas, vigas y losas; número de niveles, así como la cantidad de aulas y el aforo total que posee este pabellón.

- MODELAMIENTO NUMÉRICO

Para el modelamiento numérico se necesitarán los resultados de los ensayos de esclerometría para la definición de las características de los materiales. Posteriormente, se realizará el metrado de cargas en base a la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Luego, se hará el Modelamiento Numérico en el programa ETABS y se verificará las irregularidades. Después, se hará el análisis estructural según la Norma Técnica E030 (2018), se colocarán las rótulas de corte y se procederá con el análisis estático no lineal para obtener la curva y espectro de capacidad y, mediante la sectorización, determinar los puntos de desempeño y, de esa manera, determinar el nivel de desempeño sísmico alcanzado en ambos ejes.

- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para la presentación de resultados se usarán tablas los cuales muestren las derivas en ambas direcciones, así como gráficos que representen los espectros de capacidad y puntos de desempeño.

1.12.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas

Las técnicas que se usarán para la recolección de información son las siguientes:

- Análisis documental: Se revisará investigaciones y tesis elaborados a nivel internacional, nacional y local acerca del desempeño sísmico, con lo cual se tendrá un panorama más extendido acerca de cómo se desea abordar este trabajo de investigación.
- Observación directa: Mediante la observación se podrá determinar algunos daños estructurales y no estructurales y se anexará las más representativas.
- Ensayos no destructivos: Para determinar la resistencia del concreto en vigas, columnas y losas se utilizarán los ensayos de esclerometría.

b. Instrumentos

Los instrumentos a usar en la recolección de datos de la presente investigación son los siguientes:

- Wincha de 20 m
- Libreta de campo
- Esclerómetro
- Formatos

1.13. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.

1.13.1. Instrumentos para el procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se hará uso de lo siguiente.

- AutoCAD v.25
- Revit v.25
- ETABS
- Microsoft Excel

1.13.2. Análisis de datos

Para el modelamiento de la estructura a nivel arquitectónico y estructural, se usó los programas AutoCAD y Revit. Para el modelamiento y análisis estructural se usó el

programa ETABS. Por último, Para la interpretación de resultados se usó ETABS y Excel. Con este último se procesó los datos a través de cuadros estadísticos y comparativos.

1.13.3. Presentación de resultados

1.13.3.1. Descripción general de la Estructura

El Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio se construyó en el año 1999, por lo cual tiene una edad de 26 años. Posee un área techada de $214.98 m^2$ en el primer piso y $311.168 m^2$ en el segundo piso. Ambos niveles se organizan de la siguiente manera:

- Primer Nivel: 4 aulas pedagógicas de alumnos de 3er grado de primaria con dimensiones aproximadas de $6 m \times 8 m$ y un ambiente de psicología ubicada en la parte inferior de la grada en forma de U que conecta a los dos pisos.
- Segundo Nivel: Cuenta con una oficina para dirección, un almacén en el cual guardan alimentos de Qali Warma, una sala de cómputo, una biblioteca y baños para varones como mujeres, los cuales se conectan a través de un pasadizo en voladizo de 1.35 m de ancho.

La figura mostrada a continuación, refleja la Vista Principal del Pabellón A de la I.E. El Ingenio.

Figura 17.

Vista panorámica del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio – Cajamarca



1.13.3.2.Descripción del sistema estructural

Los planos del Pabellón A se obtuvieron del Expediente Técnico. Por los cual, luego de medir los elementos estructurales y arquitectónicos de este pabellón, se pudo confirmar que no existieron variaciones en sus dimensiones.

No obstante, de acuerdo a las inspecciones visuales realizadas, se pudieron encontrar ciertas deficiencias en la estructuración, sistema constructivo y algunas fallas por asentamiento y por la falta de mantenimiento de la edificación. Las siguientes figuras mostradas a continuación muestran lo anteriormente explicado.

Figura 18.

Vigas del Eje 3 del aligerado del 2do Nivel tienen uniones en diferente altura de la columna D3, lo cual demuestra deficiencia en la estructuración.



Figura 19.

Fisura vertical del muro del Eje E situado entre las columnas E – 9 y E – 10.

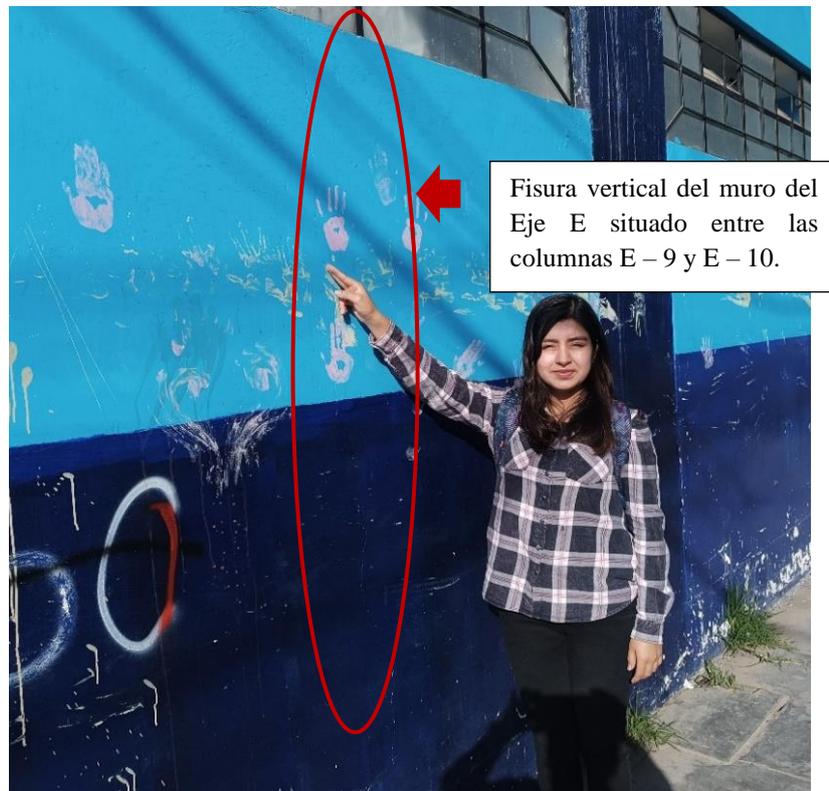


Figura 20.

Deflexión a largo plazo de vigas secundarias del Eje E del Primer Piso, producido por la mala estructuración (se usaron vigas chatas del mismo espesor de la losa $e=20$ cm) y el poco acero presente, ocasionando daños a ventanas y puertas.

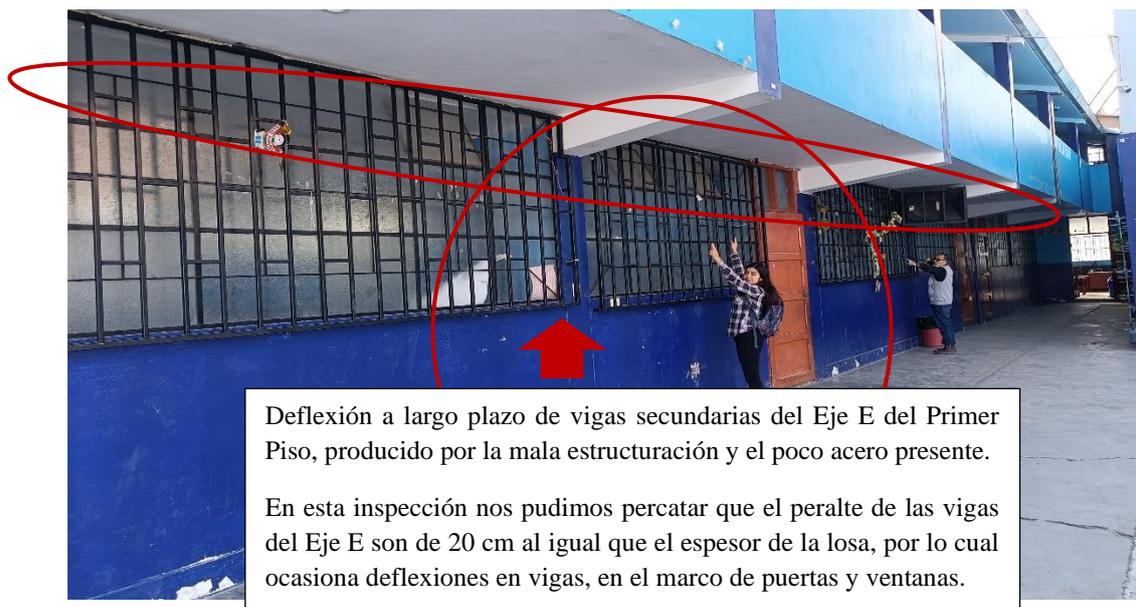


Figura 21.

Ventana situada en el muro del Eje B del primer piso entre las columnas B – 8 y B – 9 que presenta curvatura debido a la deflexión a largo plazo de la viga secundaria de ese eje, produciendo que las ventanas no se puedan abrir..



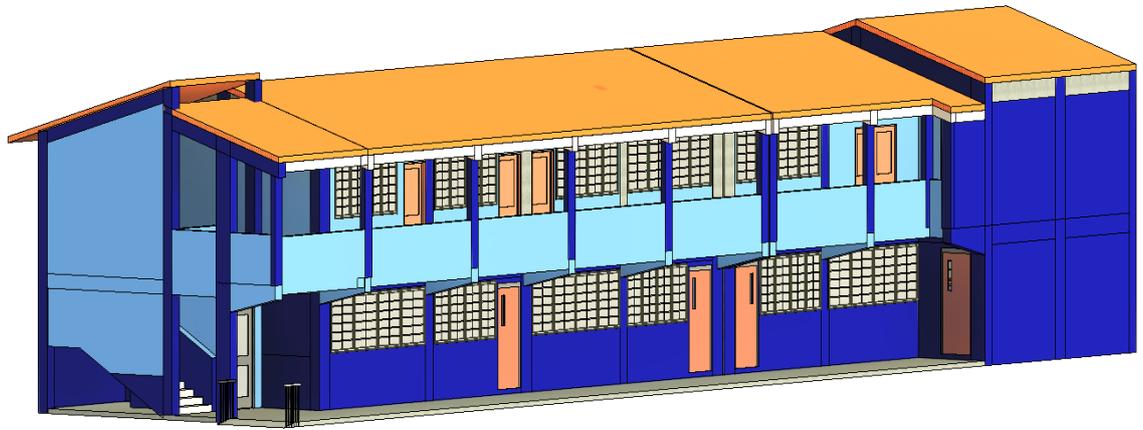
Todas las imágenes de las inspecciones técnicas se Encuentran en Anexos 1. Informe Técnico del Pabellón A de la I.E. El Ingenio.

Por último, luego de revisar los planos brindados por el Expediente Técnico, se procedió con el modelado de la estructura en Autocad y posteriormente en Revit.

En la Figura 22, se muestra el Modelamiento 3D del Pabellón en estudio.

Figura 22.

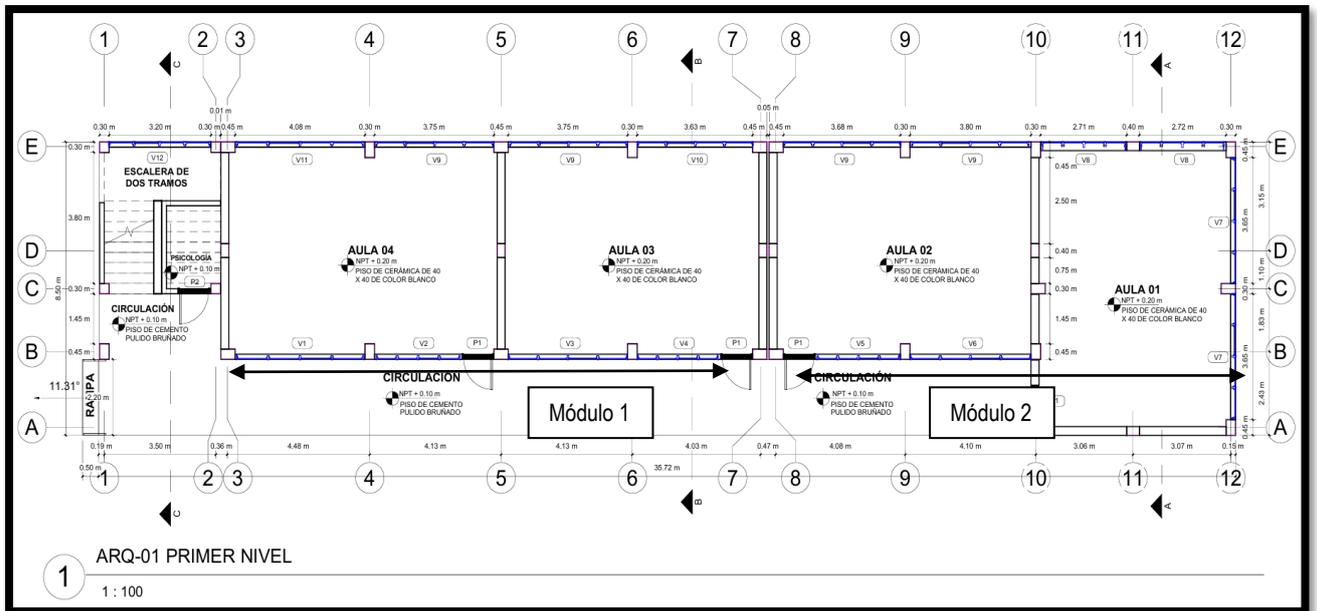
Vista 3D Pabellón "A" de la I.E. El Ingenio – Cajamarca - Revit



Las distribuciones arquitectónicas tanto del primer como del segundo piso se muestran en las siguientes figuras:

Figura 23.

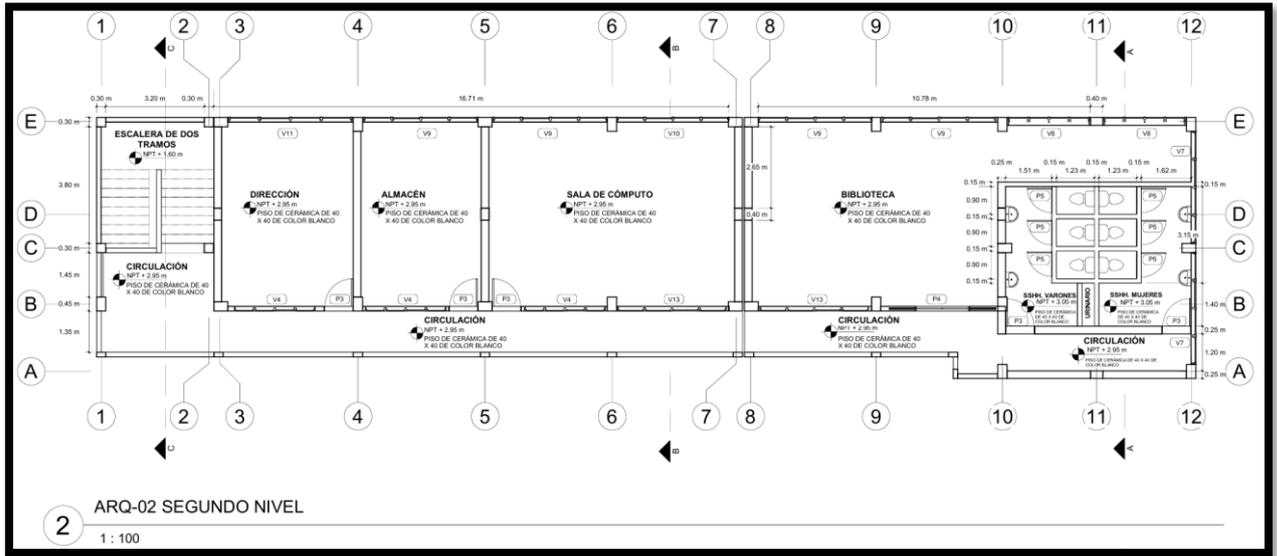
Distribución arquitectónica del primer piso



Nota: El mayor detalle se encuentra en Anexos 3. Planos

Figura 24.

Distribución arquitectónica del segundo piso

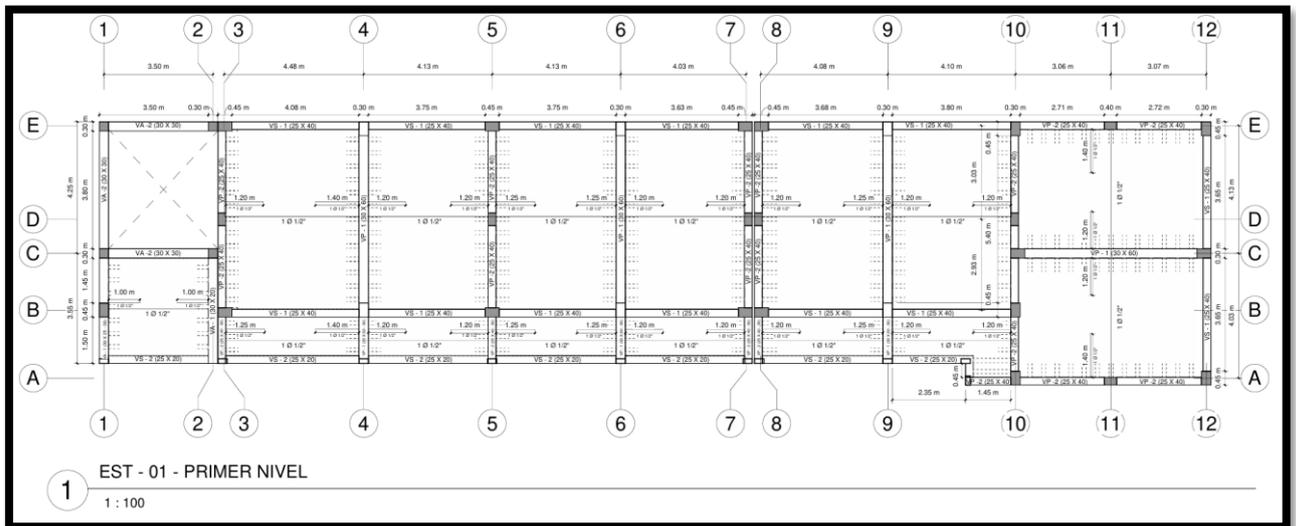


Nota: El mayor detalle se encuentra en el ítem Planos de Anexos

A continuación, se mostrarán los aligerados de ambos niveles.

Figura 25.

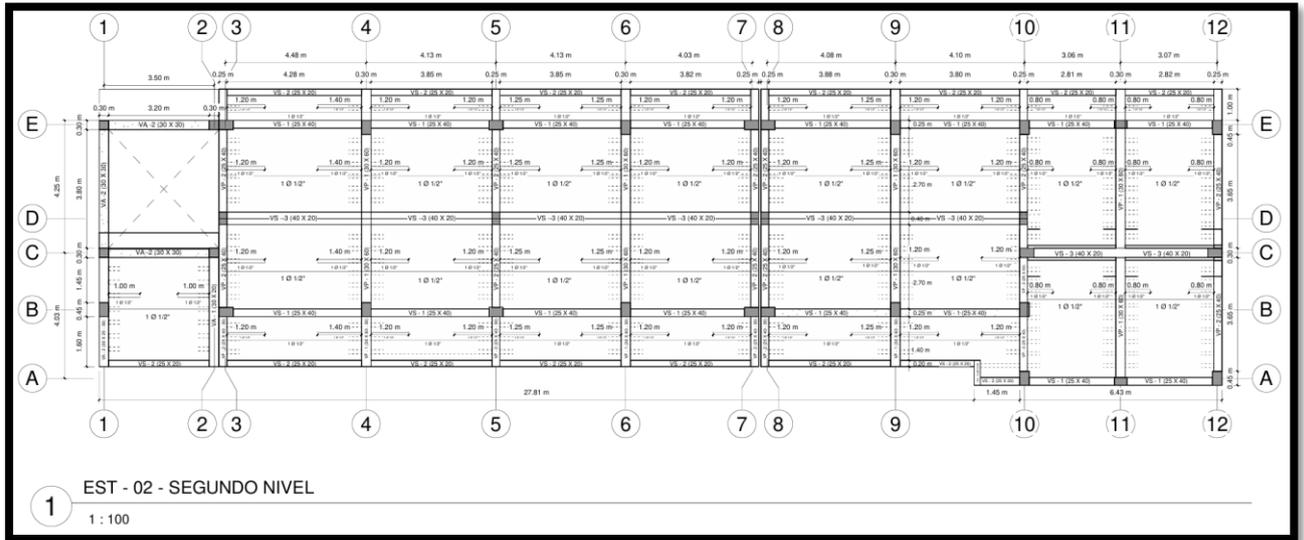
Aligerado Primer Nivel



Nota: El mayor detalle se encuentra en el ítem Planos de Anexos

Figura 26.

Aligerado Segundo Nivel



Nota: El mayor detalle se encuentra en el ítem Planos de Anexos

1.13.3.3. Características mecánicas de los materiales

Las propiedades de los materiales estructurales fueron obtenidas de los planos. Para el concreto, se realizó ensayos de esclerometría para asegurar su resistencia. La siguiente figura muestra las especificaciones técnicas de los planos.

Figura 27.

Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1. CONCRETO	
<u>CONCRETO ARMADO</u>	
Elementos estructurales	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (en general)
2. ACERO DE REFUERZO	
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
3. RECUBRIMIENTOS	
Columnas y vigas peraltadas	4 cm
Losas	2 cm
4. TABIQUERÍA	
El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero $f_m=45 \text{ Kg/cm}^2$	
5. IMPORTANTE	
El cemento a utilizarse en la preparación del concreto sera PORTLAND TIPO MS , para todos los elementos estructurales	

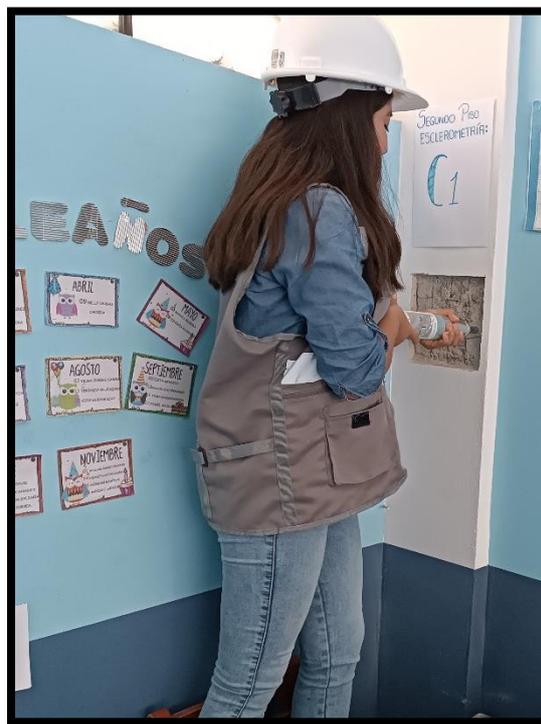
- **Concreto**

La resistencia del concreto de los elementos estructurales obtenida del plano es de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. No obstante, el ASCE/SEI 41 – 17 menciona que, en caso no exista disponibilidad de documentos constructivos, es recomendable realizar 3 ensayos como mínimo para obtener la resistencia a la compresión.

En este trabajo de investigación, se optó por realizar ensayos de esclerometría para incrementar la confianza. De esa manera, se realizaron 8 ensayos tanto en vigas y columnas de ambos niveles, de los cuales el 87.5 % de los resultados superaron el mínimo mostrado en las especificaciones técnicas.

Figura 28.

Ensayos de Esclerometría en Columnas del Segundo Piso



Nota: Las imágenes de los demás ensayos se encuentran en Anexos

En tal sentido, con el porcentaje de resultados que superan a lo encontrado en las especificaciones técnicas, se creyó conveniente usar la compresión del concreto igual a $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5.*Resumen del ensayo de Esclerometría*

Ensayo	Localización de la prueba	Fecha de ensayo	Edad del concreto	Ángulo de Impacto	$f'c$ obtenido	$f'c$ diseño
1	Columna Eje C- C/ 2- 2 Primer Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	220	210
2	Columna Eje D – D/ 6 – 6 Primer Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	223	210
3	Columna Eje C- C/ 12 – 12 Primer Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	238	210
4	Losa Primer Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	275	210
5	Columna Eje 5- 5/ E – E Segundo Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	210	210
6	Columna Eje 4 – 4/B – B Segundo Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	220	210
7	Columna Eje C- C/ 12 – 12 Segundo Nivel	30/07/2024	> 28 días	0 °	180	210
8	Losa Segundo Nivel	30/07/2024	> 28 días	-73.38 °	286	210

Nota: De GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Los detalles de cálculo se encuentran en Anexos

- **Acero de refuerzo**

De acuerdo a las especificaciones técnicas, la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo es de $f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. No obstante, como es difícil obtener la muestra de acero para su estudio, la norma ASCE/ SEI 41 – 17 en su Tabla 4-3, define la resistencia predeterminada de acuerdo al año de construcción. En el caso del Pabellón A, tiene 25 años de antigüedad y la resistencia a la fluencia de acero de refuerzo grado 60 que le corresponde es $f'_y = 4218.35 \text{ kg/cm}^2$.

En esta investigación se usará lo especificado en los planos.

- **Albañilería**

Los muros encontrados en la inspección técnica fueron los del tipo King Kong de 18 huecos.

La Norma E070 “Albañilería”, en su Tabla N° 9 nos menciona que estas unidades deben contar con ciertas características, las cuales fueron usadas en esta investigación:

- Resistencia a compresión axial de unidades de albañilería $f'_b = 145 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a compresión axial de la albañilería $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a corte de la albañilería $V_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$
- **Tipo de Suelo**

La clasificación de suelo utilizada en la presente investigación es S_3 (Suelo Blando). Esta información fue extraída del Expediente Técnico.

- **Categoría e importancia de la investigación**

Esta edificación tiene una clasificación de Categoría A de acuerdo a la Norma E.030 (2018), con un factor de importancia de 1.5.

1.13.3.4. Resumen de las características de los materiales a usar en el modelado en ETABS

La siguiente tabla, muestra las propiedades de los materiales los cuales fueron extraídos del Expediente Técnico y son datos importantes para el modelado estructural en ETABS.

Tabla 6.

Características de los materiales

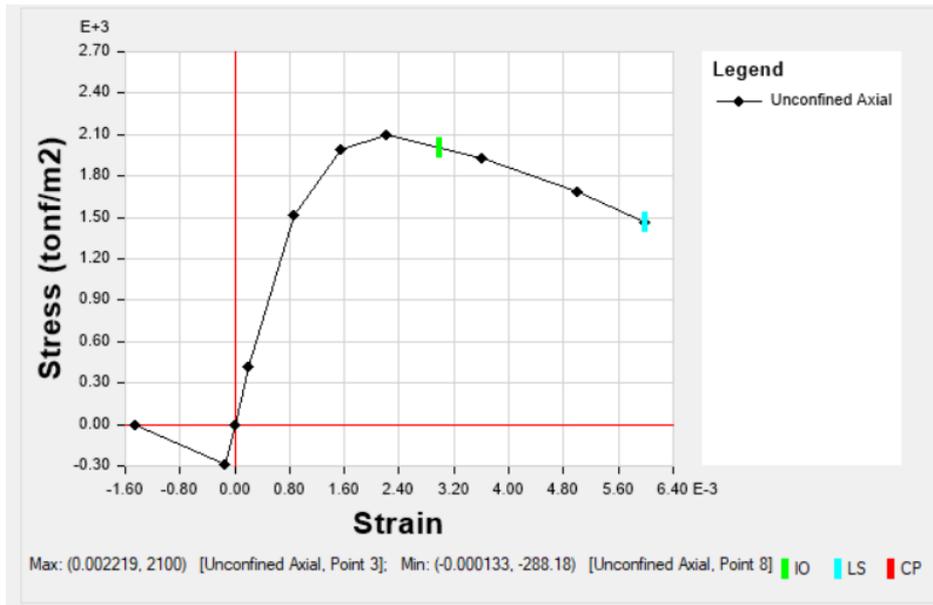
Propiedad	Valor	Unidad
Módulo de elasticidad del concreto	2 173 706.51	Tn/m^2
Peso unitario del concreto	2 400	kg/m^3
Módulo de fluencia acero (A615 – G60)	4 200	kg/cm^2
Módulo de elasticidad acero (A615 – G60)	20 000 000	Tn/m^2
Peso unitario acero	7.85	Tn/m^3
Resistencia a la tracción del acero	63 000	Tn/m^2
Relación de Poisson concreto armado	0.15	-
Peso propio de la losa $e = 20 \text{ cm}$	300	kg/cm^2
Peso propio de acabados de losa	100	kg/cm^2
Resistencia a la compresión de elementos estructurales	210	kg/cm^2
Peso unitario mampostería	1800	kg/m^3
Recubrimiento de vigas y columnas	4	Cm
Recubrimiento de losa aligerada	2	cm

1.13.3.5. Modelo esfuerzo – deformación de los materiales

En esta investigación, se tienen materiales como el concreto, el acero y la albañilería, cuyos modelos esfuerzo – deformación de los materiales, lo podemos ver en las siguientes figuras.

Figura 29.

Modelo de esfuerzo – deformación de Mander para el Concreto



Nota. Del Modelamiento en ETABS, 2024

Figura 30.

Modelo de esfuerzo – deformación de Parker para el Acero

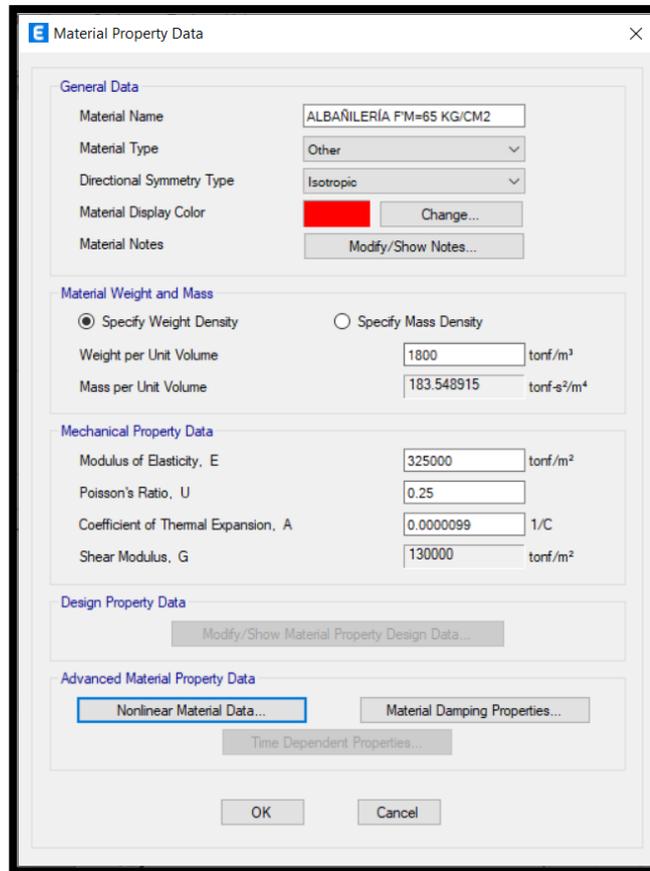


Nota. Del Modelamiento en ETABS, 2024

Para el modelamiento de la albañilería se consideró los siguientes parámetros:

Figura 31.

Parámetros albañilería



Nota. Del Modelamiento en ETABS, 2024

1.13.3.6. Metrado de Cargas

- Carga Muerta

El modelamiento estructural del Pabellón A de la I.E. El Ingenio fue realizado en el software ETABS. La característica de este programa es considerar de manera automática el peso propio de cada elemento. Por ello, sólo es necesario adicionar algunas cargas, ya sea puntuales o distribuidas.

La siguiente tabla, muestra lo considerado en esta investigación.

Tabla 7.

Carga muerta por cada m² de losa aligerada

Acabados	100 kg/m²
Tabiquería	100 kg/m ²
Tarrajeo	40 kg/m ²
TOTAL	240 kg/m²

Nota. De Norma E.020, 2020

- Carga Viva

La siguiente tabla muestra los valores que se usaron en este Pabellón.

Tabla 8.

Carga viva según los ambientes de Centros Educativos

Aulas	100 kg/m²
Talleres	100 kg/m ²
Corredores y escaleras	40 kg/m ²
Baños	240 kg/m ²

Nota. De “Norma Peruana E.020”, por Organismo Nacional de Normalización del Perú (ONN), 2020

1.13.3.7. Modelamiento de la estructura

El Pabellón A de la I.E. El Ingenio – Cajamarca, consta de 2 módulos, los cuales fueron modelados en el software ETABS v.21.2.0. Para ello, se tomó en cuenta lo estipulado en los planos estructurales y las consideraciones de los materiales y elementos que fue mencionado anteriormente.

Para el modelado lineal, es necesario seguir lo propuesto por la Norma E.030 (2018). A continuación, se muestran las figuras de modelado de los 2 módulos.

Figura 32.

Modelamiento estructural Módulo I – Pabellón A

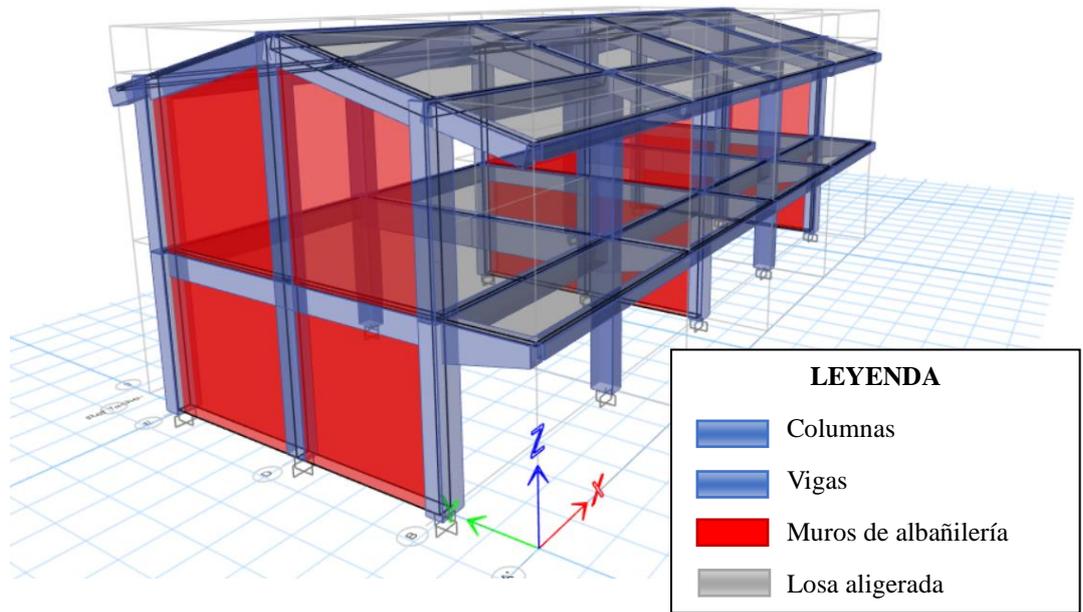
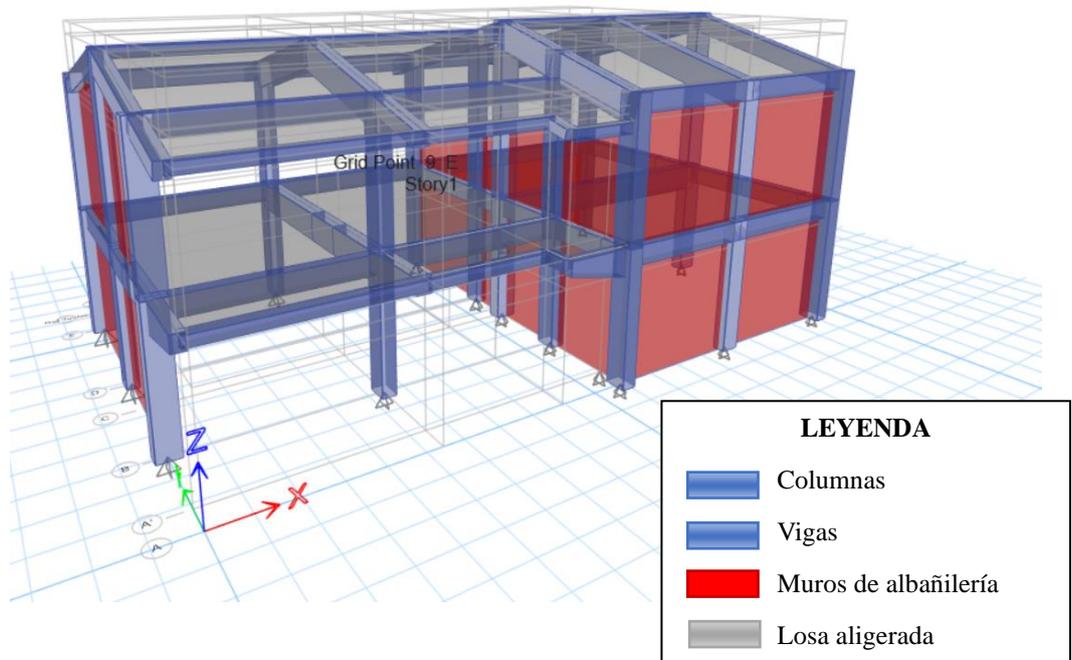


Figura 33.

Modelamiento estructural Módulo II – Pabellón A



Por otra parte, para el análisis no lineal de la estructura, se utilizó lo establecido por la Norma E030 (2018), VISION 2000 y ASCE 41 – 17. Lo extraído de las normas anteriormente mencionadas, se muestran a continuación:

- Se utilizó el procedimiento ASCE 41 – 17 y lo establecido por el Comité VISION 2000
- SEAOC (1995): Las cargas sísmicas están fijadas en la base.
- Norma E.030 (2018): En las edificaciones esenciales se tomará el 50% de la carga viva (Artículo 4.3)

$$P = PP + CM + 0.5CV$$

- ASCE 41 – 17: Se definen las rótulas plásticas de acuerdo a la Tabla 10 – 7.

1.13.4. Análisis Estático lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio

1.13.4.1. Fuerza Cortante Mínima

Para poder realizar el análisis estático, es necesario determinar factores de sismicidad presentes en la Norma E.030 (2018), con el fin de poder construir el espectro inelástico.

A continuación, se muestran aquellos usados en los dos módulos de la presente investigación.

Tabla 9.

Factores de Sismicidad

Factores de sismicidad		Valor
Z: Factor de zona	Zona 3	0.35
U: Fator de uso o importancia	Categoría A	1.5
S: Factor de amplificación del suelo	Suelo S_3	1.20
C: Factor de amplificación sísmica		2.5
TP: Periodo que define la plataforma del factor (C)	T_P	1.0
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor (C)	T_L	1.6
R: Coeficiente de reducción	R	
X: Sistema en dirección X – Pórtico		8.00
Y: Sistema en dirección Y – Albañilería Confinada		3.00

Una vez obtenidos los parámetros sísmicos, la cortante mínima en cada dirección se calcula mediante la fórmula:

$$\frac{ZUCS}{R} \times P$$

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

P = Peso total de la edificación

- Módulo 1 – Fuerza Cortante Mínima

Tabla 10.

Fuerza Cortante Mínima – Módulo 1

	Z	U	C	S	R	P	V
Dirección X	0.35	1.5	2.5	1.2	8	272.58	Vx = 53.66
Dirección Y	0.35	1.5	2.5	1.2	3	272.58	Vy = 143.10

- Módulo 2 – Fuerza Cortante Mínima

Tabla 11.

Fuerza Cortante Mínima – Módulo 2

	Z	U	C	S	R	P	V
Dirección X	0.35	1.5	2.5	1.2	3	296.34	Vx = 155.58
Dirección Y	0.35	1.5	2.5	1.2	3	296.34	Vy = 155.58

1.13.4.2. Distribución de fuerzas sísmicas

Para poder calcular la distribución de cargas, aplicamos la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_i : Peso por piso

H_i : Altura de cada piso

V : Fuerza cortante

K : Exponente relacionado con el periodo fundamental

- Módulo I
 - Dirección X

Tabla 12.

Módulo I – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X

Nivel	Altura Acumulada (h_i)	Peso por piso (P_i)	$P_i(h_i)^k$	α_i	Fuerza Cortante (F_i)
2do Nivel	5.45	106.9412	1403.1	0.62510	33.55278
1er Nivel	2.90	165.6487	957.2	0.37490	20.12307
TOTAL		272.5899	2360.3		53.67586

- Dirección Y

Tabla 13.

Módulo I – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección Y

Nivel	Altura Acumulada (h_i)	Peso por piso (P_i)	$P_i(h_i)^k$	α_i	Fuerza Cortante (F_i)
2do Nivel	5.45	106.9412	1102.3	0.58412	83.5917
1er Nivel	2.90	165.6487	957.2	0.41588	59.5153
TOTAL		272.5899	2059.5		143.1069

- Módulo II

- Dirección X

Tabla 14.

Módulo II – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X

Nivel	Altura Acumulada (h_i)	Peso por piso (P_i)	$P_i(h_i)^k$	α_i	Fuerza Cortante (F_i)
2do Nivel	5.45	106.697	1403.7	0.52639	81.8970
1er Nivel	2.90	189.6487	841.6	0.47361	73.6855
TOTAL		296.3457	2245.3		155.5825

- Dirección Y

Tabla 15.

Módulo II – Distribución de Fuerzas sísmicas en altura en dirección X

Nivel	Altura Acumulada (h_i)	Peso por piso (P_i)	$P_i(h_i)^k$	α_i	Fuerza Cortante (F_i)
2do Nivel	5.45	106.697	1403.7	0.52639	81.8970
1er Nivel	2.90	189.6487	841.6	0.47361	73.6855
TOTAL		296.3457	2245.3		155.5825

1.13.5. Análisis Dinámico lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio

1.13.5.1. Modos de vibración

Las siguientes tablas muestran los modos de vibración obtenidos por cada módulo al 80% en Dirección X, Y y Z.

- Módulo I

Tabla 16.

Modos de vibración – Módulo I

Modo	Periodo (seg)	Acumulado masa participativa					
		U_x	U_y	R_z	$SumU_x$	$SumU_y$	$SumR_z$
1	0.567	0.961	0	1.07E-06	0.961	0	0
2	0.192	0.039	0.0001	0.0046	1	0.0001	0.005
3	0.135	2.95E-05	0.522	0.3642	1	0.5221	0.369
4	0.109	1.12E-05	0.3489	0.503	1	0.871	0.872
5	0.048	5.71E-07	0.0758	0.0524	1	0.9467	0.924
6	0.039	0	0.0016	0.008	1	0.9483	0.932

- Módulo II

Tabla 17.

Modos de vibración – Módulo II

Modo	Periodo (seg)	Acumulado masa participativa					
		U_x	U_y	R_z	$SumU_x$	$SumU_y$	$SumR_z$
1	0.643	0.9525	0	6.54E-06	0.9525	0	6.54E-06
2	0.218	0.0475	2.60E-05	0.0011	1	2.60E-05	0.0011
3	0.164	3.39E-06	0.7786	0.0796	1	0.7786	0.0807
4	0.127	4.71E-06	0.0671	0.7793	1	0.8458	0.86
5	0.065	0.00E+00	0.1005	0.0024	1	0.9463	0.8624
6	0.054	0	0.0177	0.0355	1	0.9641	0.8979

1.13.5.2. Cálculo de derivas

El cálculo de estas derivas se obtiene del análisis modal espectral de acuerdo a lo estipulado en la Norma E.030 (2018). Estos valores fueron extraídos del programa ETABS y deben cumplir:

$$\Delta < 0.005$$

- Módulo 1 – Sismo dinámico en dirección X

Tabla 18.

Derivas máximas - Módulo I

	Nivel	Deriva	Verificación E030 (2018)
Derivas máximas en dirección X	2° Nivel	0.005719	CUMPLE
	1° Nivel	0.011436	NO CUMPLE
Derivas máximas en dirección Y	2° Nivel	0.00001	CUMPLE
	1° Nivel	0.000031	NO CUMPLE

- Módulo 1 – sismo dinámico en dirección Y

Tabla 19.

Derivas máximas – Módulo I

	Nivel	Deriva	Verificación E030 (2018)
Derivas máximas en dirección X	2° Nivel	0.000079	CUMPLE
	1° Nivel	0.000165	CUMPLE
Derivas máximas en dirección Y	2° Nivel	0.000944	CUMPLE
	1° Nivel	0.000875	CUMPLE

- Módulo 2 – sismo dinámico en dirección X

Tabla 20.

Derivas máximas en dirección X, Módulo II

	Nivel	Deriva	Verificación E030 (2018)
Derivas máximas en dirección X	2° Nivel	0.007419	NO CUMPLE
	1° Nivel	0.013292	NO CUMPLE
Derivas máximas en dirección Y	2° Nivel	1.00E-05	CUMPLE
	1° Nivel	1.10E-05	CUMPLE

- Módulo 2 – sismo dinámico en dirección Y

Tabla 21.

Derivas máximas en dirección X, Módulo II

	Nivel	Deriva	Verificación E030 (2018)
Derivas máximas en dirección X	2° Nivel	6.00E-05	CUMPLE
	1° Nivel	1.12E-04	CUMPLE
Derivas máximas en dirección Y	2° Nivel	0.001258	CUMPLE
	1° Nivel	0.001243	CUMPLE

1.13.5.3. Cortante dinámico total en la base y factor de escala

Al observar lo previsto en la norma E. 030 (2018), nos propone que la fuerza cortante mínima de diseño debe ser el 80% (estructuras regulares) y 90% (estructuras irregulares) de la fuerza cortante estática obtenida por el método estático lineal.

Al notar que el cortante dinámico es menor al valor mínimo, entonces se calcula el factor de escala para dicha fuerza.

- Módulo I

Tabla 22.

Módulo I - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X – X

Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X - X	
Edificación regular	80%
Fuerza cortante estática	51.739 (tonf)
Cortante de diseño	41.391 (tonf)
Fuerza cortante dinámica	44.301 (tonf)
Factor de escalamiento X - X	0.934

Tabla 23.

Módulo I - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección Y – Y

Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X - X	
Edificación regular	90%
Fuerza cortante estática	183.960 (tonf)
Cortante de diseño	165.564 (tonf)
Fuerza cortante dinámica	84.074 (tonf)
Factor de escalamiento X - X	1.969

- Módulo II

Tabla 24.

Módulo II - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X – X

Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X - X	
Edificación regular	80%
Fuerza cortante estática	58.282 (tonf)
Cortante de diseño	46.626 (tonf)
Fuerza cortante dinámica	51.450 (tonf)
Factor de escalamiento X - X	0.906

Tabla 25.

Módulo II - Fuerza cortante mínima de diseño, dirección Y – Y

Fuerza cortante mínima de diseño, dirección X - X	
Edificación regular	90%
Fuerza cortante estática	95.175 (tonf)
Cortante de diseño	85.658 (tonf)
Fuerza cortante dinámica	54.423 (tonf)
Factor de escalamiento X - X	1.634

1.13.6. Construcción del espectro de pseudo – aceleraciones

Con los factores de la zona sísmica conjuntamente con la Norma E.030, se ha construido los espectros de pseudo - aceleraciones para cada dirección de los módulos 1 y 2, pertenecientes al pabellón "A".

- Módulo I

Figura 34.

Módulo I – Espectro de pseudo aceleraciones X - X

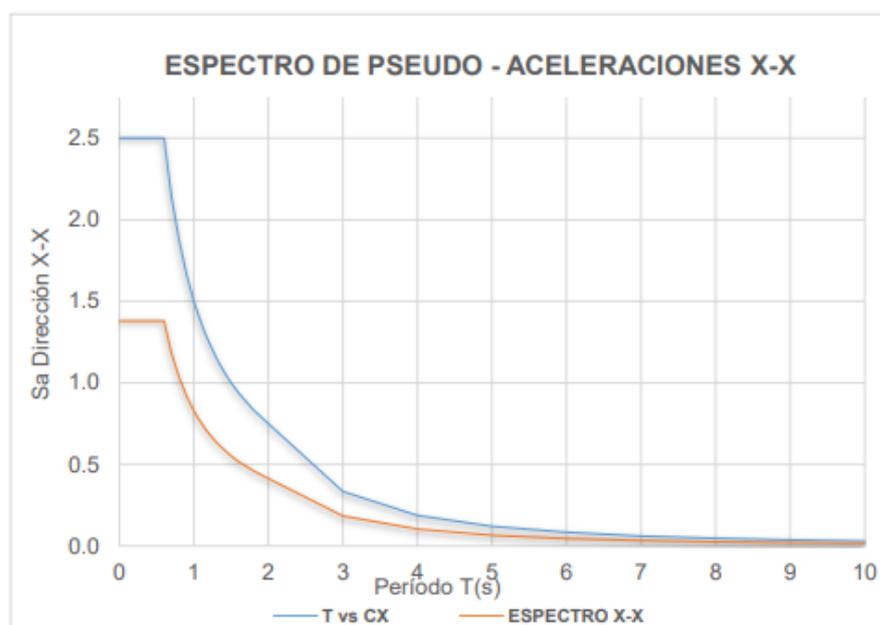
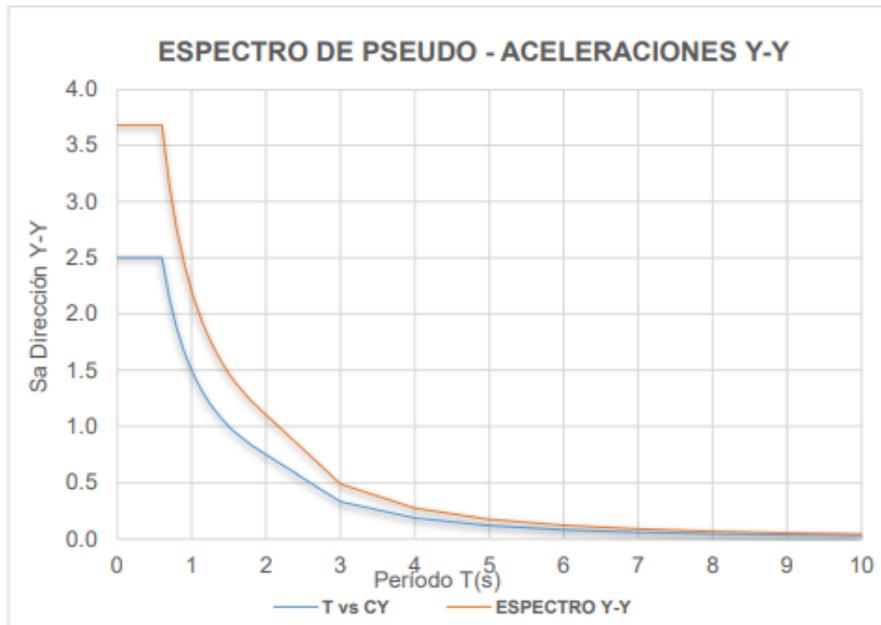


Figura 35.

Módulo I – Espectro de pseudo aceleraciones Y – Y



- Módulo II

Figura 36.

Módulo II – Espectro de pseudo aceleraciones X – X

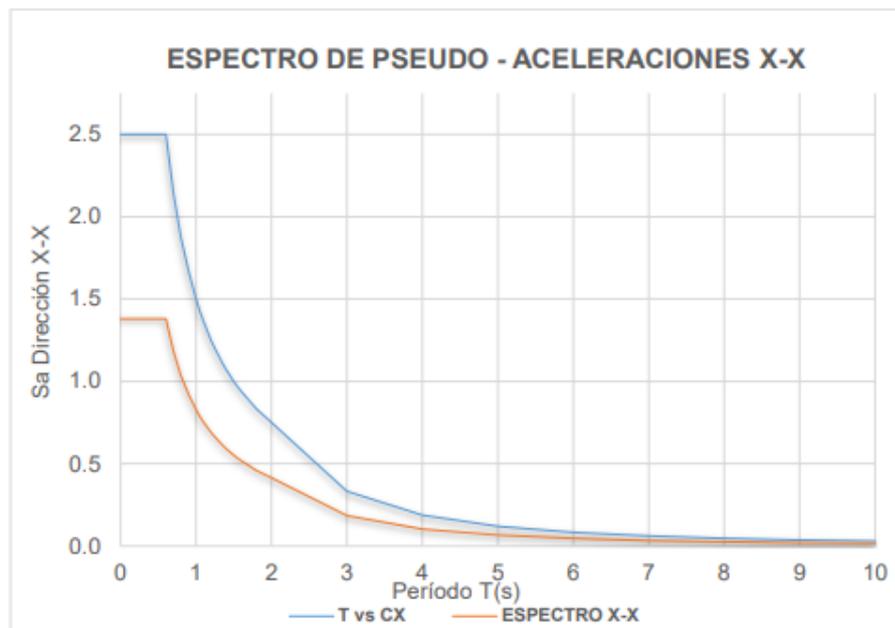
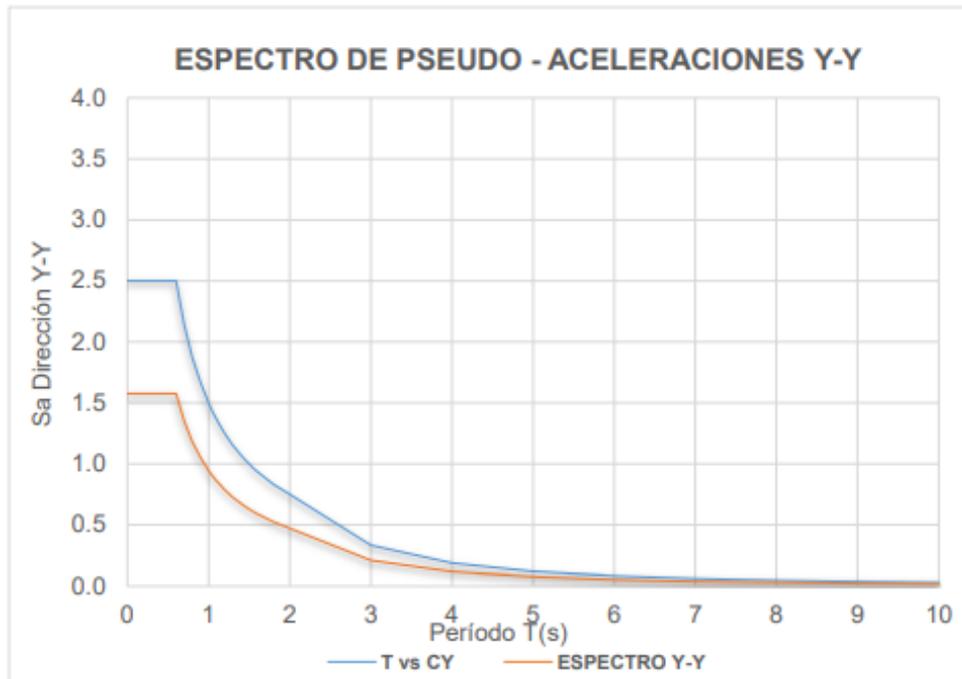


Figura 37.

Módulo II – Espectro de pseudo aceleraciones Y – Y



1.13.7. Espectro de demanda

Para proceder con el análisis, se ha obtenido el espectro de demanda con la ubicación, coordenadas de la página oficial de SENCICO. Estos datos se han ajustado a los diferentes escenarios sísmicos.

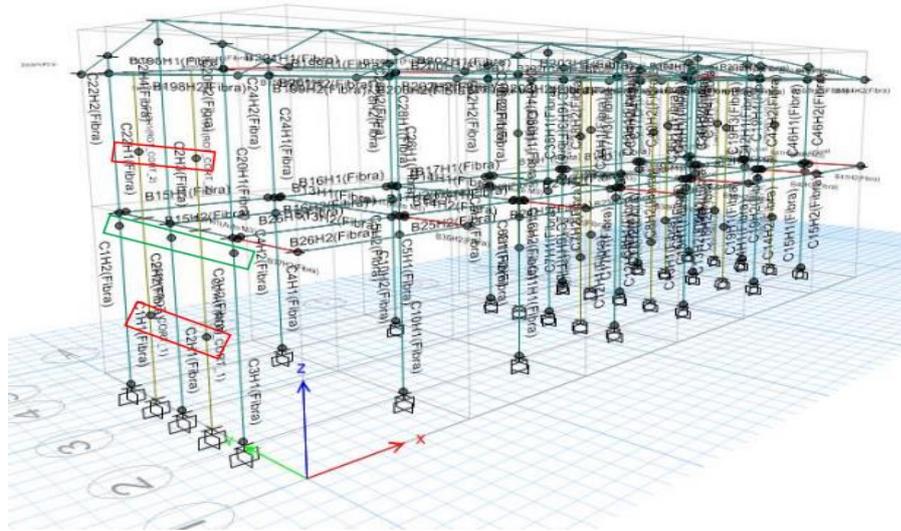
1.13.8. Análisis estático no lineal del Pabellón “A” de la I.E. El Ingenio

1.13.8.1. Asignación de rótulas plásticas

Las rótulas plásticas fueron asignadas de acuerdo por lo establecido por el ASCE 41 – 17. En la siguiente imagen se muestra las rótulas plásticas del módulo I

Figura 38.

Módulo I con asignación de rótulas plásticas



1.13.8.2. Curvas de capacidad

Las curvas de capacidad describen cómo la capacidad de resistencia de la estructura varía a medida que se aplica un desplazamiento lateral. Luego, a través de la conversión de estas curvas, se obtienen los espectros de capacidad en el formato de aceleración espectral vs. desplazamiento espectral (Sd-Sa). A continuación, se muestran los espectros de capacidad de cada módulo.

- Módulo I

Figura 39.

Módulo I – Espectro de capacidad, dirección X – X

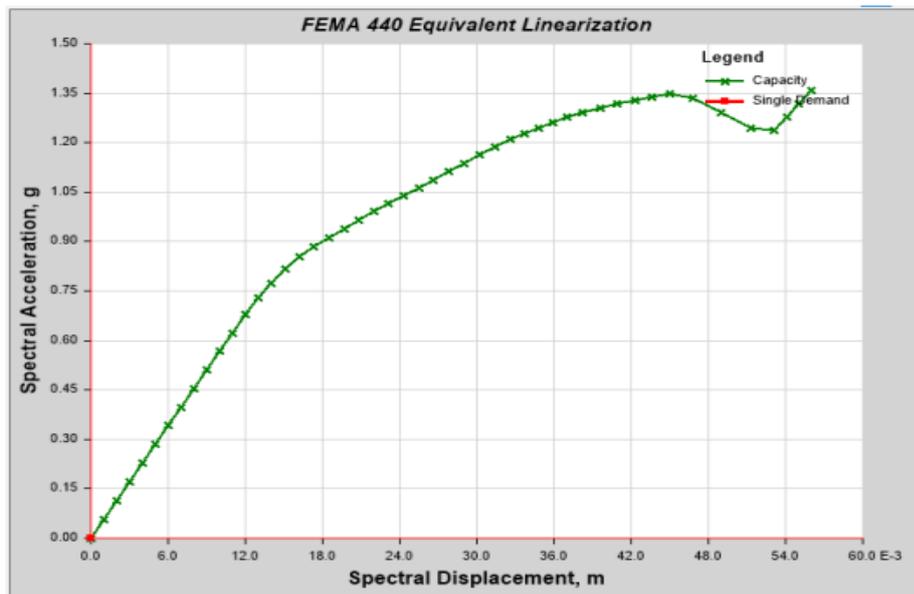
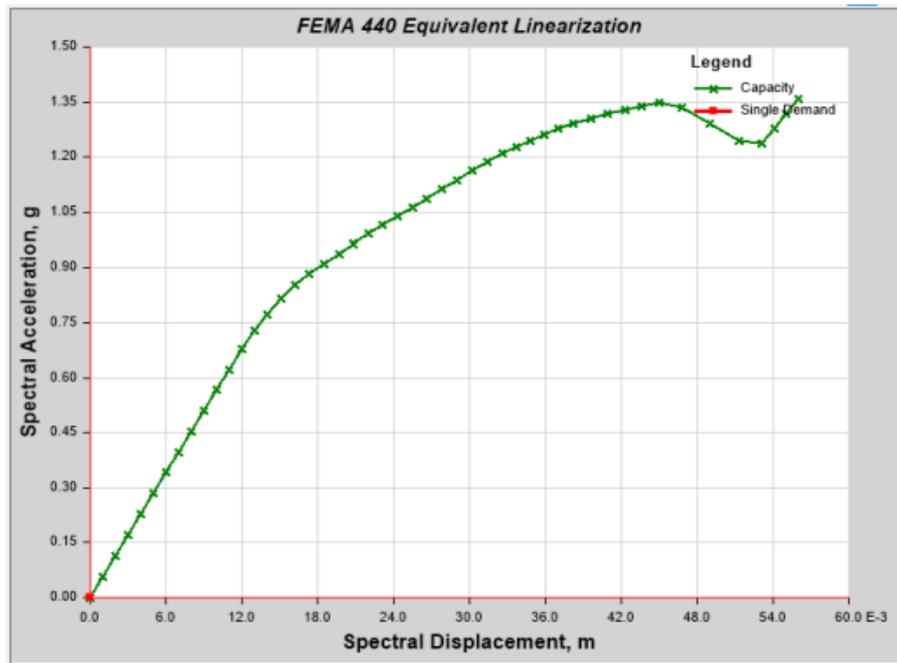


Figura 40.

Módulo 1 - Espectro de capacidad, dirección Y-Y



- Módulo II

Figura 41.

Módulo 2 - Espectro de capacidad, dirección X-X

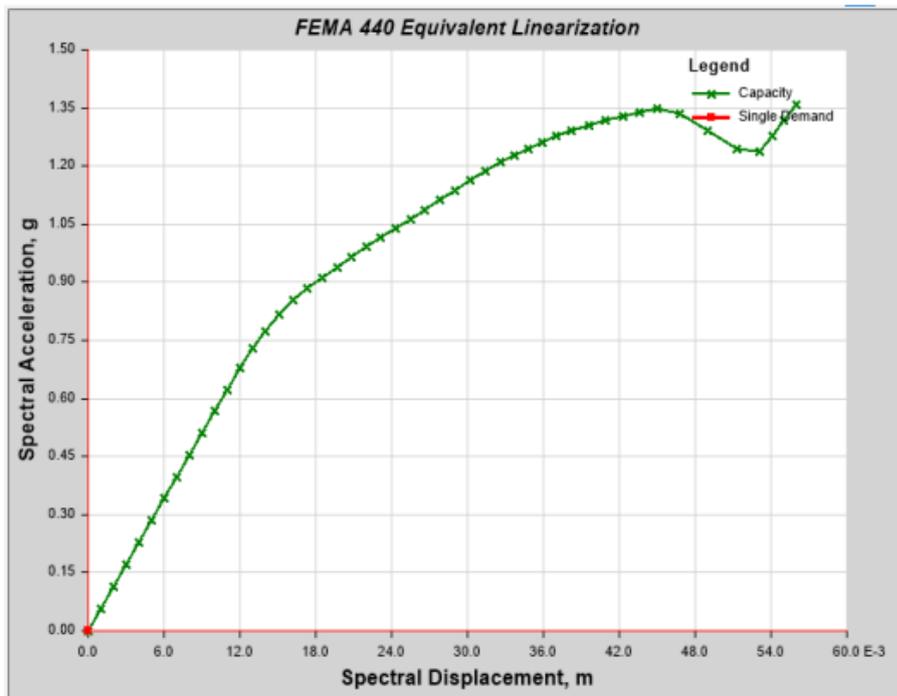
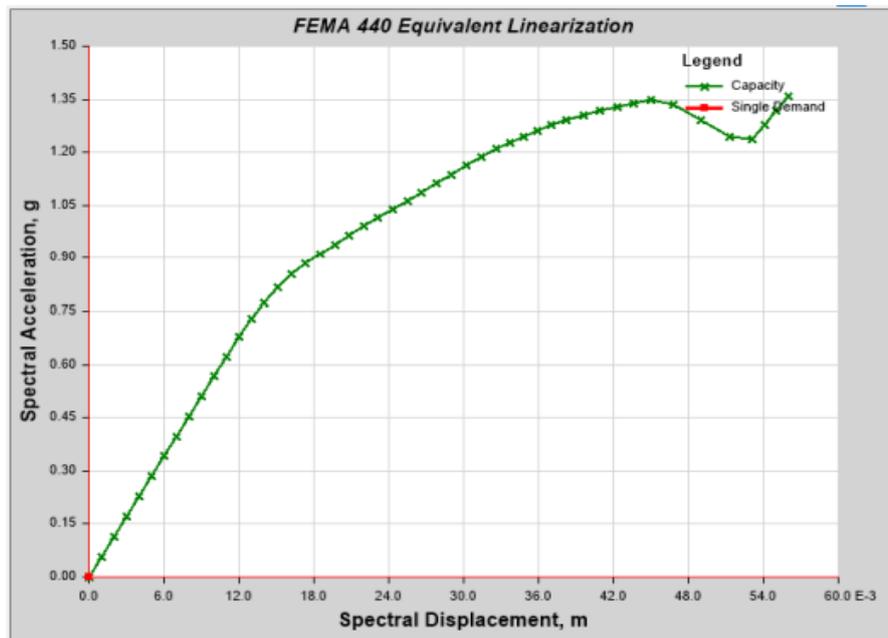


Figura 42.

Módulo 2 - Espectro de capacidad, dirección Y-Y



1.13.8.3. Análisis de la curva de capacidad ASCE 41 – 17 y determinación del nivel de desempeño sísmico

A continuación, se muestra la representación gráfica de la Curva de Capacidad según la metodología del ASCE 41-17, así como la interpretación de la misma para cada módulo del pabellón "A"

- Módulo I, dirección X – X

Figura 43.

Módulo 1 - Curva de capacidad ASCE 41-17, X-X

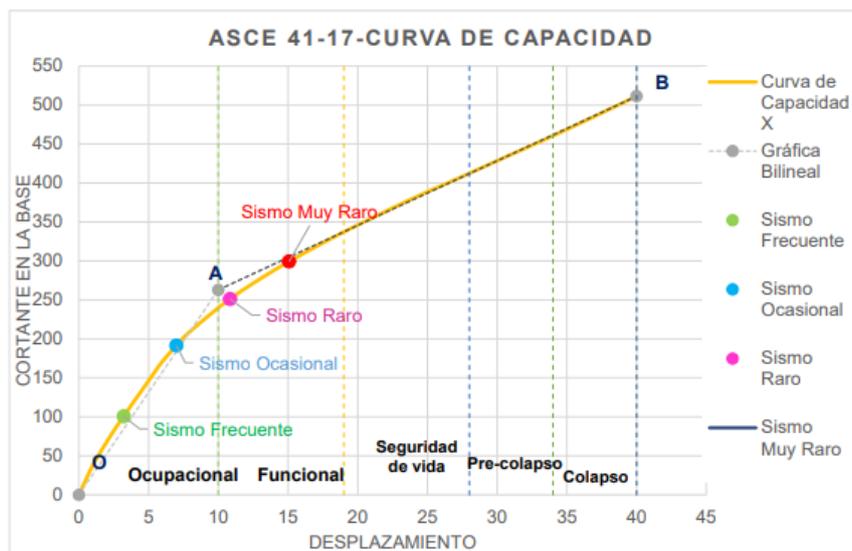


Tabla 26.*Módulo 1 - Sectorización de la curva de capacidad*

Nivel de desempeño	Desplazamiento			
	Límite Inferior		Límite Superior	
Ocupacional	0	0	Δ_{FE}	10
Funcional	Δ_{FE}	10	$\Delta_{FE} + 0.30\Delta_P$	19
Resguardo de vida	$\Delta_{FE} + 0.30\Delta_P$	19	$\Delta_{FE} + 0.60\Delta_P$	28
Cerca al colapso	$\Delta_{FE} + 0.60\Delta_P$	28	$\Delta_{FE} + 0.80\Delta_P$	34
Colapso	$\Delta_{FE} + 0.80\Delta_P$	34	$\Delta_{FE} + \Delta_P$	40

Tabla 27.*Módulo 1 - Puntos de desempeño*

Sismos	Puntos	
	D	V
Sismo Frecuente	3.2152	100.8986
Sismo Ocasional	6.997	191.686
Sismo Raro	10.8414	251.2753
Sismo Muy Raro	15.0799	299.2801

Finalmente, con los datos obtenidos anteriormente se hace una comparación del nivel de desempeño alcanzado tras el análisis realizado con los niveles propuestos por el Comité VISION 2000. En la siguiente tabla se presenta el nivel que alcanzó el desempeño sismorresistente para el módulo 1, en la dirección X-X

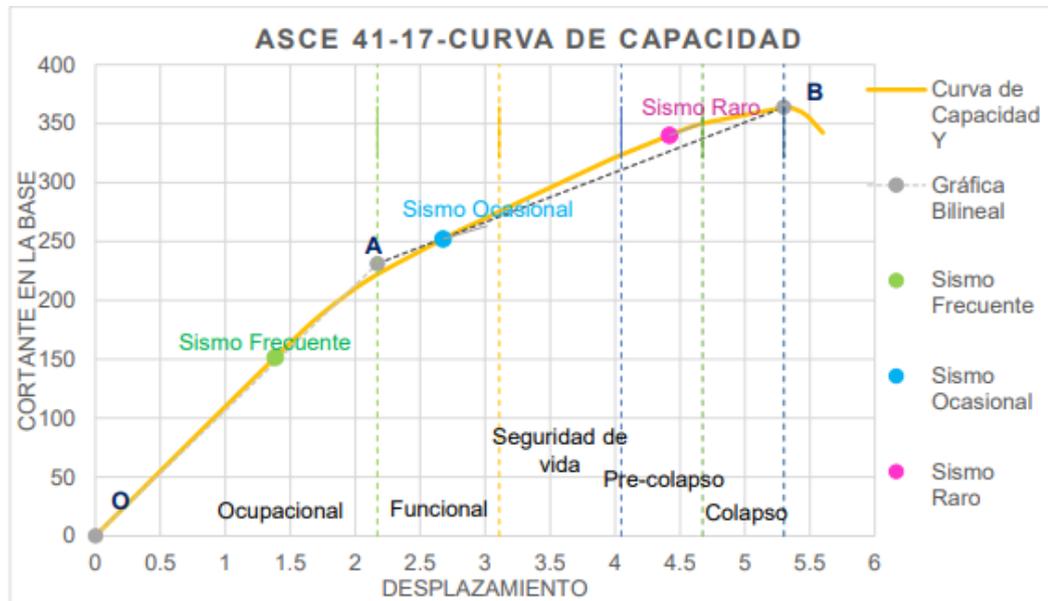
Tabla 28.*Módulo 1 - Desempeño sismorresistente alcanzado, X-X*

Peligo Sísmico	Niveles de Desempeño Sismorresistente				
	Ocupacional	Funcional	Resguardo de vida	Pre – Colapso	Colapso
Frecuente	X				
Ocasional	X				
Raro		X			
Muy raro			X		

- Módulo I, dirección Y – Y

Figura 44.

Módulo 1 - Curva de capacidad 41-17, Y-Y



En la siguiente tabla se presenta el nivel que alcanzó el desempeño sismorresistente para el módulo 1, en la dirección Y-Y.

Tabla 29.

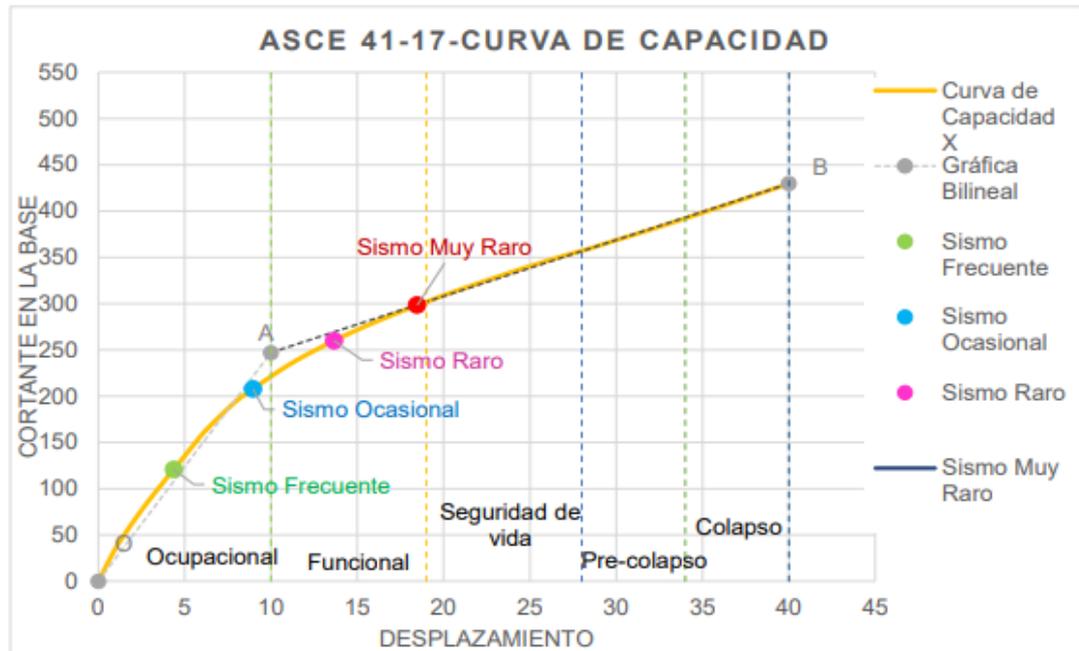
Módulo 1 - Desempeño sismorresistente alcanzado, Y-Y

Peligro Sísmico	Niveles de Desempeño Sismorresistente				
	Ocupacional	Funcional	Resguardo de vida	Pre – Colapso	Colapso
Frecuente	X				
Ocasional		X			
Raro				X	
Muy raro					X

- Módulo II, dirección X – X

Figura 45.

Módulo 2 - Curva de capacidad 41-17, X-X



En la siguiente tabla se presenta el nivel que alcanzó el desempeño sismorresistente para el módulo 2, en la dirección X-X

Tabla 30.

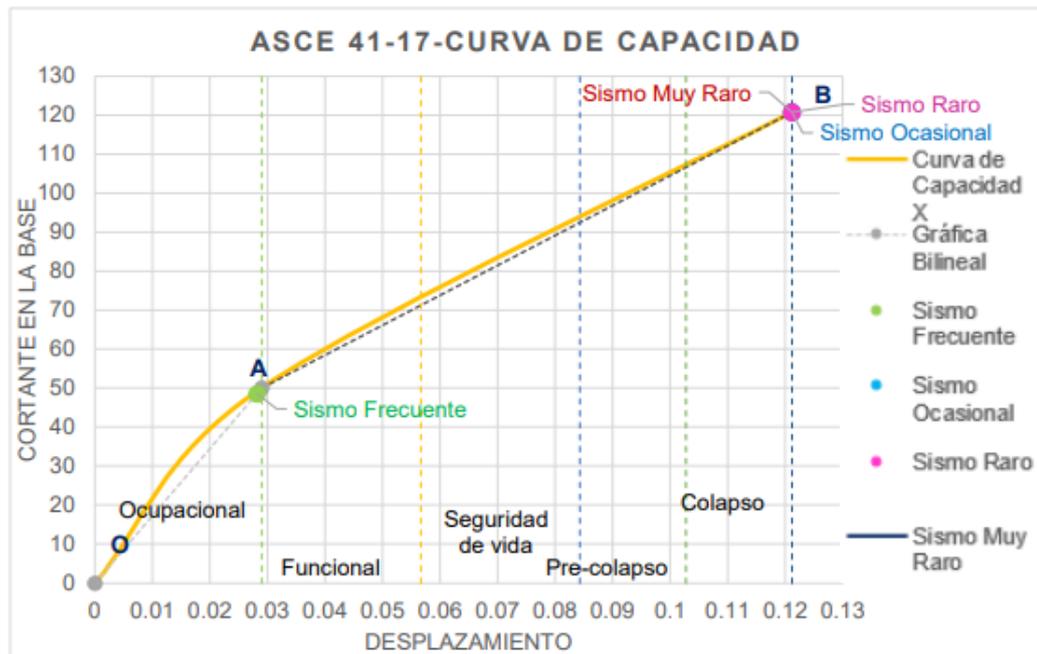
Módulo 2 - Desempeño sismorresistente alcanzado, X-X

Peligro Sísmico	Niveles de Desempeño Sismorresistente				
	Ocupacional	Funcional	Resguardo de vida	Pre – Colapso	Colapso
Frecuente	X				
Ocasional	X				
Raro		X			
Muy raro		X			

- Módulo II, dirección Y – Y

Figura 46.

Módulo 2 - Curva de capacidad 41-17, Y-Y



En la siguiente tabla se presenta el nivel que alcanzó el desempeño sismorresistente para el módulo 2, en la dirección Y-Y.

Tabla 31.

Módulo 2 - Desempeño sismorresistente alcanzado, Y-Y

Peligro Sísmico	Niveles de Desempeño Sismorresistente				
	Ocupacional	Funcional	Resguardo de vida	Pre – Colapso	Colapso
Frecuente	X				
Ocasional					X
Raro					X
Muy raro					X

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.14. Análisis Lineal

En el análisis lineal, se determinaron las derivas máximas de los módulos y se verificaron de acuerdo a los parámetros de la Norma E.030, considerando $\Delta < 0.07$ para estructuras de Concreto Armado y $\Delta < 0.05$ para albañilería. En ese sentido, se obtuvo lo siguiente:

- El sismo dinámico en la dirección X del Módulo 1, como se muestra en la Tabla 18, refiere que las derivas máximas en la dirección X e Y del segundo nivel sí cumplen con la verificación de la Norma E.030; no obstante, las derivas máximas en la dirección X e Y del primer nivel no cumplen con lo solicitado.
- El sismo dinámico en la dirección Y del Módulo 1, como se muestra en la Tabla 19, refiere que las derivas máximas en dirección X e Y de ambos niveles sí cumplen con la verificación de la Norma E.030.
- El sismo dinámico en la dirección X, como se muestra en la Tabla 20, refiere que las derivas máximas en Dirección X de ambos niveles no cumplen con la verificación de la Norma E.030; no obstante, las derivas máximas en dirección Y de ambos niveles sí cumplen con los parámetros estipulados.
- El sismo dinámico en la dirección Y, como se muestra en la Tabla 21, refiere que las derivas máximas en Dirección X e Y de ambos niveles sí cumplen con las verificaciones propuestas por la Norma E.030.

1.14.1.1. Cortante dinámico total en la base y factor de escalamiento

Al realizarse la comprobación del cortante dinámico, se obtuvo un valor menor a lo propuesto por la Norma E.030, la cual nos menciona que la cortante mínima de diseño debe ser el 80 %, para estructuras regulares, de la fuerza cortante estática obtenida por el método lineal. En tal sentido, se obtuvo lo siguiente:

- Para el Módulo I en la dirección X - X, como se muestra en la Tabla 22, se obtuvo una fuerza cortante dinámica de 44.301 tonf superando el valor obtenido en la cortante mínima de diseño y por lo cual, no es necesario calcular el factor de escalamiento.
- Para el Módulo I en la dirección Y - Y, como se muestra en la Tabla 23, se obtuvo una fuerza cortante dinámica de 84.074 tonf, la cual no superó el valor obtenido en

la cortante de diseño de 165.564 tonf; por lo cual, fue necesario calcular el factor de escalamiento y cuyo resultado fue de 1.969.

- Para el Módulo II en la dirección X - X, como se muestra en la Tabla 24, se obtuvo una fuerza cortante dinámica de 51.450 tonf superando el valor obtenido en la cortante mínima de diseño y por lo cual, no es necesario calcular el factor de escalamiento.
- Para el Módulo II en la dirección Y – Y, como se muestra en la Tabla 25, se obtuvo una fuerza cortante dinámica de 54.423 tonf, la cual no superó el valor obtenido en la cortante de diseño de 85.658 tonf; por lo cual, fue necesario calcular el factor de escalamiento y cuyo resultado fue de 1.634.

1.15. Análisis estático no lineal

1.15.1. Niveles de desempeño alcanzados

Luego de obtener la curva capacidad y posteriormente los puntos de desempeño, se pudo llegar a calcular los niveles de desempeño sísmico alcanzados. En tal sentido, se obtuvo lo siguiente:

- Módulo 1 - Dirección X – X. De acuerdo a la Tabla 28, los niveles de desempeño alcanzados son:
 - Ante un sismo frecuente, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Ocupacional).
 - Ante un sismo ocasional, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Funcional).
 - Ante un sismo raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente funcional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Resguardo de vida)
 - Ante un sismo muy raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Resguardo de vida, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Pre colapso).
- Módulo 1 - Dirección Y – Y. De acuerdo a la Tabla 29, los niveles de desempeño alcanzados son:

- Ante un sismo frecuente, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Ocupacional).
- Ante un sismo ocasional, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Funcional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Funcional).
- Ante un sismo raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Pre-colapso, no cumpliendo con el nivel de desempeño objetivo (Resguardo de vida).
- Ante un sismo muy raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Colapso, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Pre colapso).
- Módulo 2 - Dirección X – X. De acuerdo a la Tabla 30, los niveles de desempeño alcanzados son:
 - Ante un sismo frecuente, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Ocupacional).
 - Ante un sismo ocasional, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Funcional).
 - Ante un sismo raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Funcional, no cumpliendo con el nivel de desempeño objetivo (Resguardo de vida).
 - Ante un sismo muy raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Funcional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Pre colapso).
- Módulo 2 - Dirección Y – Y. De acuerdo a la Tabla 31, los niveles de desempeño alcanzados son:
 - Ante un sismo frecuente, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Ocupacional).
 - Ante un sismo ocasional, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Colapso, cumpliendo ante el nivel de desempeño objetivo (Funcional).

- Ante un sismo raro y muy raro, la estructura alcanzó un nivel de desempeño sismorresistente Colapso, no cumpliendo ante sus niveles de desempeño objetivo

1.16. Discusión de los resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos luego del análisis pushover para un sismo raro en el Módulo I y Módulo II de dicha edificación fue de Pre – Colapso y Colapso respectivamente en la dirección X – X. Estos resultados tienen sustento en lo encontrado en las Inspecciones Técnicas Visuales de este Pabellón.

En primer lugar, de acuerdo a la Figura 20, las vigas secundarias de los Ejes E, B y 12 de ambos niveles de acuerdo a los planos estructurales, tienen deflexión a largo plazo por la mala estructuración. Esto ocurre porque se optó por hacer una viga chata como borde de techo (20 cm) y porque el acero usado de acuerdo a los planos estructurales es bajo, teniendo en cuenta que la edificación es de uso educacional.

Esto ha generado problemas en las puertas y ventanas que están anexas a estos ejes, pues no existe una separación entre las vigas y estos elementos no estructurales, generando que la deflexión se distribuya con más intensidad en las ventanas, tal y como se observa en la Figura 21, debido a que los vanos son demasiado grandes y produciendo que ya no puedan abrirse ni cerrarse según sea el caso sin que suponga cierto peligro; y produciendo que los marcos de las puertas estén averiados. Los ejes afectados son: Eje B, Eje E y Eje 12 tanto del primer como del segundo piso.

En segundo lugar, también existe errores en la estructuración. Como se puede observar en la Figura 18, en el Eje 1 de acuerdo a los planos estructurales, no existe unión de las vigas de ese Eje en el Tramo A – C y en el Tramo C – E, pues la unión viga y columna está una por encima de otra.

Por último, los muros de albañilería tienen fisuras debido a la falta de columnetas, tal y como se observa en la Figura 19, por lo cual existen grietas verticales en los Ejes E, B, 5, 8, 10 y 12. Además, también existen fisuras por asentamiento a lo largo del Eje 1 y del Eje 10 y fisuras por corte en el Eje E, Tramo 1 – 2.

En tal sentido, con el análisis explicado acerca de las deficiencias encontradas en las inspecciones visuales, se puede concluir que los resultados de colapso y pre- colapso del Módulo I y II del Pabellón A del análisis estático no lineal (pushover) ante la ocurrencia de un sismo raro tienen fundamento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.17. Conclusiones

- Se determinó el nivel de desempeño sísmico para un sismo frecuente de acuerdo a lo propuesto por el ASCE 41 – 17, obteniendo que el Módulo 1 y Módulo 2, tanto para la dirección X-X y Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional.
- Se determinó el nivel de desempeño sísmico para un sismo ocasional de acuerdo a lo propuesto por el ASCE 41 – 17, obteniendo que:
 - El módulo 1, para la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, y para la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Funcional
 - El módulo 2, para la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Ocupacional, y para la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Colapso.
- Se determinó el nivel de desempeño sísmico para un sismo raro de acuerdo a lo propuesto por el ASCE 41 – 17, obteniendo que:
 - El módulo 1, en la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Funcional; mientras que, en la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Pre-Colapso.
 - El módulo 2, en la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Funcional; mientras que, en la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Colapso.
- Se determinó el nivel de desempeño sísmico para un sismo muy raro de acuerdo a lo propuesto por el ASCE 41 – 17, obteniendo que:
 - El módulo 1, para la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Resguardo de vida, y para la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Colapso
 - El módulo 2, para la dirección X-X, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Funcional, y para la dirección Y-Y, alcanza un nivel de desempeño sismorresistente Colapso.

1.18. Recomendaciones

- Se recomienda determinar el nivel de desempeño sísmico de los otros pabellones de la I.E. “El Ingenio” para comparar con los resultados obtenidos en esta investigación y con el fin de tomar medidas preventivas ante un movimiento telúrico.
- Se recomienda evaluar el nivel de desempeño sísmico del Pabellón A de la I.E. El Ingenio – Cajamarca, siguiendo la metodología ASCE 41 – 23.
- Se recomienda poner de manifiesto a las autoridades, personal docente, personal administrativo, padres de familia y alumnado, el estado situacional del Pabellón A con la finalidad de tomar medidas necesarias para evitar el deterioro progresivo de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar Falconí, R. (2003). *Análisis Sísmico por Desempeño*. Recuperado el mayo de 2024
- Aguilar Monteza, L. J. (2023). *Desempeño Sísmico Estructural en un Sistema Aporticado Mediante el Análisis Estático no Lineal*. Pimentel, Lambayeque, Perú. Recuperado el 14 de mayo de 2024
- Altamirano Segura, R. (2021). *Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de Educación Secundaria de la Institución Educativa de San Ramón - Cajamarca*. Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 14 de mayo de 2024
- ATC - 40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings* (Vol. 1). Recuperado el 15 de mayo de 2024
- BBC NEWS MUNDO. (2017). Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41343606>
- CAPECO. (24 de abril de 2023). Los suelos que amplifican las ondas de los sismos y por qué Lima es altamente vulnerable. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/sismo-en-lima-el-mapa-de-los-suelos-de-lima-y-por-que-los-sismos-no-se-sienten-igual-en-todos-los-distritos-estemoslistos-igp-cismid-noticia/?ref=ecr>
- CISMID. (24 de abril de 2023). Los suelos que amplifican las ondas de los sismos y por qué Lima es altamente vulnerable. *El Comercio*. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/sismo-en-lima-el-mapa-de-los-suelos-de-lima-y-por-que-los-sismos-no-se-sienten-igual-en-todos-los-distritos-estemoslistos-igp-cismid-noticia/?ref=ecr>
- Contreras Prado, D. J. (2023). *EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA UNA EDIFICACIÓN ESCOLAR TÍPICA BASADA EN EL MÓDULO 780 PRE NDSR-1997*. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 13 de mayo de 2024
- INDECI. (2020). *Instituto Nacional de Defensa Civil*. Recuperado el 17 de mayo de 2024

- Instituto Geofísico del Perú. (18 de agosto de 2020). *Pisco 2007: 13 años de un sismo devastador*. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/294466-pisco-2007-13-anos-de-un-sismo-devastador>
- Instituto Geofísico del Perú. (2023). *Mapas Sísmicos*. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20los%20sismos,profundidad%20superiores%20a%2061%20km.>
- Intor Villatty, K. d., & Martos Ramírez, C. J. (2017). *DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO “A” DE LA I.E. SAN RAMÓN EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA – 2017*. Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 15 de mayo de 2024
- Julca Tarrillo, W. (2022). *Nivel de Desempeño Sísmico del Bloque B1 de la I.E. Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de la ciudad de Jaén, 2022*. Jaén, Cajamarca, Perú. Recuperado el 15 de mayo de 2024
- Mejía, P., & Rivera, E. (2020). *Análisis Estático no Lineal de una estructura mediante el método de Control de Desplazamientos*. Recuperado el 15 de mayo de 2024
- Norma E030. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú: Diario El Peruano. Recuperado el 2024, de <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Paredes Cruz, A. Y. (2022). *Evaluación del desempeño sísmico de una institución educativa empleando el análisis no lineal dinámico*. Chiclayo, Lambayeque, Perú. Recuperado el 14 de mayo de 2024
- Salazar, B. (20 de julio de 2021). *Blog UDEP*. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de <https://www.udep.edu.pe/hoy/2021/07/estamos-preparados-para-afrontar-un-sismo-en-el-peru/>
- Soto Huamán, J., Alva Hurtado, J., & Ortiz Salas, C. (2018). *Evaluación de Espectros de Respuesta mediante el Análisis Unidimensional de Respuesta de Sitio en la Ciudad de Lima*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.jorgealvahurtado.com/files/ARTICULOBRASIL.pdf>

- Structural Engineers Association of California. (1995). *A framework for performance based structural engineering*. California . Recuperado el mayo de 2024
- Structural Engineers Association of California. (1999). *Recommended Lateral Force Requirements and Commentary*. California: Seismology Committee.
- Torres Solis, J., & Vásquez Atiencia , D. (2021). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de una estructura especial de hormigón armado de 4 pisos ubicada en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 15 de mayo de 2024, de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10985/1/16527.pdf>
- Valdivia Vargas, L. K. (2024). *Nivel de desempeño sísmico de los bloques 2 y 4 del mercado zonal sur de Cajamarca*. Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el 15 de mayo de 2024

ANEXOS

ANEXO 1.

INFORME TÉCNICO DEL

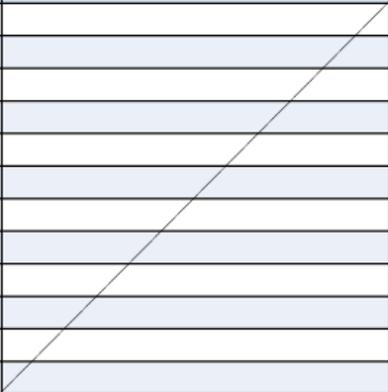
PABELLÓN A DE LA I.E. EL

INGENIO DE LA CIUDAD DE

CAJAMARCA

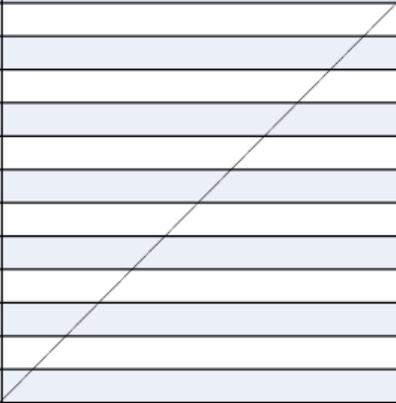
ANEXO 2.

ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA **(Determinación del índice de rebote)**

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 01			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm2
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	PRIMER PISO: COLUMNA (C1)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	31	VÁLIDO	
2	32	VÁLIDO	
3	29	VÁLIDO	
4	30	VÁLIDO	
5	30	VÁLIDO	
6	31	VÁLIDO	
7	36	VÁLIDO	
8	30	VÁLIDO	
9	32	VÁLIDO	
10	34	VÁLIDO	
11	30	VÁLIDO	
12	26	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	31	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.5
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		220 kg/cm2	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhulisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 208534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 02			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm2
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	PRIMER PISO: COLUMNA (C2)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	28	VÁLIDO	
2	32	VÁLIDO	
3	30	VÁLIDO	
4	27	VÁLIDO	
5	31	VÁLIDO	
6	23	VÁLIDO	
7	28	VÁLIDO	
8	24	VÁLIDO	
9	29	VÁLIDO	
10	35	VÁLIDO	
11	25	VÁLIDO	
12	34	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	27	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.8
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		223 kg/cm2	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhulisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 206534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24																																													
			Fecha: 30/07/2024																																													
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)																																																
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS																																															
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.																																															
ENSAYO N° 03																																																
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO																																														
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado																																													
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm2																																													
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO																																														
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado																																													
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado																																													
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco																																													
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES																																																
ESTRUCTURA:	PRIMER PISO: COLUMNA (C3)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">REGISTRO DE LECTURAS</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">N° LECTURA</th> <th style="width: 15%;">REBOTE (R)</th> <th style="width: 15%;">ACEPTACIÓN</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIONES INDIVIDUALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>28</td><td>VÁLIDO</td><td rowspan="12" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td></tr> <tr><td>2</td><td>33</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>3</td><td>27</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>4</td><td>32</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>5</td><td>34</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>6</td><td>34</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>7</td><td>29</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>8</td><td>31</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>9</td><td>35</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>10</td><td>36</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>11</td><td>33</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>12</td><td>32</td><td>VÁLIDO</td></tr> </tbody> </table>				REGISTRO DE LECTURAS				N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES	1	28	VÁLIDO	/	2	33	VÁLIDO	3	27	VÁLIDO	4	32	VÁLIDO	5	34	VÁLIDO	6	34	VÁLIDO	7	29	VÁLIDO	8	31	VÁLIDO	9	35	VÁLIDO	10	36	VÁLIDO	11	33	VÁLIDO	12	32	VÁLIDO
REGISTRO DE LECTURAS																																																
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES																																													
1	28	VÁLIDO	/																																													
2	33	VÁLIDO																																														
3	27	VÁLIDO																																														
4	32	VÁLIDO																																														
5	34	VÁLIDO																																														
6	34	VÁLIDO																																														
7	29	VÁLIDO																																														
8	31	VÁLIDO																																														
9	35	VÁLIDO																																														
10	36	VÁLIDO																																														
11	33	VÁLIDO																																														
12	32	VÁLIDO																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 40%;">PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</td> <td style="width: 10%;">32</td> <td style="width: 40%;">DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</td> <td style="width: 10%;">2.8</td> </tr> </tbody> </table>				PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA				PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	32	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.8																																					
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA																																																
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	32	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.8																																													
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):			238 kg/cm2																																													
<small>(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.</small>																																																
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:																																														
																																																

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 04			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm ²
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	PRIMER PISO: LOSA	ÁNGULO DE IMPACTO:	α = 90
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	34	VÁLIDO	
2	34	VÁLIDO	
3	24	VÁLIDO	
4	30	VÁLIDO	
5	33	VÁLIDO	
6	22	VÁLIDO	
7	24	VÁLIDO	
8	32	VÁLIDO	
9	21	VÁLIDO	
10	29	VÁLIDO	
11	33	VÁLIDO	
12	26	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	23	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.0
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		275 kg/cm ²	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhullsa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 208534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 05			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm ²
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	SEGUNDO PISO: COLUMNA (C1)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	32	VÁLIDO	
2	27	VÁLIDO	
3	26	VÁLIDO	
4	35	VÁLIDO	
5	30	VÁLIDO	
6	30	VÁLIDO	
7	29	VÁLIDO	
8	31	VÁLIDO	
9	28	VÁLIDO	
10	35	VÁLIDO	
11	29	VÁLIDO	
12	30	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	30	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.8
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		210 kg/cm ²	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Leidy Jhulisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 208534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 06			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm ²
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	SEGUNDO PISO: COLUMNA (C2)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	32	VÁLIDO	
2	34	VÁLIDO	
3	35	VÁLIDO	
4	32	VÁLIDO	
5	31	VÁLIDO	
6	29	VÁLIDO	
7	30	VÁLIDO	
8	32	VÁLIDO	
9	30	VÁLIDO	
10	28	VÁLIDO	
11	29	VÁLIDO	
12	27	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	31	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.4
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		220 kg/cm ²	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhulisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 206534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 07			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm ²
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	SEGUNDO PISO: COLUMNA (C3)	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = 0$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	26	VÁLIDO	/
2	31	VÁLIDO	
3	34	VÁLIDO	
4	28	VÁLIDO	
5	26	VÁLIDO	
6	24	VÁLIDO	
7	31	VÁLIDO	
8	33	VÁLIDO	
9	25	VÁLIDO	
10	26	VÁLIDO	
11	26	VÁLIDO	
12	30	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	28	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	3.3
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		180 kg/cm ²	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhulisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 208534	

	"NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN LA I.E EL INGENIO – CAJAMARCA"		GI-CCCe-142-07-24
			Fecha: 30/07/2024
MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)			
TESISTA:	STEFFANY PIZAN RIVAS		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.		
ENSAYO N° 08			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
FECHA DE ENSAYO:	30/07/2024	TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:	No especificado
EDAD DEL CONCRETO:	No especificado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:	210 kg/cm ²
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
MARCA - MODELO:	A&A (ZC3A)	TIPO DE SUPERFICIE:	Frotachado
N° DE SERIE:	503	CONDICIÓN DE CURADO:	No especificado
FECHA DE CALIBRACIÓN:	30/07/2023	CONDICIÓN DE HUMEDAD:	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
ESTRUCTURA:	SEGUNDO PISO: LOSA	ÁNGULO DE IMPACTO:	$\alpha = -73.38$
REGISTRO DE LECTURAS			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES
1	34	VÁLIDO	
2	32	VÁLIDO	
3	35	VÁLIDO	
4	30	VÁLIDO	
5	33	VÁLIDO	
6	31	VÁLIDO	
7	38	VÁLIDO	
8	32	VÁLIDO	
9	33	VÁLIDO	
10	34	VÁLIDO	
11	32	VÁLIDO	
12	31	VÁLIDO	
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:	33	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:	2.2
CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):		286 kg/cm ²	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
OBSERVACIONES:		REVISADO Y APROBADO POR:	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Lesly Jhuilisa Chingay Paredes INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 208534	

ANEXO 3.
PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1. *Vista panorámica del Pabellón A de la I.E. “El Ingenio” - Cajamarca*



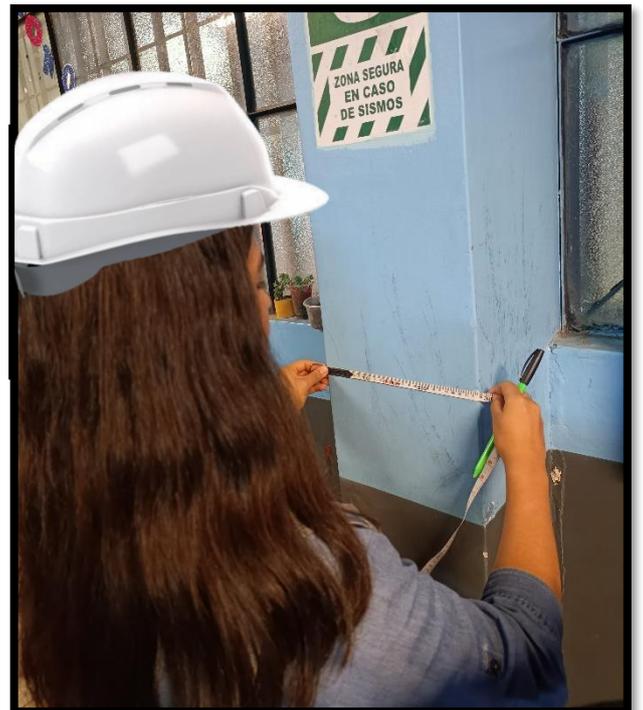
Descripción: Se puede apreciar el frontis del Pabellón “A” de la I.E. “El Ingenio”. Se observan dos niveles, así como el detalle de la estructura.

Fotografía 2. *Vista externa del Pabellón A de la I.E. “El Ingenio” – Cajamarca*



Descripción: Se puede apreciar la parte colindante con la calle del Pabellón A de la I.E. “El Ingenio”. Se observa el detalle arquitectónico, así como el de techo.

Fotografía 3. *Primera visita técnica al Pabellón “A” de la I.E. “El Ingenio”*



Descripción: En esta primera visita técnica, se tomó la medida de los elementos estructurales y se contrastó las dimensiones obtenidas en el plano.

Fotografía 4. *Segunda visita técnica al Pabellón “A” de la I.E. “El Ingenio”*



Descripción: En esta segunda visita técnica, se tomaron fotos de índole arquitectónica y se levantaron observaciones de algunos elementos necesarios para la modelización en Revit

Fotografía 5. *Ensayo de Esclerometría en Columnas C1 y C2 – Primer Piso*



Descripción: Para el ensayo en ambas columnas, se tomaron 12 rebotes, en una dirección de 90° con el esclerómetro en un cuadrado de 20 cm x 20 cm.

Fotografía 6. *Ensayo de Esclerometría en Columnas C1 y C2 – Segundo Piso*



Descripción: Se realizó el mismo procedimiento que en las columnas del primer nivel.

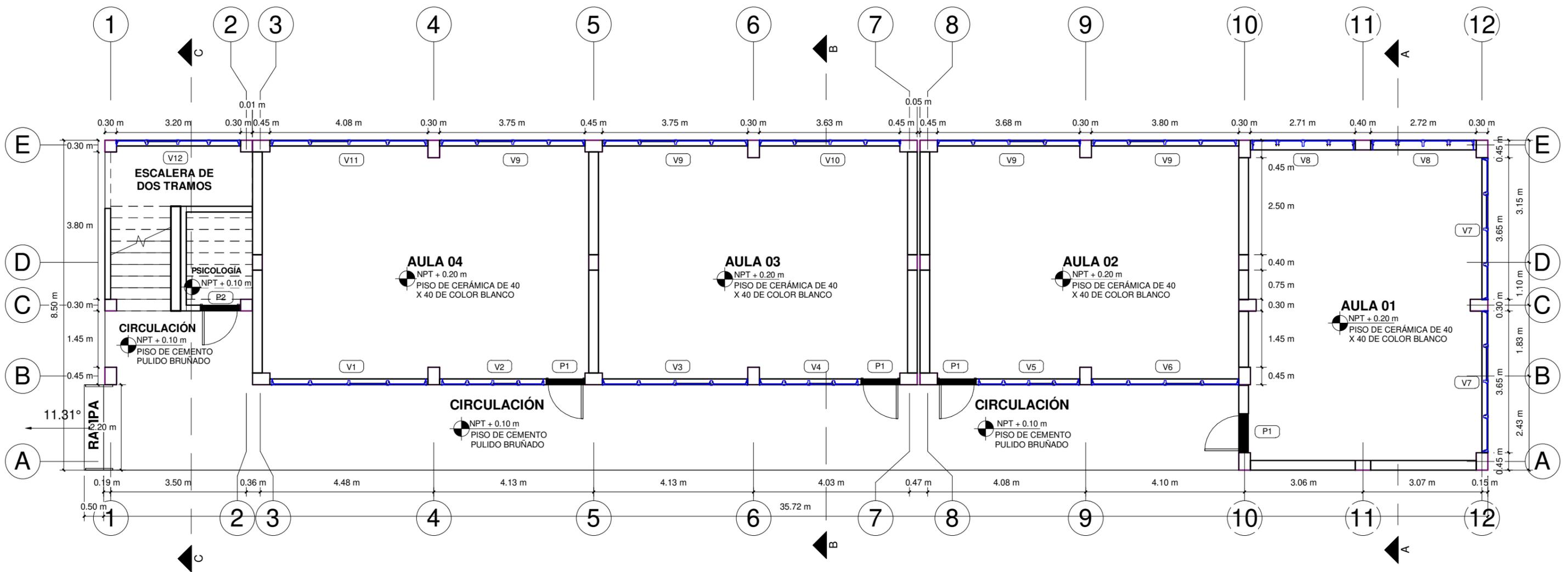
Fotografía 7. *Ensayo de Esclerometría en Losa de Primer y Segundo Nivel*



Descripción: Para el Ensayo en la Losa del Primer Nivel, se siguió el mismo procedimiento de columnas. No obstante, para la Losa del Segundo Nivel, fue necesario tomar en cuenta el ángulo de inclinación del techo.

ANEXO 4.

PLANOS



ARQ-01 PRIMER NIVEL

1

1 : 100

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
Vano	Altura	Anchura	Alféizar	Recuento

V1	1.20 m	4.00 m	1.07 m	1
V2	1.20 m	2.64 m	1.07 m	1
V3	1.20 m	3.75 m	1.07 m	1
V4	1.20 m	2.55 m	1.07 m	1
V5	1.20 m	2.60 m	1.07 m	1
V6	1.20 m	3.80 m	1.07 m	1
V7	1.20 m	3.64 m	1.07 m	2
V8	0.70 m	2.64 m	1.57 m	2
V9	0.70 m	3.70 m	<varía>	4
V10	0.70 m	3.65 m	1.60 m	1
V11	0.70 m	4.00 m	1.60 m	1
V12	0.70 m	3.20 m	1.60 m	1

Total general: 17

CUADRO DE VANOS PUERTAS			
Vano	Altura	Anchura	Recuento

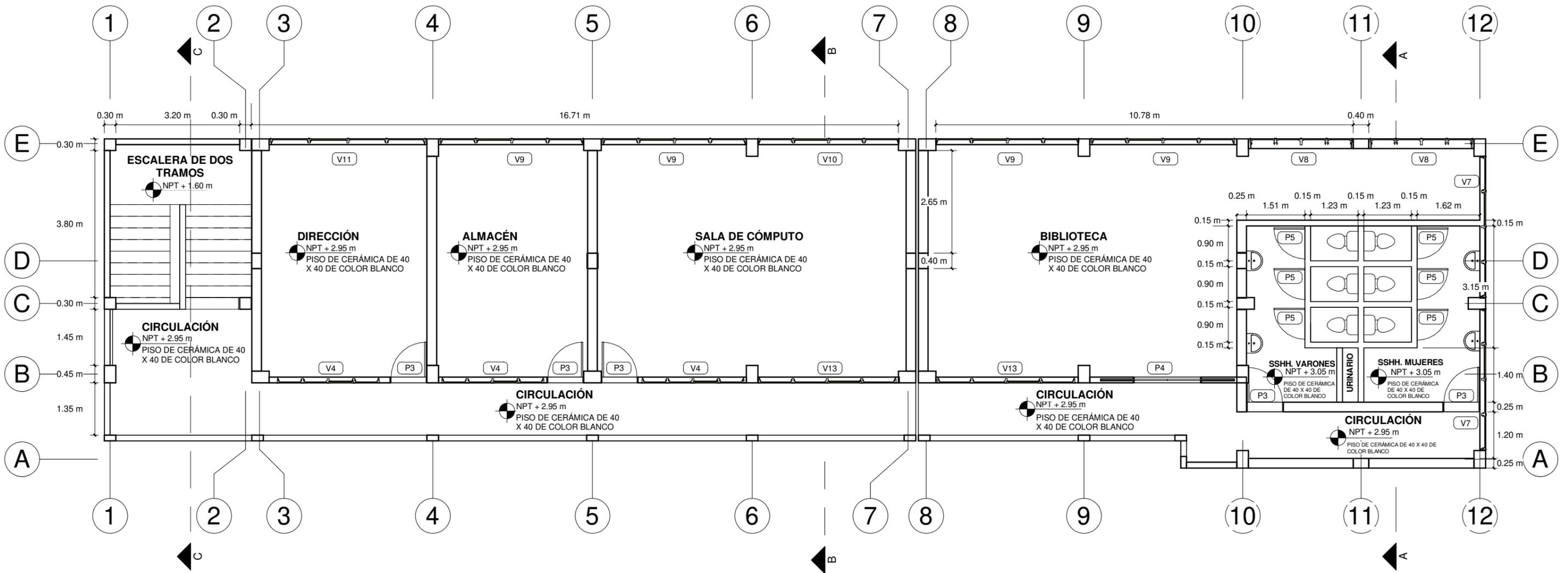
P1	2.10 m	0.90 m	4
P2	2.10 m	0.90 m	1

Total general: 5

Ing. Manuel Antonio Cruz Dávila
CONSULTOR DE OBRAS
R.N.C. 63066

Ing. Katia Beatriz Pizarro Romero
Ingeniero Civil
CIP: 70708

		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	FECHA: JUNIO 1999
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN: LOCALIDAD: CAJAMARCA DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA REGIÓN: CAJAMARCA	01
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 622240	CÓDIGO MODULAR: 1533272	
DIBUJO: ACAD	ESCALA: INDICADA	LÁMINA:	



ARQ-02 SEGUNDO NIVEL

2

1 : 100

CUADRO DE VANOS - VENTANAS

Vano	Altura	Anchura	Alféizar	Recuento
V4	1.20 m	2.64 m	1.09 m	3
V7	0.70 m	3.64 m	1.81 m	2
V8	0.70 m	2.64 m	<varía>	2
V9	0.70 m	3.70 m	1.77 m	4
V10	0.70 m	3.65 m	1.77 m	1
V11	0.70 m	4.00 m	1.77 m	1
V13	1.20 m	3.55 m	1.09 m	2

Total general: 15

CUADRO DE VANOS - PUERTAS

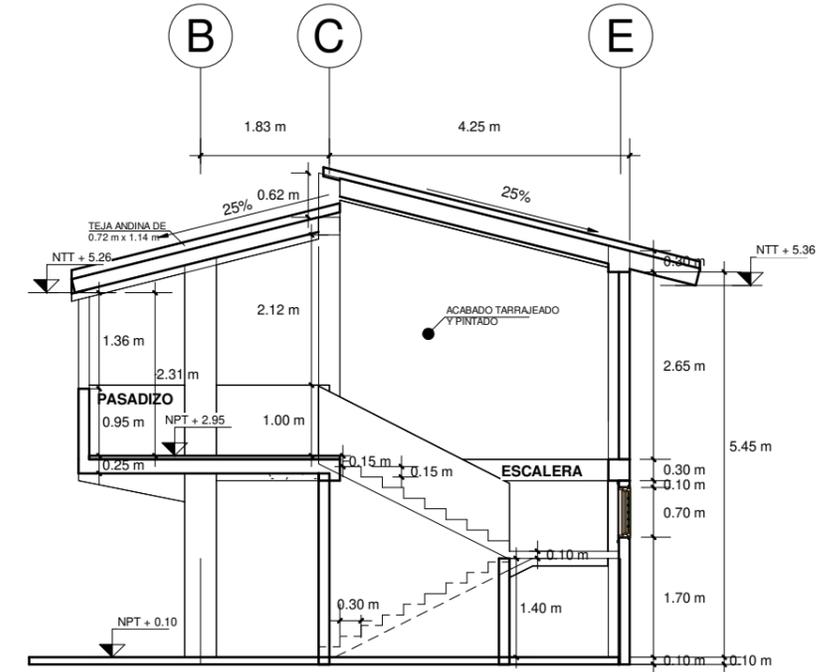
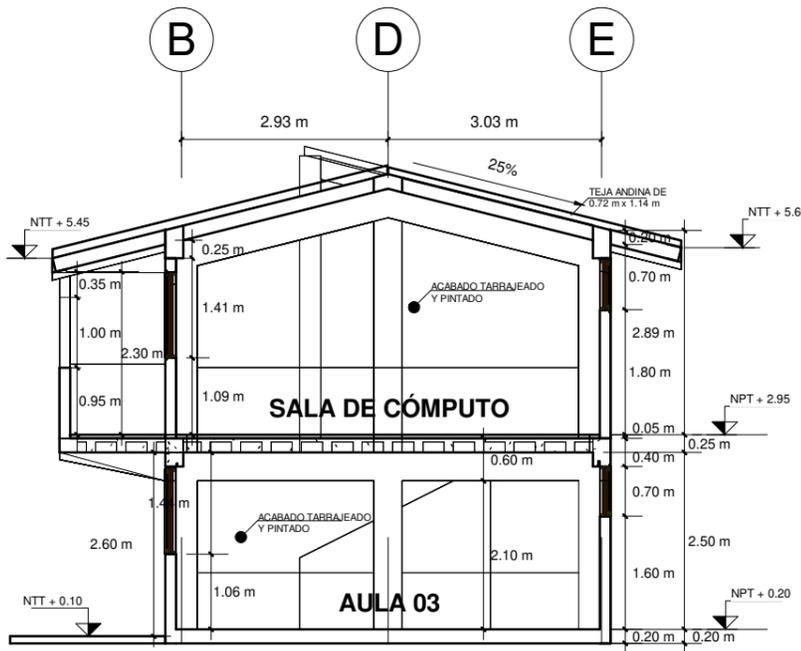
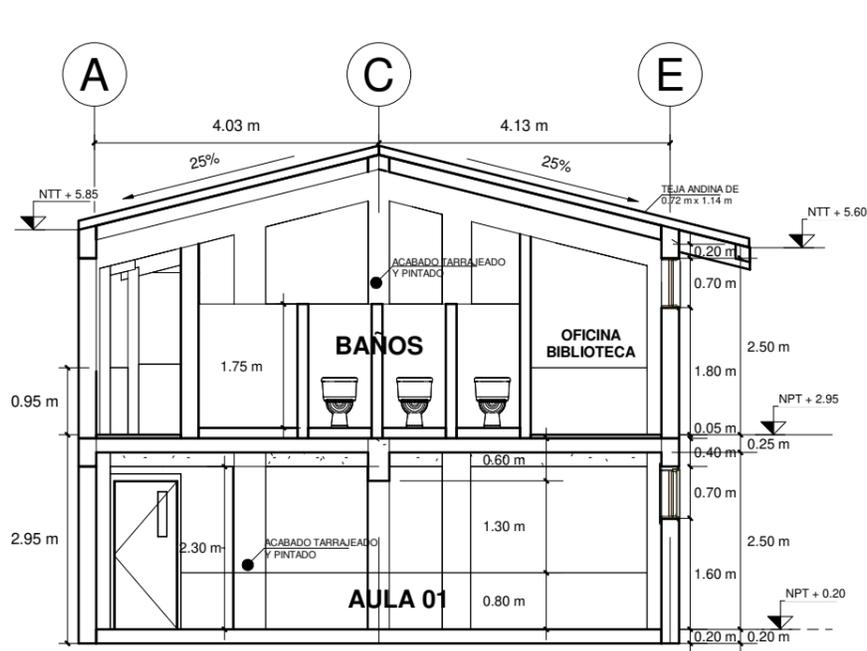
Vano	Altura	Anchura	Recuento
P3	2.10 m	0.90 m	5
P4	2.00 m	1.70 m	1
P5	1.48 m	0.80 m	6

Total general: 12

Ing. Manuel Antonio Cruz Dávila
CONSULTOR DE OBRA
R.N.C. 32068

Ing. Katia Beatriz Pizarro Romero
Ingeniero Civil
CIP: 70708

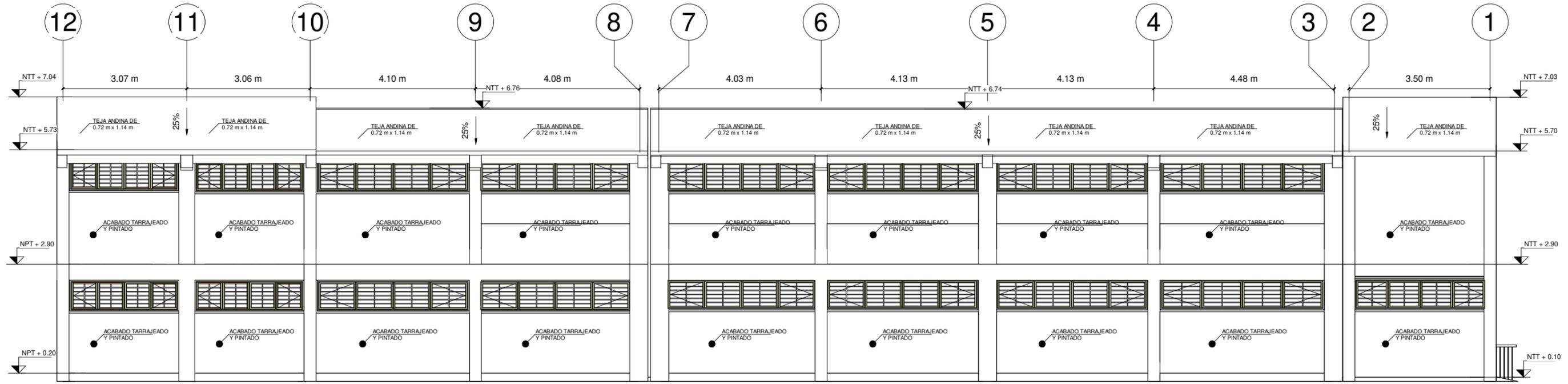
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	FECHA: JUNIO 1999
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN: LOCALIDAD : CAJAMARCA DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA REGIÓN : CAJAMARCA	LÁMINA: 02
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 622240	CÓDIGO MODULAR: 1533272	



A Sección A
1 : 100

B Sección B
1 : 100

C Sección C
1 : 100

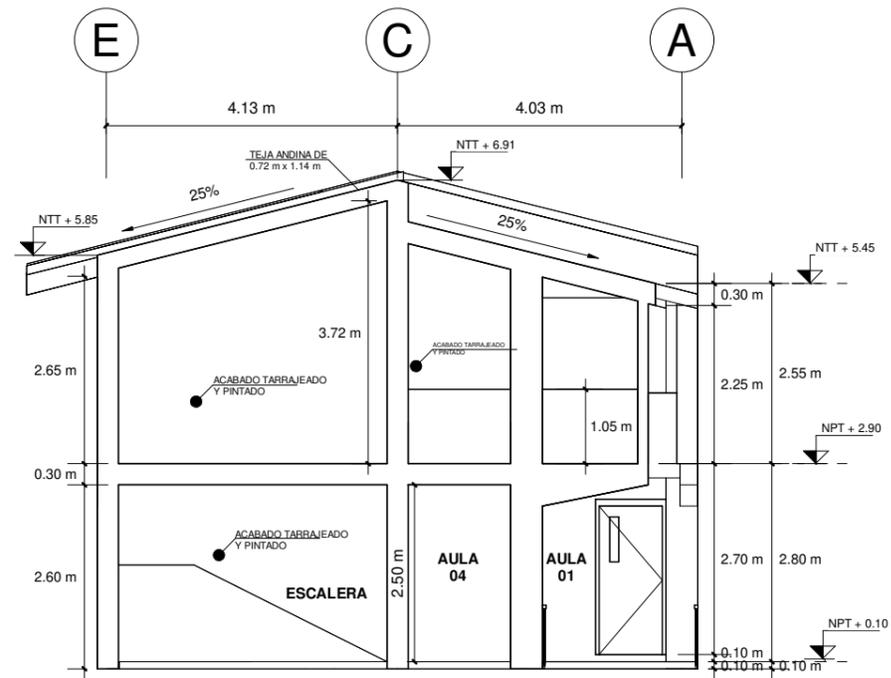


1 Este
1 : 100

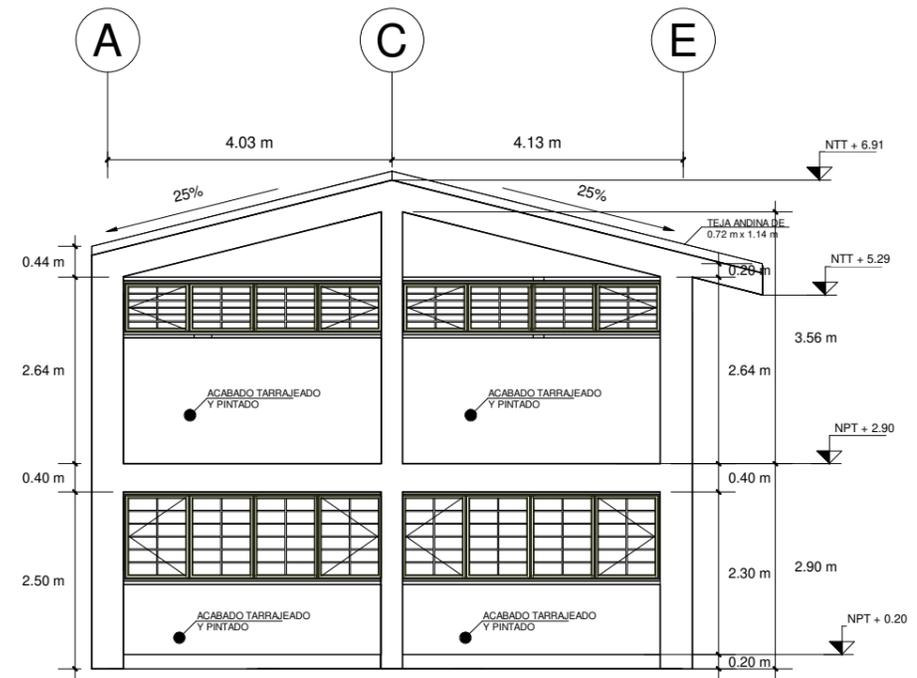
Ing. Manuel Antonio Cruz Dávila
CONSULTOR DE OBRA
R.N.C. 03066

Ing. Katia Beatriz Pizarro Romero
Ingeniero Civil
CIP: 70708

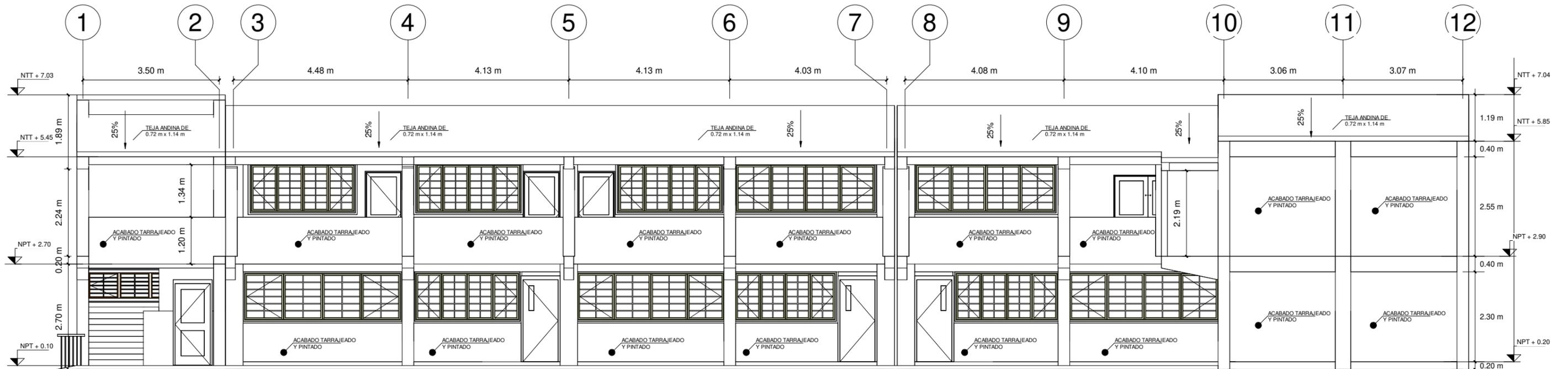
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	FECHA: JUNIO 1999
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN: LOCALIDAD: CAJAMARCA DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA REGIÓN: CAJAMARCA	04
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 622240	CÓDIGO MODULAR: 1533272	
DIBUJO: ACAD	ESCALA: INDICADA		



1 Norte
1 : 100



3 Sur
1 : 100

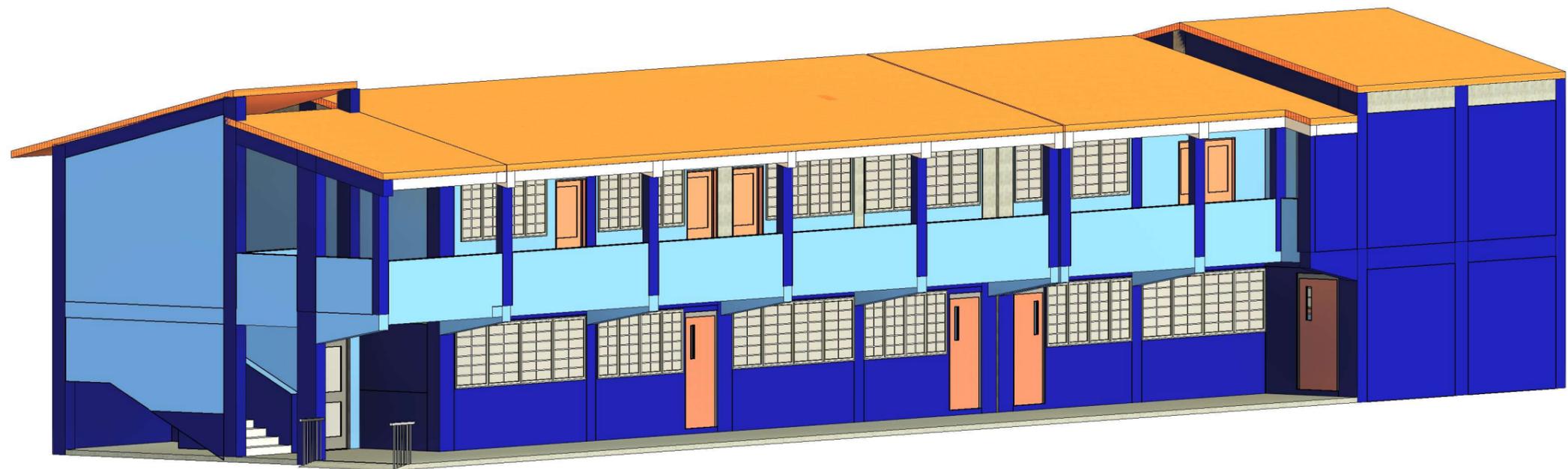


2 Oeste
1 : 100

Ing. Manuel Antonio Cruz Dávila
CONSULTOR DE OBRA
R.M.C. 03068

Ing. Katia Beatriz Pizarro Romero
Ingeniero Civil
CIP: 70708

		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA		FECHA:
		PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA		JUNIO 1999
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN:		LÁMINA:
PROYECTISTA:	CÓDIGO LOCAL: 622240	LOCALIDAD:	CAJAMARCA	05
DIBUJO: ACAD	ESCALA: INDICADA	DISTRITO:	CAJAMARCA	
	CÓDIGO MODULAR: 1533272	PROVINCIA:	CAJAMARCA	
		REGIÓN:	CAJAMARCA	



1

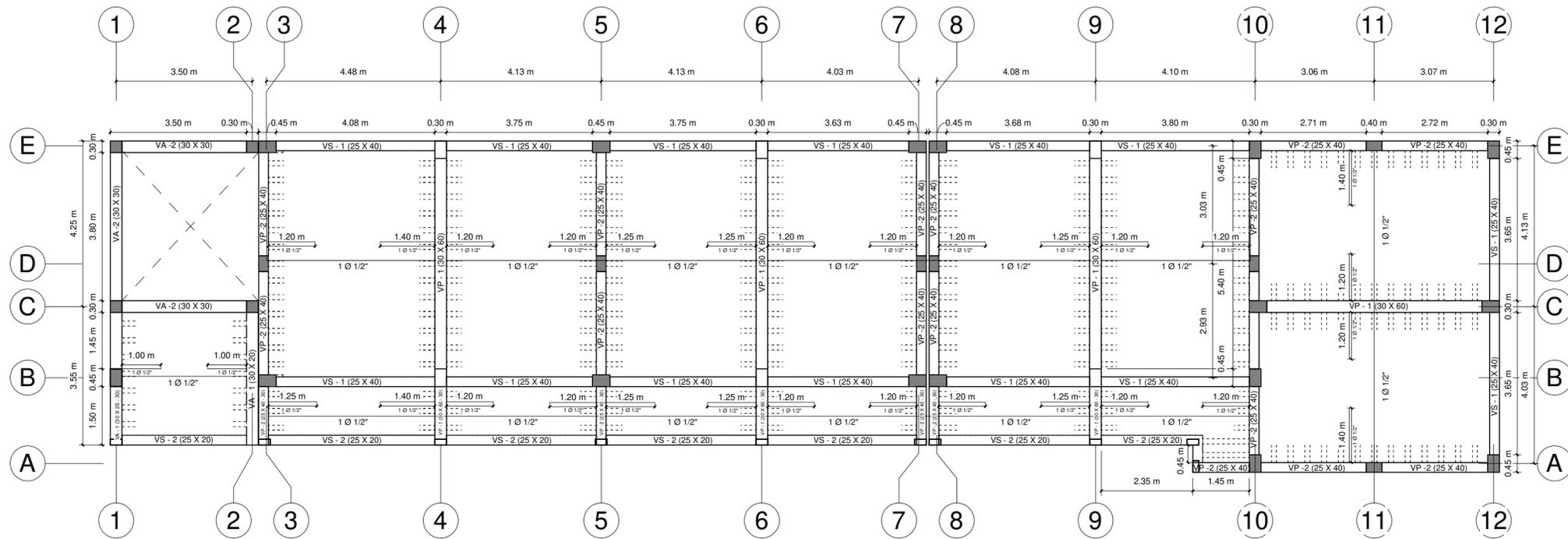
MODELO 3D



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

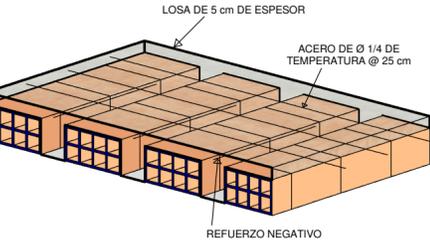
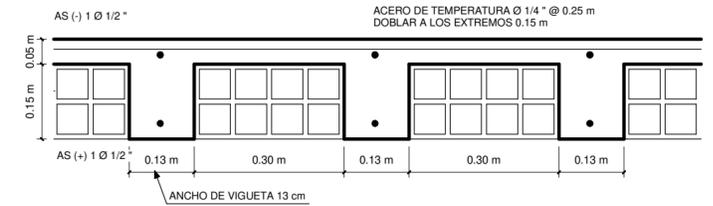
MÓDULO : ARQUITECTURA	ESC:	FECHA
PLANO : Modelo 3D	1/100	12/2024
TESIS : Nivel de desempeño sísmico de la I.E. El Ingenio - Cajamarca		
TESISTA : BACH. STEFFANY PIZÁN RIVAS		
ASESOR : ING. MARCOS MENDOZA LINARES		

06



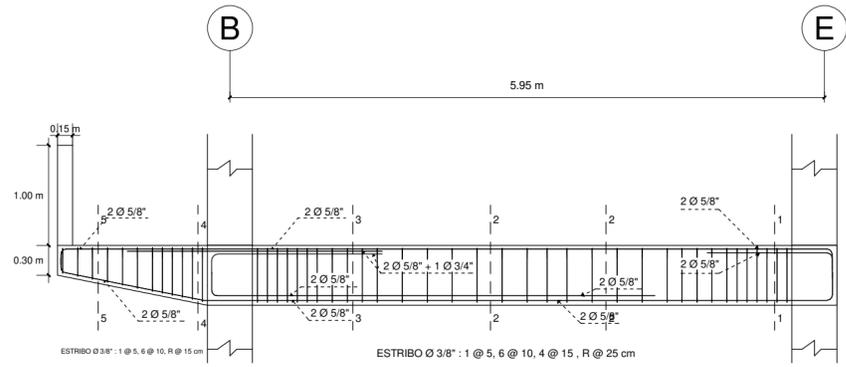
EST - 01 - PRIMER NIVEL

1 : 100



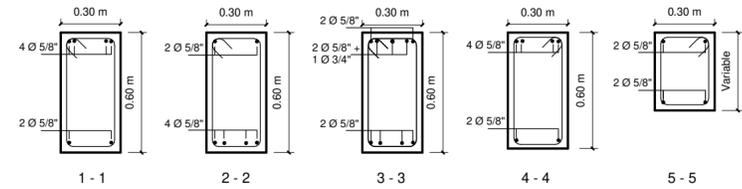
DETALLES ALIGERADO

1 : 10



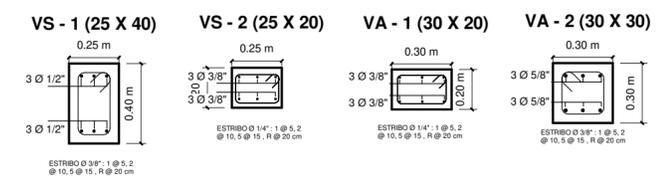
VP - 1 (30 x 60)

1 : 50



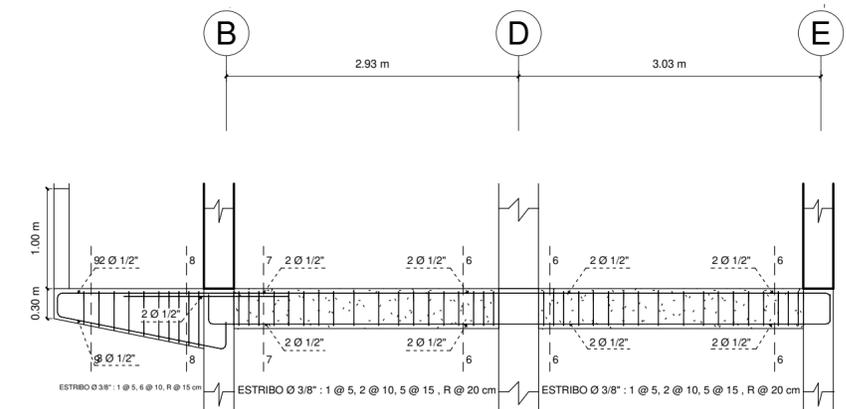
CORTES VP - 1 (30 X 60)

1:25



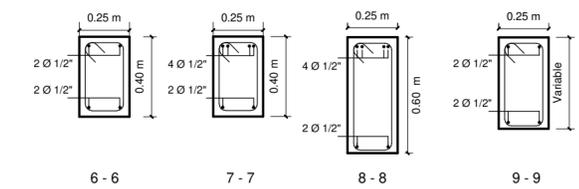
CORTES OTRAS VIGAS

1:25



VP - 2 (25 X 40)

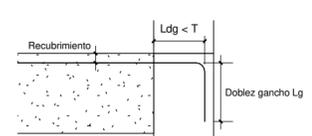
1 : 50



CORTES VP - 2 (25 X 40)

1:25

DETALLE TÍPICO DE UNIONES DE VIGAS CON COLUMNAS



Ø	Ldg	Ø	Lg
3/8"	20 cm	3/8"	15 cm
1/2"	30 cm	1/2"	20 cm
5/8"	35 cm	5/8"	25 cm
3/4"	45 cm	3/4"	30 cm
1"	55 cm	1"	35 cm

UNIÓN VIGA - COLUMNA

1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

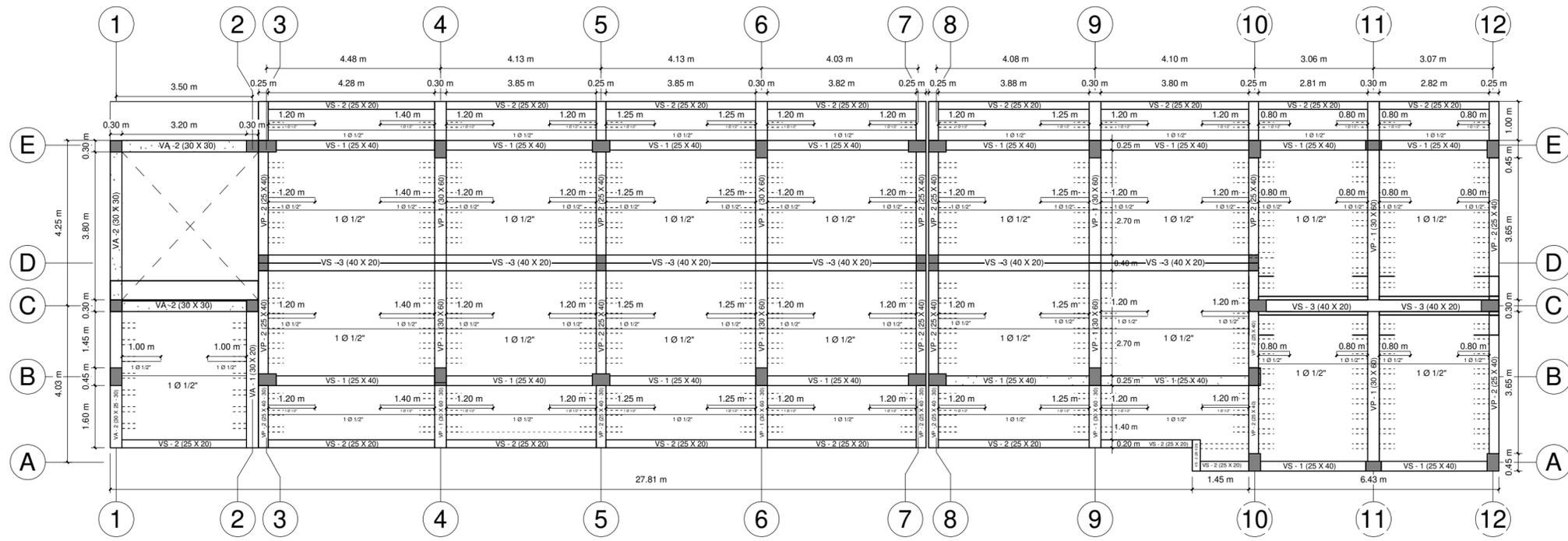
- CONCRETO**
CONCRETO ARMADO
Elementos estructurales
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (en general)
- ACERO DE REFUERZO**
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS**
Columnas y vigas peraltadas: 4 cm
Losas: 2 cm
- TABICUERÍA**
El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm, con mortero $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$
- IMPORTANTE**
El cemento a utilizarse en la preparación del concreto será PORTLAND TIPO MS, para todos los elementos estructurales

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

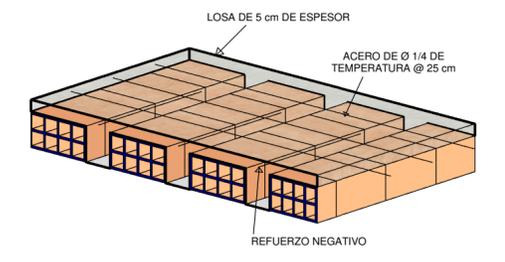
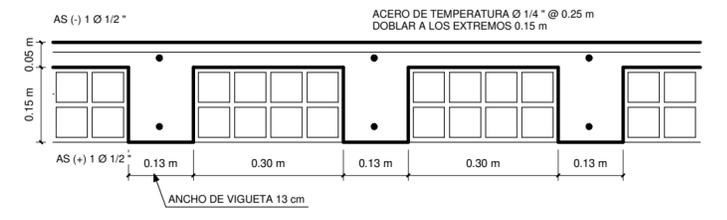
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

FECHA: JUNIO 1999

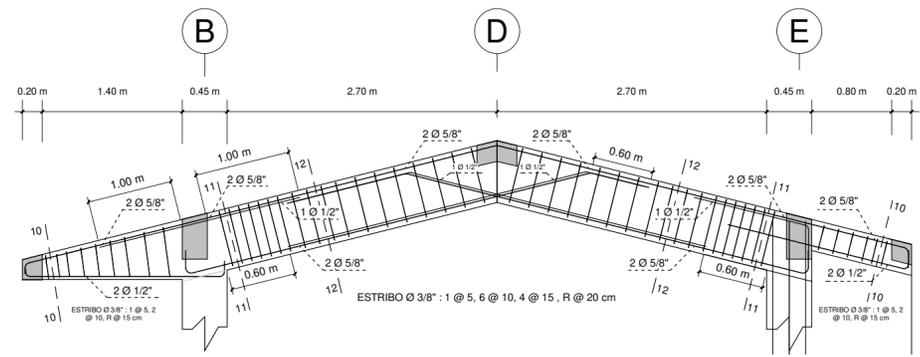
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN: LOCALIDAD CAJAMARCA	LÁMINA: 06
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 822240	DISTRITO: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	CÓDIGO MODULAR: 1533272	PROVINCIA: CAJAMARCA	



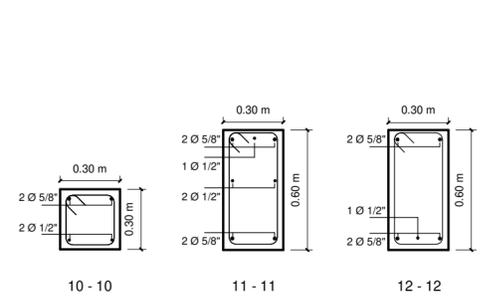
1 EST - 02 - SEGUNDO NIVEL
1 : 100



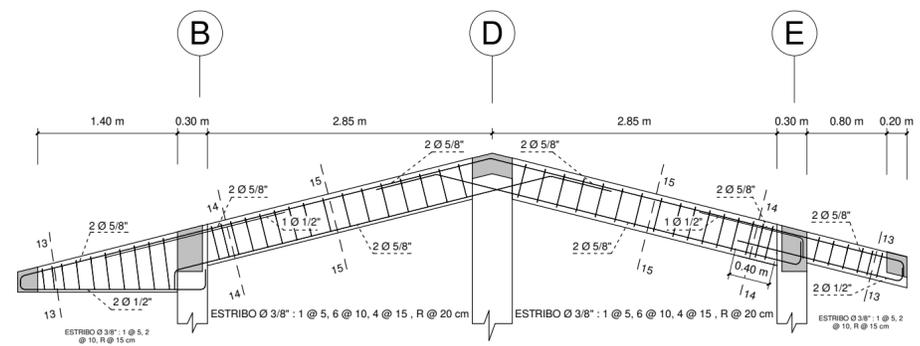
2 DETALLES ALIGERADO.
1 : 10



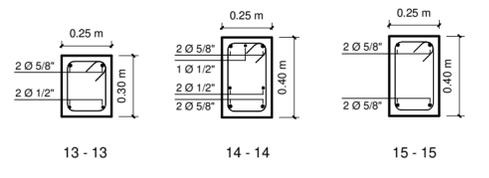
3 VP - 1 (30 X 60).
1 : 50



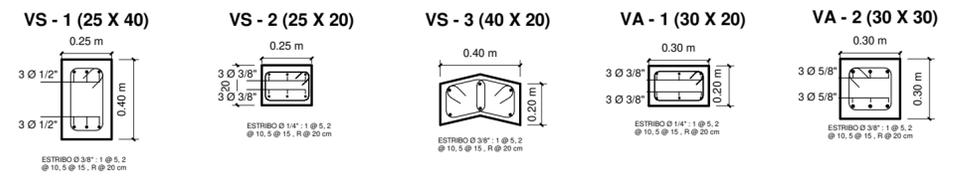
5 CORTES VP - 1 (30 X 60)
1:25



4 VP - 2 (25 X 40).
1 : 50

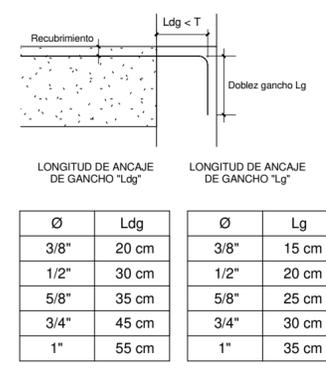


6 CORTES VP - 2 (25 X 40)
1:25



7 CORTES OTRAS VIGAS
1:25

DETALLE TÍPICO DE UNIONES DE VIGAS CON COLUMNAS



11 UNIÓN VIGA - COLUMNA.
1 : 25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

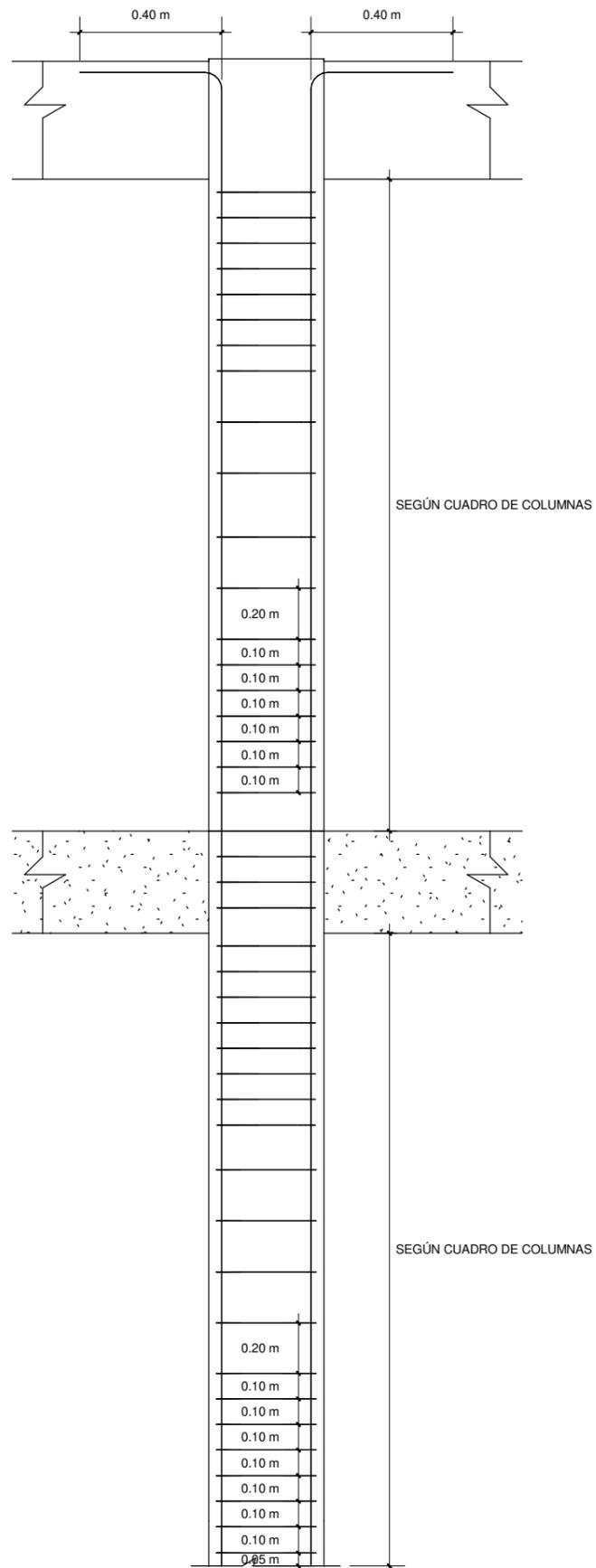
- CONCRETO**
CONCRETO ARMADO
Elementos estructurales $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (en general)
- ACERO DE REFUERZO**
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS**
Columnas y vigas peraltadas: 4 cm
Losas: 2 cm
- TABICUERÍA**
El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm, con mortero $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$
- IMPORTANTE**
El cemento a utilizarse en la preparación del concreto será PORTLAND TIPO MS, para todos los elementos estructurales

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

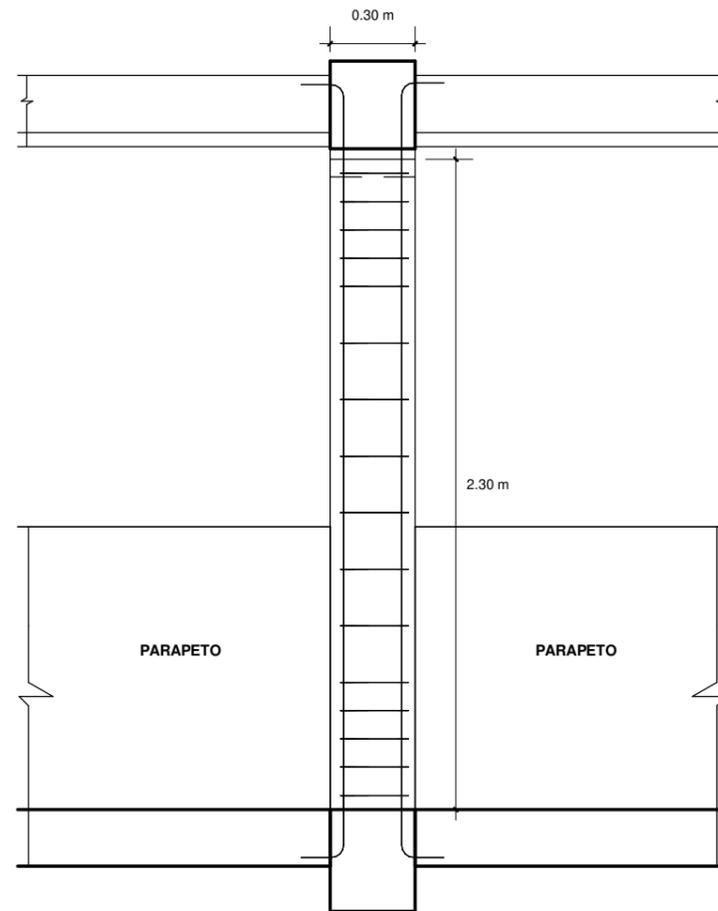
FECHA: JUNIO 1999

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	LOCALIDAD: CAJAMARCA	LÁMINA: 07
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 622240	DISTRITO: CAJAMARCA	
DIBUJO: ACAD	ESCALA: INDICADA	PROVINCIA: CAJAMARCA	



1 UNIONES TÍPICAS DE VIGAS CON COLUMNAS

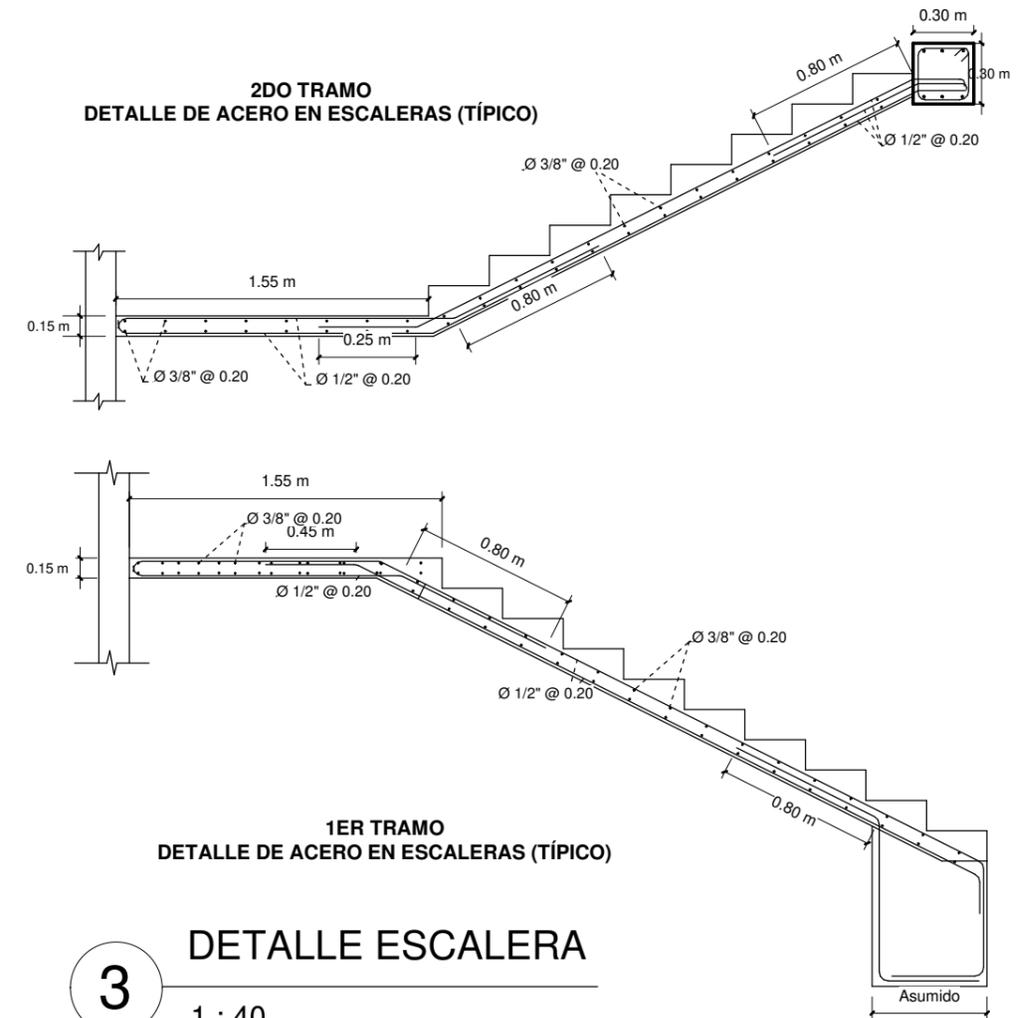
1 : 25



2 DETALLE PARAPETO

1 : 25

CUADRO DE COLUMNAS				
TIPOS	C - 1 (45 X 30)	C - 2 (25 X 40)	C - 3 (30 X 30)	C - 4 (15 X 30)
DIMENSIONES				
ESTRIBOS	Ø 3/8" 1 @ 0.05 7 @ 0.10 Rto. @ 0.20 C/E	Ø 3/8" 1 @ 0.05 7 @ 0.10 Rto. @ 0.20 C/E	Ø 3/8" 1 @ 0.05 7 @ 0.10 Rto. @ 0.20 C/E	Ø 3/8" 1 @ 0.05 5 @ 0.10 Rto. @ 0.20 C/E



3 DETALLE ESCALERA

1 : 40

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. CONCRETO

CONCRETO ARMADO

Elementos estructurales

f'c = 210 kg/cm² (en general)

2. ACERO DE REFUERZO

f'y = 4200 kg/cm²

3. RECUBRIMIENTOS

Columnas y vigas peraltadas
Losas

4 cm
2 cm

4. TABIQUERÍA

El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero f'm=45 Kg/cm²

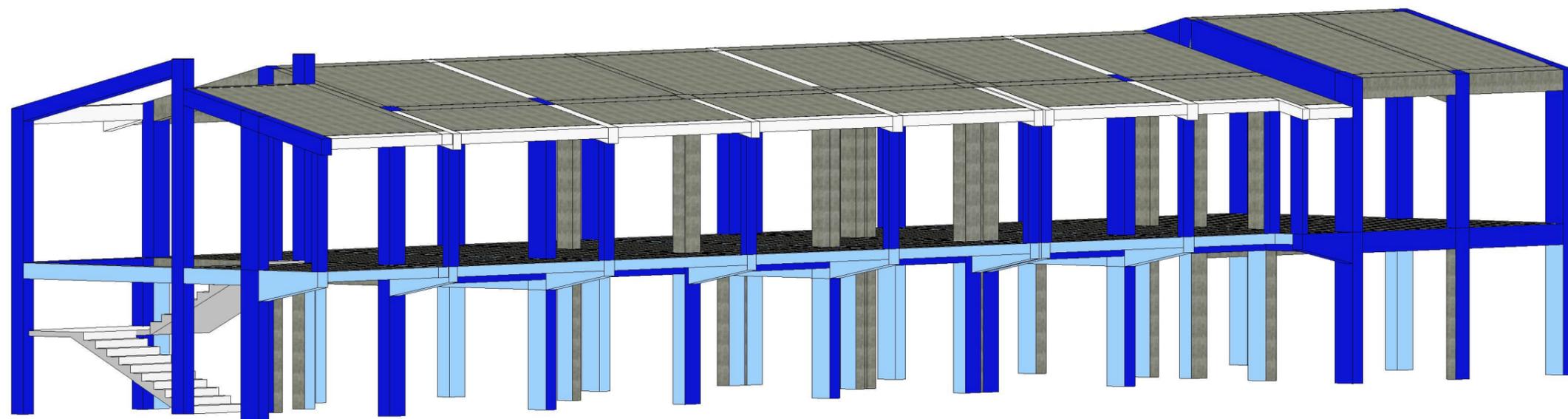
5. IMPORTANTE

El cemento a utilizarse en la preparacion del concreto sera PORTLAND TIPO MS , para todos los elementos estructurales

Ing. Manuel Antonio Cruz Dávila
CONSULTOR DE OBRA
R.N.C. 3066

Ing. Katia Beatriz Pizarro Romero
Ingeniero Civil
CIP: 70708

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA			
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO A NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. EL INGENIO DEL DISTRITO CAJAMARCA - PROVINCIA CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA		FECHA: JUNIO 1999	
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: I.E. EL INGENIO	UBICACIÓN: LOCALIDAD : CAJAMARCA DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA REGIÓN : CAJAMARCA	LÁMINA: 08
PROYECTISTA: ACAD	CÓDIGO LOCAL: 622240	ESCALA: INDICADA	CÓDIGO MODULAR: 1533272



1

3D ESTRUCTURAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

MÓDULO : ESTRUCTURAS	ESC: 1/100	FECHA: 12/2024
PLANO : 3D ESTRUCTURAL		
TESISTA : Nivel de desempeño sísmico de la I.E. El Ingenio - Cajamarca		
TESISTA : BACH. STEFFANY PIZÁN RIVAS		
ASESOR : ING. MARCOS MENDOZA LINARES		