

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil



Título:

**“ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA”**

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

PRESENTADO POR:

BACH. BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER

ASESOR:

ING. MENDOZA LINARES MARCOS

CAJAMARCA- PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: Bach. BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER
DNI: 48005019
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:
"ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA"
6. Fecha de evaluación: 17/10/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 08%
9. Código Documento: oid:::3117:514373212
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/10/2025



FIRMA DEL ASESOR
Ing. MARCOS MENDOZA LINARES
DNI: 26612819



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 17/10/2025 17:48:54-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TÍTULO : ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA - CAJAMARCA.

ASESOR : Ing. Marcos Mendoza Linares.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0719-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 29 de octubre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cinco días del mes de noviembre de 2025**, siendo las ocho horas (08:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Secretario : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA - CAJAMARCA**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **ROLANDO JAVIER BUSTAMANTE TERÁN**, asesorado por el Ing. Marcos Mendoza Linares, para la obtención del Título Profesional

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

EVALUACIÓN PRIVADA : 6 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. DIECISIETE (En letras)

En consecuencia, se lo declara APROBADO con el calificativo de 17 (DIECISIETE) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 9:30 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Presidente

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Ing. Marcos Mendoza Linares.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por cuidar a mis seres queridos, por las bendiciones del día a día, gracias por iluminar mi camino y ayudarme alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres

Mi más sincero agradecimiento por su apoyo incondicional en todo el trayecto de mi carrera profesional, han sido el pilar fundamental que han hecho posible cada logro alcanzado, su ejemplo de perseverancia y superación ha sido mi inspiración constante para lograr mis objetivos.

A mi asesor

Mi agradecimiento al Ing. Marcos Mendoza Linares por su apoyo y guía en este proyecto. Su experiencia, enseñanza y dedicación han sido fundamental para el desarrollo de mi tesis.

DEDICATORIA

A mis queridos padres

Por su apoyo infinito e incondicional, por guiarme en cada paso que doy, les expreso mi más profunda gratitud por las enseñanzas y los buenos valores que me inculcaron, han sido mi guía mostrándome siempre el camino correcto con amor y dedicación.

A mi familia y hermanos

Por sus palabras de aliento y motivación en cada etapa de mi carrera profesional. Su apoyo fue esencial en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.5 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5.1 Alcances.....	3
1.5.2 Delimitaciones de la investigación	3
1.6 LIMITACIONES.....	4
1.7 OBJETIVOS	4
1.7.1 Objetivo general	4
1.7.2 Objetivos específicos.....	4
1.8 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO	7
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	7

2.1.1 A Nivel internacional.....	7
2.1.2 A Nivel nacional.....	8
2.1.3 A Nivel local.....	10
2.2 BASES TEÓRICAS.....	11
2.2.1 Patología	11
2.2.2 Lesiones	12
2.2.3 Patología de la construcción	12
2.2.4 Patología del concreto	12
2.2.5 Clasificación y causas de Lesiones.....	13
2.2.6 Lesiones Físicas.....	13
2.2.7 Lesiones mecánicas	14
2.2.8 Asentamientos	18
2.2.9 Tipología de las lesiones y agentes causantes	20
2.2.10 Clasificación y capacidad portante de los suelos.....	21
2.2.11 Nivel de severidad de las patologías.....	23
2.2.12 Etapas del estudio patológico	23
2.3 TÉRMINOS BÁSICOS	25
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	27
3.2 TIEMPO O EPOCA DE LA INVETIGACIÓN	29
3.3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.3.1 Tipo, nivel, diseño, y método de investigación	29
3.4 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	30

3.4.1	Población	30
3.4.2	Muestra	30
3.4.3	Unidad de análisis.....	30
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	30
3.6	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.6.1	Obtención de información general del edificio de la Institución	
	Educativa Rafael Loayza Guevara.....	32
3.6.2	Reconocimiento e inspección visual del edificio de la Institución	
	Educativa Rafael Loayza Guevara.....	33
3.6.3	Análisis de las patologías presentes en el edificio de la Institución	
	Educativa Rafael Loayza.....	33
3.6.4	Ensayos de esclerometría en columnas, vigas, y losas.	34
3.6.5	Estudio de suelos de la cimentación del edificio de la Institución	
	Educativa Rafael Loayza Guevara.....	34
3.7	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
3.7.1	Análisis de las patologías presentes en la edificación de la Institución	
	Educativa Rafael Loayza Guevara.....	35
3.7.2	Ensayo de esclerometría	40
3.7.3	Estudio de Mecánica de suelos	43
3.7.4	Propuestas de alternativas de solución	44
3.8	TRATAMIENTO, ANALISIS DE DATOS Y PRESENTACION DE	
	RESULTADOS	47
3.8.1	Tratamiento y análisis de datos	47

3.8.2 Presentación de resultados	47
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
4.1.1 Resultados del Análisis patológico.....	48
4.1.2 Nivel de severidad	49
4.1.3 Resultados del ensayo de esclerometría	50
4.1.4 Resultados del estudio de suelos	50
4.2 DISCUSIÓN	51
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1 CONCLUSIONES.....	54
5.2 RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fisuras diagonales	15
Figura 2. Fisuras verticales.....	15
Figura 3. Fisuras en losas de edificaciones	16
Figura 4. Grieta en muros	17
Figura 5. Eflorescencia.....	18
Figura 6. Lesiones y deformaciones en muros no portantes por asiento diferencial.....	19
Figura 7. Fisuras en edificaciones por asentamiento diferencial.....	19
Figura 8. Tipología de las lesiones y agentes causantes.....	20
Figura 9. Ubicación geográfica del departamento de Cajamarca.....	27
Figura 10. Plano catastral del distrito de Cajamarca	28
Figura 11. Edificio en estudio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.	29
Figura 12. Patologías presentes en el edificio de la I.E Rafael Loayza Guevara.	48
Figura 13. Vista lateral del Edificio antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca.....	94
Figura 14. Inspección del muro del edificio de la Institución Educativa R.L.G.	94
Figura 15. Inspección de fisuras en el muro de la Institución Educativa R.L.G.	95
Figura 16. Patologías por erosión física en el techo de la Institución Educativa	95
Figura 17. Inspección de Patologías en la vereda de acceso a la Institución R.L.G.	96
Figura 18. Inspección de patologías presentes a cargo del Ing. Marcos Mendoza L.	96
Figura 19. Erosión física y descascaramiento de pintura en el muro de la I.E.R.L.G.....	97
Figura 20. Erosión física y descascaramiento de pintura en el muro de la I.E.R.L.G.....	97
Figura 21. Erosión física en la viga del primer nivel de la I.E.R.L.G.	98

Figura 22. Presencia de fisura vertical en el socalo de la I.E.R.L.G.	98
Figura 23. Desprendimiento de acabados en el socalo de la I.E.R.L.G.	99
Figura 24. Descascaramiento de acabados en la cara exterior de la columna.	99
Figura 25. Ensayo de esclerometría – Columna exterior e interior del primer nivel	100
Figura 26. Ensayo de esclerometría – Viga del primer nivel	100
Figura 27. Vista de la calicata C1 realizada en campo.....	101
Figura 28. Muestra del perfil estratigráfico por estratos de la calicata C1	101
Figura 29. Ensayos de laboratorio: Análisis Granulométrico y Contenido de Humedad .	102
Figura 30. Ensayos de laboratorio: Límites de Consistencia	102
Figura 31. Ensayos de laboratorio: Ensayo de Corte Directo	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM-Institución Educativa Rafael Loayza Guevara	28
Tabla 2. Patologías presentes en la edificación de la I.E. Rafael Loayza Guevara	36
Tabla 3. Relación de la resistencia a compresión del concreto a diferentes edades	41
Tabla 4. Relación entre la resistencia de diseño asumida y la resistencia proyectada a 5 años	42
Tabla 5. Resistencia promedio del concreto	42
Tabla 6. Contenido de humedad y límites de consistencia.	43
Tabla 7. Análisis Granulométrico (Método por lavado).....	43
Tabla 8. Clasificación según SUCS.....	44
Tabla 9. Corte directo y capacidad portante	44
Tabla 10. Patologías presentes en el edificio de la I.E. Rafael Loayza Guevara.....	48

RESUMEN

El edificio antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca presenta diversas patologías estructurales que ponen en riesgo la seguridad de la comunidad educativa. Ante esta problemática se plantea la presente investigación que tuvo como objetivo analizar las patologías presentes, identificar sus causas, determinar el nivel de severidad y proponer alternativas de solución; el estudio se desarrolló en el pabellón antiguo de dicha Institución mediante una investigación de tipo aplicada y nivel descriptivo. Se recopiló información general, se realizó inspección visual y análisis patológico, identificándose las siguientes lesiones: fisuras (28.26%), grietas (17.39%), erosión física (19.57%), desprendimiento de acabados (13.04%), vegetación (8.70%), humedad (6.52%) y eflorescencias (6.52%). Asimismo, se aplicó el ensayo de esclerometría en columnas, vigas y losas, encontrándose que solo la viga del primer nivel (V1) y la losa del segundo nivel (L2) superaron la resistencia de diseño inicial de 283.5 kg/cm² proyectada a 5 años; el nivel de severidad se clasificó en leve, moderado y severo, destacando este último en la columna C1 del primer nivel, al ser un elemento portante; el estudio de suelos evidenció una capacidad portante relativamente baja, que si tuvo influencia en la aparición de patologías. Con base en los resultados, se plantearon alternativas de solución, las cuales son: reforzamiento estructural, sellado de fisuras y grietas mediante técnicas de inyección, mejorar el drenaje y realizar mantenimientos periódicos para prevenir humedad, erosión y eflorescencias.

Palabras Claves: Patologías, grietas, fisuras, capacidad portante, resistencia del concreto.

ABSTRACT

The old building of the Rafael Loayza Guevara-Cajamarca Educational Institution presents various structural pathologies that put the safety of the educational community at risk. Given this problem, the present investigation was proposed. Its objective was to analyze the present pathologies, identify their causes, determine the level of severity, and propose alternative solutions. The study was carried out in the old building of said institution through applied research and descriptive level. General information was collected, visual inspection and pathological analysis were performed, identifying the following lesions: fissures (28.26%), cracks (17.39%), physical erosion (19.57%), detachment of finishes (13.04%), vegetation (8.70%), humidity (6.52%) and efflorescence (6.52%). Likewise, the sclerometry test was applied to columns, beams and slabs, finding that only the first level beam (V1) and the second level slab (L2) exceeded the initial design strength of 283.5 kg/cm² projected for 5 years; The severity level was classified as mild, moderate, and severe, with the latter being most prominent in column C1 of the first level, as it is a load-bearing element. The soil study revealed a relatively low load-bearing capacity, which did influence the development of pathologies. Based on the results, alternative solutions were proposed, including structural reinforcement, sealing of fissures and cracks using injection techniques, improving drainage, and performing periodic maintenance to prevent dampness, erosion, and efflorescence.

Keywords: Pathologies, cracks, fissures, load-bearing capacity, concrete strength.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial diversos estudios señalan que las patologías más comunes en infraestructuras educativas son las fisuras y grietas, presentes en muros y losas, las cuales facilitan la penetración de agentes externos, provocando corrosión y originando eflorescencias y erosión. Estas lesiones no solo afectan la durabilidad y seguridad de las estructuras, sino que también generan elevados costos de mantenimiento si no se intervienen a tiempo (Alarcón et al.,2021).

A nivel nacional, los problemas patológicos más representativos se encuentran en muros, columnas y losas, provocando fisuras, grietas y erosión, principalmente causados por el uso de materiales de baja calidad, el tiempo de uso, falta de mantenimiento y deficiente supervisión al momento de la construcción. En la I.E. Virgen del Carmen de Huánuco estas patologías afectan más del 20 % de los elementos estructurales, comprometiendo la integridad de los estudiantes, docentes y personal administrativo (Vela, 2021).

En la provincia de Cajamarca, la problemática es similar: el paso del tiempo y la falta de mantenimiento preventivo han provocado que las edificaciones de instituciones educativas sufran un deterioro significativo. En muchas ocasiones, el desconocimiento y la falta de interés de las autoridades competentes han conducido a diagnósticos erróneos, agravando progresivamente las patologías presentes.

El edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara presenta claros signos de deterioro estructural, lo que representa un riesgo para el personal docente, la comunidad estudiantil y el personal administrativo. Las patologías detectadas no fueron atendidas oportunamente, debido a la ausencia de un estudio patológico integral, lo que ha dificultado

establecer un diagnóstico preciso y tomar medidas adecuadas para frenar el avance de los daños.

La presente investigación se plantea con el objetivo principal de analizar las patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca, y promover acciones preventivas frente a las patologías estructurales en las edificaciones de las instituciones educativas de la región, evitando así esperar a que se presenten daños o deterioros de gran magnitud, cuya reparación implicaría altos costos de mantenimiento e incluso, en el peor de los casos, la demolición total de la infraestructura.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara?

1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Según el análisis patológico a la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, las lesiones que se presentan son de tipo: físicas, mecánicas y químicas.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con el fin de conocer el estado actual de la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, se identificó el tipo de patologías, el nivel de severidad y las causas que lo originaron, así de esta manera proponer las mejores alternativas de solución para la rehabilitación de dicha edificación. Así mismo, los resultados obtenidos de esta investigación permitirán que estudios posteriores en cuanto al análisis patológico en edificaciones de Instituciones Educativas, cuenten con una base de apoyo para el desarrollo de estrategias de mantenimiento y rehabilitación, contribuyendo así a la seguridad y la prolongación de la vida útil de las mismas.

1.5 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Alcances

El análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, se realizó mediante ensayos no destructivos, los elementos analizados fueron muros de albañilería, columnas, vigas, losas y zócalos.

1.5.2 Delimitaciones de la investigación

1.5.2.1 Delimitación geográfica

Esta investigación se realizó en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, ubicada en el Barrio Chonta Paccha, región, provincia y distrito de Cajamarca.

1.5.2.2 Delimitación temporal

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo desde el mes de junio del 2024 hasta el mes de mayo del año 2025.

1.5.2.2.1 Delimitación metodológica

- Se analizó las patologías existentes para determinar el grado de severidad y las posibles causas que lo originaron.
- Mediante el ensayo de esclerometría se determinó una estimación de la resistencia del concreto, eligiendo de forma aleatoria elementos estructurales del primer y segundo nivel, los cuales fueron seis columnas, dos vigas y dos losas.
- Mediante el ensayo de suelos tipo calicata, se determinó la capacidad portante del terreno con la finalidad de analizar si esta tiene influencia en las patologías presentes en dicha edificación.

1.6 LIMITACIONES

- No existe algún documento técnico, como el expediente o planos, dificultando así conocer los detalles constructivos utilizados de dicha Institución.
- El acceso a determinadas zonas del pabellón fue restringido, teniendo una limitante para realizar los ensayos de esclerometría.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Analizar las patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca.

1.7.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar las causas que originaron las patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.
- ✓ Determinar el nivel de severidad de las patologías presentes en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.
- ✓ Determinar la resistencia del concreto en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, mediante el ensayo de esclerometría.
- ✓ Determinar la capacidad portante del suelo con la finalidad de evaluar su posible influencia en la aparición de patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.
- ✓ Proponer alternativas de solución para mejorar el desempeño estructural y extender la vida útil de la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

1.8 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hace mención el contexto, el planteamiento del problema, formulación del problema, formulación de la hipótesis, justificación de la investigación, delimitación geográfica y temporal, limitaciones y objetivos de la investigación que tiene como título: “Análisis Patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca”.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

Antecedentes teóricos: Información de investigaciones anteriores semejantes que sirven de base, para describir el estado actual del edificio en estudio, teniendo en cuenta los resultados y conclusiones a los que se ha llegado.

Bases teóricas: En este apartado se tiene información que constituye el fundamento teórico sobre los principales enunciados que se describen en la investigación “Análisis Patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca”.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se tiene aspectos fundamentales como la ubicación geográfica del objeto de estudio, el procedimiento de la investigación (en el cual se detalla información general, análisis, resultados y propuestas de estrategias de solución). Se explora el método y tipo de estudio utilizado. Se presenta la población, muestra de estudio y unidad de análisis. Finalmente se describe en detalle las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como los equipos y materiales que se

utilizaron y ayudaron a determinar el estado físico actual en el que se encuentra dicha institución.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo abordamos el análisis y discusión de resultados de cada patología estudiada, además se detalla los resultados de cada objetivo planteado, así como el ensayo de esclerometría, el estudio de suelos y las propuestas de rehabilitación para alargar la vida útil de dicha edificación, finalmente se hace una discusión corroborando con autores que hicieron un estudio semejante a esta investigación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, en este capítulo se tiene las conclusiones a las cuales se llegó luego de hacer todos los estudios y ensayos correspondientes, también tenemos las recomendaciones que se hace para alargar la vida útil de dicha edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 *A Nivel internacional*

Jaramillo y Buitrago (2024) en su investigación titulada “Estudio patológico realizado con ensayos no destructivos en la institución educativa Manuela Beltrán sede San Jorge – municipio de Girardot” en la cual utilizo una metodología de tipo aplicada y nivel descriptivo concluye que las lesiones más comunes encontradas e identificadas son de origen mecánico, físico y químico, fallas como fisuras, humedades, desprendimientos y eflorescencias, todas estas observadas en el interior y exterior de los módulos, las cuales fueron causadas principalmente por falta de mantenimiento preventivo, errores en los procesos constructivos y desgaste de los materiales por el tiempo de uso. Además, concluye que para identificar estas lesiones se realizaron ensayos no destructivos como esclerometría de los elementos de concreto, ensayo de suelos para realizar una caracterización del suelo de la cimentación. Finalizando que el módulo 2 tiene la mayor afectación debido a que la configuración estructural son perfiles metálicos cumpliendo la función de columnas, y que el mortero y este material no posee un puente adherente adecuado, provocando así lesiones como las fisuras.

Contreras et al. (2020) en su artículo denominado “Estudio de las patologías y vulnerabilidad estructural que se presenta en edificaciones de ocupación institucional de edificación pública superior en la ciudad de Cúcuta” el cual tiene un enfoque cualitativo y nivel descriptivo, concluye que las fallas más frecuentes son producto de la deficiencia en los estudios geotécnicos y mala elección de materiales, factores que al no considerarse al momento de diseñar y construir generan diferentes patologías en un futuro. Además, obtuvo imágenes que permitieron diferenciar entre fisuras, grietas y la magnitud de cada una de ellas,

para luego aplicar un manejo adecuado, evitando su expansión y lesiones más graves en la estructura. Así mismo, concluye que se debe identificar las patologías más comunes y la forma como se expresan en la edificación, con el fin de tener un concepto claro sobre el impacto que podrían causar si no se toman acciones certeras a tiempo.

Sierra y García (2021) en su investigación denominada “Patologías del concreto en estructuras de los años 80 a los 90” en la cual utilizó una metodología de tipo cualitativo-descriptivo, basada en la revisión documental y observación directa, concluye que las deficiencias constructivas y la limitada aplicación de normativas en esa época fueron las causantes de las fallas en las edificaciones colombianas. Las patologías más recurrentes fueron: la fisuración por retracción plástica y por cargas mal distribuidas, desprendimientos de acabados, corrosión del acero por carbonatación, humedad, eflorescencias y por agentes ambientales. Así mismo concluye que muchas de las patologías presentes se originaron por prácticas constructivas empíricas, ausencia de control de materiales y mantenimiento deficiente.

2.1.2 A Nivel nacional

Aparicio y Rondan (2022) en su investigación denominada “Evaluación de patologías en el concreto y albañilería de la Institución Educativa “Señor de la Soledad” Huaraz, Ancash, 2021” la cual tiene una metodología de enfoque cuantitativo y diseño transversal, concluye que: el área total estudiada de todas las infraestructuras se encontró 192.7 m² (3.05%) con presencia de las cinco patologías con índice de severidad leve, 161.8 m² (2.26%) con nivel moderado, y 139.3 (2.20%) con nivel severo. Además, concluye que las patologías identificadas en el concreto y albañilería fueron: Fisuras, grieta, erosión, eflorescencia y filtración. En el cerco perimétrico se encontró la mayor área 20.5 m² con índice de severidad

severa, en albañilería primera planta 18.1 m² con índice de severidad severo, en la estructura de albañilería segunda planta 9.0 m² con índice de severidad severo, losa de primer nivel 14.0 m² con índice de severidad severo, losa de segundo nivel 10.2 m² con índice de severidad severo, en la estructura losa de veredas 14.5 m² con índice de severidad severo, en la estructura losa deportiva 1 se encontró 22.1 m² con índice de severidad severo, en la estructura losa deportiva 2 se encontró 30.9 m² con índice de severidad severo.

Fernández et al. (2024) en su artículo “Patologías de la construcción en el concreto de muros de corte” en el cual utiliza una metodología cualitativa, concluye que la mala calidad de los materiales, errores de construcción y la falta de mantenimiento preventivos con factores que contribuyen a la aparición de patologías; así mismo enfatiza que el 75% de las patologías constructivas son ocasionadas en el diseño que hace el proyectista y la falta de control de la obra a cargo de la supervisión y el ingeniero residente, así mismo un 22% son causadas por falta de mantenimiento y uso inadecuado. También concluye que, Las grietas superficiales, desprendimientos de la capa superficial, corrosión de las armaduras y segregación del agregado son comunes y requieren atención inmediata para evitar daños mayores.

Flores y Panduro (2021) en su tesis denominada “Evaluación de patologías y su influencia en una propuesta de mantenimiento de las edificaciones de concreto armado en el distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín” de tipo descriptiva-comparativa y de diseño cuasi experimental, concluye que las patologías más recurrentes son la humedad, grietas, fisuras y eflorescencias, estas son ocasionadas principalmente por errores constructivos y la ausencia de supervisión técnica. Además, concluye que, estas deficiencias no solo deterioran la apariencia de las construcciones, sino que también

comprometen su durabilidad y seguridad estructural. Finalmente concluye que es posible adaptar y aplicar técnicas a la realidad peruana para reparar elementos de concreto armado y así alargar la vida útil de las edificaciones, garantizando un desempeño adecuado frente a las condiciones ambientales de uso.

2.1.3 A Nivel local

Mosquera (2023) en su tesis titulada “Análisis patológico y propuesta de rehabilitación del pabellón 1-D de la Universidad Nacional de Cajamarca” de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño cualitativo, concluye que las patologías existentes son la humedad, suciedad y erosión física con un 25%, patologías mecánicas como grietas y fisuras con un 62.5% y las patologías químicas como las eflorescencias con 12.5% y que estas anomalías fueron causadas por errores de diseño y construcción, falta de control de calidad, factores ambientales, mantenimiento deficiente y modificaciones estructurales. Además, asevera que, mediante el ensayo de esclerometría realizado en los elementos estructurales (columnas, vigas y losas) la resistencia promedio del concreto es de 224.10 kg/cm², inferior a los 284 kg/cm² proyectados a 5 años.

Sánchez (2018) en su tesis denominada “Estudio patológico del edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca- sede Jaén – local central”. El cual realizó la investigación con el objetivo de evaluar las causas que han generado las patologías en el edificio antes mencionado, obtuvo los siguientes resultados y conclusiones: Patologías en el concreto armado provocadas por acciones físicas (retracción hidráulica), acciones mecánicas (fisuras por flexión, por adherencia y anclaje). Fallas en elementos no estructurales (provocados por cargas excesivas, aplastamiento), fallas provocadas por asentamientos diferenciales en el suelo (arenas arcillosas, capacidad admisible del terreno regular). Fallas

producidas en la etapa de diseño y construcción debido al inadecuado proceso constructivo; además, los muros de albañilería del primer piso y segundo piso (pabellón 1 y 2) presentan un estado crítico, producto de sobrecargas y asentamientos diferenciales; en el segundo piso existen fisuras verticales generadas por aplastamiento y fallas por sobrecarga; así mismo existe la presencia de manchas debido al inadecuado proceso constructivo y falta de protección hacia la estructura.

Tapia (2024) en su investigación denominada “Evaluación de las causas que han ocasionado las patologías en el edificio 1E de la Universidad Nacional de Cajamarca” de tipo aplicada y nivel descriptivo, la cual tiene como objetivo principal evaluar las causas que han ocasionado las patologías en dicho edificio. Luego del análisis patológico realizado concluye que las causantes son: físicas (agentes atmosféricos), causas químicas (presencia de mohos y hongos), causas mecánicas (cargas de sismo), deficiencias en el diseño, falta de mantenimiento periódico y a la antigüedad del edificio. Asimismo, concluye que el nivel de severidad de las patologías identificadas es leve a moderado, presentándose principalmente en los muros de albañilería y en los acabados, mas no en los elementos portantes de concreto.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Patología

La palabra patología proviene del griego pathos, que significa “enfermedad”, y logos, que significa “estudio”. En el ámbito de la construcción, este término se refiere al estudio de las “enfermedades” o deterioros que afectan a las edificaciones, originados por causas químicas, físicas o mecánicas, así como al análisis de sus posibles soluciones. Así mismo se puede definir como el estudio de lesiones o problemas que se presentan en una edificación (Núñez, 2022).

2.2.2 Lesiones

Son manifestaciones visibles que presentan los elementos estructurales, como muros, vigas, losas y columnas. Se presentan como fisuras, grietas, desprendimientos de acabados, erosiones, deformaciones, manchas, entre otros. Cabe resaltar que las lesiones son los síntomas iniciales para identificar la existencia de un daño o deterioro en una edificación (Núñez, 2022).

2.2.3 Patología de la construcción

Abarca todas las lesiones que se presentan en una edificación a consecuencia de problemas constructivos, en la mayoría de casos se producen por el descuido del diseñador o constructor, es por ello que se debe tener en cuenta que para un estudio de patologías se debe realizar una investigación detallada para dar con el origen de las enfermedades y poder determinar cuáles serían las mejores soluciones posibles sin afectar la funcionalidad de los elementos estructurales de una edificación.(Vera et. al., 2022).

2.2.4 Patología del concreto

En el mundo entero al igual que en nuestro país, el concreto arquitectónico se utiliza en grandes cantidades debido a sus cualidades estructurales y estéticas. Sin embargo, muchas veces tiende a fallar debido a factores como la calidad del material, el diseño, la construcción y condiciones ambientales. Estas patologías pueden presentarse a través de fisuras, grietas, deterioros por corrosión entre otros, las cuales pueden comprometer la durabilidad y seguridad de las estructuras (Montejo et. Al., 2019).

2.2.5 Clasificación y causas de Lesiones

Según Vera et al. (2022) Las lesiones se clasifica en:

- Lesiones físicas
- Lesiones Mecánicas
- Lesiones Químicas

2.2.6 Lesiones Físicas

Son aquellas lesiones que se produce por causa de agentes climáticos como la lluvia, viento, calor, condensaciones, etc. Este tipo de lesiones provocan humedad, suciedad, erosión, fragilidad, eflorescencia o aumento de volumen por absorción de humedad. Las causas más comunes de estas lesiones son (Vera et al., 2022).

2.2.6.1 Humedad

Esto ocurre cuando el porcentaje de humedad dentro de un material o componente constructivo es mayor de lo que se considera normal. La humedad puede provocar cambios en las propiedades físicas de los materiales. Según la causa se distinguen cinco tipos de humedad:

- **De obra:** se genera durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera.
- **Humedad capilar:** es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
- **Humedad de filtración:** es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachadas o cubiertas.
- **Humedad accidental:** es la producida por roturas de conducciones y cañerías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.

2.2.6.2 Erosión

Esta lesión se presenta en los elementos que están expuestos a la intemperie, y ocasiona la pérdida total o parcial de la superficie de un material. Se produce como consecuencia de la acción física de los agentes atmosféricos como la lluvia y el sol, el primero causando la meteorización de materiales pétreos por la absorción de agua, y el segundo por acción del calor produce la dilatación de los materiales con consecuencias de abultamiento o descascaramiento de la capa más superficial.

2.2.7 Lesiones mecánicas

Se podrían clasificar como lesiones físicas, ya que son el resultado de un impacto físico, pero por su importancia suele considerarse un grupo aparte. Se define como lesiones mecánicas al daño causado por factores mecánicos que provoca movimiento, desgaste, apertura o separación de materiales o elementos estructurales. Se clasifican de la siguiente manera (Vera et al., 2022).

2.2.7.1 Fisuras

Se trata de aberturas longitudinales de tipo mecánico que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son diferentes, y pueden considerarse una etapa previa a la aparición de estas. Se tiene la siguiente clasificación (Vera et al., 2022).

2.2.7.1.1 Fisuras en muros

- **Fisuras diagonales.** Estas fisuras se dan en muros sometidos a corte por hundimiento, cimentación en un terreno no firme, falta de estudio de suelos, entre otros.

Figura 1. *Fisuras diagonales*



Fuente: Augusto et al., (2024).

- **Fisuras verticales.** Son frecuentes en los muros y se originan por la retracción del mortero o por la exposición prolongada a altas temperaturas.

Figura 2. *Fisuras verticales*



Fuente: Augusto et al., (2024).

Las grietas y fisuras son las patologías más comunes en los elementos estructurales de una edificación, originadas por diversos factores que afectan su integridad (Sotomayor, 2024).

- ✓ **Asentamientos diferenciales del terreno de fundación.** Se producen asientos parciales en la fundación debido a la heterogeneidad del suelo o a errores en el diseño y ejecución de los cimientos.

- ✓ **Sobrecargas no calculadas o empujes.** No se toma en cuenta las cargas o empujes que pueden existir en un futuro por el asentamiento del terreno.

2.2.7.1.2 Fisuras en losas

Según Vásquez (2022) las fisuras en las losas de concreto se definen como las roturas que aparecen en su superficie. En las edificaciones las losas tienen dos funciones principales: en primer lugar, resistir cargas verticales, como su propio peso, los acabados, las divisiones y las cargas vivas según su uso; y, en segundo lugar, actúan como diafragmas rígidos que se desplazan en su plano ante cargas horizontales sin deformarse. Las causas que motivan estas fisuras pueden ser:

- ✓ Armaduras insuficientes
- ✓ Retracciones térmicas
- ✓ Armaduras mal colocadas en la losa.
- ✓ Sobrecargas no previstas o superiores a las consideradas en los cálculos.

Figura 3. *Fisuras en losas de edificaciones*



Fuente: Vásquez (2022).

2.2.7.2 Grietas

Al igual que las fisuras, estas son aberturas longitudinales, pero con mayor afectación en los elementos, ya sean estructurales o no estructurales. Cuando la grieta se localiza en elementos estructurales o en muros de forma escalonada, cortándolos, debe ser reparada de inmediato, porque su crecimiento puede llevar al colapso parcial o total. Estas afectaciones suelen darse por asentamientos, empujes, fatiga, por exceso de carga, etc. (Vera et al., 2022).

Figura 4.*Grieta en muros*



Fuente: Augusto et al., (2024).

2.2.7.3 Lesiones Químicas

Son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque no tienen relación alguna con los demás procesos patológicos, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde. Las causas de estas lesiones pueden ser por la presencia de sales, ácidos o álcalis (Vera et al., 2022).

2.2.7.3.1 Eflorescencia

Son patologías cuya causa directa suele ser la aparición de humedad por la infiltración de agua en los materiales. Estos contienen sales solubles que el agua transporta hacia afuera a medida que se evapora y cristaliza en la superficie del material.

Las eflorescencias aparecen en forma de manchas blanquecinas en la superficie del material y tienen una forma geométrica que recuerdan a una flor.

Figura 5.*Eflorescencia*



Fuente: Augusto et al., (2024).

Las eflorescencias se clasifican en función del tipo de agua que arrastre las sales.

- **Por humedad de obra.** En la vida del edificio, son las primeras en aparecer y deben considerarse casi como inevitables.
- **Por humedad de infiltración.** Se origina cuando el agua de lluvia ingresa por cubiertas en mal estado, la cual se filtra por las fisuras o grietas favoreciendo la aparición de eflorescencias
- **Por humedades accidentales.** Se produce por la presencia de agua producto de roturas de tuberías.

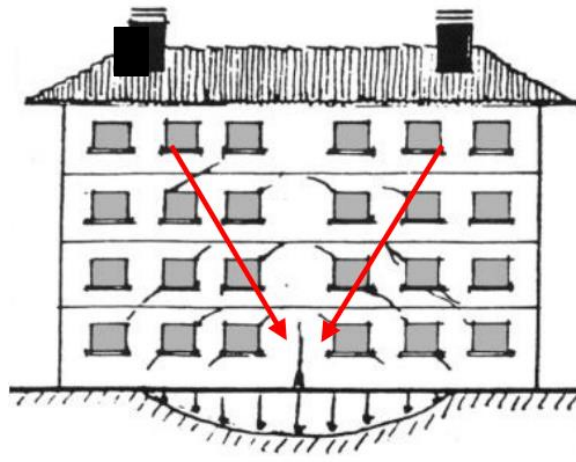
2.2.8 Asentamientos

Este es el movimiento más común en los edificios que causa daños a los cimientos. Se define por asentamiento, la consolidación del suelo bajo una carga. Esta consolidación depende del tipo de suelo, así como de la cantidad máxima de deformación que debe tolerar y del tiempo necesario para conseguirla (Mostacero Jáuregui, 2016).

2.2.8.1 Asentamientos diferenciales

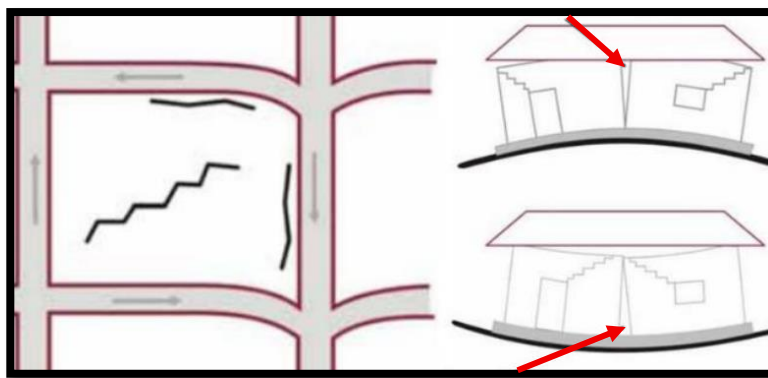
El asentamiento diferencial del suelo ocurre cuando la acción del suelo excede la carga y fuerza la estructura hacia arriba. Este fenómeno conocido como quebranto consiste en hinchamientos mayores en el centro provocando un movimiento vertical o elevación respecto al perímetro o las esquinas de la estructura.

Figura 6. *Lesiones y deformaciones en muros no portantes por asiento diferencial*



Fuente: Arsenal (2024).

Figura 7. *Fisuras en edificaciones por asentamiento diferencial*



Fuente: Restrepo y Cano (2024).

2.2.9 Tipología de las lesiones y agentes causantes

Rodríguez et al. (sf) sintetizan las tipologías de lesiones más frecuentes y la sintomatología que nos ayudan a la detección y hacer un diagnóstico de las mismas, en el siguiente cuadro se muestra los agentes causantes directos más comunes que originan las patologías en las edificaciones:

Figura 8. *Tipología de las lesiones y agentes causantes*

TIPOLOGIAS DE LAS LESIONES Y AGENTES CAUSANTES		
TIPOLOGIA DE LA LESION	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE PATOLOGICO
FISICAS	❑ HUMEDAD ❑ EROSION FÍSICA ❑ METEORIZACION ❑ SUCIEDAD	▪ Presencia de agua ▪ Condiciones atmosféricas ▪ Excrementos animales
MECANICAS	❑ DEFORMACIONES ❑ AGRIETAMIENTOS ❑ FISURACIONES ❑ DESPRENDIMIENTOS ❑ EROSION MECANICA	▪ Cargas y sobrecargas ▪ Incremento esbeltez ▪ Fallo de sustentación ▪ Dilataciones ▪ Retracciones ▪ Mala ejecución ▪ Acción del viento ▪ Uso continuado
QUIMICAS	❑ DISGREGACIÓN O DISOLUCIÓN ❑ OXIDACIÓN ❑ EFLORESCENCIAS ❑ EXPLOSION – COMBUSTIÓN ❑ DEFORMACIÓN ❑ METEORIZACIÓN	▪ Contaminantes ambientales ▪ Presencia de agua ▪ Presencia de agua. ▪ Disolución de sales ▪ Presencia de llama ▪ Temperatura ▪ Proceso involutivo
ELECTRO-QUIMICAS	❑ CORROSION	▪ Presencia de agua ▪ Mala ejecución
BIOLOGICAS	❑ PUDRICIÓN PARDA ❑ PUDRICIÓN BLANCA ❑ DISGREGACION	▪ Presencia de hongos ▪ Presencia de xilófagos

Fuente: Rodríguez et al. (sf)

Así mismo cabe resaltar que existen causas patológicas que afectan a la estructura de manera indirecta, como son: Sistema constructivo deficiente, falta de mantenimiento preventivo y la antigüedad de la edificación (Carofilis et al., 2009).

2.2.10 Clasificación y capacidad portante de los suelos

2.2.10.1 Clasificación según el sistema Unificado de Clasificación de suelos

(SUCS)

Según la norma ASTM D 2487 (2017) este sistema es utilizado para clasificar los suelos con base a su tamaño de partículas, el contenido de finos, el índice de plasticidad (IP) y los límites de Atterberg. Este sistema de clasificación divide a los suelos en dos grandes grupos, los cuales son: gruesos (arenas y gravas) y finos (limos y arcillas). A continuación, se muestra las clasificaciones para suelos finos y gruesos:

- **Suelos gruesos:** Constituidos por gravas y arenas con menos del 50% de contenido en finos, empleando el tamiz # 200.
 - ✓ **GW:** Grava bien graduada, tiene alta capacidad de drenaje y baja compresibilidad.
 - ✓ **GP:** Grava mal graduada, presenta buena capacidad portante.
 - ✓ **SW:** Arena bien graduada, tiene alta capacidad de drenaje.
 - ✓ **SP:** Arena mal graduada, tienen baja estabilidad.
- **Suelos finos:** Este tipo de suelos están formados con un 50% de contenido en limos y arcillas.
 - ✓ **ML:** Limo de baja plasticidad y baja capacidad portante.
 - ✓ **CL:** Arcilla de baja plasticidad, tiene mayor capacidad portante que los limos.

- ✓ **OL:** Limo orgánico, poco confiable para cimentaciones.
- ✓ **SM:** Arena limosa, presenta baja plasticidad, moderada compresibilidad y está sujeto a asentamientos diferenciales sino se compacta o mejora adecuadamente.

2.2.10.2 Capacidad portante de los suelos

La capacidad portante de los suelos depende mucho de las características, como el tipo de partículas, la compactación, el contenido de humedad y el índice de plasticidad. A continuación, se muestra los rangos de capacidad portante de Terzaghi:

- **Capacidad portante alta ($> 2\text{kg/cm}^2$):** Gravas bien graduadas (GW), arenas bien graduadas (SW), suelos compactados de alta resistencia, estos suelos son ideales para cimentaciones superficiales y excelentes para soportar estructuras de gran carga.
- **Capacidad portante moderada ($1\text{-}2\text{ kg/cm}^2$):** Arenas mal graduadas (SP), limos de baja plasticidad (ML), Arcillas de baja plasticidad (CL) Y arena limosa (SM). Estos tipos de suelos son de capacidad portante moderada a baja, pueden generar asentamientos si no están bien compactados.
- **Capacidad portante baja ($0.5\text{-}1\text{ kg/cm}^2$):** Tenemos a las arcillas con alta plasticidad (CH), limos orgánicos (OL). Estos suelos tienen alta sensibilidad al agua, son poco resistentes al corte, requieren tratamientos especiales como drenajes o compactación profunda y no son recomendables para soportar cargas de estructuras.

2.2.11 Nivel de severidad de las patologías

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2020) plantea tres criterios para clasificar el nivel de severidad de las patologías, las cuales se muestra a continuación:

- **Leve:** Las patologías de severidad leve afectan principalmente a los acabados como pintura, revoques o a los elementos no estructurales de la edificación, sin comprometer la integridad de la estructura o la de los ocupantes. Aunque suelen ser superficiales y de fácil reparación, requieren atención lo antes posible para evitar que se conviertan en problemas mayores con el tiempo.
- **Moderado:** Este nivel de patologías se caracteriza principalmente por daños visibles que comprometen la estética o el funcionamiento de los elementos constructivos, los cuales pueden poner en riesgo la seguridad de los ocupantes en un futuro. Las lesiones se pueden presentar en acabados, elementos portantes y muros de albañilería. Si se presenta este tipo de lesiones, se recomienda hacer el diagnóstico y reparación para evitar deterioros mayores que podrían llegar a ser un peligro.
- **Severo:** Las patologías severas son aquellas que afectan gravemente la integridad de la estructura, y se presentan como grietas y fisuras en elementos portantes como: columnas, vigas y losas. Estas patologías requieren una intervención inmediata para evitar daños irreparables.

2.2.12 Etapas del estudio patológico

Según Vera et al. (2022) para realizar el análisis de un estudio patológico en edificaciones, se debe tomar en cuenta etapas que conforman dicho estudio, con el propósito de ejecutar las actividades de forma ordenada y coherente. La obtención de información de los elementos estructurales que presentan daños debe efectuarse de manera acertada y en el

menor tiempo posible, ya que algunas estructuras en la mayoría de casos necesita una intervención inmediata. Estas etapas se realizan de la siguiente manera:

2.2.12.1 Observación

Es la primera fase del proceso de estudio patológico, mediante una simple observación visual in situ, se puede obtener bastantes datos, los cuales se complementarán y ampliarán con posteriores análisis. En esta etapa se determina los ensayos requeridos.

El primer trabajo fundamental cuando nos enfrentamos a un edificio que es necesario restaurar o rehabilitar, es la realización de un estudio histórico del mismo para determinar la época de construcción, estilo arquitectónico y tipología utilizada, fases en que se ha realizado, sistemas de construcción y de cimentación utilizados, posibles restauraciones y modificaciones realizadas, materiales y dosificaciones utilizadas, origen y fuentes de dichos materiales.

2.2.12.2 Obtención de información

Consiste en la recopilación de información de la edificación sin omitir alguna investigación, ya que de esto dependerá los procesos de diagnóstico y rehabilitación. Se tendrá en cuenta la época de construcción, estilo arquitectónico y tipología utilizada, fases en que se ha realizado, sistemas de construcción y de cimentación utilizados, posibles restauraciones y modificaciones realizadas, materiales y dosificaciones utilizadas, origen y fuentes de dichos materiales.

2.2.12.3 Ensayos y diagnóstico

En esta etapa se realiza los ensayos destructivos y no destructivos que se requiera en los diferentes elementos estructurales, tomando en cuenta el estado actual de los mismos.

Así mismo se recomienda no hacer ensayos destructivos, ya que en muchas ocasiones estos pueden afectar la integridad de los elementos estructurales y pueden quedar más vulnerables. El diagnóstico implicará, una exploración minuciosa de la estructura a reparar, específicamente los elementos portantes y aquellos puntos susceptibles de sufrir el ataque de humedades.

2.2.12.4 Propuesta de rehabilitación

Consiste en dar todas las recomendaciones e indicaciones que ayuden a devolver las características funcionales de los elementos afectados por lesiones. Así mismo enfatiza que antes de entrar en las" propuestas de reparación, hay que recordar la exigencia de alcanzar un correcto diagnóstico con anterioridad a su intervención, lo contrario podría llevarnos a soluciones erróneas.

2.3 TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Patología constructiva:** Lesión o deterioro sufrido por algún material, elemento o estructura de una edificación.
- ✓ **Patología del concreto:** Es el estudio de los defectos, daños o problemas que pueden afectar la calidad y la durabilidad del concreto en estructuras.
- ✓ **Fisuras:** Son roturas de distintos elementos de una edificación, que aparecen en la superficie del concreto debido a tensiones superiores a la capacidad del mismo.
- ✓ **Grietas:** Las grietas son aberturas longitudinales producido en un material o elemento constructivo, como resultado de tensiones, movimientos o asentamientos.

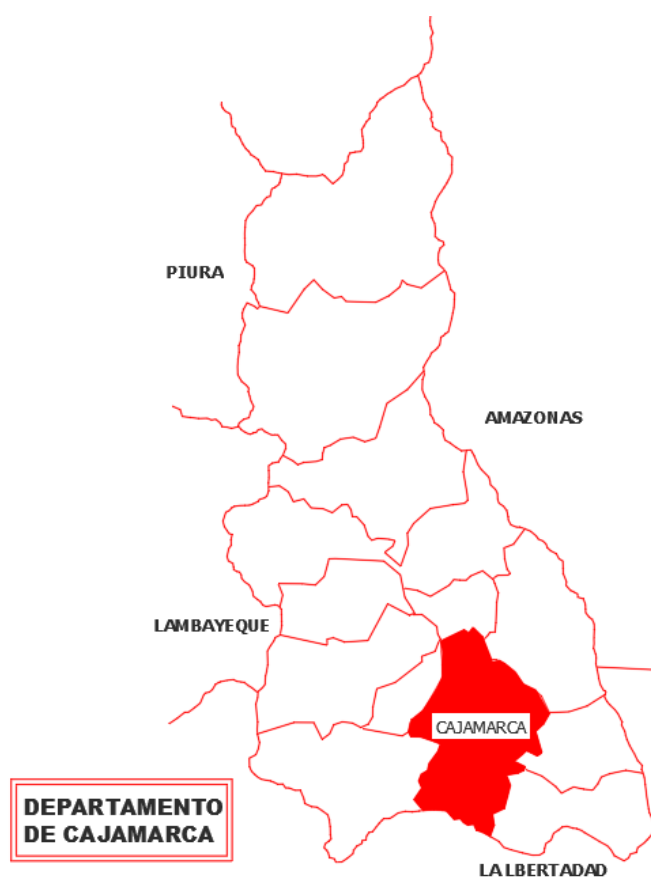
- ✓ **Lesiones:** Daños o deterioros típicos que afectan la estructura o sus componentes de una edificación, comprometiendo su integridad o funcionalidad.
- ✓ **Eflorescencias:** Son depósitos de sales minerales cristalizadas, que se acumulan en la superficie de los materiales de construcción, debido a la evaporación del agua.
- ✓ **Muro:** Elemento estructural vertical construido para dividir o limitar espacios, proporciona soporte estructural y resistir cargas tanto verticales como horizontales.
- ✓ **Viga:** Elemento estructural generalmente horizontal, diseñado para soportar cargas de compresión y tensión.
- ✓ **Losa:** Superficie plana y horizontal usado como piso o techo, armado en una o dos direcciones. Cuya función es soportar y distribuir las cargas hacia las columnas.
- ✓ **Columna:** Elemento estructural edificado con el propósito de transferir tanto cargas verticales como horizontales hacia la base de la estructura.
- ✓ **Capacidad portante:** Es la capacidad que tiene un terreno o suelo para soportar las cargas de una estructura, sin ocurrencia de asentamientos excesivos.

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presente investigación se realizó en el edificio antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, ubicada en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

Figura 9. *Ubicación geográfica del departamento de Cajamarca.*



Fuente: INEI (2022).

Figura 10. Plano catastral del distrito de Cajamarca



Fuente: Municipalidad provincial de Cajamarca (2020).

Tabla 1

Coordenadas UTM-Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca

Coordenadas UTM	
NORTE:	773459.24
ESTE:	9208683.35

Figura 11. *Edificio en estudio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.*



3.2 TIEMPO O ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo desde el mes de junio del 2024 hasta el mes de mayo del año 2025.

3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 *Tipo, nivel, diseño, y método de investigación*

- **Tipo de investigación:** De tipo aplicada, lo cual nos permitió determinar y analizar la severidad de cada una de las patologías presentes en la edificación en estudio.
- **Nivel de investigación:** De nivel descriptiva ya que se enfoca en observar, registrar y analizar las patologías más resaltantes en el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara – Cajamarca.

- ***Diseño de la investigación:*** De diseño no experimental ya que no se manipuló variables, sino que se observó y analizó las patologías presentes en la Institución educativa Rafael Loayza Guevara – Cajamarca, en su entorno natural.
- ***Método de la investigación:*** De método hipotético - deductivo ya que se formuló una hipótesis y se planteó un problema para luego mediante la observación, recolección de datos y un análisis exhaustivo ser contrastado con la realidad.

3.4 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.4.1 Población

Como población de estudio se seleccionó todos los edificios de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara – Cajamarca.

3.4.2 Muestra

Constituida por el Pabellón Antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

3.4.3 Unidad de análisis

Muros, vigas, columnas y losas del edificio que corresponde al pabellón antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

A. Técnicas

- **Observación directa:** Se evaluaron los daños en vigas, losas, columnas y muros mediante una inspección visual, con el fin de recopilar datos relevantes para la investigación.

- **Revisión documental:** Es una técnica que consiste en investigar, recopilar, analizar y contrastar información proveniente de libros, artículos y normativas que nos permitan sustentar el marco teórico de un tema de investigación.

B. Instrumentos

- **Fichas técnicas:** Las cuales ayudaron a recopilar información detallada sobre las patologías presentes en los elementos estructurales de dicha edificación.
- **Esclerómetro:** Instrumento que permite determinar la resistencia estimada a compresión del concreto mediante ensayos no destructivos.
- **Cámara fotográfica:** Instrumento electrónico que permite plasmar imágenes de las diferentes lesiones presentes en dicha edificación.
- **Wincha:** Instrumento que permite registrar la longitud, apertura y dimensiones de las fisuras y grietas presentes en los elementos estructurales de la edificación en estudio.
- **Ensayo de suelos:** Instrumento que permite determinar la capacidad portante del suelo, con la finalidad de determinar si ésta tiene influencia en las patologías que se presentan en dicha edificación.
- **Cuaderno de apuntes:** Se utilizó para anotar detalles de las lesiones, medidas de los elementos estructurales y notas que posteriormente fueron analizados en gabinete.

3.6 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Obtención de información general del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

- Reconocimiento e inspección visual del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.
- Análisis de las patologías presentes en el edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza
- Ensayos de esclerometría en columnas, vigas, y losas.
- Estudio de suelos de cimentación del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.
- Presentación de resultados
- Proponer alternativas de solución

3.6.1 Obtención de información general del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

- Propietario: Institución Educativa Rafael Loayza Guevara
- Año de construcción: 1893
- Años de servicio: 132 años
- Área de construcción: 739 m²
- Uso: Educativo
- Sistema estructural: Se compone de un sistema aporticado de concreto armado. Consta de dos niveles, muros de albañilería, con vigas principales de 0.25 x 0.70m, vigas secundarias de 0.25 x 0.55m, columnas de: 0.40 x 0.45m, 0.30 x 0.35m, 0.25 x 0.30m y losas macizas de 0.20m de espesor.

3.6.2 Reconocimiento e inspección visual del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

En esta etapa se hizo el reconocimiento e inspección visual del edificio, tanto en el interior como el exterior, además se identificó las diferentes patologías presentes, como son: fisuras, grietas eflorescencias, humedad y asentamientos.

Las patologías encontradas fueron documentadas mediante fotografías que se anexan en este documento (**ver anexo N°4**). La inspección se centró en el estado actual en el que se encuentran los elementos de la estructura: Columnas, vigas, losas y muros.

3.6.3 Análisis de las patologías presentes en el edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza

En campo mediante un diagnóstico y haciendo uso de las fichas técnicas las cuales se evidencian en el anexo N°1, se identificó las siguientes patologías:

- **Lesiones Físicas.** Se evidencia el desprendimiento de acabados, suciedad y humedad, las cuales fueron causadas por:
 - ✓ Falta de mantenimiento preventivo
 - ✓ Filtraciones de agua de lluvia
 - ✓ Cubiertas de techo en mal estado
 - ✓ Envejecimiento del revoque
 - ✓ Condiciones climáticas
- **Lesiones Mecánicas.** Tenemos grietas y fisuras, las cuales fueron causadas por:
 - ✓ Fallas en la construcción
 - ✓ Asentamiento del suelo de fundación
 - ✓ Sobrecarga de niveles superiores

- ✓ Movimiento de suelos ocasionales
- ✓ Dilataciones y contracciones por influencia de la temperatura
- ✓ Antigüedad del edificio
- **Lesiones Químicas.** Presencia de eflorescencias, causadas por:
 - ✓ Humedad
 - ✓ Filtraciones de agua de lluvia
 - ✓ Falta de mantenimiento
- **Lesiones Biológicas.** Se evidencia la presencia de vegetación, causadas por:
 - ✓ Falta de mantenimiento.

3.6.4 Ensayos de esclerometría en columnas, vigas, y losas.

Con la finalidad de determinar la resistencia del concreto, se realizó este ensayo no destructivo, teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

- Se eligió los elementos tomando en cuenta el estado actual y la ubicación de estos.
- Se retiró el tarrajeo de cuadrados cuyas dimensiones fueron de 25 x 25 cm.
- Se realizó el ensayo, tomando en cuenta la perpendicularidad del esclerómetro con el elemento ensayado.
- Finalmente, en gabinete se analizó y procesó los datos tomados cuyo informe se evidencia en el anexo N°2.

3.6.5 Estudio de suelos de la cimentación del edificio de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

Se realizó la excavación, de una calicata de 1.20 m. de largo, 1.00 m. de ancho y 2.50 m. de profundidad en la parte externa del edificio en el área que corresponde al jardín.

Se observó la presencia de 4 estratos y en el parte superior relleno con residuos de materiales de construcción, se extrajeron las muestras más representativas a -1.00, -2.35 y a -2.50 m. de profundidad.

Se realizó el ensayo de suelos (**ver informe en el anexo N°3**) para determinar las propiedades físico-mecánicas, tipo de suelo y la capacidad portante en la zona con la finalidad de analizar si esta tiene influencia en las patologías presentes en dicha edificación.

Los ensayos realizados son los siguientes:

- ✓ Contenido de humedad (A.S.H.T.O)
- ✓ Consistencia del suelo (ASTM D 4318)
- ✓ Clasificación según S.U.C.S
- ✓ Análisis granulométrico (Lavado)
- ✓ Ensayo de corte directo (ASTM D 3080)
- ✓ Cálculo de la capacidad portante del suelo

3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.7.1 Análisis de las patologías presentes en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara.

En la tabla 2 se muestra las patologías más resaltantes que luego de realizar una inspección visual y con la ayuda de las fichas técnicas de inspección patológica (**ver anexo N°1**), se determinó la tipología, lesión existente, ubicación de la lesión, elemento estructural en la que se localiza, espesor y la severidad de cada patología. Esta información nos ayudará a proponer alternativas de solución para mejorar el desempeño estructural de dicha edificación.

Tabla 2

Patologías presentes en la edificación de la I.E Rafael Loayza Guevara- Cajamarca.

TIPO DE PATOLOGÍA	LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA	UBICACIÓN DE LA LESIÓN		ELEMENTO	ESPESOR	SEVERIDAD		
			Nº DE NIVEL	EJE/TRAMO			LEVE	MODERADO	SEVERO
Mecánica	Grieta	Se observa una grieta a lo largo de toda la vereda de ingreso	1er.Nivel	Eje A-A	Vereda	4<x<7cm		X	
Biológica	Presencia de vegetación	Crecimiento de vegetación en la abertura de la grieta en la vereda de ingreso				-			
Mecánica	Grieta y fisura	Se observa grietas y fisuras en lo ancho de la vereda de ingreso	1er.Nivel	Eje A-A Tramo3-4	Vereda	2<x<4cm		X	
Biológica	Presencia de vegetación	Crecimiento de vegetación en las grietas de la vereda de ingreso				-			
Mecánica	Grietas	Se observa grietas en la vereda de ingreso a la Institución	1er.Nivel	Eje A-A Tramo1-2	Vereda	4<x<6cm		X	
Biológica	Presencia de vegetación	Crecimiento de vegetación en la grieta de la vereda de ingreso				-			
Física	Erosión física	Descascaramiento del acabado en la losa del pasadizo	2do.Nivel	Eje 13-13 Eje14-14 Tramo B-B	Losa	-	X		

Física	Erosión física	Descascaramiento del acabado en la losa del pasadizo	2do.Nivel Eje 2-2 Tramo B-C	Losa	-	X		
Mecánica	Grieta	Grieta vertical en el muro	1er.Nivel Eje A-A	Muro	1<x<3mm		X	
Mecánica	Fisura	Grieta vertical en el muro	1er.Nivel Eje A-A 2do.Nivel	Muro	1<x<4mm		X	
Física (8)	Desprendimiento de acabados	Desprendimiento del tarrajeo	1er.Nivel Eje 4-4	Columna	-		X	
Mecánica	Grieta y Fisura	Grieta y fisura en forma diagonal	2do.Nivel Eje 1-1 Tramo B-C	Muro	1<x<4mm		X	
Química	Eflorescencia	Presencia de humedad y eflorescencia en el Zócalo	1er.Nivel Eje A-A Tramo 5-6	Zócalo	-		X	
Física	Humedad							
Mecánica	Fisura	Fisura en forma diagonal	1er.Nivel Eje 1-1 Tramo A-B	Muro	1<x<3mm		X	
Mecánica	Grieta	Grieta vertical entre muro y columna	1er.Nivel Eje 9-A	Muro y Columna	2<x<4mm		X	
Física	Erosión Física	Descascaramiento del acabado (pintura)	1er.Nivel Eje 2-2	Losa	-		X	
Mecánica 14	Grieta	Grieta vertical en la columna (sala de profesores)	1er.Nivel Eje 6-6	Muro y Columna	2<x<5mm			X
Mecánica	Fisura	Fisura en losa (4to.” B” y 1ro.” B”)	1er.Nivel Eje 9-9 y Eje10-10 Tramo A-B	Losa	x<2mm			X
Mecánica	Fisura	Fisura en losa (4to.”C” y 1ro. “C”)	1er.Nivel Eje 5-5 y Eje 6-6 Tramo A-B	Losa	1<x<3mm			X

Mecánica	Fisura	Fisura vertical entre muro y columna	1er.Nivel Eje 1-A	Muro y Columna	$1 < x < 2\text{mm}$		X	
Mecánica	Fisura	Fisura y desprendimiento del tarrajeo en el marco de concreto de la ventana	1er.Nivel Eje A-A	Marco de concreto de la ventana	$x < 2\text{mm}$		X	
Física	Desprendimiento de acabados				-			
Física	Desprendimiento de acabados	Desprendimiento del tarrajeo	1er.Nivel Eje 10-10	losa	-	X		
Mecánica	Grieta	Grieta entre la junta sísmica de los dos Módulos	2do.Nivel Eje 7-7	Columna	$1 < x < 3\text{mm}$		X	
Física21	Desprendimiento de acabados	Desprendimiento del tarrajeo del marco de concreto de la ventana	1er.Nivel Eje A-A Tramo 4-5	Marco de concreto de la ventana	-		X	
Física	Desprendimiento de acabados y Erosión Física	Desprendimiento del mortero, juntas irregulares y desprendimiento del ladrillo	1er.Nivel Eje 1-1 Tramo A-C	Muro	-		X	
Mecánica	Fisura	Fisura en el marco de concreto de la ventana	1er.Nivel Eje A-A Tramo 2-3	Marco de concreto de ventana	$1 < x < 3\text{mm}$	X		
Mecánica	Fisura	Fisura y deterioro en el mortero y ladrillo del muro	1er.Nivel Eje 1-1 Y Tramo A-B 2do. Nivel	Muro	$2 < x < 4\text{mm}$		X	
Física	Erosión Física				-			
Física	Erosión Física	Deterioro del ladrillo y descascaramiento de la pintura	2do.Nivel Eje A-A Tramo 13-14	Muro	-		X	
Química	Eflorescencia	Presencia de humedad						

			1er.Nivel Eje A-A Tramo 12-13	Sócalo	-		X	
Física	Humedad	Desprendimiento de la pintura						
Física	Erosión física	Descascaramiento de la pintura causado por agentes atmosféricos (sol, lluvia y viento)	1er.Nivel Eje A-A Tramo 11-12	Sócalo	-		X	
Mecánica	Fisura	Fisura vertical a lo largo del muro hasta llegar al sócalo	1er.Nivel Eje 1-1 Tramo A-B	Muro	$2 < x < 4 \text{ mm}$		X	
Física	Erosión física	Descascaramiento del acabado	1er.Nivel Eje 12-12 Tramo B-C	Viga	-	X		
Mecánica	Fisura	Fisura vertical a lo largo del sócalo	1er.Nivel Eje 14-14 Tramo A-B	Sócalo	$x < 1 \text{ mm}$	X		
Mecánica	Fisura	Fisura vertical a lo largo del muro	1er.Nivel Eje 14-14 Tramo A-B	Muro	$X < 2 \text{ mm}$		X	
Química	Eflorescencia	Presencia de humedad	1er.Nivel Eje 7-7 Tramo 6-7	Muro	-		X	
Física	Humedad	Desprendimiento de tarrajeo y pintura por la humedad						
Física	Desprendimiento de acabados	Desprendimiento del tarrajeo en el sócalo	1er.Nivel Eje A-A Tramo 3-4	Sócalo	-		X	
Biológica	Vegetación	Presencia de vegetación						
Física	Erosión física	Descascaramiento de la pintura en la columna	1er.Nivel Eje 13-A	Columna	-	X		

3.7.2 *Ensayo de esclerometría*

Según la norma: NTP 339.181-2013, revisada en el 2018, para este ensayo se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Selección de la superficie de ensayo:** la zona de ensayo debe ser una superficie con espesor mayor a 100 mm y debe estar fija dentro de una estructura. Evitar las superficies de concreto que presenten alta porosidad, además se recomienda que, las losas estructurales deben ser ensayadas en la parte inferior con la finalidad de evitar las superficies terminadas.
- **Preparación de la superficie de ensayo:** El área de ensayo será como mínimo de 150 mm de diámetro, luego se procede a quitar el revoque (tarrageo) para poder marcar cuadrículas cuyos centros estén separados entre 25 y 50 mm. Si es que la superficie es de textura muy suave, blanda o con mortero suelto, esta debe ser pulida con la piedra abrasiva.
- **Procedimiento:** Sostener el instrumento perpendicularmente a la superficie a ensayar, luego ejercer una pequeña presión hasta que el martillo impacte. Luego del impacto tomar la lectura y anotar en la ficha de registro con la finalidad de ser procesados en gabinete. Se recomienda tomar 14 lecturas como mínimo.
- **Cálculo:** Se debe descartar las 2 lecturas más altas y las 2 lecturas más bajas, para luego sacar un promedio de los 10 restantes, y si más de 2 lecturas difieren de este promedio en más de 6 unidades, se debe desechar todas las lecturas y proceder a tomar nuevas lecturas dentro del área de ensayo.

Luego de tomar en cuenta las recomendaciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1) Estimación de la resistencia del concreto de los elementos estructurales (6 columnas, 2 vigas y 2 losas), considerando como referencia la tabla de Harmsen proyectada a 5 años.

Tabla 3

Relación de la resistencia a compresión del concreto a diferentes edades

$f' c(t) / f' c \text{ diseño}$	Tiempo
0.67	7 días
0.86	14 días
1	28 días
1.17	90 días
1.23	6 meses
1.27	1 año
1.31	2 años
1.35	5 años

Fuente: (Harmsen, 2002)

Debido a que no se cuenta con registro alguno sobre la resistencia de diseño que se utilizó, se asumió como referencia una resistencia inicial de 210 kg/cm², que proyectada a 5 años y aplicando la siguiente relación, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.

$$f' c_{(5\text{años})} = 1.35 \times f' c_{(\text{inicial})}$$

Tabla 4

Relación entre la resistencia de diseño asumida y la resistencia proyectada a 5 años.

RESISTENCIA	
DISEÑO	PROYECTADA
f'c(kg/cm²)	f'c (5 años)
140	189.00
175	236.25
210	283.5

- 2) El resultado de la resistencia a compresión del concreto obtenido con el ensayo de esclerometría (ver anexo N°2) en 6 columnas, 2 vigas y 2 losas es el siguiente:

Tabla 5

Resistencia promedio del concreto.

PUNTO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	EJE /TRAMO	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm²)
01	Columna C1-Primer nivel	5-A	196
02	Columna C1-Primer nivel	3-A	188
03	Columna C1-Primer nivel	10-A	232
04	Columna C1-Segundo nivel	3-A	238
05	Columna C2-Segundo nivel	5-B	268
06	Columna C2-Segundo nivel	13-B	250
07	Viga V1 - Primer nivel	10-10 / B-C	326
08	Viga V2 - Segundo nivel	3-A / A-B	233
09	Losa L1- Primer nivel	B-B / 9-10	235
10	Losa L2 - Segundo nivel	5-5 / A-B	307

3.7.3 Estudio de Mecánica de suelos

Para ello se exploró una calicata de 2.50m. de profundidad, luego se extrajo las muestras más representativas de los estratos con profundidades de -1.00, -2.35 y -2.50 m. (ver anexo N°3) obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 6

Contenido de humedad y límites de consistencia.

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	W %	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
				L.L.	L.P.	I.P.
C-1	E-1	De -0.50 a -1.00	14.5	35	32.39	2.61
	E-3	De -1.60 a -2.35	12.8	39	37.05	1.95
	E-4	De -2.35 a -2.50	6.46	35	30.2	5.08

Se determinó el contenido de humedad y límites de consistencia, para luego hacer una clasificación de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S).

Tabla 7

Análisis Granulométrico (Método por lavado)

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	% QUE PASA			
			N°4	N°10	N°40	N°200
C-1	E-1	De -0.50 a -1.00	87.65	73.82	47.00	36.77
	E-3	De -1.60 a -2.35	98.14	89.92	62.88	46.53
	E-4	De -2.35 a -2.50	74.98	73.07	64.18	54.06

Tabla 8*Clasificación según SUCS.*

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN S.U.C. S
C-1	E-1	De -0.50 a -1.00	SM
	E-3	De -1.60 a -2.35	SM
	E-4	De -2.35 a -2.50	ML

Para determinar la capacidad portante del suelo, se tiene el ensayo de corte directo, del cual se obtendrá los resultados de cohesión y Angulo de fricción, para finalmente obtener los resultados de la carga permisible como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9*Corte directo y capacidad portante*

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	COHESIÓN kg/cm ²	ÁNGULO DE FRICCIÓN (Ø)	q _{perm.} (kg/cm ²)
C-1	1.20	0.302	20.30	1.47
	1.50	0.302	20.30	1.54

3.7.4 *Propuestas de alternativas de solución*

3.7.4.1 **Fisuras y grietas**

- Limpiar la superficie afectada, eliminando restos de acabados, polvo o cualquier otro material suelto que dificulte su rehabilitación.
- Sellar las fisuras y grietas mediante la inyección de resinas epoxi o mortero de reparación, evitando así la infiltración de humedad y daños futuros.

- En zonas donde el daño es severo reforzar con barras de acero, apuntalar con barrotes de madera, reconstruir la zona dañada y recuperar la integridad de la estructura.

3.7.4.2 Erosión física

- Limpieza de la superficie afectada, retirar el acabado inestable para luego aplicar mortero de mayor resistencia a la abrasión con aditivo especial si posible.
- Mejorar el drenaje pluvial para evitar la acumulación de agua que pueda desgastar el acabado con el tiempo, además cubrir la zona afectada con un techado tipo alerón, ya que la exposición a agentes atmosféricos como la lluvia y el viento hacen que los materiales sufran desprendimiento por erosión.
- Resanar las superficies erosionadas aplicando revoques reforzados o inyecciones de resinas epoxi en fisuras.
- Inspeccionar periódicamente y reparar daños menores antes de que empeoren, realizar una limpieza adecuada evitando utilizar productos abrasivos que aceleren el desgaste.
- Capacitar al personal de mantenimiento con el fin de usar técnicas adecuadas para conservar la edificación en buen estado.

3.7.4.3 Vegetación

- Limpieza y eliminación de la maleza, retirar raíces y plantas, haciendo uso de herramientas manuales.

3.7.4.4 Humedad

- Inspeccionar y corregir fugas en tuberías, losas y paredes, así mismo mejorar el drenaje pluvial instalando canaletas y bajantes para evitar acumulaciones de agua cerca de los muros.
- En el techo de la edificación reparar o cambiar las cubiertas en mal estado ya que estas son causantes de acumulación de humedad en los elementos estructurales.
- En los zócalos y muros aplicar mezclas especiales con aditivos repelentes al agua, en los acabados aplicar pinturas transpirables con silicatos que eviten la acumulación de humedad.
- Inspeccionar periódicamente los techos, muros y zócalos para detectar signos de humedad a tiempo, además limpiar las canaletas y bajantes con el fin de evitar obstrucciones que puedan generar acumulaciones de agua.
- Implementar un cronograma de revisiones y reparaciones periódicas, contando siempre con el personal capacitado.

3.7.4.5 Eflorescencias

- Identificar las zonas donde se acumula la humedad, corregir fugas de tuberías y mejorar el sistema de drenaje.
- Impermeabilizar losas, pisos y las superficies expuestas a la humedad aplicando selladores hidrófugos.

- Eliminar las sales superficiales haciendo uso de cepillos, esponjas abrasivas adecuadas, lavar con agua y vinagre diluido hasta tener una superficie limpia y uniforme.
- Realizar inspecciones periódicas, aplicar selladores cada cierto tiempo y mantener limpias las superficies para actuar a tiempo y prevenir la aparición de eflorescencias.

3.8 TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.8.1 Tratamiento y análisis de datos

Luego de recolectar la información general, efectuar el reconocimiento y la inspección visual, registrar las lesiones presentes, así como realizar los ensayos de esclerometría y mecánica de suelos, se realizó el análisis de datos para determinar las causas y el nivel de severidad de las patologías identificadas. Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos, se propusieron alternativas de solución para cada tipo de patología, buscando garantizar la seguridad y mejorar el desempeño estructural de la edificación evaluada.

3.8.2 Presentación de resultados

Los resultados obtenidos se presentan mediante tablas y figuras, las cuales fueron indispensables para una mejor organización de cada dato obtenido, y así poder analizar, comparar y sustentar las conclusiones de esta investigación.

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

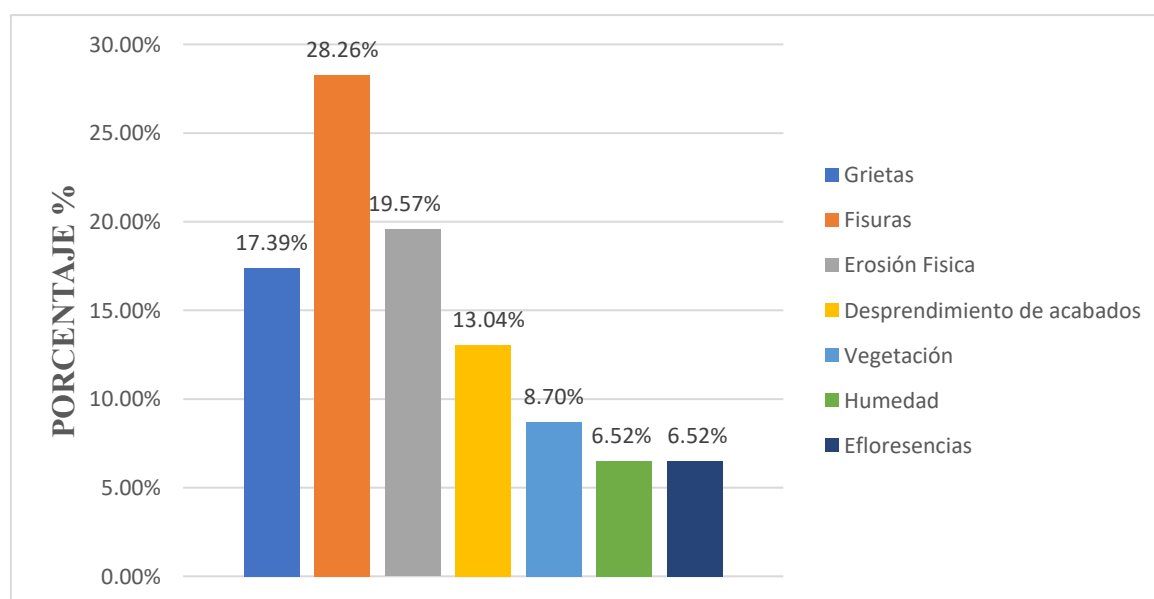
4.1.1 Resultados del Análisis patológico

Tabla 10

Patologías presentes en el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara.

LESIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Grietas	8	17.39
Fisuras	13	28.26
Erosión física	9	19.57
Desprendimiento de acabados	6	13.04
vegetación	4	8.70
Humedad	3	6.52
Eflorescencias	3	6.52
TOTAL	46	100

Figura 12. *Patologías presentes en el edificio de la I.E Rafael Loayza Guevara.*



En la tabla 10 se observa los resultados obtenidos siendo: 8 grietas, 13 fisuras, 9 por erosiones físicas, 6 desprendimientos por acabados, 4 por vegetación, 3 por humedad, y 3 eflorescencia, representando el 17.39%, 28.26%, 19.57%, 13.04%, 8.70%, 6.52%, y 6.52% respectivamente. Así mismo también se determinó el nivel de severidad de cada una de las patologías encontradas, a continuación, se muestran los resultados:

4.1.2 Nivel de severidad

- **En lesiones físicas:** Se evidencia erosión física en los acabados (desprendimiento de pintura y revoque), los cuales son de nivel leve y moderado, ya que ninguno de ellos presenta algún riesgo para los ocupantes.
- **En lesiones mecánicas:** Las grietas y fisuras se presentan principalmente en los muros de albañilería, en la vereda, losas y en la unión entre columna y muro, de las cuales estas están catalogadas con nivel leve y moderado. Sin embargo, existe una grieta en la columna del eje 6- 6 (Aula de 4to “B” y 1ro B”) del primer nivel, catalogada como severo, la cual necesita intervención inmediata para evitar daños irreparables.
- **En lesiones químicas:** Las eflorescencias que se presentan en el socalo de la edificación son de nivel moderado, ya que la existencia de estas no afecta elementos estructurales portantes.
- **En lesiones Biológicas:** El nivel de severidad es moderado, ya que la abundancia de vegetación está agrietando las veredas, afectando así la integridad física de dicha edificación.

4.1.3 Resultados del ensayo de esclerometría

En el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia del concreto realizado en seis columnas dos vigas y dos losas se obtuvo los siguientes resultados:

- En las columnas C-1 (Eje 5-A), C-1 (Eje 3-A) y C1 (Eje10 - A) del primer nivel, se obtuvo una resistencia del concreto de 196 kg/cm², 188 kg/cm² y 232 kg/cm² respectivamente, las cuales no alcanzan la resistencia de diseño proyectada a 5 años.
- En las columnas C-1 (Eje 3-A), C-2 (Eje 5-B) y C2 (Eje 13-B) del segundo nivel, se obtuvo una resistencia del concreto de 238 kg/cm², 268 kg/cm² y 250 kg/cm² respectivamente, las cuales no alcanzan la resistencia de diseño proyectada a 5 años.
- En la viga V-1 del primer nivel, se obtuvo una resistencia del concreto de 326 kg/cm² y en la viga V- 2 del segundo nivel una resistencia de 233 kg/cm², de las cuales solo la viga V-1 alcanza la resistencia de diseño proyectada a 5 años.
- En la losa del primer nivel, se obtuvo una resistencia del concreto de 235 kg/cm² y en la losa del segundo nivel 307 kg/cm², de las cuales solo la losa del segundo nivel alcanza la resistencia de diseño proyectada a 5 años.

4.1.4 Resultados del estudio de suelos

- De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó el contenido de humedad y límites de consistencia de los estratos E-1, E-3 Y E-4 a profundidades de -1.00 m, - 2.35 m y -2.50 m respectivamente, para luego clasificar al suelo de acuerdo a la clasificación SUCS, obteniéndose lo siguiente:
 - **E1**(de -0.50 a -1.00 m): De clasificación **SM**, Grava mal gradada con arena, y presencia de roca suelta.

- **E3**(de -1.60 a -2.35 m): De clasificación **SM**, arena limosa y no presenta plasticidad.
 - **E4**(de -2.35 a -2.500 m): De clasificación **ML**, material limo gravoso con arena, de baja plasticidad.
- Con el ensayo de corte directo se determinó la capacidad portante del suelo, obteniéndose los resultados de cohesión y ángulo de fricción, los cuales nos permitió obtener los siguientes resultados de la capacidad de carga permisible a diferentes profundidades:
- **qperm. (a -1.20m) = 1.47 Kg/cm²**
 - **qperm. (a -1.50m) = 1.54 Kg/cm²**

De los resultados obtenidos de la capacidad de carga permisible y la clasificación SUCS, se puede afirmar que el suelo de cimentación donde está ubicado el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca tiene una capacidad portante relativamente baja, donde el material predominante es arena limosa de baja cohesión.

4.2 DISCUSIÓN

- En la tabla 2 se muestra las patologías más representativas en la edificación de la institución educativa Rafael Loayza Guevara, las cuales son: Físicas (envejecimiento del revoque y condiciones climáticas), químicas (humedad y filtraciones de agua de lluvia), mecánicas (asentamiento del suelo, fallas en la etapa constructiva y antigüedad del edificio), y biológicas (falta de mantenimiento); de acuerdo con la investigación de Tapia (2024) denominada “Evaluación de las causas que han ocasionado las patologías en el edificio 1E de la Universidad Nacional de Cajamarca”,

se afirma que las causas que originan las patologías son: Físicas, mecánicas y químicas.

- Del análisis patológico realizado se tiene que las patologías más resaltantes que se presentan en el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara son las Fisuras (32.26%), tal como se muestra en la tabla 10. En concordancia con Mosquera (2023) en su tesis titulada “Análisis patológico y propuesta de rehabilitación del pabellón 1-D de la Universidad Nacional de Cajamarca” en la cual concluye que las patologías que más prevalecen son de carácter mecánico, específicamente las fisuras con un 62.5 %.
- Las patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca, se clasifican en tres niveles de severidad (leve, moderado y severo). Los daños leves y moderados se presentan principalmente en los acabados, revoques y muros de albañilería, elementos que, si bien se ven afectados por el deterioro estético y funcional, no comprometen directamente la estabilidad estructural. Sin embargo, la presencia de un daño severo en la columna del primer nivel (eje 6-6, aula denominada sala de lectura) resulta relevante, ya que pone en riesgo la seguridad de la estructura y requiere una intervención inmediata. Esta situación concuerda con lo señalado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2020), la cual establece que, ante la presencia de daños severos en una edificación, la atención debe ser prioritaria con el fin de evitar consecuencias irreversibles tanto en la estructura como en la seguridad de los ocupantes.

- Del estudio de mecánica de suelos se determinó que existe influencia en las patologías presentes en la Edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara, ya que la capacidad portante es “Baja a Moderada” siendo el material predominante arena limosa de baja cohesión, lo cual nos indica que es un suelo susceptible a asentamientos diferenciales. De acuerdo con Sánchez (2018) en su investigación denominada “Estudio patológico del edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca-sede Jaén-local Central”, el suelo evaluado presentó una condición “Regular”, lo que indica que las patologías observadas en la edificación fueron provocadas por asentamientos diferenciales del terreno.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Del análisis patológico realizado, las patologías más resaltantes que se presentan en el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara son: fisuras (28.26%), grietas (17.39%), erosión física (19.57%), desprendimiento de acabados (13.04%), vegetación (8.70%), humedad (6.52%) y eflorescencias (6.52%).
- Las causas que originaron las patologías en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara son: Físicas (envejecimiento del revoque y condiciones climáticas), químicas (humedad y filtraciones de agua de lluvia), mecánicas (asentamiento del suelo, fallas en la etapa constructiva y antigüedad del edificio) y biológicas (falta de mantenimiento).
- El nivel de severidad de las patologías presentes en el edificio de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara es: leve, moderado y severo, de este ultimo la lesión se encuentra en la columna del primer nivel (eje 6-6, aula denominada sala de lectura), por lo que se requiere una intervención inmediata y así evitar daños irreparables.
- Con el ensayo de Esclerometría se determinó la resistencia del concreto de 6 columnas, 2 vigas y 2 losas, de las cuales, solo la viga del primer nivel (V1) y la losa del segundo nivel (L2) superan los 283.5 kg/cm² que es la resistencia de diseño inicial proyectada a 5 años de acuerdo con Harmsen.
- La capacidad portante del suelo de cimentación es de 1.54 kg/cm² correspondiente a una clasificación “Baja a Moderada”. El material predominante es arena limosa de baja cohesión; este tipo de suelo no es del todo favorable para soportar estructuras sin un

adecuado tratamiento o mejoramiento. Por lo tanto, se concluye que las características del suelo si influye en la aparición de patologías estructurales en dicha Edificación.

➤ Para mejorar el desempeño estructural de la Institución educativa Rafael Loayza Guevara – Cajamarca, se planteó las siguientes alternativas de solución para cada lesión encontrada:

- Sellar las fisuras y grietas mediante la inyección de resinas epoxi o mortero de reparación, evitando así la infiltración de humedad y daños futuros.
- En zonas donde existe erosión física se debe mejorar el drenaje pluvial para evitar la acumulación de agua que pueda desgastar el acabado con el tiempo, además cubrir la zona afectada con un techado tipo alerón, ya que la exposición a agentes atmosféricos como la lluvia y el viento hacen que los materiales sufran desprendimiento por erosión,
- Vegetación: limpieza y eliminación de la maleza con herramientas manuales
- Eflorescencias: Impermeabilizar losas, pisos y las superficies expuestas a la humedad aplicando selladores hidrófugos.
- Humedad: En el techo de la edificación reparar o cambiar las cubiertas en mal estado, corregir fugas de tuberías de agua potable y mejorar el drenaje pluvial, ya que estas son causantes de acumulación de humedad en los elementos estructurales. Asimismo, en los zócalos aplicar aditivos repelentes al agua.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debido a la gravedad de las fisuras, grietas y erosión física en la zona exterior de los muros, se recomienda tarrajear toda la zona afectada, previamente haciendo uso de malla electrosoldada para una mejor adherencia.
- En esta investigación se realizó ensayos de esclerometría para determinar la resistencia del concreto de los elementos estructurales, para futuras investigaciones se recomienda realizar ensayos de Ultrasonido (VPU), ya que con este ensayo se puede determinar las variaciones de homogeneidad del concreto, vacíos, fisuración y presencia de cuerpos extraños. Una ventaja importante de los ensayos de VPU es que pueden realizarse sin ocasionar daños a los elementos estructurales.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo constante con el equipo y el personal especializado para asegurar la integridad de la infraestructura y prevenir daños mayores, garantizando la seguridad y bienestar de toda la comunidad educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado Flores, F., & Escudero Panduro, H. (2021). *Evaluación de patologías y su influencia en una propuesta de mantenimiento de las edificaciones de concreto armado en el distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín* [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Perú]. Repositorio institucional. Obtenido de: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/193589>
- Aparicio, C., & Rondan, R. (2022). *Evaluación de patologías en el concreto y albañilería de la Institución Educativa “Señor de la Soledad” Huaraz, Ancash, 2021*. Ancash: Universidad César Vallejo. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97214>
- Argeñal Sierra, K. I. (2024). *Asentamientos diferenciales en edificios de la zona lacustre de Bogotá: causas y casos de estudio* (Trabajo de grado, Magíster en Ingeniería Civil). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/3356>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) (s. f.). Obtenido de: <https://www.asosismica.org.co/>
- ASTM International. (2017). *Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System)* [Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)] (ASTM D2487-17e1). ASTM International. Obtenido de: <https://doi.org/10.1520/D2487-17E01>
- Augusto, R. C., Condori Rodríguez, A. A., Frizancho Zeballos, P. F., & Calapuja Mamani, J. C. (2024, octubre). Patologías de la construcción en el concreto de muros de corte.

Revista de la Construcción. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
<https://www.researchgate.net/publication/384810655>

Carofilis, W., Perrone, D., O'Reilly, G. J., Monteiro, R. y Filiatrault, A. (2020). Modernización sísmica de edificios escolares existentes en Italia: evaluación del rendimiento y estimación de pérdidas. *Engineering Structures*, 225, 111243. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111243>

Carrero Alarcón, J. A., Aguilar Rojas, M. E., & Díaz Jáuregui, G. A. (2021). Patologías en el cerco perimétrico de la I.E. N.º 16211, Utcubamba, Amazonas, 2020. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(1), 19–24. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/691>

Chacón Sierra, J. S., & López García, G. A. (2021). *Patologías del concreto en estructuras años 80 a los 90* [Tesis de pregrado, Colegio Mayor de Cundinamarca]. Repositorio Institucional Colegio Mayor de Cundimarca. Obtenido de: <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/5379>

Contreras Angarita, J. C., Lemus Martínez, L., & Arango Rolón, R. A. (2020). *Estudio de las patologías y vulnerabilidad estructural que se presentan en edificaciones de ocupación institucional de educación pública superior en la ciudad de Cúcuta*. [Artículo académico, Universidad Francisco de Paula Santander]. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/342339244>

Elguero, A. (2004). *Patologías elementales*. Nobuko. Argentina. 199 pág.

Fernández, R. C. A., Guerra Álvarez, F., & Chiriboga Haro, A. (2024). Patologías de la construcción en el concreto de muros de corte. *Revista de la construcción*, 23(3), 602–618. <https://doi.org/10.7764/RDLC.23.3.602>

- Figuroa y Palacio. (2008). *Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín*. Revista EIA, (10), 121-130. Obtenido de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S179412372008000200010&lng=en&tlng=es.
- Gonzales Vela, D. A. (2021). *Patologías del concreto y su influencia en la durabilidad de la estructura del cerco perimétrico de la institución educativa primaria N.º 32002 Virgen del Carmen, Huánuco* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. Obtenido de:
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3274>
- Harmesen, T. E. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado (4.ª ed.)*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2018). NTP 339.181: Concreto. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría) (2.ª ed., rev. 2018). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Mapa catastral de Cajamarca [Mapa]*. INEI. <https://www.inei.gob.pe>
- Jaramillo, J., & Buitrago, R. (2024). *Estudio patológico realizado con ensayos no destructivos en la institución educativa Manuela Beltrán sede San Jorge San Jorge – municipio de Girardot*. Girardot: Universitaria Minuto de Dios. Obtenido de:
<https://repository.uniminuto.edu/items/ad8c4dc2-3ad1-4f6b-8eaa-7a93785dd1a4>
- López Rodríguez, F., Rodríguez Rodríguez, V., Santa Cruz Astorqui, J., Torreño Gómez, I., & Ubeda de Mingo, P. (s.f.). *Manual de patología de la edificación (Tomo 1)*. Departamento de Tecnología de la Edificación, Escuela Universitaria de Arquitectura

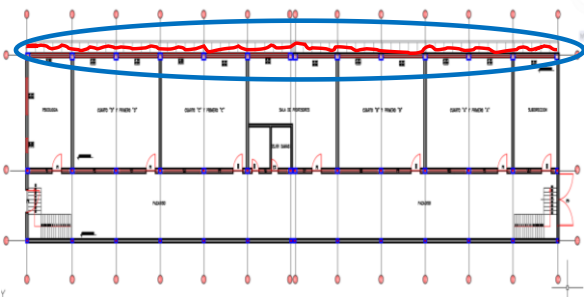
- Técnica, Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de https://sf2217758f40e4116.jimcontent.com/download/version/1492087961/module/12114166531/name/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-1.pdf
- Monjo y Maldonado, (2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras Arquitectónicas*. España.302 pág.
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, F., & Montejo Piratova, A. (2019). *Tecnología y patología del concreto armado*. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/123456789/22939>
- Mosquera Casanova, L. (2023). *Análisis patológico y propuesta de rehabilitación del pabellón I-D de la Universidad Nacional de Cajamarca*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Mostacero Jáuregui, M. (2016). *Patología del Edificio 1b de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca*, Tesis para optar el título de Ing. Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Cajamarca. 201 pág.
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. (2020). *Plano catastral del distrito de Cajamarca* [Mapa]. Subgerencia de Catastro y Saneamiento Físico Legal.
- Núñez Beleño, E. (2022). *Manual de patologías y procedimientos para dar solución a las afectaciones que se presentan con mayor frecuencia en las edificaciones de la planta Gecelca 3 S.A.S E.S.P.* Informe final de practica para optar al título de: Ingeniero Civil. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Medellín.48 pág.
- Rodríguez, J. L., & Fernández, M. (2020). *Estudio y gestión de patologías en estructuras de concreto: Casos prácticos y soluciones*. Editorial Constructiva.

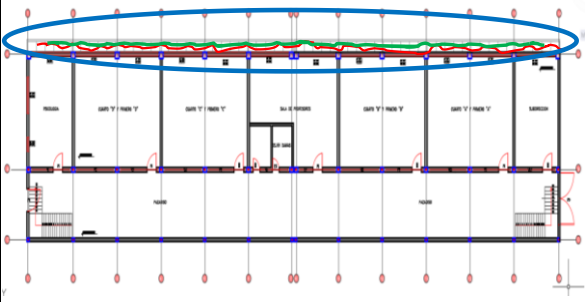
- Restrepo, M., & Cano, Y. (2022). *Revisión bibliográfica de patologías en muros de mampostería estructural y no estructural* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia.
http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36066/1/RestrepoMauricio_2022_RevisionBibliograficaPatologias.pdf
- Sánchez Zulueta, E. (2018). *Estudio patológico del edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca- sede Jaén-local central*, Tesis para optar el título de Ing. Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Cajamarca. 164. pág.
- Sotomayor, C. (2024, 20 de diciembre). *Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto* [Artículo técnico]. Consultcreto.
<https://consultcreto.com/wp-content/uploads/2024/12/entendiendo-a-las-fisuras-y-grietas-en-las-estructuras-de-concreto.pdf>
- Tapia Requejo, J. C. (2024). *Evaluación de las causas que han ocasionado las patologías en el edificio 1E de la Universidad Nacional de Cajamarca*. Repositorio Institucional. Obtenido de:
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/7412>
- Vasquez J. M. (2022). *Optimización de dos tipos de losas no preesforzadas de grandes luces en edificaciones de concreto armado*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional USAT.
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/4767>
- Vera, M., Miranda, D., Moroy, E., Diaz, L., & FernandoGrimaldo. (2022). *Patología de la construcción*. Uniminuto.

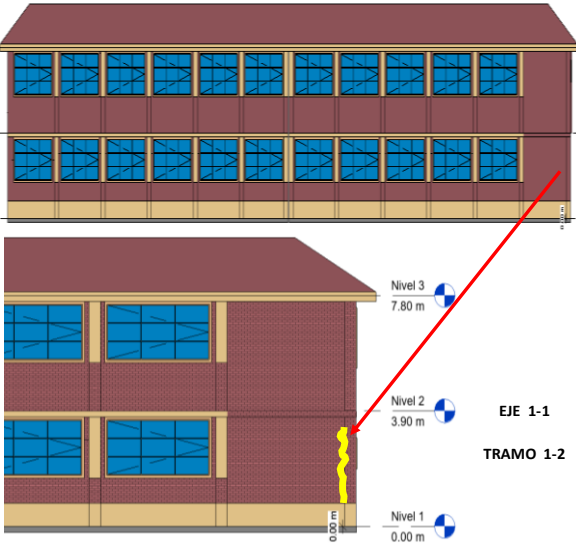
ANEXOS

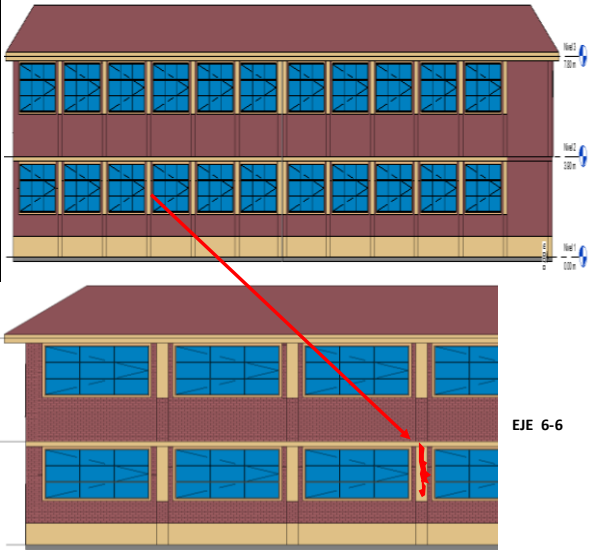
ANEXO N°1

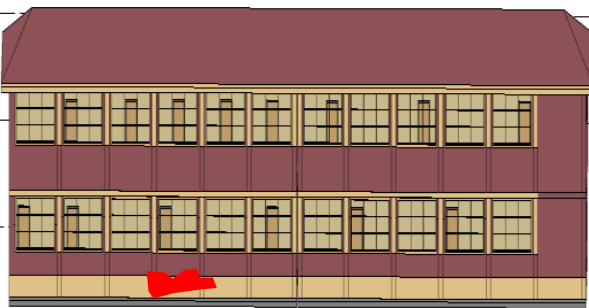
FICHAS DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA

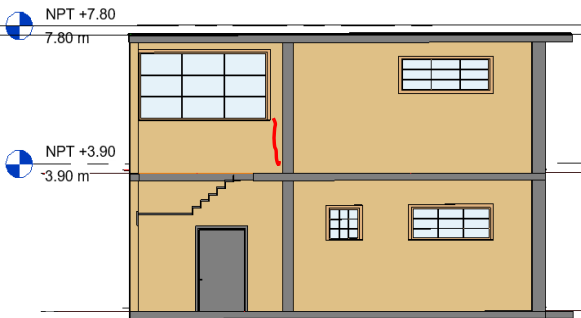
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		N° 1						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 EJE A-A									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO:							
Mecánica	Grieta	Vereda							
Biológica	Vegetación								
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Presencia de grietas en las veredas de ingreso a la Institucion Presencia de vegetacion		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Fallas en la etapa de construcción Tuberías de agua deterioradas Falta de mantenimiento		Limpiar y extraer la vegetacion Cambiar la red de tuberías de agua para evitar filtraciones Sellar las grietas y fisuras							

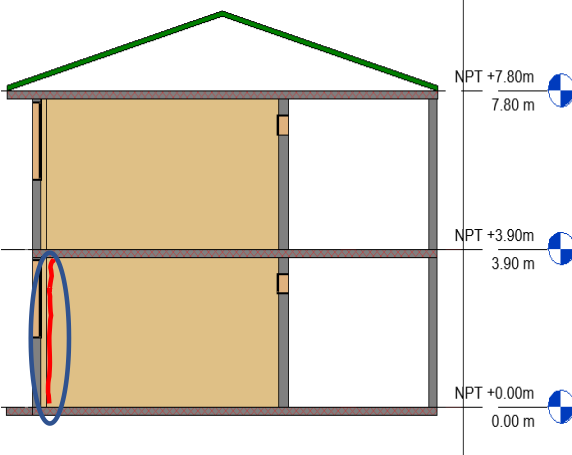
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 2						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 EJE A-A TRAMO 3-4									
TIPO Mecánica Biologica	LESIÓN Fisuras y grietas Vegetación	ELEMENTO: Vereda							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Presencia de fisuras en las veredas de ingreso a la Institucion Presencia de vegetacion		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Fallas en la etapa de construcción,presencia de vegetación Falta de mantenimiento		Extraer los organismos vegetales y sellar las grietas y fisuras Mejorar el drenaje, para evitar filtraciones							

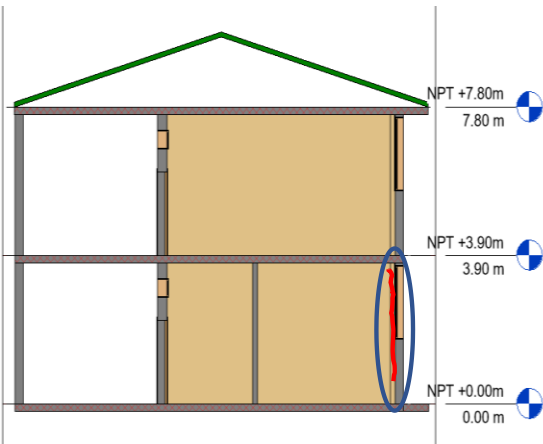
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 3						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO:							
Mecánica	Grieta	Muro							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa una grieta vertical en el muro, en el eje A-A		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Movimientos de suelo ocasionales Asentamiento diferenciales Sobrecargas de niveles superiores		limpieza y aplicación de mortero en la grieta Inyeccion de resina epoxica para rellenar grietas							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 4						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>LESIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FÍSICA</td> <td>Desprendimiento de acabados</td> </tr> </tbody> </table>		TIPO	LESIÓN	FÍSICA	Desprendimiento de acabados	ELEMENTO: Columna			
TIPO	LESIÓN								
FÍSICA	Desprendimiento de acabados								
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa el desprendimiento del tarrageo Se observa el descascaramiento de acabados (pintura)		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Erosión física Deficiencias en la etapa de Construcción Envejecimiento del revoque		Limpieza superficial y aplicacion de una capa de mortero Aplicación de nueva capa de pintura							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 5						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 EJE A-A TRAMO 9-10									
TIPO	LESIÓN								
Química Física	Eflorescencia Humedad	ELEMENTO: Zócalo							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa la humedad y eflorescencia en el zócalo		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Filtraciones por agua de lluvia Filtraciones por las tuberías en mal estado Falta de mantenimiento		Mejorar el sistema de drenaje Cambiar las tuberías contiguas tanto de agua potable y aguas pluviales							

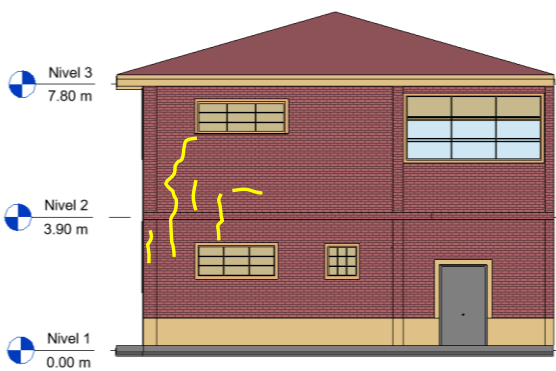
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 6						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 EJE 1-1 TRAMO B-C									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>LESIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mecánica</td> <td>Grieta y fisura</td> </tr> </tbody> </table>		TIPO	LESIÓN	Mecánica	Grieta y fisura	ELEMENTO: Muro			
TIPO	LESIÓN								
Mecánica	Grieta y fisura								
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa una fisura que va desde la esquina de la ventana en forma diagonal En la parte central se observa un agrieta que se va abriendo hacia la parte baja del muro		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Exceso de carga de de niveles superiores Asentamiento diferencial Movimientos de suelo ocasionales		Limpieza y aplicación de mortero en la grieta Aplicación de resina epoxica para rellenar la fisura ya la grieta							

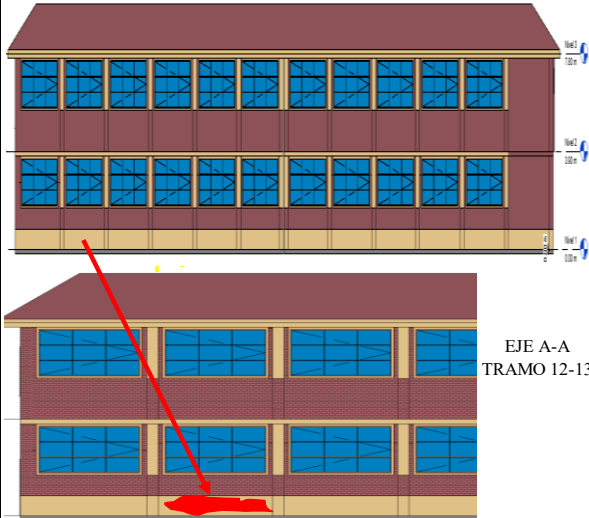
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 7						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 Eje 9-A									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S):							
Mecánica	Grieta	Muro y columna							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa una grieta vertical entre el muro y la columna Esta grieta va desde el piso hasta la losa del primer nivel		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Movimientos de suelo ocasionales Asentamiento diferenciales		Limpieza y aplicación de mortero de reparación estructural Inyección de resina epóxica							

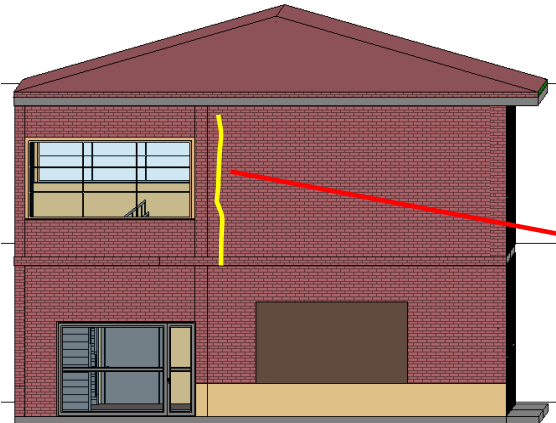
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 8						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 Eje 6 - 6									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S):							
Mecánica	Grieta	Columna							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa una grieta vertical, que va desde la unión entre muro y columna y termina en la columna misma Esta columna se ubica en la sala de profesores (1er Nivel)		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Movimientos de suelo ocasionales Asentamiento diferenciales Sobrecargas de niveles superiores		Quitar el tarrajeo existente de la zona dañada Colocar un refuerzo estructural a la columna (Técnica de encamisetado)							

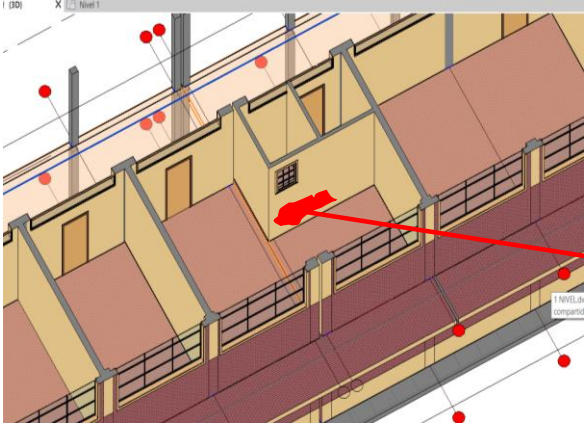
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
		Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares	N° 9						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN		FOTOGRAFIA							
									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S): MARCO DE CONCRETO DE LA VENTANA							
FÍSICA	Desprendimiento de acabados								
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Desprendimiento del tarrajeo a lo largo de la viga del primer nivel Esta lesion se encuentra en el Eje A-A, Tramo 4-5		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Mala calidad del concreto Antigüedad del edificio Factores ambientales , como la lluvia		Quitar el tarrajeo, y aplicar mortero de reparacion Quitar el tarrajeo, colocar una malla electrosoldada y aplicar mortero Mantenimiento preventivo							

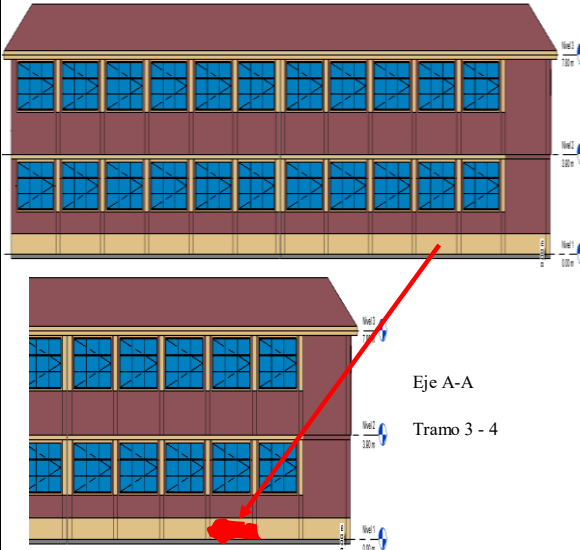
FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 10						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN		FOTOGRAFIA							
									
		EJE 1-1 Tramo A-C							
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S): MURO							
Física	Desprendimiento de acabados Erosión Física								
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa juntas de ladrillo irregulares Desprendimiento del mortero Desprendimiento del ladrillo		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Mortero muy pobre Fallas en la etapa de construcción Factores ambientales, como la lluvia, sol y viento		Limpieza de la zona afectada Tarrajeo de todo el muro, previamente colocando malla electrosoldada							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 11						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 Eje 1-1 Tramo A-B									
TIPO MECÁNICA FÍSICA	LESIÓN FISURA EROSIÓN FÍSICA	ELEMENTO (S): MURO							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa la presencia de fisuras y desprendimiento del mortero Se observa irregularidad en las juntas Ademas se evidencia falta de mortero en las juntas		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Asentamiento diferencial Fallas en la etapa de construcción Antigüedad del edificio		Limpieza y rellenar las fisuras con resina epóxica Tarrajeo del muro con malla electrosoldada							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		N° 12						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
									
TIPO QUÍMICA FÍSICA	LESIÓN EFLORESCENCIA HUMEDAD	ELEMENTO (S): SÓCALO							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa la presencia de eflorescencias en el Socalo Desprendimiento de la pintura por la humedad		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Humedad por filtraciones de agua de lluvia Filtraciones por tuberías en mal estado Falta de mantenimiento		Aplicación de impermeabilizante para proteger de la humedad Arreglar las tuberías en mal estado Realizar un mantenimiento preventivo							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		N° 13						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 Eje 14-14 Tramo A-B									
TIPO MECÁNICA	LESIÓN FISURA	ELEMENTO (S): MURO							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa la presencia de una fisura vertical que va desde el techo hasta la losa del primer nivel		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Asentamiento diferencial Fallas en la etapa de construcción Antigüedad del edificio		Limpieza y rellenar las fisuras con resina epóxica Aplicación de mortero de reparación estructural Tarrajeo del muro con malla electrosoldada							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		Nº 14						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
 Eje 7- 7 Tramo 6 -7									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S):							
QUÍMICA FÍSICA	ELORESCENCIA HUMEDAD	MURO							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
Se observa la presencia de Eflorescencias y humedad en el muro Este muro esta contiguo a los servicios higienicos en donde existen tuberias en mal estado provocando filtraciones las cuales afectan la integridad de la estructura		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Filtracion por tuberias en mal estado Falta de mantenimiento		Mejorar el sistema de drenaje Cambiar las tuberias en mal estado, ya que las existentes tienen años de antigüedad Limpieza de la zona afectada para realizar un nuevo tarrajeo							

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA									
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES EN EL EDIFICIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA									
	Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca" Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán Ubicación: Av. 13 de Julio 427 Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares		N° 15						
UBICACIÓN DE LA LESIÓN EN EL PLANO		FOTOGRAFIA							
									
TIPO	LESIÓN	ELEMENTO (S):							
FÍSICA BIOLÓGICA	Desprendimiento de acabados Vegetación	SÓCALO							
DESCRIPCION DE LA LESIÓN		SEVERIDAD							
El desprendimiento del tarrajeo en el zocalo de la Institución es evidente ya que está expuesto a factores ambientales, vegetación, y humedad		<table border="1"> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> </table>		LEVE		MODERADO		SEVERO	
LEVE									
MODERADO									
SEVERO									
CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN							
Factores ambientales, como la lluvia, sol y viento Falta de mantenimiento Presencia de vegetación		Limpieza y aplicación de mortero de reparación (tarrajeo) Aplicación de impermeabilizante para proteger la superficie de la humedad							

ANEXO N°2

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

METODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C805 - NTP 339.181)



Proyecto: "Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Temperatura: 24 °C
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

FECHA: 29/10/2024

PRIMER NIVEL - MODULO 02

RESULTADO ESCLEROMETRIA		
ESTRUCTURA	COLUMNA	
ÁNGULO	0º	
PUNTOS	ÍNDICE DE REBOTE	ACEPTACIÓN
1	30	Válido
2	34	Válido
3	28	Válido
4	30	Válido
5	30	Válido
6	34	Válido
7	34	Válido
8	32	Válido
9	34	Válido
10	32	Válido
11	34	Válido
12	28	Válido
PROMEDIO	31.67	UBICACIÓN ENSAYO 3 M1- C1 CUARTO "B" Y PRIMERO "B"
MÁXIMO	34	
MÍNIMO	28	
RESISTENCIA		
psi	3299.82	
kg/cm2	232	

RESULTADO ESCLEROMETRIA		
ESTRUCTURA	VIGA	
ÁNGULO	0º	
PUNTOS	ÍNDICE DE REBOTE	ACEPTACIÓN
1	38	Válido
2	40	Válido
3	36	Válido
4	36	Válido
5	36	Válido
6	38	Válido
7	40	Válido
8	40	Válido
9	39	Válido
10	40	Válido
11	38	Válido
12	39	Válido
PROMEDIO	38.33	UBICACIÓN ENSAYO 04 M2 - V1 PASADISO
MÁXIMO	40	
MÍNIMO	36	
RESISTENCIA		
psi	4636.81	
kg/cm2	326	



ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

METODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C805 - NTP 339.181)



Proyecto: "Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Temperatura: 24 °C
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

FECHA: 29/10/2024

SEGUNDO NIVEL - MODULO 01

RESULTADO ESCLEROMETRIA		
ESTRUCTURA	VIGA	
ÁNGULO	0º	
PUNTOS	ÍNDICE DE REBOTE	ACEPTACIÓN
1	32	Válido
2	34	Válido
3	36	Válido
4	30	Válido
5	30	Válido
6	31	Válido
7	30	Válido
8	30	Válido
9	32	Válido
10	30	Válido
11	34	Válido
12	32	Válido
PROMEDIO	31.75	UBICACIÓN
MÁXIMO	36	ENSAYO 09
MÍNIMO	30	M2 - V2
RESISTENCIA		AULA
psi	3314.04	CUARTO GRADO
kg/cm2	233	"E"

RESULTADO ESCLEROMETRIA		
ESTRUCTURA	LOSA	
ÁNGULO	+ 90°	
PUNTOS	ÍNDICE DE REBOTE	ACEPTACIÓN
1	44	Válido
2	42	Válido
3	36	Válido
4	40	Válido
5	44	Válido
6	42	Válido
7	38	Válido
8	42	Válido
9	42	Válido
10	40	Válido
11	42	Válido
12	38	Válido
PROMEDIO	40.83	UBICACIÓN
MÁXIMO	44	ENSAYO 10 M3 - L2 AULA CUARTO GRADO "F"
MÍNIMO	36	
RESISTENCIA		
psi	4366.57	
kg/cm2	307	



ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

METODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C805 - NTP 339.181)



Proyecto: "Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Temperatura: 24 °C
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

FECHA: 29/10/2024

RESUMEN DE RESULTADOS

PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	C1: PRIMER NIVEL	196
2	C1: PRIMER NIVEL	188
3	C1: PRIMER NIVEL	232
4	C1: SEGUNDO NIVEL	238
5	C2: SEGUNDO NIVEL	268
6	C3: SEGUNDO NIVEL	250
7	V1: PRIMER NIVEL	326
8	V2: SEGUNDO NIVEL	233
9	L1: PRIMER NIVEL	235
10	L2: SEGUNDO NIVEL	307

ANEXO N°3

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo:	Calicata	Coordenadas UTM	
Profundidad final:	2.50 m	Este:	773459.24
Código calicata:	C-01	Norte:	9208683.35
Código de muestra:	C-01-E4	Cota:	2763.01
		FECHA:	10/10/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T265 / ASTM D-2216

Temperatura de secado en estufa: 110 °C (A.S.T.M. D 2216)

1	Tara N°	502	504	506	Promedio
2	Peso de la tara (g)	127	127	131	6.46%
3	Tara + Peso húmedo (g)	500	500	500	
4	Tara + Peso seco (g)	480	475.7	476.69	
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	20	24.3	23.31	
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	353	348.7	345.69	
7	C. de humedad (%) (5) / (6)	5.67%	6.97%	6.74%	

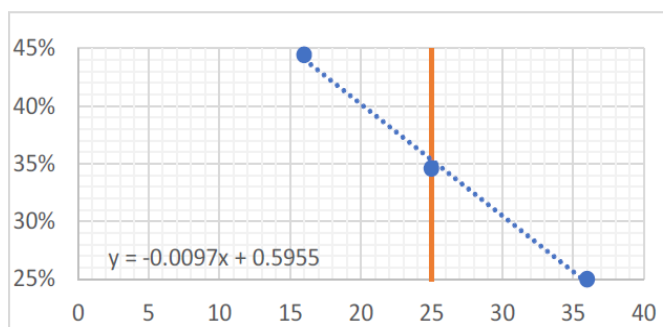
CONSISTENCIA DE LOS SUELOS (ASTM D 4318) - LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

Cantidad de muestra seca > N°40, aproximadamente 100g

		Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	4	5
1	Tara N°	A	B	C	D	E
2	Peso de la tara (g)	27	27	28	28	27
3	Tara + Peso húmedo (g)	40	41	43	43	40
4	Tara + Peso seco (g)	36	37	40	39.5	37
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	4	4	3	3.5	3
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	9	10	12	11.5	10
7	C.de humedad (%) (5) / (6)	44%	40%	25%	30.43%	30.00%
8	N° de golpes	16	25	36	-	
9	LL-LP	35%			30.2%	
10	IP	5%				

CLASIFICACIÓN S.U.C.S :

ML
LIMO GRAVOSO CON ARENA





ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo: Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final: 2.50 m	Este: 773459.24
Código calicata: C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra: C-01-E4	Cota: 2763.01
	FECHA: 10/10/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 339.128) (ASTM D422)

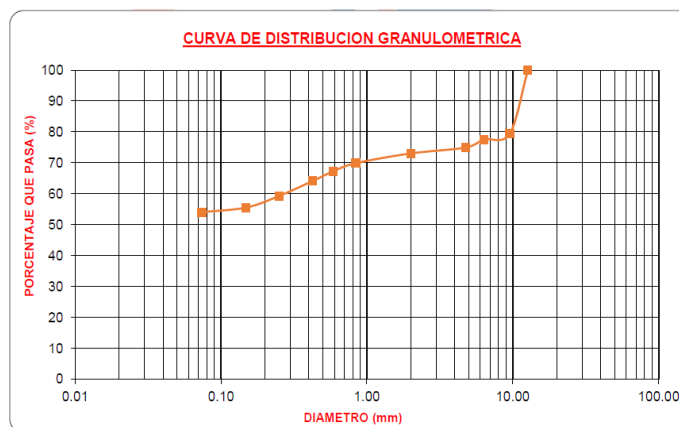
METODO POR LAVADO

	TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% AUMULADO	
					RETENIDO	QUE PASA
F . G R U E S A	1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/8"	9.53	215.00	20.53	20.53	79.47
	1/4"	6.35	20.00	1.91	22.45	77.55
	Nº4	4.76	27.00	2.58	25.02	74.98
F . F I N A	Nº10	2.00	20.00	1.91	26.93	73.07
	Nº20	0.84	33.00	3.15	30.09	69.91
	Nº30	0.59	27.00	2.58	32.66	67.34
	Nº40	0.43	33.00	3.15	35.82	64.18
	Nº60	0.25	51.00	4.87	40.69	59.31
	Nº100	0.15	39.00	3.72	44.41	55.59
	Nº200	0.07	16.00	1.53	45.94	54.06
CAZOLETA			566	54.06	100	0
TOTAL: 1047.00						

PORCENTAJE DE MATERIAL

GRAVA	25.02%
ARENA	20.92%
FINOS	54.06%
TOTAL	100.00%

D60 = 0.27mm





ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo:	Calicata	Coordenadas UTM	
Profundidad final:	2.50 m	Este:	773459.24
Código calicata:	C-01	Norte:	9208683.35
Código de muestra:	C-01-E4	Cota:	2763.01
		FECHA:	10/10/2024

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D 3080

MUESTRA	COD.	TIPO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL (cm ³)
	C-01	Inalterada	6.11	2	29.32	58.64

DENSIDAD			
Muestra	1	2	3
Wanillo (g)	43	43	43
W anillo + mh (g)	142.00	141.00	140.00
W mh (g)	99	98	97
D hum (g/cm ³)	1.68	1.498	1.65

DATOS DE EQUIPO		
VEL.CARGA (mm/min)	RELACIÓN PALANCA	CONST. DIAL
0.5	1	10
		0.01

EC.DE DEF.CARGA A FUERZA DE CORTE	Y=fuerza (kgf) X=Dial (mm)	$y = -1.1503x^2 + 57.861x - 0.3671 (*)$ (*) Según Calibración
--------------------------------------	-------------------------------	--

CARGAS	MUESTRAS		
	1	2	3
VERTICAL	15.30	43.92	64.10
ESF.NORMAL (KG/CM2)	0.522	1.498	2.186

CARGA VERTICAL			1.53			4.39			6.41		
T (Seg.)	DEZP. HZ mm	AREA CORREGIDA A cm ²	DEF. CARGA (N° Div.)	FUERZ A CORTE (kg)	ESF. CORTANTE kg/cm ²	DEF. CARGA (N° Div.)	FUERZ A CORTE (kg)	ESF. CORTANTE kg/cm ²	DEF. CARGA (N° Div.)	FUERZ CORTE (kg)	ESF. CORTANTE kg/cm ²
0	0.000	29.321	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.267	29.157	0.030	1.368	0.047	0.056	2.870	0.098	0.082	4.370	0.150
40	0.543	28.989	0.080	4.254	0.147	0.145	7.999	0.276	0.210	11.733	0.405
60	0.818	28.821	0.170	9.436	0.327	0.245	13.740	0.477	0.320	18.031	0.626
80	1.075	28.664	0.200	11.159	0.389	0.303	17.031	0.594	0.405	22.878	0.798
100	1.341	28.501	0.215	12.020	0.422	0.325	18.316	0.643	0.435	24.585	0.863
120	1.604	28.341	0.223	12.479	0.440	0.341	19.201	0.678	0.458	25.892	0.914
140	1.863	28.182	0.231	12.937	0.459	0.354	19.943	0.708	0.476	26.914	0.955
160	2.156	28.004	0.235	13.167	0.470	0.359	20.257	0.723	0.483	27.311	0.975
180	2.408	27.850	0.239	13.396	0.481	0.367	20.684	0.743	0.494	27.936	1.003
200	2.671	27.689	0.240	13.453	0.486	0.371	20.912	0.755	0.501	28.333	1.023
220	2.930	27.531	0.248	13.912	0.505	0.379	21.368	0.776	0.509	28.786	1.046
240	3.193	27.371	0.249	13.969	0.510	0.380	21.425	0.783	0.510	28.843	1.054
260	3.472	27.200	0.245	13.740	0.505	0.383	21.596	0.794	0.520	29.410	1.081
280	3.748	27.032	0.246	13.797	0.510	0.387	21.824	0.807	0.527	29.806	1.102
300	4.038	26.855	0.247	13.854	0.516	0.389	21.938	0.898	0.530	29.976	1.109



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

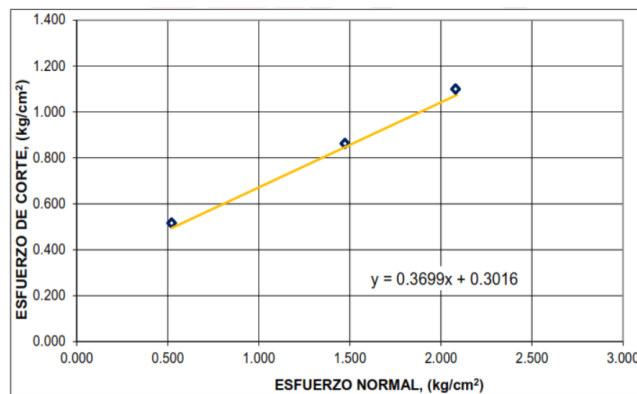
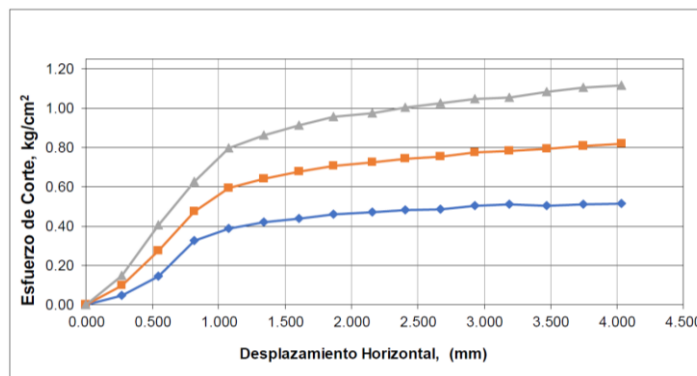
Técnica de muestreo: Calicata
Profundidad final: 2.50 m
Código calicata: C-01
Código de muestra: C-01-E4

Coordenadas UTM

Este: 773459.24
Norte: 9208683.35
Cota: 2763.01

FECHA: 10/10/2024

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D 3080



MUESTRA	σ	($\tau_{\text{máx}}$)
1	0.522	0.516
2	1.498	0.898
3	2.186	1.109

	Normal
Cohesión (Kg/cm2)	0.302
Ang.De Fricción	20.30



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo:	Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final:	2.50 m	Este: 773459.24
Código calicata:	C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra:	C-01-E4	Cota: 2763.01
		FECHA: 10/10/2024

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DATOS EXTRAIDOS DE LA MUESTRA

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	Ø	ML
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	Ø	20.300
COHESIÓN	c'	0.302
PESO UNITARIO	γ	1.671
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (cm)	Df	150.000
ANCHO DE ZAPATA (cm)	B	150.000

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c	11.832
N' _q	3.870
N' _γ	1.112

Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q_u)

Cimentaciones superficiales: Capacidad de Carga a última- Braja M Das

$$q_u = c' * N'_c + \gamma * Df * N'_q + 0.5 * \gamma * B * N'_\gamma$$

(Cimentación Continua o Corrida)

$$q_u = 4.68 \text{ kg/cm}^2$$

CAPACIDAD DE CARGA PERMISIBLE (q_{perm})

q_u/3 (Factor de seguridad)

$$q_{perm} = 1.56 \text{ kg/cm}^2$$

CALCULO DE CAPACIDADES PORTANTES A DIFERENTES PROFUNDIDAD (Df) DE CIMENTACIÓN

Tipo de cimentación	Profundidad (Df - cm)	Ancho (B - cm)	(q _u kg/cm ²)	(q _{perm} kg/cm ²)
CORRIDA O CONTINUA	80.00	60.00	4.142	1.381
	100.00	80.00	4.290	1.430
	120.00	80.00	4.419	1.473
	150.00	100.00	4.632	1.544

OBSERVACIÓN

(*) Se asumió valores de Df y B. Si los valores de profundidad y ancho de cimentación se modifican, entonces el valor de capacidad de carga permisible q_{perm} también cambia.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

PERFIL ESTRATIGRÁFICO (MUESTRA DE EXCAVACIÓN GEOTÉCNICA)

CLASIFICACIÓN		PROFUNDIDAD	MUESTRA	W%	LÍMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCION
SUCS	SÍMBOLO GRÁFICO				LL	LP	IP	
S/C		0.5	RELLENO	-	-	-	-	Presencia de material de relleno, restos de construcción y residuos sólidos. Presencia de raíces y reciduos de vegetación.
SM		1.0	C-01 - E1	14.35%	35.13	31.67	3.46	Material del tipo arena limosa, con presencia de material gravoso en un 12.35% respecto al total de muestra. La presencia de arena es de un 50.88% y finos
S/C		1.5	C-01 - E2	-	-	-	-	Material limoso arenoso de color más claro que el resto de estratos, no existen presencia de gravas ni suelos arcillosos.
SM		2.0	C-01 - E3	14.35%	39.63	37.05	2.58	Material del tipo arena limosa, con mayor presencia de arena en un 51.61% y finos en un 46.53% respecto al total de la muestra, el material de grano grueso solo está compuesto por el 1.86% lo que muestra la <u>preponderancia de suelo</u>
ML		2.5	C-01 - E4	6.46%	35.30%	29.66%	5.64%	Material Limo gravoso con arena
		3.0						
		3.5						
		4.0						

Material del tipo Limo gravoso con arena, con mayor presencia de finos en un 54.05%. El material gravoso que compone a la muestra es un 25.02%, la grava tiene un tamaño máximo aproximado de 1" con canto rodado. La presencia de arena es en un 20.92% respecto a la muestra ensayada.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo:	Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final:	1.00 m	Este: 773459.24
Código calicata:	C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra:	C-01-E1	Cota: 2763.01
		FECHA: 10/10/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T265 / ASTM D-2216

Temperatura de secado en estufa: 110 °C (A.S.T.M. D 2216)

1	Tara N°	400	404	423	Promedio
2	Peso de la tara (g)	71	72	73	15.35%
3	Tara + Peso húmedo (g)	500	500	500	
4	Tara + Peso seco (g)	448	445.78	445	
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	51.9	54.22	55	
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	377.1	373.78	372	
7	C. de humedad (%) (5) / (6)	13.76%	14.51%	17.78%	

CONSISTENCIA DE LOS SUELOS (ASTM D 4318) - LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

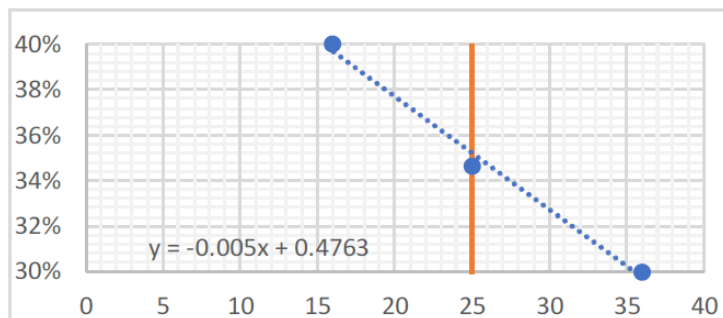
Cantidad de muestra seca > N°40, aproximadamente 100g

		Límite Líquido			Limite Plastico	
		1	2	3	4	5
1	Tara N°	A	B	C	D	E
2	Peso de la tara (g)	28	27	29	28	29
3	Tara + Peso húmedo (g)	42	41	42	40	43
4	Tara + Peso seco (g)	38	37	39	37.1	39.6
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	4	4	3	2.94	3.42
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	10	10	10	9.06	10.58
7	C.de humedad (%) (5) / (6)	40%	40.00%	30.00%	32.45%	32.33%
8	N° de golpes	16	25	36	-	
9	LL-LP	35%			32.39%	
10	IP	2.61%				

CLASIFICACIÓN S.U.C.S :

SM

ARENA LIMOSA





ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo: Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final: 1.00m	Este: 773459.24
Código calicata: C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra: C-01-E1	Cota: 2763.01
	FECHA: 10/10/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 339.128) (ASTM D422)

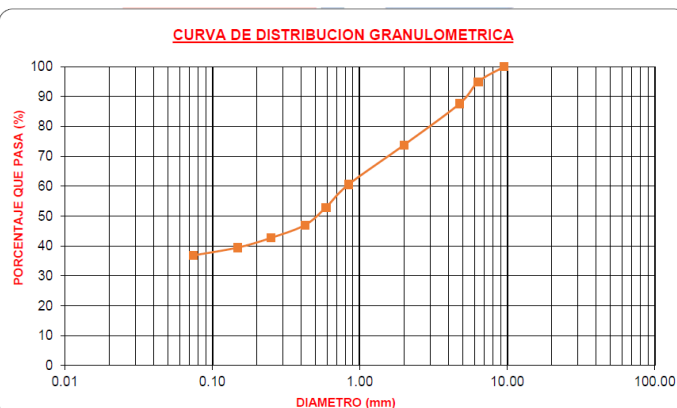
METODO POR LAVADO

	TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% AUMULADO	
					RETENIDO	QUE PASA
F · G R U E S A	3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
	1/4"	6.35	55.00	5.07	5.07	94.93
	Nº4	4.76	79.00	7.28	12.35	87.65
F · F I N A	Nº10	2.00	150.00	13.82	26.18	73.82
	Nº20	0.84	144.00	13.27	39.45	60.55
	Nº30	0.59	83.00	7.65	47.10	52.90
	Nº40	0.43	64.00	5.90	53.00	47.00
	Nº60	0.25	47.00	4.33	57.33	42.67
	Nº100	0.15	35.00	3.23	60.55	39.45
	Nº200	0.07	29.00	2.67	63.23	36.77
	CAZOLETA		399.00	36.77	100.00	0.00
TOTAL: 1085.00						

PORCENTAJE DE MATERIAL

GRAVA	12.35%
ARENA	50.88%
FINOS	36.77%
TOTAL	100.00%

D₆₀ = 0.82 mm





ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo:	Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final:	2.35 m	Este: 773459.24
Código calicata:	C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra:	C-01-E3	Cota: 2763.01
		FECHA: 10/10/2024

CONTENIDO DE HUEVEDAD A.A.S.H.T.O. T265 / ASTM D-2216

Temperatura de secado en estufa: 110 °C (A.S.T.M. D 2216)

1	Tara N°	405	410	414	Promedio
2	Peso de la tara (g)	71	69	73	12.98%
3	Tara + Peso húmedo (g)	500	500	500	
4	Tara + Peso seco (g)	450.25	450.8	451.1	
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	49.75	49.2	48.9	
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	379.25	381.8	378.1	
7	C. de humedad (%) (5) / (6)	13.12%	12.89%	12.93%	

CONSISTENCIA DE LOS SUELOS (ASTM D 4318) - LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

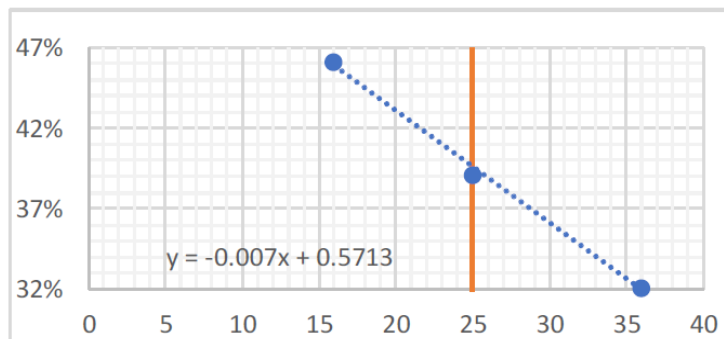
Cantidad de muestra seca > N°40, aproximadamente 100g

		Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	4	5
1	Tara N°	A	B	C	D	E
2	Peso de la tara (g)	27	27	28	28	27
3	Tara + Peso húmedo (g)	46	43	42	42	40
4	Tara + Peso seco (g)	40	39	38.6	38.2	36.5
5	Peso del agua (g) (3) - (4)	6	4	3.4	3.8	3.5
6	Peso suelo seco (gr) (4) - (2)	13	12	10.6	10.2	9.5
7	C.de humedad (%) (5) / (6)	46.15%	33.33%	32.08%	37.25%	36.84%
8	N° de golpes	16	25	36	-	
9	LL-LP	39%			37.05%	
10	IP	1.95%				

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:

SM

ARENA LIMOSA





ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Proyecto: Análisis patológico en la edificación de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara - Cajamarca"
Tesista: Rolando Javier Bustamante Terán
Ubicación: Av. 13 de Julio 427
Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

Técnica de muestreo: Calicata	Coordenadas UTM
Profundidad final: 2.35m	Este: 773459.24
Código calicata: C-01	Norte: 9208683.35
Código de muestra: C-01-E3	Cota: 2763.01
	FECHA: 10/10/2024

ANÁLISIS GRANULOETRICO (NTP 339.128) (ASTM D422)

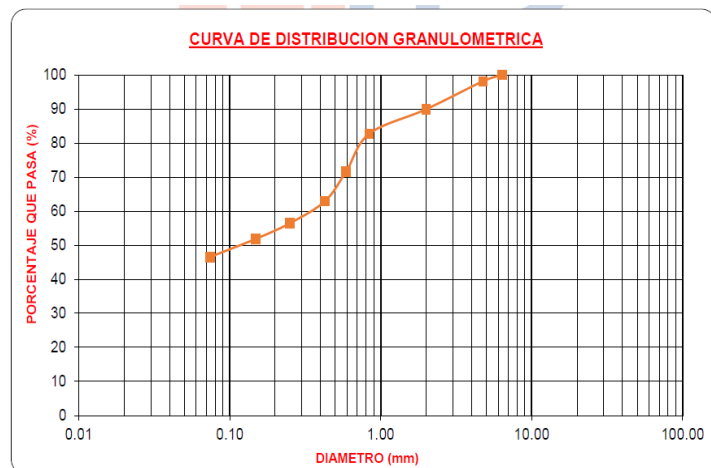
METODO POR LAVADO

	TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% AUMULADO	
					RETENIDO	QUE PASA
F · G	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
	Nº4	4.76	22.00	1.86	1.86	98.14
F · F I N A	Nº10	2.00	97.00	8.22	10.08	89.92
	Nº20	0.84	85.00	7.20	17.29	82.71
	Nº30	0.59	131.00	11.10	28.39	71.61
	Nº40	0.43	103.00	8.73	37.12	62.88
	Nº60	0.25	76.00	6.44	43.56	56.44
	Nº100	0.15	54.00	4.58	48.14	51.86
	Nº200	0.07	63.00	5.34	53.47	46.53
	CAZOLETA		549.00	46.53	100.00	0.00
TOTAL: 1180						

PORCENTAJE DE MATERIAL

GRAVA	1.86%
ARENA	51.61%
FINOS	46.53%
TOTAL	100.00%

D60 = 0.35 mm



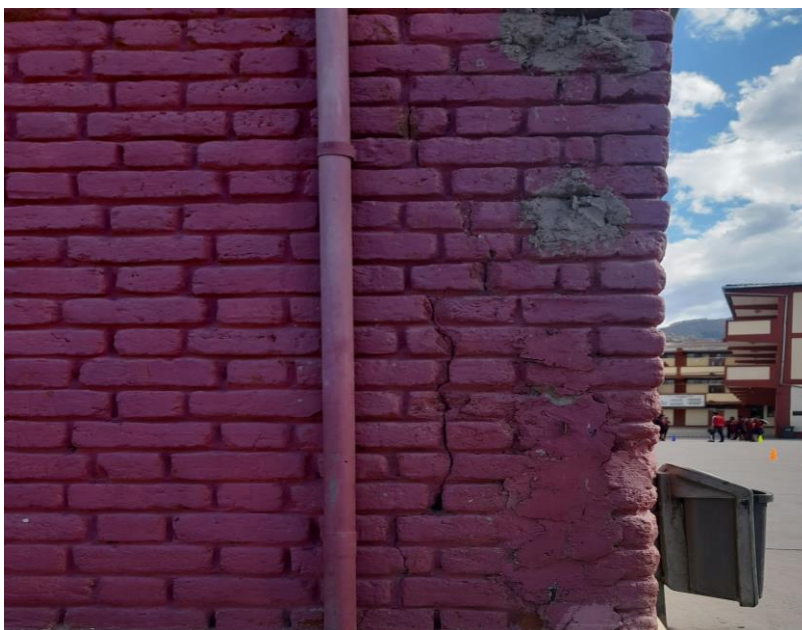
ANEXO N°4

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 13. Vista lateral del *Edificio antiguo de la Institución Educativa Rafael Loayza Guevara-Cajamarca.*



Figura 14. Inspección del muro del edificio de la Institución Educativa R.I.G.



Descripción: Lesión producida por asentamientos diferenciales y sobre carga de niveles superiores.

Figura 15.*Inspección de fisuras en el muro de la Institución Educativa R.L.G.*



Descripción: Se evidencia lesión por asentamiento diferencial y sobre carga de niveles superiores.

Figura 16.*Patologías por erosión física en el techo de la Institución Educativa*



Descripción: Se muestra desprendimiento de la pintura por la presencia de humedad y Erosión física en el techo de la Institución.

Figura 17.*Inspección de Patologías en la vereda de acceso a la Institución R.L.G.*



Descripción: Presencia de vegetación, provocando lesiones como fisuras y grietas.

Figura 18.*Inspección de patologías presentes a cargo del Ing. Marcos Mendoza L.*



Descripción: Se observa el desprendimiento de acabados en el muro y la columna.

Figura 19. *Erosión física y descascaramiento de pintura en el muro de la I.E.R.L.G.*



Descripción: Se observa el deterioro del ladrillo, juntas irregulares y el descascaramiento de la pintura en el muro.

Figura 20. *Erosión física y descascaramiento de pintura en el muro de la I.E.R.L.G.*



Descripción: Lesiones provocadas por agentes climáticos como la lluvia, sol, y viento.

Figura 21. *Erosión física en la viga del primer nivel de la I.E.R.L.G.*



Descripción: Descascaramiento de la pintura provocado por la falta de mantenimiento preventivo.

Figura 22. *Presencia de fisura vertical en el zócalo de la I.E.R.L.G.*



Descripción: Se evidencia una fisura vertical en el zócalo causado por fallas en la etapa de construcción y antigüedad del edificio.

Figura 23. *Desprendimiento de acabados en el sόcalo de la I.E.R.L.G.*



Descripción: Lesión provocada por agentes atmosféricos (la lluvia, sol y viento) y presencia de vegetación.

Figura 24. *Descascaramiento de acabados en la cara exterior de la columna.*



Descripción: Descascaramiento de la pintura causado por factores ambientales como la lluvia, sol y viento.

Figura 25.*Ensayo de esclerometría – Columna exterior e interior del primer nivel*



Figura 26.*Ensayo de esclerometría – Viga del primer nivel*



Figura 27. Vista de la calicata C1 realizada en campo



Figura 28. Muestra del perfil estratigráfico por estratos de la calicata C1

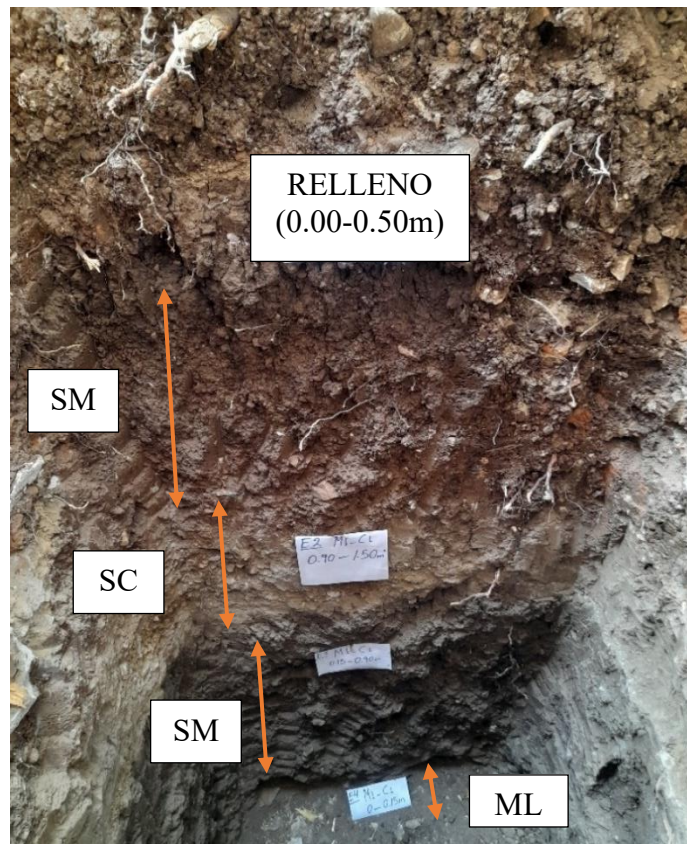


Figura 29. *Ensayos de laboratorio: Análisis Granulométrico y Contenido de Humedad*

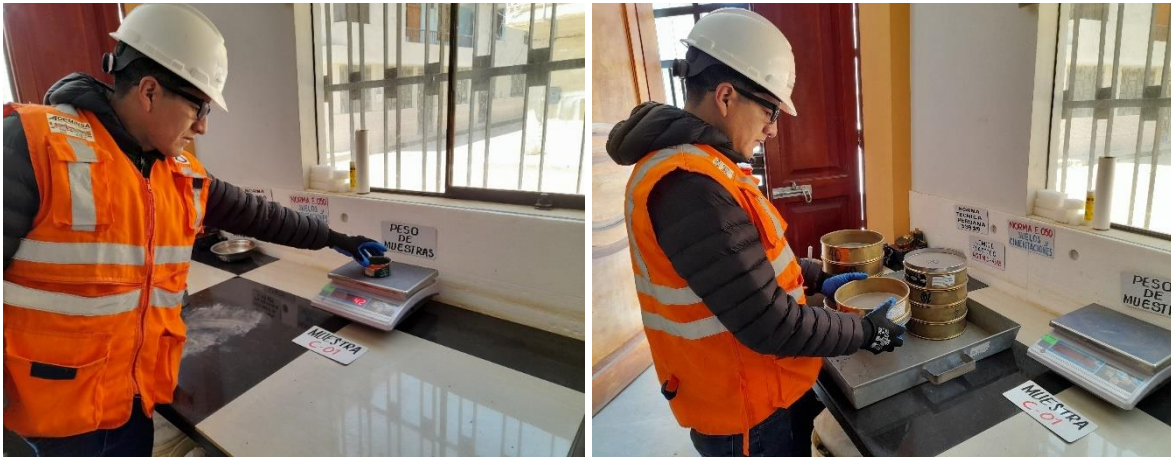
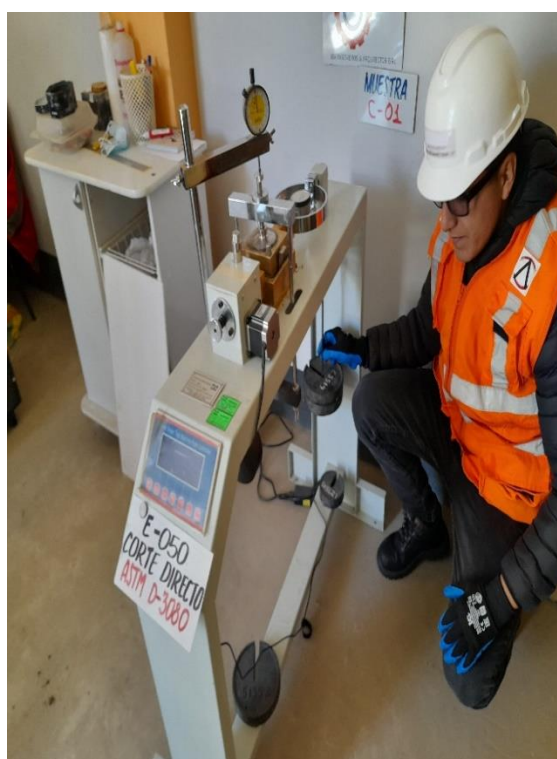


Figura 30. *Ensayos de laboratorio: Límites de Consistencia*



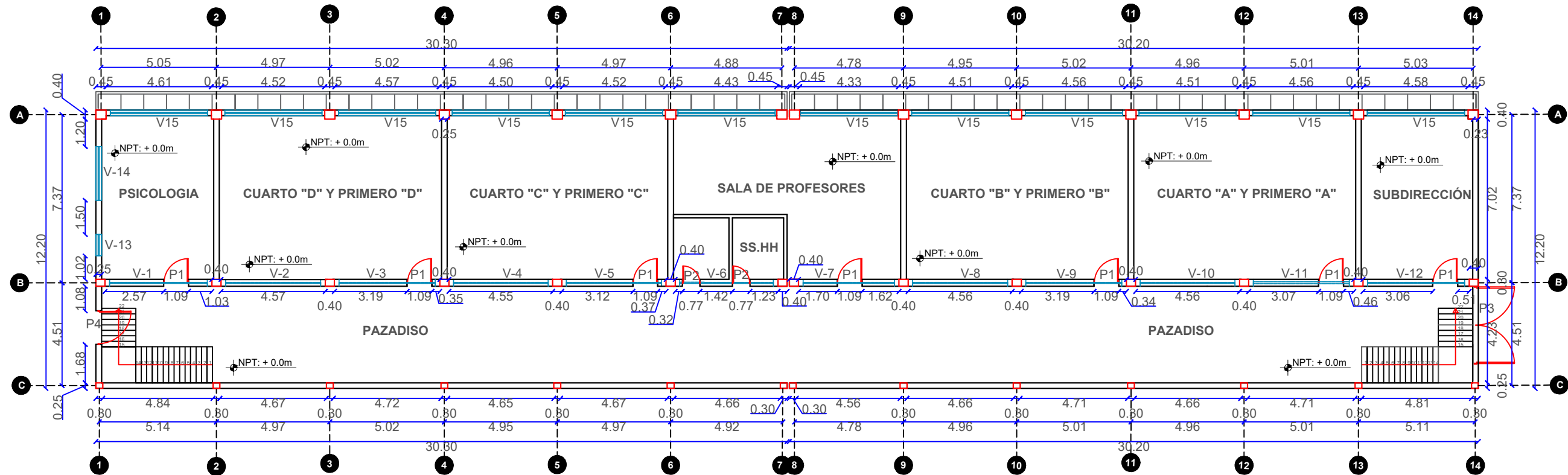
Figura 31. *Ensayos de laboratorio: Ensayo de Corte Directo*



ANEXO N°5

PLANOS

PLANO EN PLANTA: PRIMER NIVEL



CUADRO DE VANOS VENTANAS ALTAS

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V-1	4.29	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-2	4.17	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-3	4.22	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-4	4.15	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-5	4.17	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-6	4.11	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-7	4.01	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-8	4.16	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-9	4.21	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-10	4.16	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-11	4.16	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-12	4.26	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO

CUADRO DE VANOS PUERTAS

	ANCHO	ALTO	TIPO
P1	1.09	2.20	PUERTA DE MADERA
P2	0.80	2.20	PUERTA DE MADERA
P3	3.41	2.30	PUERTA METAL (DOBLE HOJA)
P4	1.42	2.30	PUERTA METAL

CUADRO DE VANOS VENTANAS

	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	TIPO
V-13	0.93	2.30	0.93	MADERA Y VIDRIO
V-14	2.35	2.30	0.95	MADERA Y VIDRIO
V-15	4.26	1.94	1.50	MADERA Y VIDRIO

CUADRO DE DATOS

ÁREA TECHADA	739.32 m2
JUNTA SÍSMICA	5 cm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
ESC: 1/200

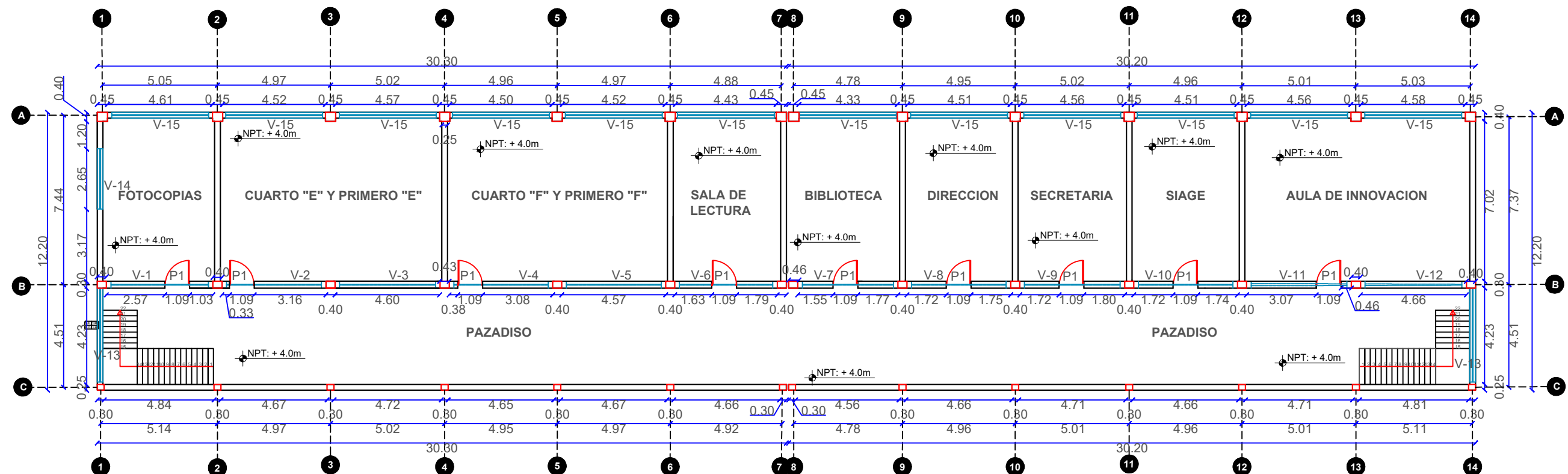
TESISTA: BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER
FECHA: MAYO 2025

PLANO: PLANO EN PLANTA NIVEL 01
PLANO N°:

TESIS: ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL
LOAYZA GUEVARA-CAJAMARCA

A-01

PLANO EN PLANTA: SEGUNDO NIVEL



CUADRO DE VANOS VENTANAS ALTAS

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V-1	4.29	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-2	4.17	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-3	4.22	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-4	4.15	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-5	4.17	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-6	4.11	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-7	4.01	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-8	4.16	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-9	4.21	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-10	1.44	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-11	4.21	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO
V-12	4.26	0.50	2.80	MADERA Y VIDRIO

CUADRO DE VANOS VENTANAS

	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	TIPO
V-13	4.13	1.50	0.85	MADERA Y VIDRIO
V-14	2.65	2.30	0.95	MADERA Y VIDRIO
V-15	4.26	1.94	1.50	MADERA Y VIDRIO

CUADRO DE VANOS PUERTAS

	ANCHO	ALTO	TIPO
P1	1.09	2.20	PUERTA DE MADERA

CUADRO DE DATOS

ÁREA TECHADA	739.32 m2
JUNTA SÍSMICA	5 cm

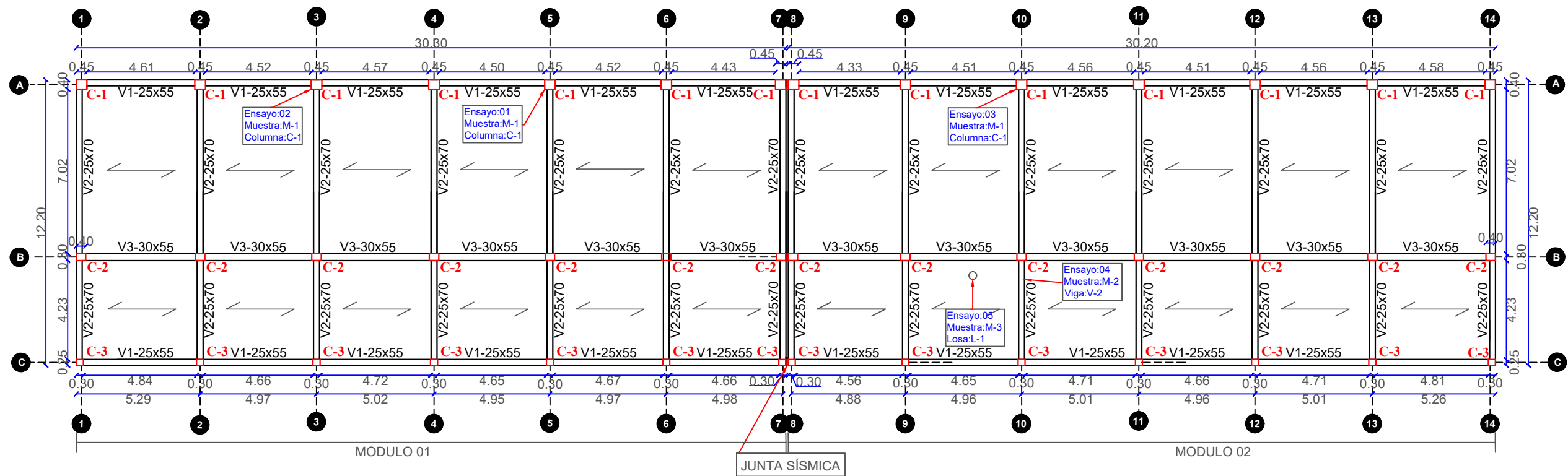


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	ESC:	1/200
TESISTA:	BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER	FECHA:	MAYO 2025
PLANO:	PLANO EN PLANTA NIVEL 02	PLANO N°:	
TESIS:	ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMRCA		

A-02

PLANO EN PLANTA: PRIMER NIVEL



ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
VIGA-V1	25X 55 cm
VIGA-V2	25x70 cm
VIGA-V3	30x55 cm
COLUMNA-C1	40x45 cm
COLUMNA-C2	30x40 cm
COLUMNA -C3	25x30 cm

DATOS TÉCNICOS	
ÁREA TECHADA	739.32 m2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO
JUNTA SÍSMICA	5 cm

El módulo 01 y el módulo 02 están separados por la junta Sísmica, la cual tiene un espesor de 5 cm.

Se muestra la ubicación de los elementos estructurales en los cuales se realizó el ensayo de esclerometría.

LEYENDA	
EJE HORIZONTAL	A
EJE VERTICAL	1
SENTIDO DE LOSA	→

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
(NTP E-060)

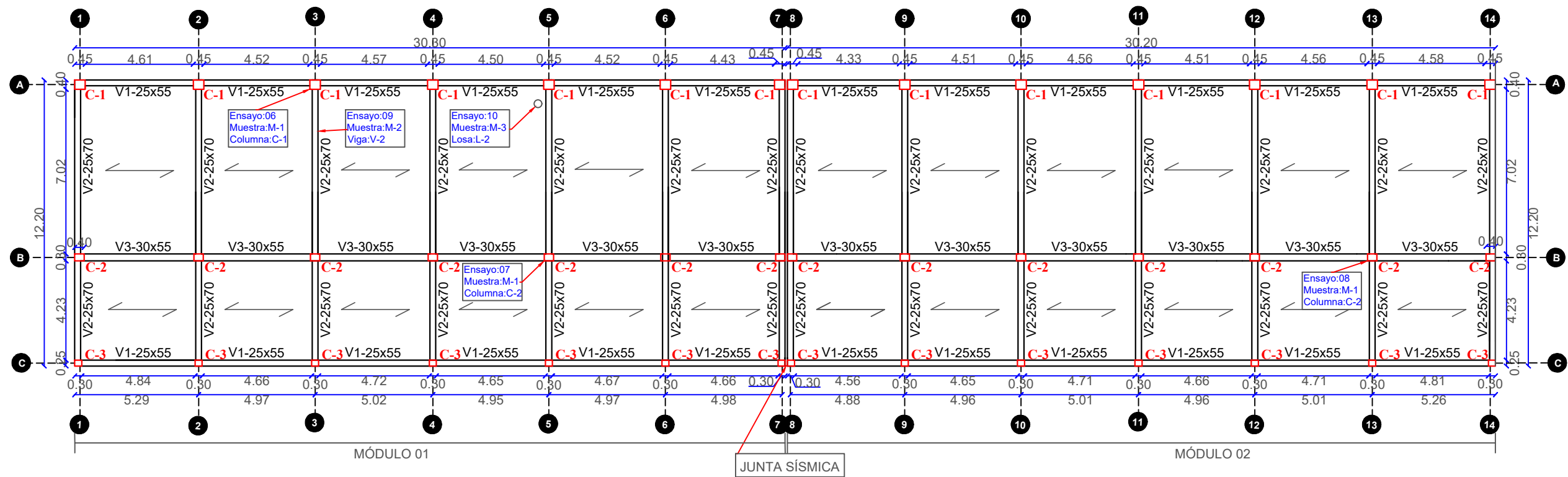
f_c :210 kg/cm²
 f_y :4200 kg/cm²
 $r.c$:4cm (columnas y vigas)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESPECIALIDAD:	ERSTRUCTURAS	ESC:	1/200
TESISTA:	BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER	FECHA:	MAYO 2025
PLANO:	PLANO EN PLANTA NIVEL 01	PLANO N°:	E-01
TESIS:	ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMRCA		

PLANO EN PLANTA: SEGUNDO NIVEL



ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
VIGA-V1	25X 55 cm
VIGA-V2	25x70 cm
VIGA-V3	30x55 cm
COLUMNA-C1	40x45 cm
COLUMNA-C2	30x40 cm
COLUMNA -C3	25x30 cm

DATOS TÉCNICOS	
ÁREA TECHADA	739.32 m2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO
JUNTA SÍSMICA	5 cm

El módulo 01 y el módulo 02 están separados por la junta Sísmica, la cual tiene un espesor de 5 cm.

Se muestra la ubicación de los elementos estructurales en los cuales se realizó el ensayo de esclerometría.

LEYENDA	
EJE HORIZONTAL	A
EJE VERTICAL	1
SENTIDO DE LOSA	↔

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
(NTP E-060)

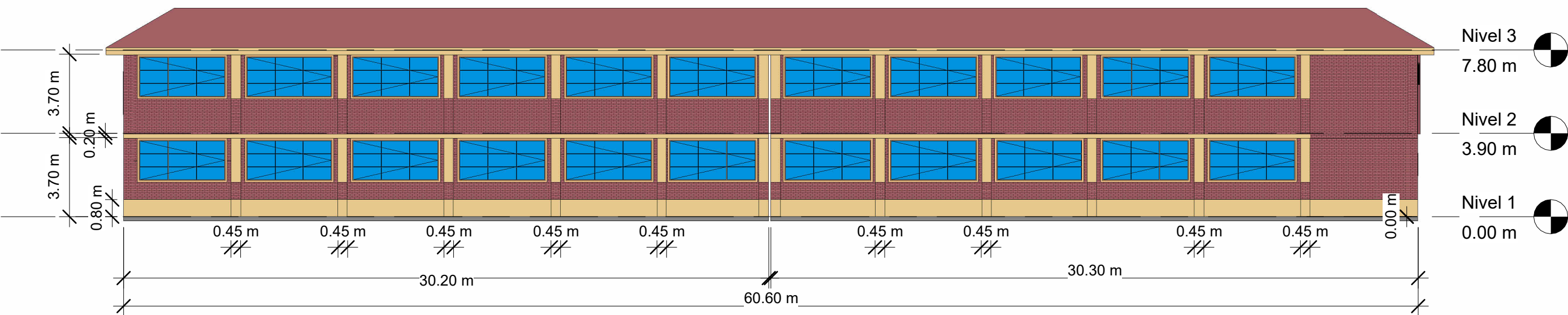
f_c :210 kg/cm²
 f_y :4200 kg/cm²
 $r.c$:4cm (columnas y vigas)



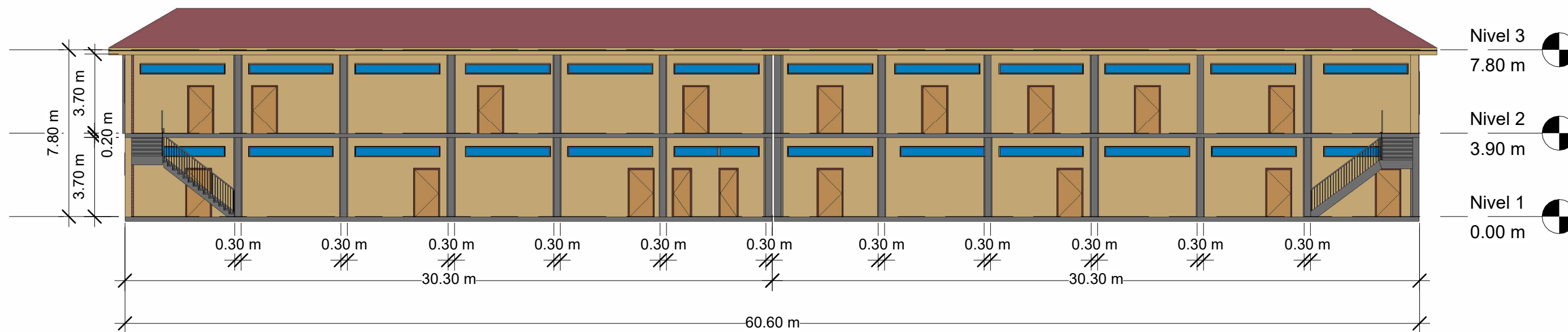
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
ESPECIALIDAD:	ERSTRUCTURAS	ESC: 1/200
TESISTA:	BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER	FECHA: MAYO 2025
PLANO:	PLANO EN PLANTA NIVEL 02	PLANO N°:
TESIS:	ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMRCA	

E-02

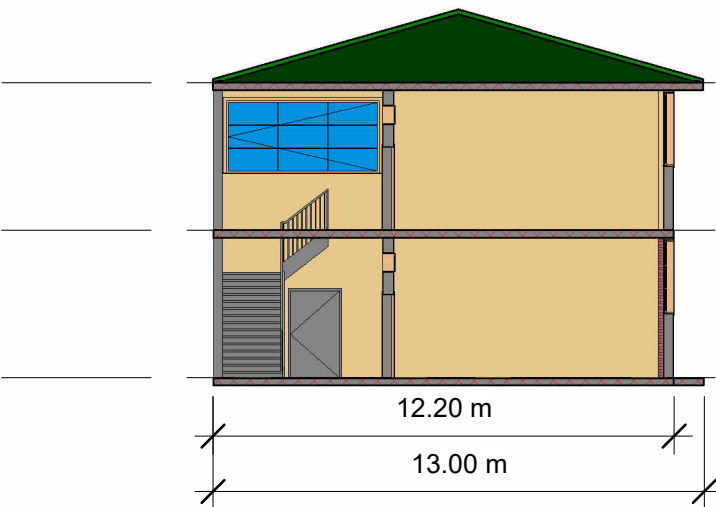
FACHADA POSTERIOR



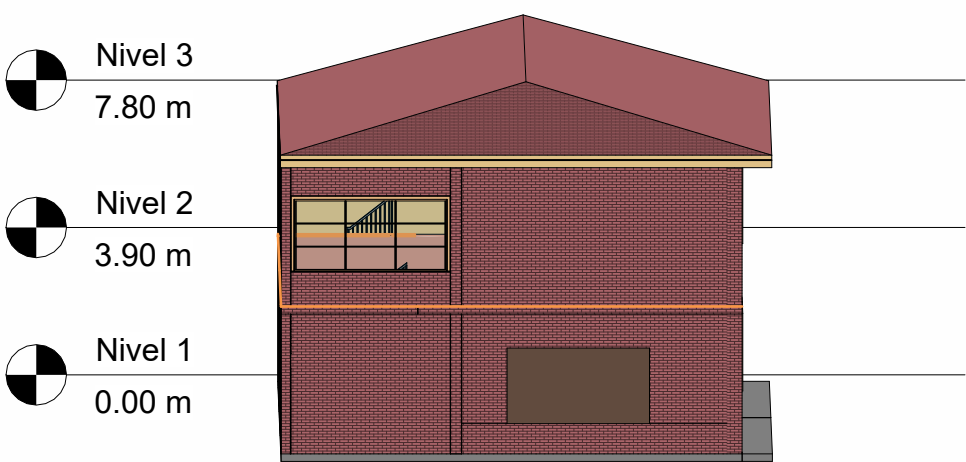
FACHADA FRONTAL



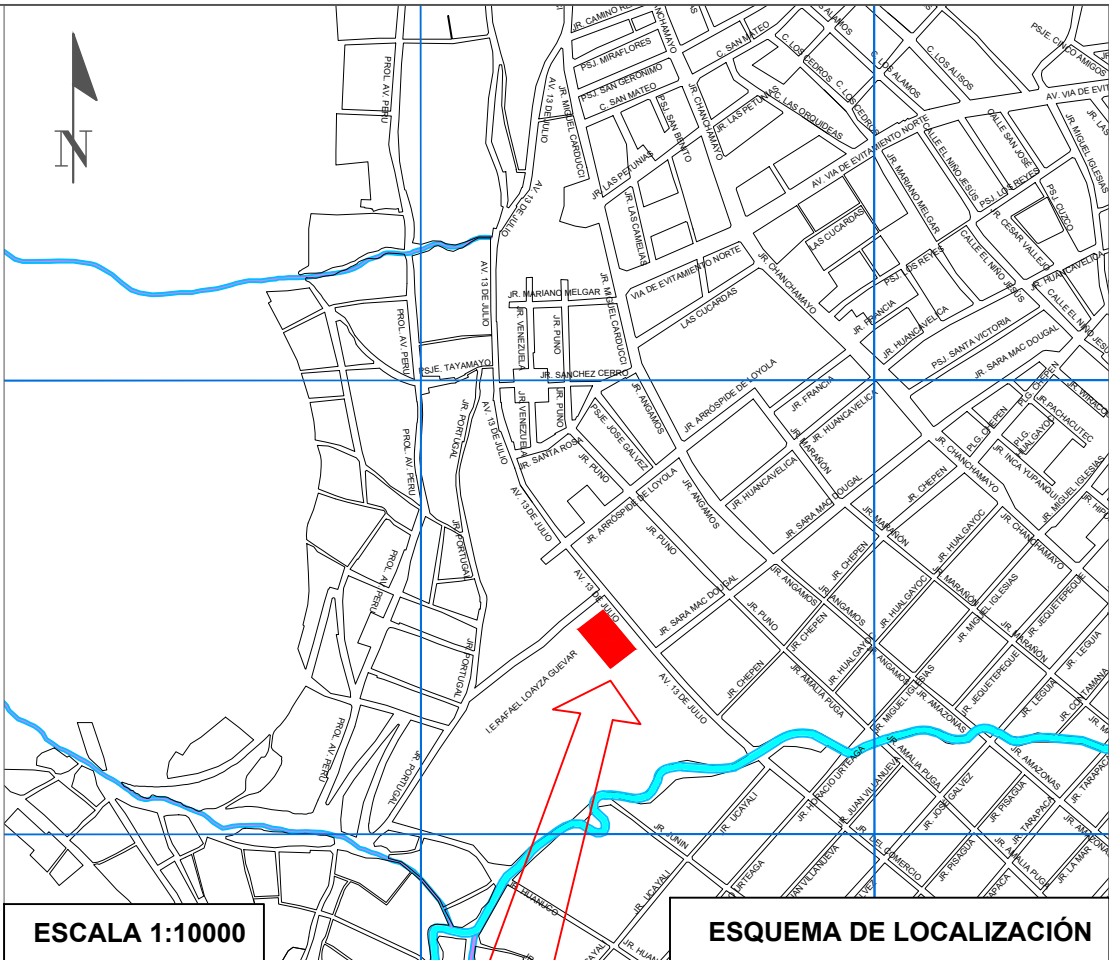
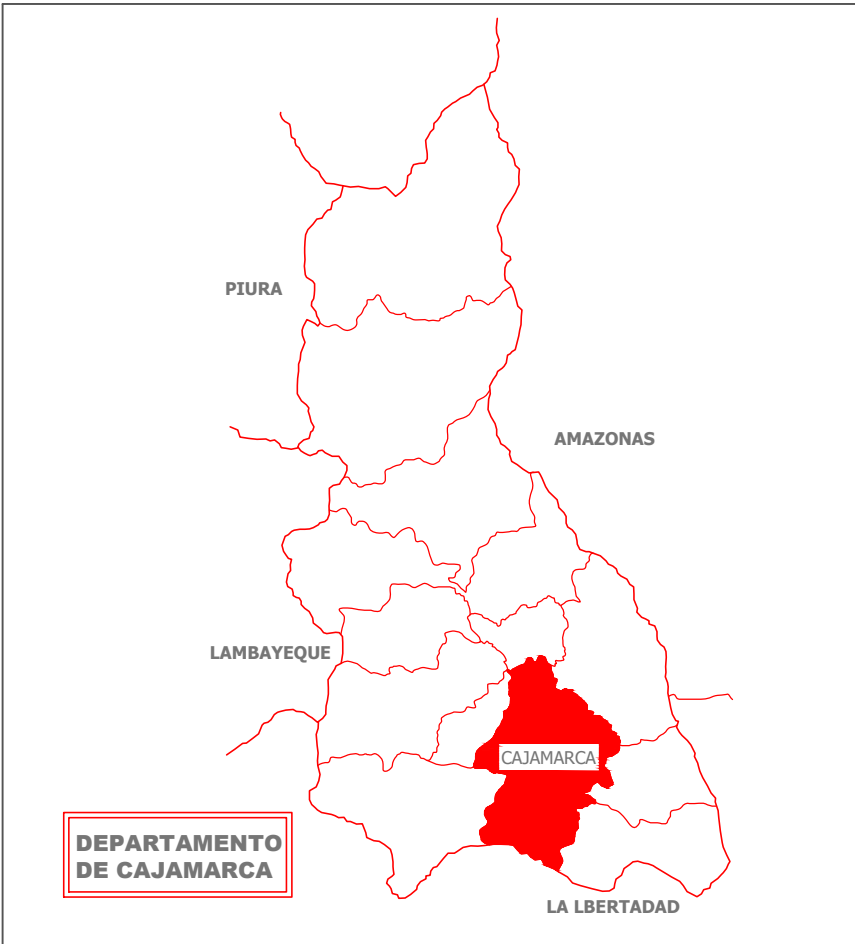
CORTE 2-2



FACHADA LATERAL IZQUIERDA



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	ESC: 1/200
	TESISTA: BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER	FECHA: MAYO 2025
	PLANO: FACHADAS	PLANO N°:
	TESIS: ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMRCA	
A-03		



CUADRO DE DATOS	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
PROVINCIA	CAJAMARCA
DISTRITO	CAJAMARCA
SECTOR	CHONTA PACCHA
NOMBRE DE LA VIA	13 DE JULIO
LUGAR	I.E RAFAEL LOAYZA G.
ZONA	3
PROPIETARIO	ESTADO PERUANO

ÁREA TECHADA	
NIVEL 01	739.32 m2
NIVEL 02	739.32 m2

I.E.RAFAEL LOAYZA GUEVARA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
ESPECIALIDAD: ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN	ESC: INDICADA
TESISTA: BACH.BUSTAMANTE TERÁN ROLANDO JAVIER	FECHA: MAYO 2025
PLANO: UBICACIÓN	PLANO N°:
TESIS: ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA EDIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL LOAYZA GUEVARA-CAJAMRCA	U-01