

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



TESIS

**EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO
CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO – BAÑOS DEL INCA, 2023**
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM

ASESOR:

Ing. MENDOZA LINARES MARCOS

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO – BAÑOS DEL INCA, 2023 PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **William Quiliche Gutierrez** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **Ing. Marcos Mendoza Linares** con el software antiplagio Turnitin que identifica **20% (veinte por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:300860795**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 03 de enero del 2024

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTO

A mis padres Marcos y Catalina,

por estar siempre presentes
durante mi vida, por brindarme su apoyo incondicional en
todo momento.

A mi hermano Erick Omar,

por ayudarme en cada momento para la
consecución de mi carrera profesional.

A mi asesor de tesis Ing. Marcos

Mendoza,

por brindarme las pautas y la guía para realizar mi proyecto de investigación.

A mis amigos,

por cada anécdota, por las experiencias vividas durante el transcurso de la vida
universitaria, el apoyo y los ánimos en cada logro.

A mi novia Greycy,

por acompañarme en el proceso, por contar
con tu apoyo en todo momento
desde que nos conocimos,
muchas gracias.

DEDICATORIA

A DIOS,

por haberme dado la vida, la salud y ha
cuidado siempre de mis seres
queridos, por su presencia
constante en cada paso que
he dado, fortaleciendo mi
corazón, iluminado mi mente
y bendiciéndome para llegar
a donde estoy ahora.

A MIS PADRES,

por confiar y creer en mí, por brindarme
su amor incondicional, sus
consejos y aliento para seguir
adelante en el camino de
superación personal y
profesional.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Hipótesis	2
1.4. Justificación de la investigación	2
1.5. Alcances o delimitación de la investigación	3
1.5.1. Alcances	3
1.5.2. Delimitación	3
1.6. Limitaciones	4
1.7. Objetivos	5
1.7.1. Objetivo general.....	5
1.7.2. Objetivos específicos.....	5
1.8. Descripción de los contenidos de los capítulos.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.3. Antecedentes locales	10
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Estructura	11

2.2.2.	Sistemas estructurales	12
2.2.3.	Zonificación:.....	12
2.2.4.	Regularidad estructural.....	14
2.2.5.	Definición de Patología	15
2.2.6.	Patología Estructural	15
2.2.7.	Patologías en edificaciones	15
2.2.8.	Orígenes de las patologías.....	16
2.2.9.	Clasificación de los errores patológicos.....	16
2.2.10.	Tipología y causas de las lesiones	21
2.2.10.1.	Lesiones físicas	21
2.2.10.2.	Lesiones mecánicas.....	27
2.2.10.3.	Lesiones químicas	33
2.2.11.	Calificación de la gravedad de una lesión.....	36
2.2.12.	Evaluación de patologías en estructuras de concreto	38
2.2.13.	Métodos de evaluación patológica.....	39
2.2.14.	Importancia de hacer una evaluación patológica	41
2.2.15.	Reparación y Reforzamiento	41
2.3.	Definición de términos básicos	42
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		44
3.1.	Ubicación geográfica.....	44
3.2.	Época de la investigación	45
3.3.	Tipo de investigación	45
3.4.	Nivel de investigación	45
3.5.	Diseño de investigación	45
3.6.	Población de estudio.....	45
3.7.	Muestra	45
3.8.	Unidad de análisis.....	46

3.9.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
3.10.	Procedimiento	47
3.10.1.	Tomas de puntos de georreferenciación	47
3.10.2.	Información del edificio	47
3.10.3.	Fichas de evaluación patológica	47
3.10.4.	Ensayo de esclerometría	48
3.11.	Recolección y análisis de datos	51
3.11.1.	Tomas de puntos de georreferenciación	51
3.11.2.	Información del edificio	51
3.11.3.	Fichas de evaluación patológica	53
3.11.4.	Ensayo de esclerometría	69
3.11.5.	Evaluación actual del pabellón	70
3.12.	Presentación de los resultados	72
3.12.1.	Resultados de la inspección y observación.	72
3.12.2.	Resultados del ensayo de esclerometría	77
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		80
4.1.	Análisis de datos	80
4.1.1.	De las fichas de evaluación patológica	80
4.1.2.	De las causas de las patologías.	80
4.1.3.	Del ensayo de esclerometría	81
4.2.	Discusión de resultados	82
4.2.1.	Recomendaciones de reforzamiento	82
4.2.2.	Contrastación de la hipótesis	83
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		84
5.1.	Conclusiones	84
5.2.	Recomendaciones	85
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Zonas sísmicas del Perú.	13
Figura N° 2. Regularidad estructural en edificios.....	14
Figura N° 3: Patologías presentes por humedad.....	22
Figura N° 4. Fisuras transversales en vigas.	25
Figura N° 5. Fisuras longitudinales siguiendo la dirección de las viguetas... 26	
Figura N° 6. Evolución de una fisura de momento flector y por flexión.....	30
Figura N° 7. Evolución de una fisura de esfuerzo cortante.	31
Figura N° 8. Fisuras por compresión en columnas.	32
Figura N° 9. Fisura en una Columna producida por Corrosión de la Armadura	36
Figura N° 10. Ubicación de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres en el distrito de Los Baños del Inca.	44

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Factor Z para zonas sísmicas en el Perú.	14
Tabla N° 2. Clasificación de las fisuras de acuerdo a su ancho.	23
Tabla N° 3. Contenidos máximos de iones cloruro para la protección contra la corrosión del acero de refuerzo.	35
Tabla N° 4. Coordenadas UTM I.E. Andrés Avelino Cáceres	44
Tabla N° 5. Cálculo del promedio de rebotes y desviación estándar de cada ensayo.	69
Tabla N° 6. Localización, origen, causas y calificación de las patologías en el pabellón 01 Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.	73
Tabla N° 7. Cuadro resumen del cálculo de la resistencia a compresión de los elementos estructurales estudiados.	77

RESUMEN

En el distrito de los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca se ubica la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, la cual cuenta con cuatro pabellones en los que brinda educación a un promedio de 1200 estudiantes tanto de nivel primario como de nivel secundario. Sus infraestructuras cuentan con una problemática que son la presencia de patologías, para el proyecto de investigación se realizó una evaluación cualitativa, aplicada, descriptiva y no experimental al pabellón 01 con el fin de reforzar sus estructuras. Según la hipótesis planteada, las lesiones que presenta son de tipo físicas, mecánicas y químicas, a causa de los errores en la fase de diseño, en la construcción, a la exposición del medio ambiente, las cuales necesitan reforzamiento, por lo que se realizará una evaluación exhaustiva a cada una de las patologías del edificio. En primer lugar, se recabó información acerca del edificio, luego se realizó la inspección al edificio tomando en cuenta las fichas de evaluación patológica haciendo descripciones de lo observado. También se realizaron ensayos de esclerometría para determinar la resistencia a compresión de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas). De acuerdo a los resultados obtenidos del total de columnas ensayadas solo el 27.3% cumple la resistencia de 210 kg/cm², las vigas cumplen el 90.9% y las losas el 50%. Luego de realizar la evaluación patológica se concluye que la presencia de patologías en el edificio es debido a errores en la etapa de diseño y construcción, lo que ha conllevado que haya un alto índice de fisuras, eflorescencias, manchas y corrosiones. Además de ello se recomendó el reforzamiento de la edificación realizando previamente un análisis estructural.

Palabras clave: Patologías, reforzamiento, evaluación, causas, lesiones, fisuras, corrosión, humedad, resistencia a compresión.

ABSTRACT

In the district of Baños del Inca, province and department of Cajamarca, the Andrés Avelino Cáceres Educational Institution is located, which has four pavilions in which it provides education to an average of 1,200 students at both the primary and secondary levels. Its infrastructures have a problem that is the presence of pathologies. For the research project, a qualitative, applied, descriptive and non-experimental evaluation was carried out on pavilion 01 in order to reinforce its structures. According to the hypothesis proposed, the injuries presented are physical, mechanical and chemical, due to errors in the design phase, in construction, to exposure to the environment, which need reinforcement, which is why an exhaustive evaluation of each of the building's pathologies. Firstly, information about the building was collected, then the building inspection was carried out taking into account the pathological evaluation sheets, making descriptions of what was observed. Sclerometry tests were also carried out to determine the compression resistance of the structural elements (beams, columns and slabs). According to the results obtained from the total number of columns tested, only 27.3% meet the resistance of 210 kg/cm², the beams meet 90.9% and the slabs meet 50%. After carrying out the pathological evaluation, it is concluded that the presence of pathologies in the building is due to errors in the design and construction stage, which has led to a high rate of cracks, efflorescence, stains and corrosion. In addition, the reinforcement of the building was recommended by previously carrying out a structural analysis.

Keywords: Pathologies, reinforcement, evaluation, causes, injuries, cracks, corrosion, humidity, compressive strength.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El Pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres en Baños del Inca, construido en año 2004, ha sido una infraestructura clave para la comunidad educativa a lo largo de los años; sin embargo, en los últimos años, ha experimentado una serie de desafíos relacionados con su integridad estructural y funcional que plantean preocupaciones significativas.

Entre los problemas evidenciados se encuentran fisuras en los muros, columnas, vigas y losas, veredas, así como también desprendimiento de revestimientos, presencia de manchas, eflorescencias y posibles riesgos para la seguridad de los estudiantes, docentes y personal administrativo que hacen uso de las instalaciones. Estos problemas pueden atribuirse a diversas causas, como los errores que se cometieron al momento de su diseño y su construcción, el envejecimiento de la infraestructura, la falta de mantenimiento adecuado y la zona sísmica en donde está ubicado el edificio.

La importancia de abordar estos problemas radica en garantizar un entorno educativo seguro y adecuado que promueva el aprendizaje y el bienestar de la comunidad escolar. Por lo tanto, es fundamental llevar a cabo una evaluación patológica detallada del Pabellón 1 con el propósito de identificar y analizar exhaustivamente los problemas existentes y determinar la necesidad de intervenciones de reforzamiento.

Según lo que señala Escobar Ferreira (2022), cuando se presentan en las edificaciones indicios de deterioros, por más que sean mínimamente apreciables, debe realizarse una investigación para conocer su naturaleza, alcance y causas. Del

resultado de esta investigación puede obtenerse información acerca del grado de necesidad de realizar una intervención.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la evaluación patológica del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres ubicada en el distrito de Los Baños del Inca con el fin de su reforzamiento?

1.3. Hipótesis

Según la evaluación patológica al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca, las lesiones que presenta son de tipo físicas, mecánicas y químicas, a causa de los errores en la fase de diseño, en la construcción, a la exposición del medio ambiente, las cuales necesitan reforzamiento.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación Teórica:

La evaluación patológica de estructuras es un campo crucial en la ingeniería civil y la construcción. Al abordar este proyecto, se contribuirá al conocimiento teórico en términos de diagnóstico y análisis de patologías estructurales, lo que es relevante para la comunidad académica y profesional.

El proyecto se basa en normativas como la Norma 0.30 (2019), Norma 0.60 (2019) y estándares establecidos en la ingeniería civil, lo que lo fundamenta teóricamente y en la aplicación de las regulaciones vigentes.

La evaluación patológica tiene un fuerte enfoque en la seguridad de las estructuras. El conocimiento teórico adquirido en este proyecto puede ayudar a prevenir futuros accidentes y asegurar la integridad de las edificaciones.

Justificación Práctica:

La evaluación patológica es esencial para identificar y abordar problemas en las estructuras existentes. El reforzamiento del Pabellón 1 de la I.E. Andrés Avelino Cáceres es una acción práctica que garantiza la seguridad y prolonga la vida útil de la infraestructura educativa.

La mejora de las condiciones estructurales del pabellón beneficiará a los estudiantes, docentes y personal administrativo de la institución educativa al brindar un entorno más seguro y adecuado para el aprendizaje y el trabajo.

El proyecto de investigación proporciona una oportunidad práctica para aplicar los conocimientos teóricos en un contexto real, lo que puede ser beneficioso para la comunidad en la que se encuentra la institución educativa.

1.5. Alcances o delimitación de la investigación

1.5.1. Alcances

- Se determinó la resistencia a compresión del concreto en elementos estructurales como: vigas columnas y losas debido a que se observaron fallas en la estructura del pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.
- Se realizó la recopilación de datos in situ del pabellón 01 a través de fichas de evaluación patológica, en donde se describen cada una de las observaciones hechas en la inspección.

1.5.2. Delimitación

- En el proyecto de investigación se realizó la evaluación patológica de las causas que han generado dichas patologías presentes en el pabellón, tomando en cuenta las observaciones hechas in situ, mediciones de las longitudes de las fisuras,

grietas (ancho, largo, ángulo el sentido de las fallas) y a través de ensayos no destructivos (ensayo de esclerometría), no se realizaron ensayos destructivos al tratarse de una Institución Educativa que está en funcionamiento, no se dieron las garantías ni los permisos para este tipo de pruebas.

- La evaluación patológica se realizó en el pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.
- Se realizó una evaluación cualitativa en cada uno de los componentes de la evaluación patológica al pabellón, para después recomendar si la estructura necesita reforzamiento.

1.6. Limitaciones

- En la recopilación de información acerca del pabellón, solo se obtuvo acceso al Expediente Técnico que fue proporcionado por la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca.
- No se realizaron ensayos destructivos para no comprometer a la estructura del pabellón, además solo se obtuvo el acceso para ciertas zonas del pabellón para realizar los ensayos de esclerometría.
- Para la recomendación de reforzamiento se tomó en cuenta las causas que provocaron los problemas patológicos y establecer si va o no va dicho reforzamiento mas no como planteamiento porque esto incluye un análisis estructural más profundo para plantear los métodos o la manera como se va a realizar.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Realizar la evaluación patológica del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, ubicada en el distrito de Los Baños del Inca, con el fin de reforzar sus estructuras.

1.7.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico y la identificación de las principales manifestaciones patológicas en el pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca.
- Realizar la determinación de la resistencia del concreto de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) en el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca mediante el ensayo de Esclerometría.
- Realizar la recomendación de viabilidad del reforzamiento luego de hacer la evaluación patológica al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca.

1.8. Descripción de los contenidos de los capítulos

- **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.** En el este capítulo se detallan el planteamiento del problema, la formulación del problema e hipótesis. Se sustenta tanto las justificaciones, alcances, delimitaciones, así como las limitaciones que se presentaron en el desarrollo además de los objetivos que se han planteado en el proyecto de investigación.
- **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.** En este capítulo se expone antecedentes teóricos, tanto internacionales, nacionales y locales. Así como también se tiene una síntesis de cada una de las bases teóricas y la definición de los términos básicos que se han tomado en cuenta en esta investigación.
- **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.** En este capítulo se describe cada una de las herramientas, instrumentos y/o materiales que se utilizaron en el desarrollo del proyecto de investigación, además de ello se detalla la metodología utilizada para la evaluación patológica del pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.
- **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.** En este capítulo de la investigación se expone el análisis, el procesamiento y discusión de cada uno de los datos obtenidos de los ensayos y de la información recolectada de las observaciones y mediciones in situ del pabellón, luego de ello se recomienda el reforzamiento de las estructuras de la edificación.
- **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** En este capítulo se detallan cada una de las conclusiones derivadas de la investigación y recomendaciones que se dieron de acuerdo a la tesis.
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.** En este capítulo se enumeran las fuentes de donde se sacó la información para el desarrollo de la investigación.

- **APÉNDICE.** En esta sección se presenta el panel fotográfico de los registros realizados además de los planos de ubicación, arquitectura, estructura, ubicación de los ensayos y las patologías del edificio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Según **Campiño Sánchez (2018)** en su tesis de investigación titulada *“PATOLOGIA ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUEVA GRANADA MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS”* señala que la inspección visual por sí sola no es diagnóstico del estado de los elementos de la estructura, puesto que con esta no se conocen las propiedades mecánicas de los elementos. Debido ello se plantean ensayos no destructivos como lo son prueba con el esclerómetro y ferroscañ, con estos se determinarán la resistencia del hormigón y profundidad del recubrimiento del refuerzo respectivamente.
- El autor **Contreras (2020)**, en su tesis titulada *“ESTUDIO DE LAS PATOLOGÍAS Y VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL QUE SE PRESENTAN EN EDIFICACIONES DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA SUPERIOR EN LA CIUDAD DE CÚCUTA”*, tuvo como objetivo general en estudiar las patologías y vulnerabilidad estructural que se presentan en las edificaciones de ocupación institucional de educación pública superior de la Ciudad de Cúcuta para conocer las causas que conllevan a que estas se presenten, como metodología esta investigación tuvo un enfoque cualitativo ya que su información permite analizar imágenes, entrevistas, observaciones y conductas que determinen las condiciones de la edificación. Además, la investigación arrojará resultados de forma descriptiva de la exploración de archivos anexados que permitieron organizar las patologías más comunes en este tipo de edificaciones en una forma ascendente teniendo en cuenta su grado de peligrosidad para la estructura y diferenciación entre tipos de daños, los más comunes son: fisuras o

grietas, escamado, erosión, abrasión, cavitación, filtración, eflorescencia, corrosión estructural, como conclusiones detalla que luego de la exploración de documentos se pudo determinar un diagnóstico sobre los tipos de fallas más recurrentes en las edificaciones, llegando a la afirmación de que este tipo de problemas son producto de la deficiencia en los estudios geotécnicos y elección de malos materiales, factores que al no considerar oportunamente a la hora de diseñar y construir pueda generar diferentes patologías futuras.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- La investigación de **Wong Oñate (2016)**, en su tesis titulada *“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA 35003 MARIANO MELGAR, DISTRITO DE HUARIACA, PROVINCIA DE PASCO, DEPARTAMENTO DE PASCO - ABRIL 216.”*, el cual realizó la investigación con la finalidad de determinar y evaluar la presencia de patologías en los módulos que conforman la Institución Educativa, concluye que en el módulo 01 presenta una falla estructural fuerte o moderado con un 55.56%, teniendo como patología predominante las picaduras y agrietamiento, debido al proceso constructivo. Considerando que existe un desplome de una columna circular de más 1/100 de su altura, el módulo 02 presenta una falla estructural ligero, con un 55.56%, teniendo como patología predominante las picaduras y agrietamiento, debido al proceso constructivo. El módulo 03 presenta una falla estructural grave o severo, con un 40.00%, teniendo como patología predominante las grietas, cabe indicar que la presencia de grietas con su propio peso, es decir se encuentra en su segunda etapa de la viga, y considerando como posible causa Cortante o torsión. El módulo 04 presenta una falla estructural grave o severo, con un 52.00%,

teniendo como patología predominante las grietas, cabe indicar que la presencia de grietas con su propio peso, es decir se encuentra en su segunda etapa de la viga, y considerando como posible causa Cortante o torsión. Siendo la más crítica en todos los elementos encontrados. El módulo 05 presenta una falla estructural ligero o leve, sin embargo, aparentemente se observa un asentamiento de las columnas del eje 3, en donde ha cedido la losa aligerada teniendo un agrietamiento en la parte superior de la losa de más de 15mm.

- Para **Vásquez Onzueta (2019)**, en su investigación *“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA DE ABANCAY, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC, 2018.”*, nos señala que en las Instituciones Educativas con presencia de eflorescencia en muros y columnas, se recomienda realizar el mantenimiento con un técnico especialista quien previa limpieza del área afectada con un aditivo limpiador de superficies antisalitre, procederá a aplicar un impermeabilizante superficial tipo pintura para eflorescencias en vigas del segundo nivel; a causa de filtración por fisuras en losa aligerada, se recomienda realizar el mantenimiento con un aditivo Techo Elastic tipo pintura, lo cual sellará las fisuras y evitará por completo las filtraciones.

2.1.3. Antecedentes locales

- **Sánchez (2018)** en su tesis titulada *“ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN – LOCAL CENTRAL”* realizó un estudio patológico al edificio de la UNC en la sede Jaén, en cuya investigación se logró determinar la presencia de patologías en el edificio de la UNC- Sede Jaén – Local Central, las cuales son: 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. Este autor también nos indica que las diversas patologías encontradas en la evaluación del edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central son debido a: fallas en el diseño (deficiente sistema de drenaje de aguas, falta de cubiertas para la protección de las lluvias hacia las estructuras), construcción (exceso y falta de recubrimiento en columnas y vigas, insuficiente refuerzo transversal en vigas, insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje en columna), al tipo de suelo (suelo con presencia de arenas arcillosas medianamente blando de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad), asentamientos diferenciales y exposición ambiental (filtración de agua de lluvia en losas y muros, presencia de hierbas y árboles cerca de la edificación).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estructura

Según Sánchez (2018), las estructuras son creadas para satisfacer algunas necesidades del hombre, por tal motivo deben cumplir con su periodo de diseño establecido manteniendo las siguientes cualidades: durabilidad, seguridad, funcionalidad, factibilidad económica y estética, asimismo el correcto diseño y construcción de una edificación requiere de un proceso creativo con la finalidad de mantener su forma original, calidad y propiedades de servicio cuando este expuesto a las condiciones de medio ambiente desfavorables.

2.2.2. Sistemas estructurales

Según la Norma E.030 de diseño sismorresistente RM.043-2019-Vivienda señala que las estructuras de concreto armado, que cumplen con la Norma Técnica E.060 de concreto armado, clasifica a los sistemas estructurales de la siguiente manera:

Pórticos: Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

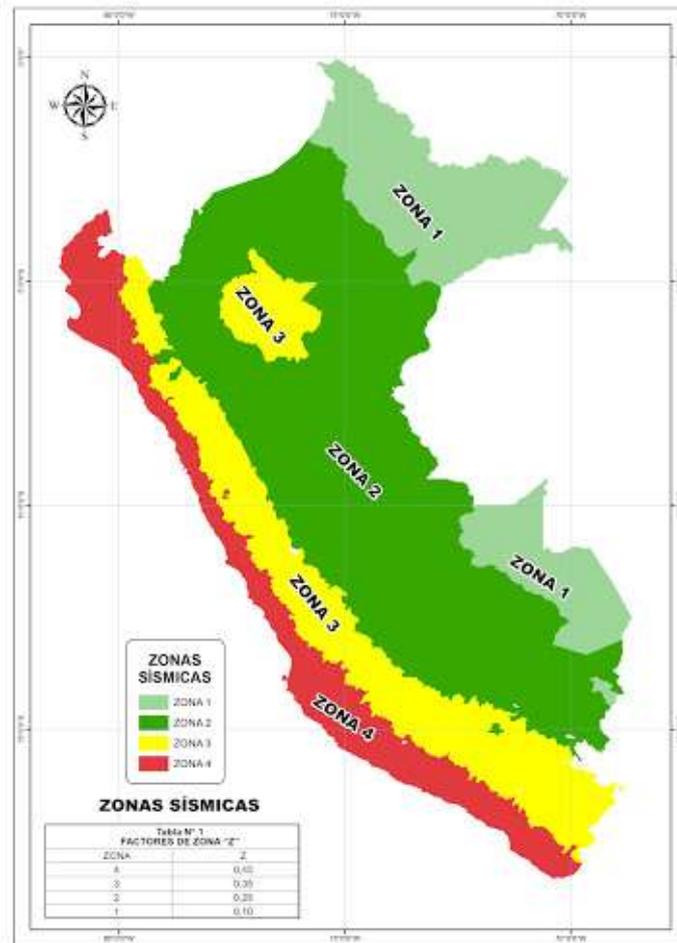
Muros estructurales: Sistema en el que la resistencia sísmica esta dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

Dual: Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en base del edificio.

2.2.3. Zonificación:

Según la Norma E.030 (2019), el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura N° 1. Zonas sísmicas del Perú.



Fuente: RM.043-Vivienda (2019)

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la siguiente tabla. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030-2019

Tabla N° 1. Factor Z para zonas sísmicas en el Perú.

Zona	1	2	3	4
Z	0.10	0.25	0.35	0.45

Fuente: RM.043-Vivienda (2019)

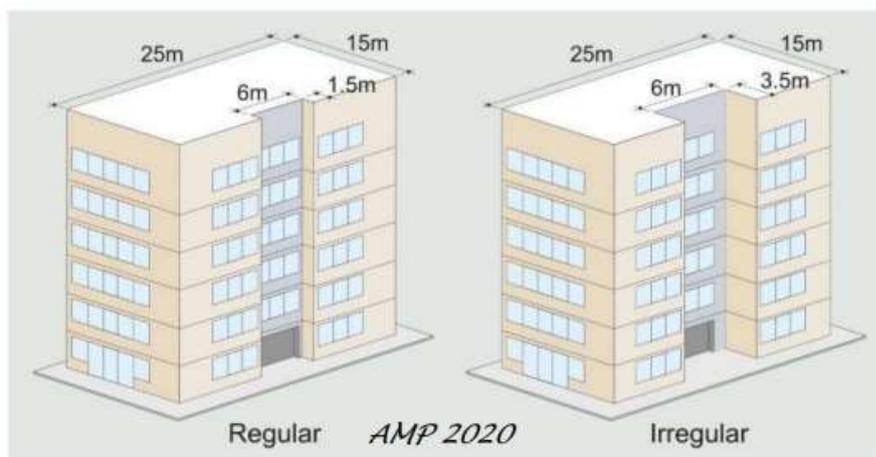
2.2.4. Regularidad estructural

Según la norma E.030 (2019) señala que hay dos tipos de regularidad estructural, los cuales son:

Estructuras regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales.

Estructuras irregulares. La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

Figura N° 2. Regularidad estructural en edificios.



Fuente: Muñoz Peláez (2020)

2.2.5. Definición de Patología

Para el autor Cuzcano (2021), la patología de obras civiles, es el término más conocido en Iberoamérica para definir la especialidad de la Ingeniería Civil dedicada al estudio sistemático de las causas, las consecuencias y las soluciones a los defectos, las fallas o el deterioro, que puedan presentar las edificaciones al momento de su construcción o luego de puestas en servicio. El término es prestado de la medicina y etimológicamente viene del griego *pathos*: enfermedad y *logos*: estudio.

2.2.6. Patología Estructural

Para Limas y Rodríguez (2016), lo definen a la patología estructural como el estudio de comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencia de fallas o comportamiento defectuoso, investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

Así como también los investigadores Cruz y Jhoan (2017), señalan que la patología estructural es el campo de la Ingeniería que estudia todos los orígenes, formas en la que se manifiesta, las consecuencias y cualquier mecanismo de ocurrencia de las fallas y sistemas de daños en las estructuras, es decir trata del estudio de las deficiencias, accidentes o fallas en cualquier estructura, estas fallas pueden ocurrir en algunas fases del proyecto como por ejemplo; planteamiento, construcción, materiales, proyecto y el uso al que esté sometida dicha edificación.

2.2.7. Patologías en edificaciones

Según Cruz y Jhoan (2017), la diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las patologías que se presentan; en muchos casos ni siquiera

la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera. Por ejemplo, las causas de aparición de una grieta, pueden ser múltiple; algunas veces es fácil de identificar, otras veces no. Una manera sencilla de clasificar las patologías en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen.

2.2.8. Orígenes de las patologías

Para Alzate (2017), el mayor porcentaje de orígenes para el deterioro de las estructuras son los procesos constructivos llevados a cabo en toda obra. Es probable que, en la construcción de las instituciones educativas, las cuales comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un sismo para atender la emergencia y preservar la salud y seguridad de las personas, se vea igualmente comprometida en errores básicos de construcción que podrán causar los deterioros en las estructuras.

Según Gavilán y Jiménez (2017), las fases de diseño y construcción son cruciales en la permanencia, durabilidad y conservación de la edificación durante su vida útil, son fases determinantes en el comportamiento de la estructura cuando se somete a fuerzas externas, ya sean sismos o cualquier otra carga imprevista.

2.2.9. Clasificación de los errores patológicos

El autor Sánchez (2018), lo clasifica de acuerdo a las siguientes etapas:

2.2.9.1. Errores por concepción estructural

La concepción de una estructura debe tener en cuenta no solo su función, sino también las condiciones ambientales y su vida útil prevista. Por lo tanto, es esencial que los profesionales involucrados en las etapas de concepción y diseño del proyecto no solo apliquen métodos de cálculo avanzados, sino que también consideren los aspectos tecnológicos que son relevantes para los materiales.

En cuanto a los criterios arquitectónicos, es fundamental reconocer la importancia de la relación entre la parte arquitectónica y la parte estructural en el diseño y la construcción. Cualquier cambio o modificación introducido por el arquitecto afecta directamente el trabajo del ingeniero estructural.

En cuanto al sistema estructural, la elección de un sistema adecuado y apropiado depende de las condiciones existentes y del propósito de la estructura. Esta decisión es crucial antes de iniciar la construcción, ya que afecta significativamente el desarrollo del proyecto en su conjunto. Cualquier error en esta elección puede tener graves consecuencias tanto en términos económicos como en la gestión del tiempo.

2.2.9.2. Errores durante la etapa de diseño

Según Sánchez (2018), es la etapa que marca el punto de partida para una gran cantidad de problemas, dependiendo del proyecto a realizar. Principalmente se refiere a los aspectos de diseño en donde no se anticipan los efectos que surgen durante la construcción, debido a un modelamiento ineficiente de la estructura y a deficiencias en las especificaciones técnicas en los planos destinados a la construcción.

Las fallas durante la etapa de diseño de una estructura pueden darse por múltiples razones, entre las cuales figuran las siguientes:

- Debido a la falta de cálculos o a la omisión de considerar todas las cargas y condiciones de servicio.
- Por carecer de un diseño arquitectónico adecuado, ya que el diseño estructural y arquitectónico deben estar estrechamente integrados.
- Por no contar con sistemas de drenaje apropiados, se debe evitar la acumulación de agua en áreas no deseadas, así como a salpicaduras y ciclos de humedad y sequedad excesivos.

- Por no planificar adecuadamente juntas de contracción, expansión o construcción, que son esenciales para controlar las fisuras y grietas en estructuras de concreto.
- Debido a la falta de cálculos precisos, a veces se confía demasiado en programas informáticos.
- Por no dimensionar adecuadamente los elementos estructurales y no disponer el refuerzo de manera adecuada.
- Por no especificar la resistencia y las características adecuadas de los materiales utilizados, como concretos y aceros.
- Por no tolerar deformaciones excesivas en el proceso de cálculo.
- Debido a la falta de detalles constructivos en los planos.
- Por no tener en cuenta las necesidades integrales de la estructura, como las redes hidrosanitarias, la ventilación, la iluminación y las necesidades de los usuarios.
- Por realizar modificaciones en la obra sin el consentimiento previo de los diseñadores.

2.2.9.3. Errores durante la etapa de construcción.

Según Sánchez (2018), hay numerosos sistemas de construcción de estructuras hechas de concreto reforzado y pre-esforzado, en muchos casos, estos requieren una metodología y precauciones específicas. En otras palabras, se necesita experiencia previa, calificaciones específicas de la mano de obra, supervisión de calidad y precauciones para garantizar que se cumplan los estándares de calidad establecidos.

las causas más frecuentes de fallas relacionadas a los aspectos de construcción son las siguientes:

- Al no cumplir con las tolerancias dimensionales permitidas en los elementos.
- Al no llevar a cabo una inspección del encofrado antes de la colocación del concreto para asegurar su integridad y estabilidad.
- Al no colocar y asegurar adecuadamente el acero de refuerzo, lo que permite su desplazamiento durante el proceso de vertido del concreto.
- Al no cumplir con la distancia entre barras y el recubrimiento requerido por la normativa, mediante el uso de soportes adecuados.
- Por no llevar a cabo una inspección del acero de refuerzo antes de verter el concreto, para asegurar la conformidad con los planos y especificaciones.
- Al utilizar métodos incorrectos para levantar y montar elementos prefabricados, lo que puede provocar deformaciones inesperadas, impactos u otras condiciones que alteren sus características.
- Debido a una interpretación inapropiada de los planos.
- Por prácticas deficientes en el manejo, colocación y compactación del concreto.
- Por la falta de juntas adecuadas para contracción, expansión o construcción.
- Al aplicar cargas a la estructura antes de que el concreto alcance la resistencia necesaria.

2.2.9.4. Errores en el uso de los materiales

Las deficiencias causadas por problemas relacionados con los materiales son un aspecto crucial a tener en cuenta, ya que son los materiales los que determinan la solidez y la resistencia apropiada de una estructura. Entre las fallas más comunes atribuibles a los materiales, se pueden identificar las siguientes.

- Debido a una elección inadecuada y la falta de control de calidad de los componentes utilizados en la mezcla.

- Por no realizar un diseño o dosificación apropiada de la mezcla.
- Al no cumplir con las tolerancias permitidas en el asentamiento de la mezcla.
- Por emplear agregados de tamaño incorrecto.
- Al añadir agua a la mezcla sin una supervisión adecuada.
- Por no considerar un margen de seguridad suficiente en el diseño de la mezcla.
- Debido a la utilización de cantidades insuficientes de cemento, lo que resulta en mezclas de baja calidad o porosas, o al exceso de cemento, lo que provoca mezclas ricas con alta contracción y formación de fisuras.
- Por utilizar mezclas con exceso de mortero (mezclas pastosas) o con demasiado agregado grueso, lo que aumenta la probabilidad de segregación y exudación.

2.2.9.5. Errores durante el uso de la estructura

El comportamiento y desempeño real de una estructura durante su vida útil depende del correcto proceso de diseño, la selección de materiales apropiados y la calidad de la construcción. Además, las condiciones de funcionamiento de la infraestructura pueden acortar significativamente esta vida útil, ya sea por cambio de uso, por acción de fenómenos naturales o inesperados, o por falta de mantenimiento. Sánchez (2018)

Las patologías que se manifiestan durante la etapa de uso generalmente se presentan por las siguientes circunstancias:

Cambio de Uso de la Estructura: Incremento de los requerimientos de resistencia por aumento de cargas de servicio, vibraciones, impactos y cambios en la configuración estructural por modificaciones incontroladas; además, por otro lado, cambios en las condiciones ambientales o exposición a la intemperie. Los cambios

provocados por las acciones de los propietarios de los edificios pueden provocar un deterioro irreversible de la estructura porque imponen condiciones que no fueron consideradas en el diseño.

Falta de Mantenimiento: No se ha elaborado aun un manual que contenga los procedimientos de mantenimiento y conservación en función de las condiciones de operación de la estructura. El mantenimiento es necesario para evitar el deterioro y mantener las condiciones de desempeño originales para lograr resistencia y durabilidad.

2.2.10. Tipología y causas de las lesiones

El conjunto de lesiones que pueden aparecer en un edificio es muy numeroso, sobre todo si se toma en cuenta la gran diversidad de materiales y unidades constructivas que se utilizan. Así como se señala en la enciclopedia Broto, las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico, es muy importante conocer el tipo de lesiones, ya que es el punto de partida del estudio patológico y de su identificación depende la elección de su tratamiento.

Se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico, los cuales se detallan a continuación:

2.2.10.1. Lesiones físicas

Según lo describe Cruz y Jhoan (2017), en este tipo de lesiones se agrupan todas aquellas lesiones de carácter físico, es decir, aquellas en las que la problemática patológica está basada en hechos físicos tales como partículas heladas, condensaciones. Normalmente la causa origen del proceso será también física, y su evolución dependerá de procesos físicos, sin que tenga que ver mutación química de

los materiales afectados y de sus moléculas. Sin embargo, si podrá haber cambio de forma y color, o de estado de humedad.

Cuzcano (2021), nos dice que las causas físicas más comunes para este tipo de lesiones son las siguientes:

2.2.10.1.1. Humedad:

Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. En función de la causa podemos distinguir cinco tipos distintos de humedades: de obra, capilar, filtración, condensación y accidental.

Figura N° 3: Patologías presentes por humedad.



Fuente: Estructulia Blog (2016)

2.2.10.1.2. Erosiones:

Según Structuralia Blog (2016), la erosión física ocurre como consecuencia de los agentes atmosféricos externos. La presencia de agua en los poros de una

edificación contribuye sobremanera y de forma directa a su destrucción cuando las temperaturas bajan, ya que esta se convierte en hielo, que aumenta su tamaño fracturando el material que lo contenía.

2.2.10.1.3. Suciedades:

En la opinión de Cuzcano (2021), la suciedad de una fachada puede definirse como el depósito y la acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en la superficie exterior de la fachada como en el interior de los poros de la misma. Este último caso es el más dañino para el material de la fachada, ya que significa la parte final del proceso patológico del ensuciamiento.

2.2.10.1.4. Fisuras:

Para Alzate (2017), fisura es la separación incompleta entre dos o más partes, para la identificación se realiza según su dirección, ancho y profundidad en el cual se utilizan los siguientes adjetivos: longitudinal, trasversal, vertical, diagonal o aleatoria.

De acuerdo con el ACI, el rango para clasificar las fisuras según su ancho es:

Tabla N° 2. Clasificación de las fisuras de acuerdo a su ancho.

Tipo	Medida
Fina	Menos de 1 mm.
Mediana	Entre 1 mm y 2 mm.
Ancha	Mas de 2 mm.

Fuente: Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto.

ASOCRETO.

2.2.10.1.5. Causas de las fisuras

A. Por problemas del concreto:

- Curado deficiente.
- Relación a/c altas.
- Bajo recubrimiento.
- Retracción.
- Variaciones térmicas.
- Ataques químicos.

B. Por problemas del proyecto o ejecución del concreto:

- Solicitaciones excesivas.
- Errores del proyecto.
- Errores de ejecución.
- Asientos.

C. Por contenido de humedad.

Pérez (2020) señala que estas fisuras se producen debido a la presencia de humedad del entorno o externa, y afectan principalmente a la pasta de cemento en lugar de los agregados.

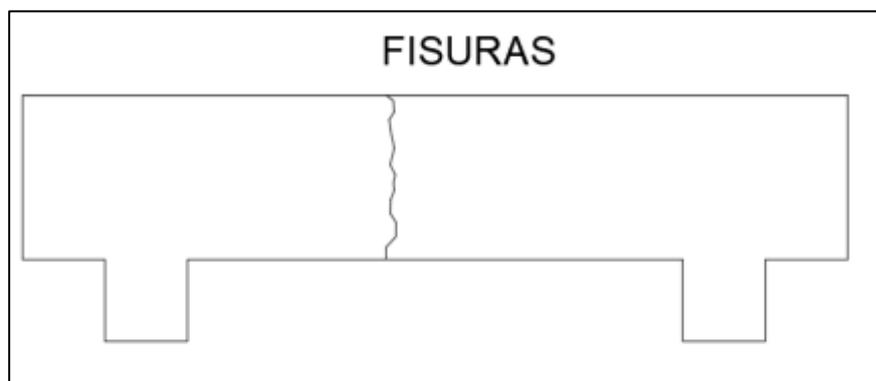
Causas Principales:

- El uso excesivo de cemento sobre la superficie húmeda con la finalidad de disminuir la cantidad de agua del concreto.
- Deficiente acabado de la superficie del concreto fresco.
- Encofrado y curado deficiente.

2.2.10.1.6. Fisuración Transversal en Losas

Estas fisuras surgen cuando están asociadas a vigas que actúan como líneas de coacción (ejerce presión), en muchos casos, se distribuye de manera uniforme a lo largo del elemento. A pesar de que no representan un riesgo significativo desde la perspectiva de la seguridad, estas fisuras pueden influir en la estabilidad y durabilidad de los elementos estructurales. Sánchez (2018)

Figura N° 4. Fisuras transversales en vigas.

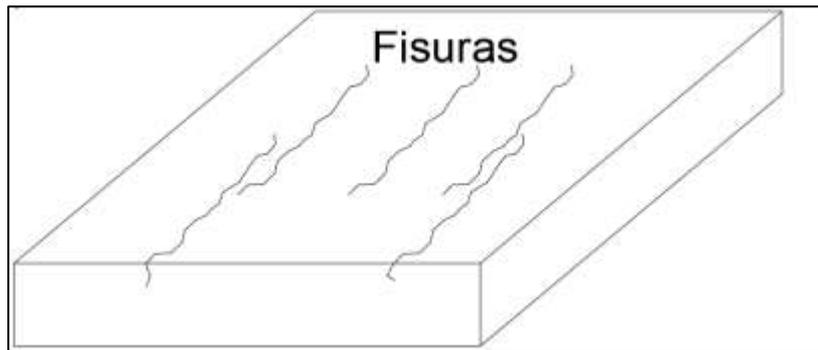


Fuente: Sánchez (2018).

2.2.10.1.7. Las fisuras longitudinales que siguen la dirección de las viguetas

Según Mostacero (2016), generalmente se presentan en las áreas donde el concreto es más delgado, como la capa de compresión, dando lugar a una o varias fisuras poco profundas que, en ciertas ocasiones, pueden extenderse a través de ella. Además, estas lesiones son de naturaleza leve y en algunos casos pueden influir en la durabilidad del elemento estructural.

Figura N° 5. Fisuras longitudinales siguiendo la dirección de las viguetas.



Fuente: Mostacero Jáuregui (2016).

Causas Principales:

- Elevada concentración de arena fina en la mezcla de concreto.
- Deficiencias en el proceso de curado de la superficie.
- Cuantías mínimas de refuerzo insuficientes.

Medidas de Prevención:

según Mostacero Jáuregui (2016), se consideran las siguientes como acciones para controlar este problema:

- Utilizar aditivos que controlen la contracción del concreto.
- Aplicar un proceso de curado óptimo y adecuado a la estructura.
- Diseñar juntas de contracción, especialmente en elementos de gran extensión, como losas, muros o pavimentos.
- Para llevar a cabo la reparación de una estructura dañada, se pueden emplear técnicas de cicatrización en caso de fisuras delgadas o recurrir a la inyección de resina epoxi en el caso de fisuras más amplias.

2.2.10.1.8. Fallas de Albañilería

Para Damián Jara (2015), en muros de albañilería existen varios tipos de fallas que se presentan:

Falla por Corte: Esta falla se caracteriza por un agrietamiento diagonal del paño de albañilería y es consecuencia de las tensiones demasiado grandes que generan una tracción diagonal y se producen en los paños

Falla de Deslizamiento por Corte: Este tipo de falla se genera por un deslizamiento a lo largo de la junta horizontal del mortero debido a un problema en la adherencia por corte en la junta. Este deslizamiento produce un mecanismo de columna corta

2.2.10.1.9. Fisuras en Voladizos

En caso de vigas en voladizos inferiores, cuando el cerramiento está muy adherido a la columna y dobla también el forjado superior, la fisura sería a 45° cortando la fábrica. Si el mortero tuviera menor resistencia o adherencia que el ladrillo se marcarían las llagas en la fábrica. Damián Jara (2015)

2.2.10.1.10. Fallas por Acciones Sísmicas

Son tipos de falla más comunes e importantes que se han registrado en estructuras de concreto armado, han surgido debido a la ocurrencia de eventos sísmicos en diversas zonas del mundo. Para comprender el comportamiento sísmico de las estructuras, es importante identificar las características que han conllevado a generar fallas y a los buenos comportamientos estructurales, también es necesario el análisis de los distintos tipos de daños y de las causas que los han originado. Mostacero Jáuregui (2016)

2.2.10.2. Lesiones mecánicas

Para Duque y Valencia (2019), especifica que, las lesiones mecánicas se presentan cuando a alguno de los elementos que hacen parte del sistema estructural primario está sometido esfuerzos o cargas para las cuales no estaba diseñado en un

principio, estos esfuerzos o movimientos generan en los elementos afectados fisuras, grietas o deformaciones puesto que el material que los compone no es capaz de resistir.

Este tipo de lesiones se dividen en cinco apartados diferentes según Cuzcano (2021), los cuales son:

2.2.10.2.1. Deformaciones:

Según Mostacero (2016), Se refiere a cualquier tipo de variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como en los no estructurales y que son consecuencia de esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir en la ejecución o cuando ésta entra en carga. Entre estas lesiones se diferencia cuatro subgrupos que a su vez pueden ser origen de lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos: flechas, pandeos, desplomes y alabeos.

2.2.10.2.2. Sobrecargas:

Cuando se excede la capacidad de resistencia del concreto como componente estructural debido a cargas adicionales causadas por eventos no anticipados en el diseño, como sismos, vientos, inundaciones, deslizamientos o explosiones, surgen problemas estructurales que se manifiestan a través de fisuras y deformaciones excesivas.

2.2.10.2.3. Fisuras y/o Grietas Estructurales:

Para Niño Hernández (2019), cuando el ancho de las fisuras que se producen debido a la aplicación de cargas directas alcanza o supera los 0.5 mm, se les clasifica como grietas. Estas grietas suelen originarse a raíz de errores en los cálculos, dimensiones inadecuadas de las secciones de los elementos estructurales, falta de refuerzo suficiente o especificaciones inadecuadas en cuanto a la resistencia de los

materiales. Asimismo, cuando una fisura atraviesa completamente el espesor de una pieza, se convierte en grieta. Estas fisuras, categorizadas como grietas estructurales, pueden surgir como resultado de una fractura frágil (que carece de refuerzo de acero) o una fractura dúctil (donde se encuentra acero de refuerzo), y pueden ser inducidas por precargas, cargas de servicio o sobrecargas.

Tipos de fisuras más comunes en elementos de concreto armado

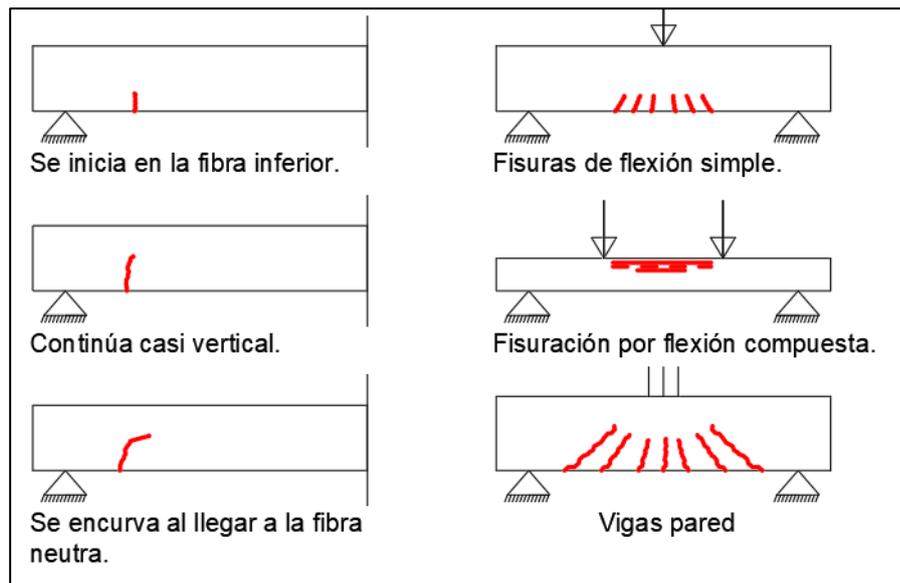
A. Fisuras por Flexión

Para Damián Jara (2015), estas fisuras pueden originarse debido a un exceso de tracción, lo que resulta en fisuras perpendiculares a las armaduras. Esto ocurre cuando los elementos reciben cargas excesivas, lo que hace necesario apuntalar o reforzar estos elementos para llevar a cabo las reparaciones adecuadas y prevenir la propagación continua de las fisuras que podría afectar la integridad de los componentes estructurales. Estas fisuras presentan las siguientes características:

Características:

- Se propagan principalmente en dirección vertical y perpendicular al elemento de refuerzo.
- No abarcan toda la altura de la pieza, ya que las fisuras tienden a curvarse al alcanzar la fibra neutra.
- Suelen aparecer varias fisuras, y su desarrollo es gradual.
- Estas fisuras se forman bajo la acción de cargas y desaparecen una vez que se retiran las cargas que las generaron.

Figura N° 6. Evolución de una fisura de momento flector y por flexión.



Fuente: Damián Jara (2015).

B. Fisuras por Cortante

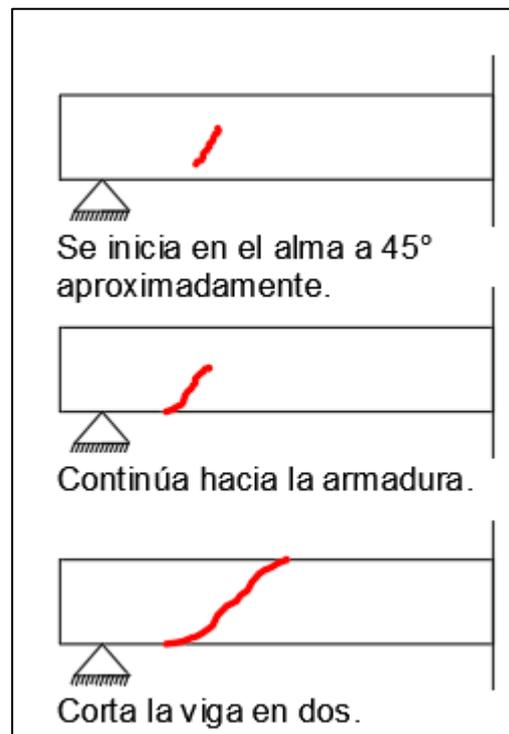
Según Damián Jara (2015), son fisuras que surgen de manera inclinada cerca de los puntos de apoyo o en puntos donde se aplican cargas concentradas. Estas fisuras generalmente adoptan un ángulo de aproximadamente 45° y se localizan en lugares donde los esfuerzos de corte son máximos y los momentos son mínimos. Por lo tanto, cualquier reparación debe realizarse con meticulosidad, incluyendo la identificación de la profundidad de la fisura y la eliminación del material dañado para facilitar la colocación de algún tipo de refuerzo que permita la unión de ambas partes de la estructura.

Características:

- Se propagan en dirección hacia la armadura y posteriormente hacia la carga.
- Dividen la pieza en dos, causando su colapso.

- Se desarrollan de manera extremadamente rápida y representan un peligro significativo.
- Aparecen en un número limitado, a veces solo una.
- Es importante evacuar el edificio de inmediato, brindar soporte estructural, apuntalar y reforzar.

Figura N° 7. Evolución de una fisura de esfuerzo cortante.



Fuente: Sánchez Zulueta (2018).

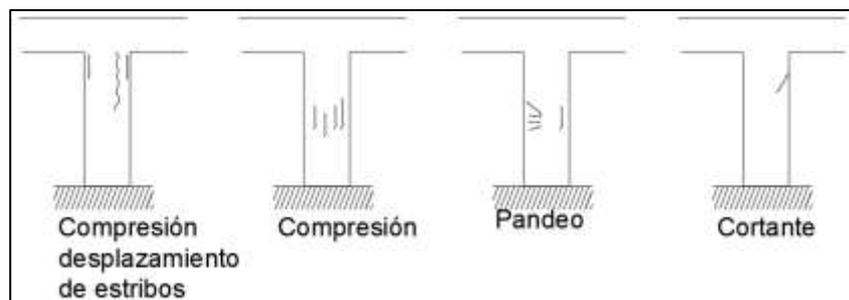
C. Fisuras por Compresión

Para el autor Pérez (2020), suelen manifestarse principalmente en elementos estructurales como columnas, ya que estas están diseñadas para resistir cargas verticales, lo que provoca fisuras que se extienden en paralelo a la dirección de las cargas.

Características:

- Son más comunes en columnas.
- Representan un riesgo significativo debido a su tendencia a evolucionar rápidamente y a la importancia de estos elementos en la estructura.
- Identificarlas a menudo resulta bastante complicado.

Figura N° 8. Fisuras por compresión en columnas.



Fuente: Pérez (2020).

2.2.10.2.4. Desprendimiento:

Según Para Alzate (2017), se trata de la separación en un material de acabado y el soporte al que está aplicado por la falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas, afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos.

2.2.10.2.5. Erosiones mecánicas:

De acuerdo con Cuzcano (2021), se refiere a la pérdida del material superficial de un elemento constructivo debida a esfuerzos mecánicos que actúan sobre ellos (golpes, roces, etc.). Se trata de cualquier efecto destructor que ataca la superficie de un material provocando su deterioro progresivo, afectan principalmente a los

pavimentos de las edificaciones, ya que sobre ellos se ejerce un roce y un punzonamiento continuo.

2.2.10.3. Lesiones químicas

De acuerdo a Cruz y Jhoan (2017), los cuales señalan que las lesiones químicas, son la tercera familia de lesiones constructivas que están comprendidas en un proceso patológico de carácter químico donde su origen suele estar en la presencia de sales ácidas o álcalis que reaccionan químicamente para ocasionar algún tipo de descomposición del material lesionado que a la larga provoca la pérdida de su integridad, afectando su durabilidad.

Algunas de las lesiones químicas más resaltantes son:

2.2.10.3.1. Eflorescencia:

Sotomayor (2020) dice que se denominan a las manchas blanquecinas que aparecen en superficies que han sufrido humedad, cuando esa superficie se seca y el agua se evapora se da la cristalización de algunas sales solubles que se encuentran en el agua y así aparecen las eflorescencias, los principales causantes de este problema son las precipitaciones y la humedad.

2.2.10.3.2. Oxidación y corrosión:

El autor Gonzales (2017) señala que se pueden definir como la destrucción química de la superficie de un metal por la interacción con agentes con los que está en contacto, aunque son dos lesiones bastantes diferenciadas, se suelen agrupar porque normalmente su aparición en un metal es simultánea o, al menos, sucesiva.

Corrosión de los aceros de refuerzo

Mostacero (2016) nos dice que el concreto proporciona protección contra la corrosión del acero de refuerzo gracias a la alta alcalinidad de la pasta de cemento,

que alcanza un pH de hasta 13, y su baja conductividad eléctrica. Estas características hacen del concreto un medio efectivo para prevenir la corrosión del acero. Además, la presencia de oxígeno en el concreto forma una capa de óxido en el acero, creando así una barrera pasiva que evita la corrosión futura.

Por lo tanto, la corrosión del acero de refuerzo se produce principalmente cuando se deteriora la capa pasiva que naturalmente se forma sobre el acero embebido en el concreto. Esto suele ocurrir por dos razones principales:

La presencia de suficientes niveles de cloruros, que pueden introducirse durante la fabricación del concreto a través del agua, aditivos o agregados.

Adicionalmente, la carbonatación del concreto disminuye su alcalinidad, reduciendo el pH a aproximadamente 9 y por lo tanto, promoviendo la corrosión del acero embebido en el concreto.

Siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Peruana E-060 de Concreto Armado (2019), se estipula que, con el propósito de prevenir la corrosión del acero de refuerzo, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua en el concreto endurecido, medidos a edades comprendidas entre 28 y 42 días, derivados de los componentes utilizados (que incluyen agua, agregados, materiales cementantes y aditivos), no deben exceder los límites indicados en la tabla a continuación.

Tabla N° 3. Contenidos máximos de iones cloruro para la protección contra la corrosión del acero de refuerzo.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Fuente: Tabla 4.5 de la Norma E-060 (2019).

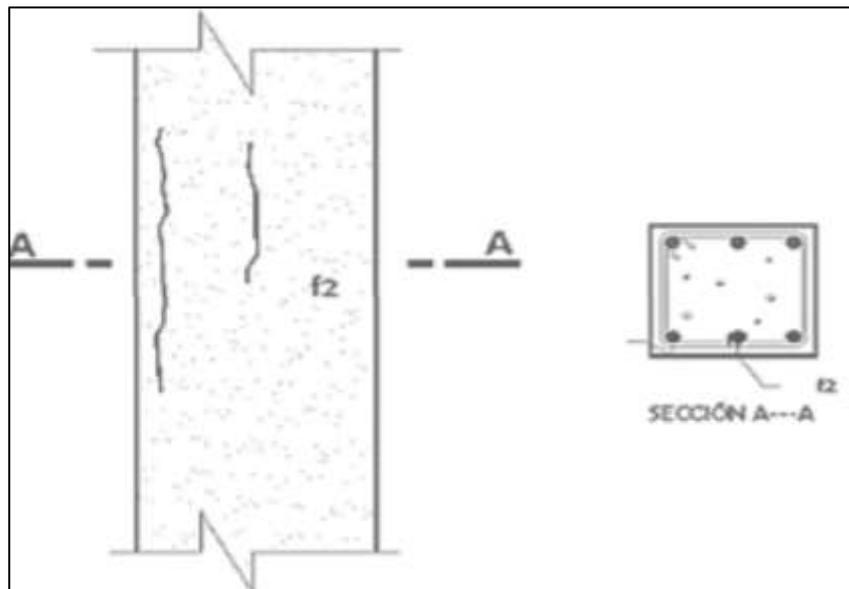
Efectos de la Corrosión

Para Mostacero (2016), la corrosión provoca los siguientes efectos:

- Los efectos causados por la corrosión pueden manifestarse de diversas maneras y pueden actuar de forma conjunta o independientes entre sí
- Resulta en la expansión del óxido, que puede llegar a ser de 2 a 4 veces mayor que el volumen del acero de refuerzo.
- Provoca la formación de fisuras longitudinales en la armadura de concreto.
- Facilita la disminución de la capacidad mecánica del concreto, lo que se traduce en una reducción en la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.

- Conduce a la pérdida de la sección transversal del acero de refuerzo, disminuyendo su capacidad de resistencia mecánica.
- La corrosión en la superficie del concreto se manifiesta mediante la aparición de manchas, grietas y la separación o deslaminación del material.

Figura N° 9. Fisura en una Columna producida por Corrosión de la Armadura



Fuente: Mostacero Jáuregui (2016).

2.2.11. Calificación de la gravedad de una lesión

Según Mostacero Jauregui (2016), señala que es complicado realizar una cuantificación de los daños visibles en una estructura, debido a que depende de diversos criterios y la experiencia que utilicen los inspectores. Pueden existir daños aceptables en alguna región o un tipo de estructura o también puede no ser aceptable en otra circunstancia.

Mostacero considera tres criterios para realizar una evaluación y clasificación, lo que se detalla a continuación:

Leve: cuando no afecta a la seguridad y no representa ningún riesgo o peligro para usuarios o terceros.

Moderado: cuando puede afectar a la seguridad, pero no representa ningún riesgo para usuarios o terceros.

Grave: cuando afecta a la estabilidad y/o representa un peligro para usuarios o terceros.

Calificación visual de las patologías:

Según Sánchez (2018), lo clasifica de acuerdo a los siguientes aspectos:

Seguridad: Se refiere a la capacidad de una construcción o edificio para resistir cargas, fuerzas y condiciones externas sin sufrir daños significativos o colapsar. Para lograr la seguridad estructural, se deben tener en cuenta diversos factores, como el diseño adecuado de la estructura, la calidad de los materiales utilizados, la ingeniería sísmica, las normativas de construcción y los procedimientos de construcción adecuados.

Funcionalidad: se refiere a la capacidad de una estructura o edificio para cumplir con su propósito y desempeñar las funciones para las cuales fue diseñada de manera eficiente y segura. Implica que la construcción sea capaz de soportar las cargas y las tensiones necesarias para su uso previsto, sin experimentar deformaciones excesivas ni fallas estructurales.

Estética. se refiere al aspecto visual y la apariencia de una construcción o edificio. Consiste en cómo una estructura se ve y cómo se integra estéticamente en su entorno. La estética estructural considera elementos como el diseño

arquitectónico, la elección de materiales, los colores, las texturas y otros aspectos visuales que contribuyen a la belleza y el atractivo de la estructura.

2.2.12. Evaluación de patologías en estructuras de concreto

Según Serpa y Samper (2019), de los procesos de rehabilitación de una edificación, la evaluación y diagnóstico constituye el paso más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención. Acertar en el diagnóstico representa el éxito de la inversión y por supuesto en la solución de las patologías causantes del problema. De allí resulta la necesidad de señalar algunos criterios muy claros que permitan apoyar la labor del diagnóstico como vía para la mejor interpretación de los daños presente en una edificación particular.

Alzate (2017) también dice que, el diagnóstico permite conocer la enfermedad (falla o defecto de la estructura), determinar el estado en que se encuentra las condiciones de funcionamiento y resistencia. Permite pronosticar de forma el tipo de patología que incide sobre una estructura, así como augurar cual va a ser el curso de la afección, cuanto durará o como se terminará esta manifestación de patologías. El conjunto de pasos a seguir para una correcta elaboración de estrategias de relación de una estructura afectada por patologías que comprometan su resistencia, estabilidad y durabilidad en el tiempo. Queda claro que la evaluación y diagnóstico patológico de una estructura es una tarea compleja que requiere destrezas y conocimientos sobre los materiales y el comportamiento estructural. La observación y análisis permiten determinar las causas de las manifestaciones de daño que pocas veces se encuentran de manera evidente y más cuando se trata de una combinación de circunstancias.

2.2.13. Métodos de evaluación patológica

Inspección preliminar. Según lo que señala Alzate (2017), se trata de recorrer el inmueble y mediante una fundamenta observación formarse una idea clara y precisa del estado general y evaluar el tipo de problemas que la afectan. Tienen como propósito evaluar de manera inicial las condiciones en que se encuentra la edificación. En la inspección preliminar se reporta la apariencia general de los daños, áreas afectadas, tipos de grieta visibles, situación de los puntos más importantes del elemento o la estructura. Una vez realizado el diagnostico se llevará a cabo un pronóstico el cual puede ser optimista y se podrá reparar fácilmente mediante unos procesos técnicos y no habrá mayor daño y así la estructura evolucionará favorablemente. También el pronóstico podrá ser pesimista en cuyo caso la estructura afectada tendrá un proceso de reparación complejo, siendo el caso más extremo la demolición de la estructura.

Identificación de patologías. Para Hernández (2018), las patologías que se presenten en un proyecto van a depender de factores como la ubicación del elemento, el material, las cargas que soporta, la agresividad del ambiente, entre otros. En cualquier caso, es importante conocer las manifestaciones típicas de las patologías en cada elemento. Algunas de estas son:

- Erosión
- Descascaramiento
- Fisuras
- Deflexiones y movimiento
- Polvo
- Desmoronamiento
- Decoloración y manchado

- Eflorescencias
- Expansión
- Corrosión del refuerzo y metales embebidos

Ensayos no destructivos. Para Serpa y Samper (2019), los ensayos no destructivos son un tipo de prueba practicada a un material que no altera de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los Ensayos No destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño a la muestra examinada.

Ensayo de esclerometría:

Serpa y Samper (2019), también nos dicen que para la realización de este ensayo se emplea un martillo de rebote -Esclerómetro, dispositivo que permite estimar la dureza y resistencia del concreto. Su modo de operación consiste en la aplicación de energía a una masa impulsada que choca contra el concreto y la distancia de rebote medida en el instrumento se asume como índice esclerométrico. A cada índice corresponde un valor de resistencia, lo que depende del fabricante del equipo (se deberán tomar un mínimo de siete (7) datos para realizar los análisis estadísticos). Es de suma importancia la aplicación de criterios a la hora de valorar los resultados puesto que al ser una prueba superficial no es posible estimar si el sitio de análisis escogido es un agregado o un vacío; por ende, es susceptible a obtener resultados que no valoren realmente la resistencia del concreto. Mediante esta prueba se

establece el índice esclerométrico, el cual permite correlacionar resultados de núcleos a la compresión con nuevos ensayos sin afectar la estructura.

2.2.14. Importancia de hacer una evaluación patológica

Según Niño Hernández (2019), se debe tener presente, que la patología es un estudio que permite identificar y evaluar fallas presentes en cualquier tipo de proyecto, con el fin de establecer parámetros de intervención como la reparación o reforzamiento que permita renovar la vida útil del elemento afectado. Pero es importante conocer que al realizar tal estudio también permitirá actuar no solo en las correcciones a realizar, sino en la prevención de patologías en nuevos proyectos o elementos de características similares.

2.2.15. Reparación y Reforzamiento

Según la Norma E.030 (2019), la reparación o reforzamiento dota a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en, eventos futuros.

El proyecto de reparación o reforzamiento incluye los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.

Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones se siguen los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Se pueden emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en el RNE, con la debida justificación técnica y con aprobación del propietario y de la autoridad competente.

Las edificaciones se pueden intervenir empleando los criterios de reforzamiento sísmico progresivo y en la medida que sea aplicable, usando los criterios establecidos en el documento "Engineering Guideline for Incremental Sersmic Rehabilitation", FEMA P-420, Risk Management Serles, USA, 2009.

2.3. Definición de términos básicos

- 2.3.1. Reforzamiento:** Proceso para aumentar la capacidad inicial de una estructura. (Pérez, 2020)
- 2.3.2. Patología estructural:** Es el estudio de las deficiencias fallas en las estructuras, las cuales son ocasionadas generalmente por errores al seleccionar los materiales, en la concepción de la obra o durante su construcción. Todas las lesiones o enfermedades que puedan ser detectadas en las estructuras son fenómenos tan antiguos como los propios edificios de los que forman parte. (Cruz y Jhoan, 2017)
- 2.3.3. Fisuras:** Son roturas que aparecen generalmente en la superficie del concreto, por la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia. (Sánchez, 2018)
- 2.3.4. Losa:** Elemento estructural de espesor reducido respecto a sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (RNE, 2019)
- 2.3.5. Columna:** Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. (RNE, 2019)
- 2.3.6. Viga:** Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. (RNE, 2019)
- 2.3.7. Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (RNE, 2019)

- 2.3.8. Edificación:** obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar vidas humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella. (RNE, 2019)
- 2.3.9. Eflorescencia:** Es un depósito de sales, usualmente blanco, que se forma en la superficie cuando la sustancia en solución sale del interior del concreto o mampostería, hacia la superficie en forma de sales color blanco azulado o color gris - blanco. (Toxoment, 2017)
- 2.3.10. Oxidación:** Es la pérdida de electrones en una reacción química o electroquímica. Sánchez (2018)
- 2.3.11. Corrosión:** Es el deterioro o desintegración del concreto o del refuerzo a causa del fenómeno electroquímico de la corrosión. Sánchez (2018)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

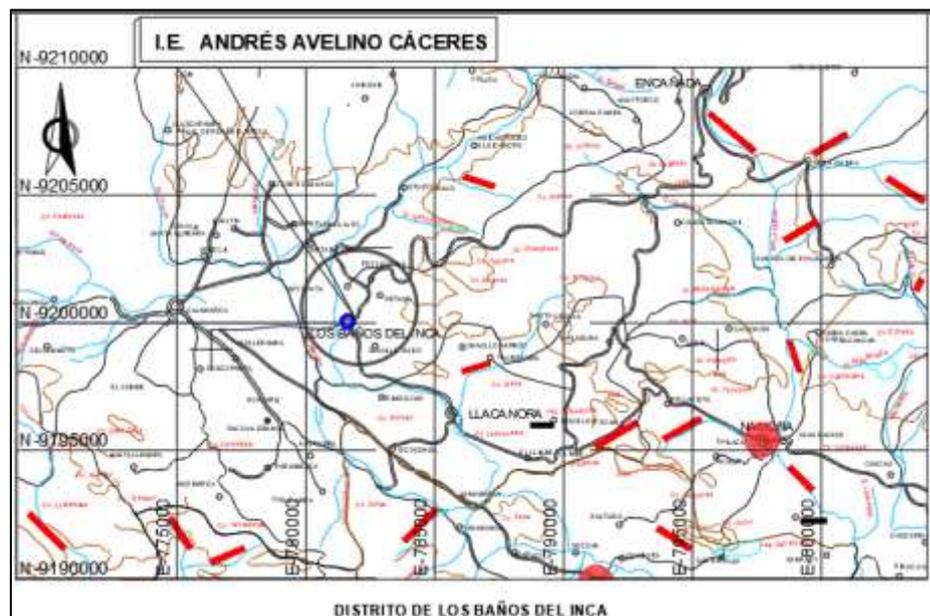
3.1. Ubicación geográfica

Este proyecto de investigación se desarrolló en el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, ubicada en el distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Se encuentra a 6 kilómetros de la ciudad de Cajamarca con dirección al Este de esta ciudad, en las coordenadas siguientes:

Tabla N° 4. Coordenadas UTM I.E. Andrés Avelino Cáceres

Coordenadas UTM WGS – 84	
“Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres”	
NORTE	9 207 450. 453
ESTE	780 228. 381

Figura N° 10. Ubicación de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres en el distrito de Los Baños del Inca.



Para mayor referencia, revisar plano de ubicación U-01.

3.2. Época de la investigación

El proyecto de investigación se llevó a cabo desde el mes de febrero hasta el mes de junio del año 2023.

3.3. Tipo de investigación

Según el proyecto realizado, la investigación tiene las características de un tipo de investigación **aplicada**, ya que se utilizaron técnicas y metodologías para la determinación de valores de resistencia del concreto de los elementos estructurales.

3.4. Nivel de investigación

La investigación que se realizó fue de un nivel descriptivo, ya que se realizaron descripciones y estimaciones de parámetros, para ello se realizaron ensayos con el fin de obtener la resistencia del concreto en los elementos estructurales donde se observaron mayor incidencia de patologías.

3.5. Diseño de investigación

Por el diseño de investigación, este proyecto tiene las características de una investigación **no experimental**, dado el caso que no se manipularon las variables.

3.6. Población de estudio

Está compuesto por todos los pabellones (cuatro) que constituyen la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca desde su fecha de construcción hasta la actualidad.

3.7. Muestra

La muestra se obtuvo mediante un análisis no probabilístico por conveniencia, el cual estuvo constituido por el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

3.8. Unidad de análisis

El pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

3.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se tomó en cuenta las siguientes técnicas e instrumentos:

Aplicación en un dispositivo celular para obtener las coordenadas UTM:

Se utiliza una aplicación en un dispositivo celular para determinar las coordenadas UTM, lo que permite la ubicación precisa de la Institución Educativa.

Observaciones visuales a simple vista: Para evaluar patologías como fisuras, grietas, eflorescencias, corrosiones, filtraciones y humedades, se llevan a cabo observaciones visuales directas sin la necesidad de instrumentos especializados.

Fotografías: Se utilizan cámara fotográfica para documentar visualmente cada una de las patologías observadas. Las imágenes se adjuntan a las fichas de evaluación patológica.

Ensayo de esclerometría: Se emplea un esclerómetro para determinar la resistencia del concreto en los elementos estructurales.

Se detalla a continuación, los materiales, equipos y algunas herramientas que se utilizaron en los ensayos:

- Martillo de rebote (Esclerómetro Schmidt) marca-modelo: A&A (ZC3A), n° serie: 503, con fecha de calibración: 15/08/2022
- Piedra abrasiva

- Comba
- Cíncel
- Wincha
- Celular (aplicación cámara)
- EPP: Casco, chaleco
- Fichas de evaluación patológica.
- Softwar's (AutoCAD, Google Earth, Google Mapper, Microsoft office)

3.10. Procedimiento

3.10.1. Tomas de puntos de georreferenciación

Para georreferenciar el lugar de estudio, se utilizó un aplicativo de GPS en el dispositivo celular para obtener las coordenadas de un punto de referencia, además de ello se hizo uso del software de Google Earth y Google Mapper para realizar el plano de ubicación de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, el cual se encuentra detallado en la parte de los anexos, sección planos.

3.10.2. Información del edificio

Con referencia a la información relevante con respecto al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, como son el caso de planos, expediente técnico, se obtuvo de la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca.

3.10.3. Fichas de evaluación patológica

Se elaboraron fichas de evaluación patológica teniendo en cuenta el formato siguiente:

- **Responsable:**
- **Fecha:**

- **Aspectos generales del edificio:** Aquí se detallan los siguientes aspectos: (nombre, ubicación, niveles, área de construcción).
- **Aspectos generales de la inspección visual, tanto síntomas, así como lesiones.** Se detallan el tipo de lesiones (físicas, mecánicas, químicas, organismos vivos, antropogénicos), la presencia y la ubicación de las mismas.
- **Datos del edificio.** Aquí se detalla la siguiente información (propietario, tipo de uso, año de construcción, años de servicio, constructor).
- **Registro de construcción.** Se detallaron la siguiente información (planos de obra).
- **Descripción de la estructura del edificio.** Se detalla la siguiente información (cimentación, sistema estructural, sistema de cubierta o entrepiso, materiales, procesos constructivos y reglamentos).
- **Recuento fotográfico.** Aquí se tuvo en cuenta el esquema de la patología observada, además de la ubicación de ésta en el plano de referencia y la fotografía tomada.
- **Observación.** Se describe lo observado en la fotografía.
- **Calificación visual.** Para ello se tomó en cuenta el grado de la lesión observada y se calificó en Leve, moderada o severo y si esto afecta al edificio en su seguridad, funcionalidad o aspecto.

3.10.4. Ensayo de esclerometría

Para la realización de este ensayo se tomó en cuenta la norma NTP 339.181, ASTM C 805M-13a, BS 1881-202.

Se prepararon cuadrículas de 150 mm por 150 mm en los cuales se retiró el recubrimiento (tarrajeo) del elemento estructural con la ayuda de un cincel y una comba, para tener datos más precisos al realizar las pruebas.

Luego de realizar las cuadrículas, con la ayuda de la piedra abrasiva se nivelaron algunos grumos que habían de concreto para dejar lisa toda la superficie, seguidamente se trazaron líneas horizontales y verticales separadas por 2.5 cm en cuyos recuadros se colocó el esclerómetro para medir el número de rebotes.

Se examina la impresión hecha en la superficie después de impacto, y si el impacto machaca o rompe, significa que la superficie tiene un vacío de aire, por ello se debe desechar la lectura y tomar otra.

Para la selección del número de puntos a tomar en cuenta, se realizó de manera aleatoria haciendo uso del método estadístico con una población finita.

Población o número total de elementos estructurales:

En el edificio se tiene 13 pórticos conformados por tres elementos cada uno (2 columnas y una viga).

En los dos niveles se tiene 26 pórticos, haciendo una totalidad de 78 elementos entre vigas y columnas, además de 4 losas 2 en el primer nivel y dos en el segundo y 8 columnas que están ubicadas en las separaciones de los ambientes (salones) en el centro de cada pórtico.

Para el estudio del caso se consideró una confianza del 95% con un margen de error de 5 % hasta 10%.

Considerando el lado más desfavorable que es 10% de error en la selección de la muestra, se tiene el 90% de probabilidad a favor de que la muestra escogida sea la adecuada y la probabilidad en contra 10%.

Para la determinación de la muestra según la fórmula estadística para una cantidad finita se tiene:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 - Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra buscado

N: Tamaño de la población o universo.

Z: Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza.

e: Error de estimación máximo aceptado.

P: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado.

q=(1-p): Probabilidad de que no ocurra el evento en estudio.

Datos:

N= 90

Z= 1.96

p= 90%

q=10%

Reemplazando se tiene:

$$n = \frac{90 \cdot (1.96)^2 \cdot 90\% \cdot (10\%)}{(90 - 1) \cdot (10\%)^2 + 90\% \cdot (10\%)}$$

$$n = 25.18$$

Se concluye que la cantidad de elementos a muestrear son 25, pero al tener 26 pódicos en total, se consideró tomar 26 puntos para tener uno por cada pódico,

además de ello se tomó incidencia en los elementos que presentan mayores deficiencias o evidencias de presencia de patologías.

3.11. Recolección y análisis de datos

3.11.1. Tomas de puntos de georreferenciación

Se tomó como referencia la esquina del patio para tomar el punto de referencia para las coordenadas UTM.

3.11.2. Información del edificio

El nombre del edificio es: Pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, se encuentra dentro de las instalaciones de la Institución Educativa ubicada en avenida Manco Cápac N° 811.

- **El tipo de estructura:**

- **Sistema estructural:** es un sistema aporticado, los cuales están formados por vigas y columnas de sección transversal rectangular, con muros de albañilería entre los pórticos.

- **Tipo de Cimentación:** El tipo de cimentación es de zapatas aisladas con cimientos corridos.

Propietarios y Usos:

- Desde su construcción hasta la actualidad pertenece a la I.E. actualmente el uso que se da al pabellón es para aulas de clase en beneficio de estudiantes de educación primaria en turno de la mañana y educación secundaria en el turno tarde.

El primer nivel cuenta con los siguientes ambientes:

- Ambiente P1-101 Aula 1° F
- Ambiente P1-102 Aula 1° E
- Ambiente P1-103 Aula 1° D
- Ambiente P1-104 Aula 1° C
- Ambiente P1-105 educación Física

El segundo nivel cuenta con los siguientes ambientes:

- Ambiente P2-21 Aula 5° C
- Ambiente P2-202 Aula 5° B
- Ambiente P2-203 Aula 5° A
- Ambiente P2-204 Aula 4° E
- Ambiente P2-205 Aula 4° D

• **Datos de la estructura**

- **Fecha de diseño**

El pabellón 01 fue diseñado el año 2003 y aprobado para su construcción el año 2004.

- **Construcción y puesta en servicio**

La construcción se realizó el año 2004 y fue puesta en servicio en el año 2005.

- **Vida útil y proyectada**

La edificación tiene una vida útil de 50 años.

- **Área construida**

El pabellón en estudio cuenta con dos niveles, con un área total construida de 641.55 m².

- Zona de amenaza sísmica

Según la norma NTE-030 (2019), el departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca y distrito de Los Baños del Inca se ubica en la Zona Sísmica 3, es una zona con alta actividad sísmica, por lo tanto, la I.E Andrés Avelino Cáceres pertenece a una zona sísmica de factor 0.35, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, el factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

- Estudio de suelos

Según el Expediente Técnico se realizó el estudio de suelos, donde se señala que realizaron dos calicatas de 2.00m de profundidad y 1.20m de diámetro.

- Planos estructurales

El Expediente Técnico también contiene los planos estructurales, el cual sirve para ver las consideraciones se han tomado en cuenta para la construcción del edificio, aceros (diámetros, longitudes), concreto (resistencia de diseño).

- Especificaciones de materiales

Las especificaciones se encuentran dentro del Expediente Técnico (especificaciones técnicas), están detalladas por cada partida que se han considerado para la ejecución de obra.

3.11.3. Fichas de evaluación patológica

Se detallan a continuación las fichas que se utilizaron para la evaluación patológica del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres con cada una de las descripciones de las observaciones hechas en el edificio.

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 01
Fecha: 20/04/2023	
Aspectos generales del edificio	
Nombre: Pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres	
Ubicación: Av. Manco Cápac N° 811, Baños del Inca.	
Niveles: 02	
Área de construcción:	
<ul style="list-style-type: none"> • Primer piso: 286.65 m2 • Segundo piso: 354.90 m2 • Área total: 641.55 m2 	
Datos del edificio	
Propietario: Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.	
Tipo de uso: Educacional.	
Año de construcción: 2004.	
Años de servicio: 18 años.	
Constructor: Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca.	

<p>Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.</p>
<p>Registro de construcción</p>
<p>Planos de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura: Sí • Estructuras: Sí • Instalaciones eléctricas: Sí • Instalaciones sanitarias: No • Cuaderno de obra: No
<p>Descripción de la estructura del edificio</p>
<p>Cimentación: Zapatas aisladas con cimientos corridos.</p> <p>Sistema estructural: Sistema aporticado conformado por trece pórticos en el primer y segundo nivel, con una junta sísmica entre los ejes F-F y G-G.</p> <p>Sistema de cubierta o entrepiso: Losas aligeradas, en el primer piso de 30 cm de espesor y el segundo de 25 cm (losa a dos aguas).</p> <p>Materiales: Ladrillo, cemento, acero, agregado fino y grueso, agua, madera, cerámicos, vidrios, entre otros que lo constata en expediente técnico.</p> <p>Procesos constructivos: En el expediente técnico encontrado se detallan las especificaciones técnicas a considerar en cada partida para la ejecución de obra.</p>

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 02
Fecha: 20/04/2023	
Vista general en planta del primer nivel	
Ver plano de arquitectura A-1 (ANEXOS)	
Forma en planta del edificio: Regular	
Observaciones: El espesor de la losa del primer nivel tiene un espesor de 30 cm	

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 03
Fecha: 20/04/2023	
Vista general en planta del segundo nivel	
Ver plano de arquitectura A-2 (ANEXOS)	
Forma en planta del edificio: Regular	
Observaciones: El espesor de la losa del segundo nivel tiene un espesor de 25 cm	

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.		
Responsable: Quiliche Gutierrez William		Ficha N° 04
Fecha: 20/04/2023		
Aspectos generales de la inspección visual, tanto síntomas, así como lesiones.		
Físicas	Presencia	Ubicación
<ul style="list-style-type: none"> • Humedad 	SÍ	Muro primer y segundo piso, losa segundo piso (Fotos N° 01y 02).
<ul style="list-style-type: none"> • Erosión 		
<ul style="list-style-type: none"> • Manchas 	SÍ	Muros y losas.
<ul style="list-style-type: none"> • Rayaduras 	SÍ	Muros y losas.
Mecánicas	Presencia	Ubicación
<ul style="list-style-type: none"> • Deformaciones 		
<ul style="list-style-type: none"> • Fisuras y/o grietas 	SÍ	Columnas, vigas, muros, losas (Fotos N° 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).
<ul style="list-style-type: none"> • Desprendimientos 		
<ul style="list-style-type: none"> • Desplomes 		
<ul style="list-style-type: none"> • Desniveles 		
<ul style="list-style-type: none"> • Pandeos 		
<ul style="list-style-type: none"> • Dilataciones 		

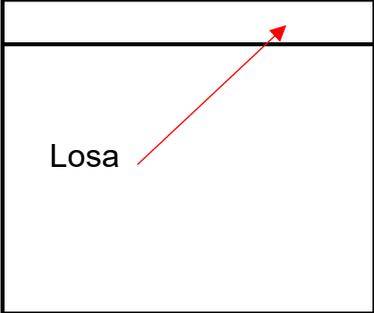
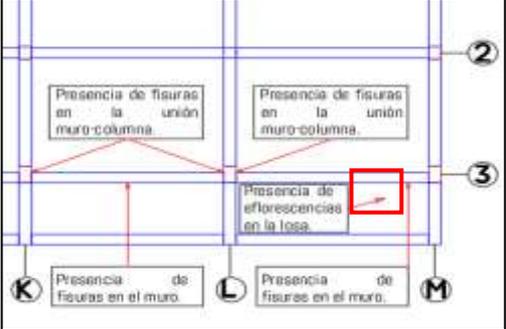
Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.		
Responsable: Quiliche Gutierrez William		Ficha N° 04
Fecha: 20/04/2023		
Aspectos generales de la inspección visual, tanto síntomas, así como lesiones.		
Químicas	Presencia	Ubicación
• Eflorescencias	SÍ	Muros, losas (Fotos N° 1 y 02)
• Oxidaciones y/o corrosiones	SÍ	Puntos de anclaje de la armadura de las ventanas.
Organismos vivos	Presencia	Ubicación
• Mohos y hongos	SÍ	Muro primer piso (Foto N° 02).
• Plantas superficiales	SÍ	Veredas (Foto N° 15).
Antropogénicos	Presencia	Ubicación
• Alteración volumétrica		
• Diseño adecuado		
• Carencia de mantenimiento	SÍ	Vigas, columnas, losas y muros.

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

Responsable: Quiliche Gutierrez William **Ficha N° 05**

Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema	Ubicación en el plano
 <p style="text-align: center;">Losa</p>	 <p style="text-align: center;">Losa segundo Piso. Tramo L-M.</p>

Fotografía



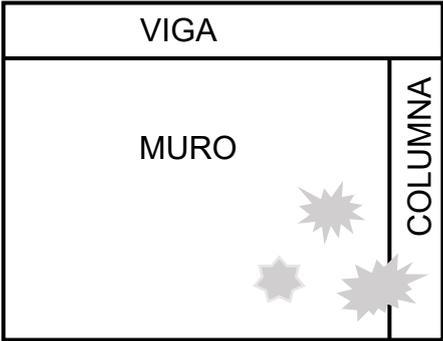
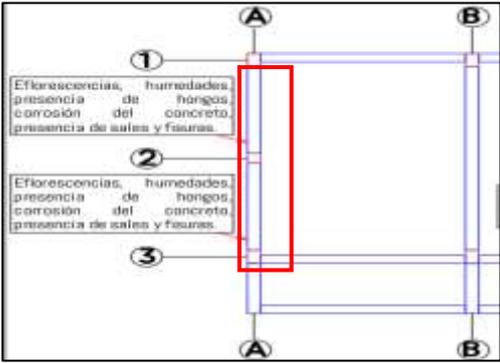
Observación: Se observa la presencia de eflorescencias en el voladizo de la losa del segundo nivel

Calificación visual

Grado de la lesión: Moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 01

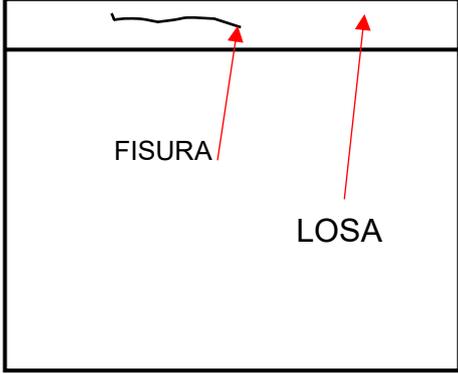
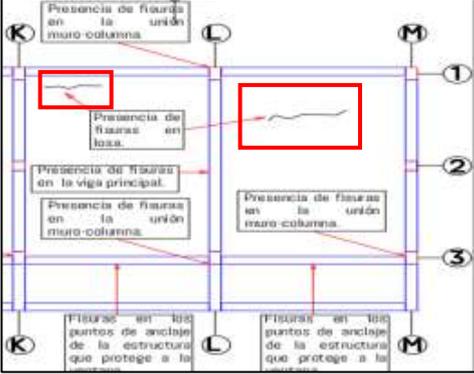
Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 06
Fecha: 22/04/2023	
Recuento fotográfico	
Esquema	Ubicación en el plano
	 <p style="text-align: center;">Muro y columna eje A-A. Primer piso.</p>
Fotografía	
	
Observación: Se observa la presencia de corrosión del concreto en columna y muro, desprendimiento del recubrimiento, fisuras y humedades.	
Calificación visual	
Grado de la lesión: Moderado	
Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto	
Numero de fotografía: 02	

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

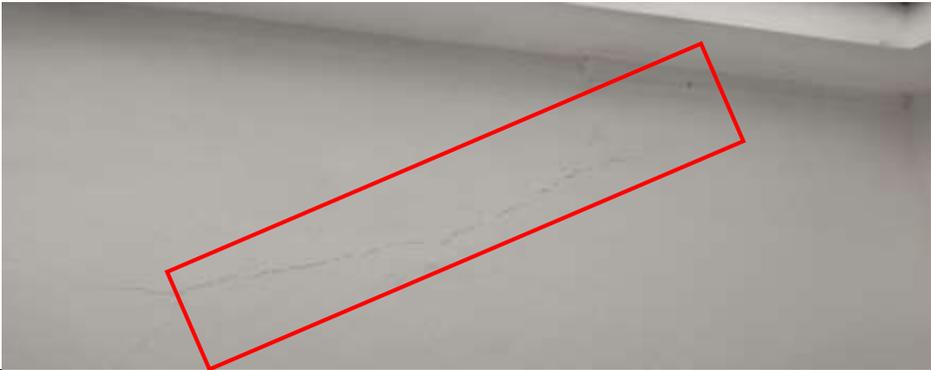
Responsable: Quiliche Gutierrez William **Ficha N° 07**

Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema	Ubicación en el plano
	 <p align="center">Losa primer ambiente, Tramo K-M</p>

Fotografía



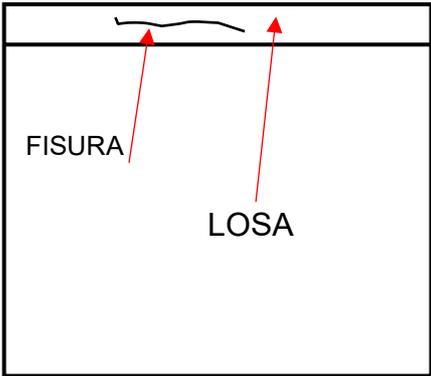
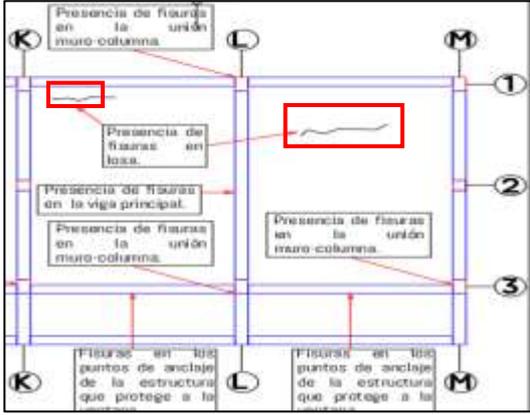
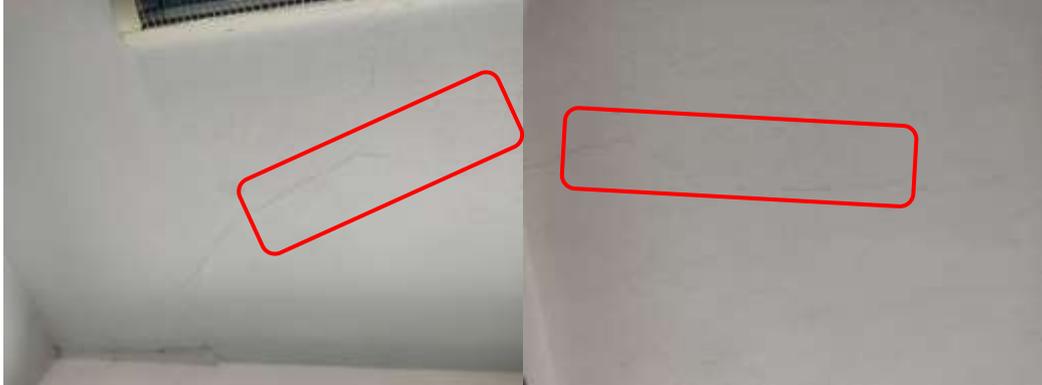
Observación: Se observa la presencia de fisuras a lo largo de toda la losa del primer ambiente (1P-101), comenzando desde la viga principal hasta la siguiente formando un paralelismo con la viga secundaria.

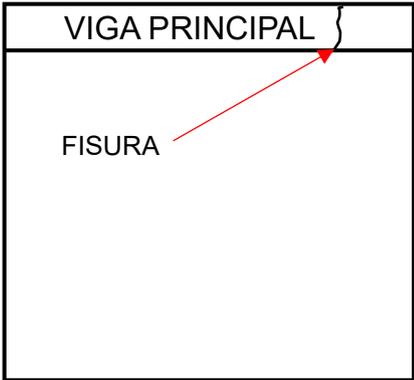
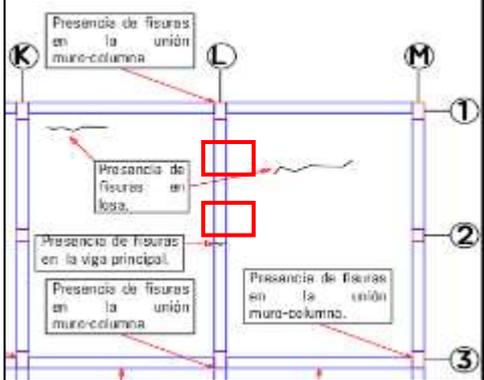
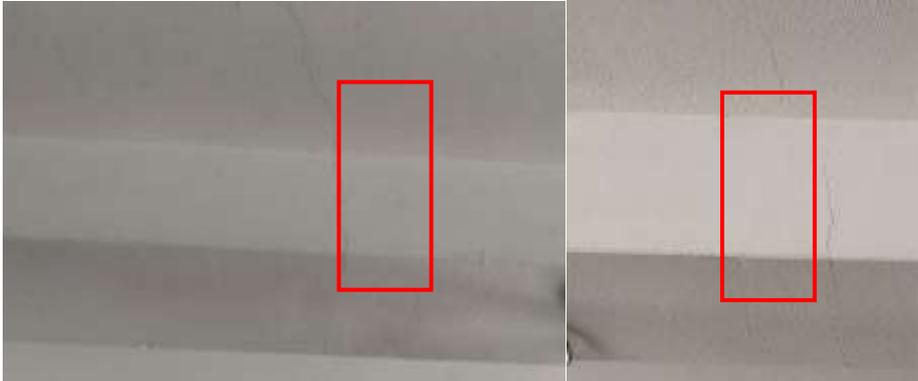
Calificación visual

Grado de la lesión: Moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 03

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 08
Fecha: 22/04/2023	
Recuento fotográfico	
Esquema	Ubicación en el plano
	 <p style="text-align: center;">Losa primer ambiente, Tramo K-M</p>
Fotografía	
	
Observación: Se observa la presencia de fisuras inclinadas con referencia a la viga secundaria en la losa del primer ambiente (1P-101).	
Calificación visual	
Grado de la lesión: Moderado	
Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto	
Numero de fotografía: 04 y 05	

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 09
Fecha: 22/04/2023	
Recuento fotográfico	
Esquema	Ubicación en el plano
	 <p>Viga Eje: L-L/ Tramo: 1-3. Primer piso</p>
Fotografía	
	
Observación: Se observa la presencia de fisuras a lo largo de toda la sección transversal de la viga principal del eje L-L, formando una perpendicular con el sentido de la viga.	
Calificación visual	
Grado de la lesión: Moderado	
Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto	
Numero de fotografía: 06 y 07	

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

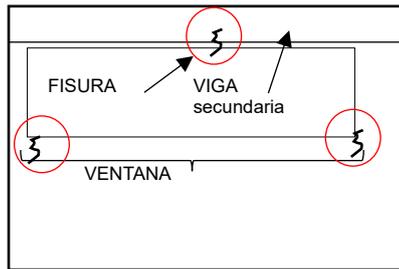
Responsable: Quiliche Gutierrez William

Ficha N° 10

Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema



Ubicación en el plano



Viga Eje: 3-3/ Tramo: A-M. Primer piso.

Fotografía



Observación: Se observa la presencia de fisuras en los puntos de anclaje en los muros, vigas y columnas en el primer piso, en donde se han colocado los aceros de la armadura que protege a la ventana, en la colocación de esta armadura se ha tenido que anclar en los aceros de las vigas y columnas, es en estos puntos donde se evidencia presencia de las fisuras.

Calificación visual

Grado de la lesión: Leves y Moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 08 y 09

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

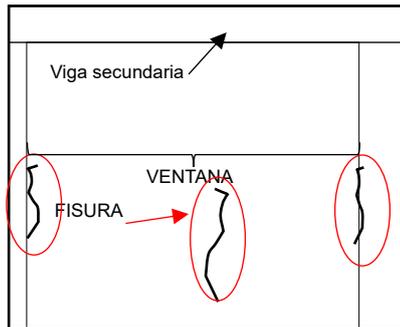
Responsable: Quiliche Gutierrez William

Ficha N° 11

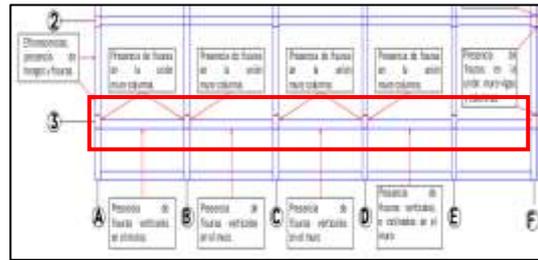
Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema



Ubicación en el plano



Muros y columnas Eje: 1-1, 3-3/ Tramo: A-M. Primer y segundo piso

Fotografía



Observación: Se observa la presencia de fisuras en los muros y columnas a lo largo del 1-1 y eje 3-3, en el primer y segundo nivel, son fisuras verticales y con ángulos de inclinación de 45° aproximadamente.

Calificación visual

Grado de la lesión: Leve y moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 10 y 11

Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

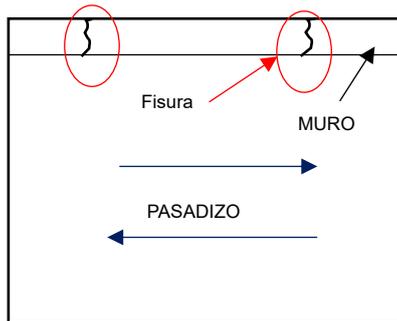
Responsable: Quiliche Gutierrez William

Ficha N° 12

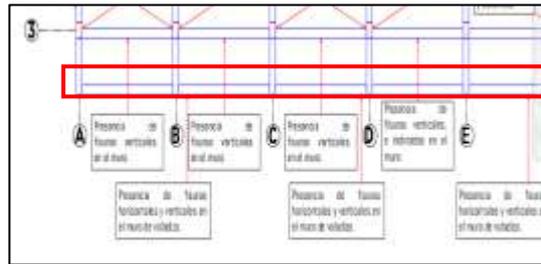
Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema



Ubicación en el plano



Muros de voladizo Eje: / Tramo: A-M.

Segundo piso.

Fotografía



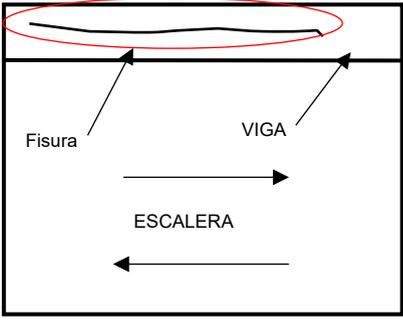
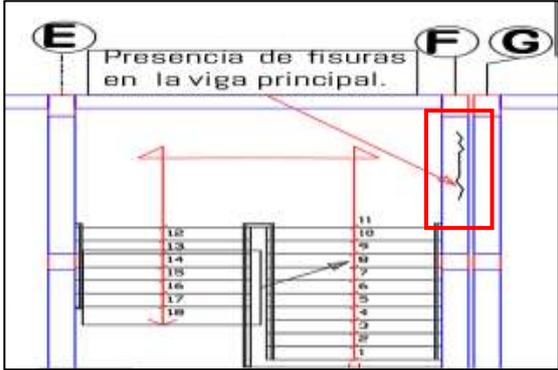
Observación: Se observa la presencia de fisuras en los muros del balcón a lo largo del tramo: A-M, se evidencia fisuras horizontales, verticales e inclinadas, además de manchas y desprendimientos del recubrimiento (tarrajeo).

Calificación visual

Grado de la lesión: Leve y moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 12 y 13

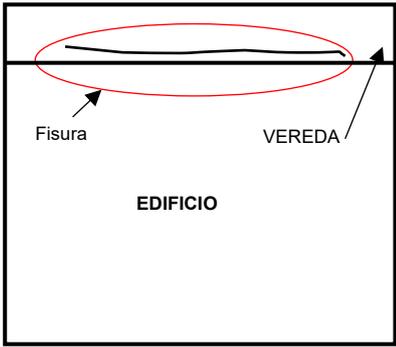
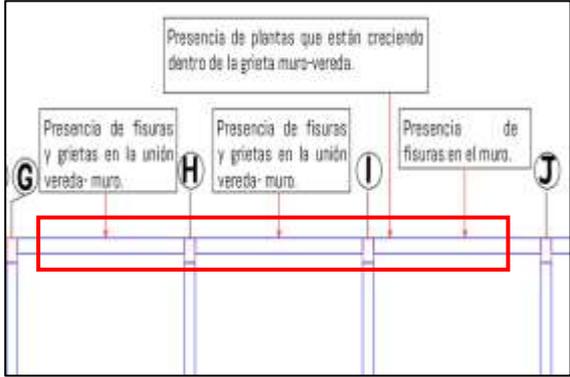
Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.	
Responsable: Quiliche Gutierrez William	Ficha N° 13
Fecha: 22/04/2023	
Recuento fotográfico	
Esquema	Ubicación en el plano
 <p>Diagrama que muestra una viga horizontal con una fisura horizontal a lo largo de su longitud. Una línea roja ovalada resalta la fisura. Se indica la presencia de una ESCALERA debajo de la viga. Las etiquetas 'Fisura' y 'VIGA' apuntan a sus respectivos elementos.</p>	 <p>Plano de ubicación que muestra la viga principal en el primer piso. El eje de la viga es F-F y el tramo es 1-2. Se indica la presencia de fisuras en la viga principal. El plano muestra una planta de planta con una viga principal horizontal y una escalera vertical. Las etiquetas E, F y G indican ejes de referencia. Una línea roja resalta la ubicación de la viga principal.</p>
Fotografía	
 <p>Fotografía que muestra la fisura horizontal en la viga principal del primer piso. La fisura es una línea horizontal que se extiende a lo largo de la viga.</p>	
Observación: Se observa la presencia de una fisura horizontal a lo largo de todo el tramo: 1-2 de la viga principal del eje F-F del primer piso.	
Calificación visual	
Grado de la lesión: Leve y moderado	
Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto	
Numero de fotografía: 14	

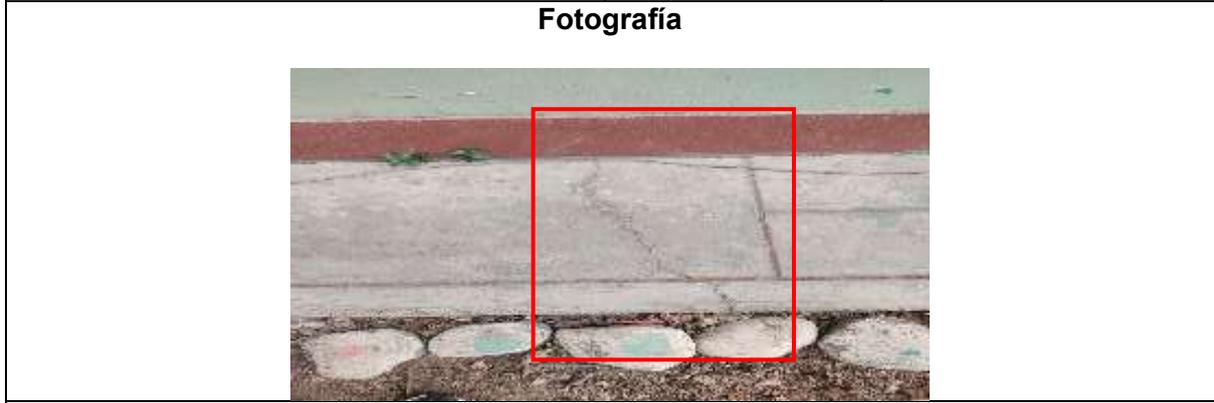
Ficha de evaluación patología del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

Responsable: Quiliche Gutierrez William **Ficha N° 14**

Fecha: 22/04/2023

Recuento fotográfico

Esquema	Ubicación en el plano
 <p>Diagrama que muestra un edificio con una vereda. Una línea roja horizontal indica una fisura que atraviesa la vereda. Se etiquetan 'Fisura' y 'VEREDA'. El edificio se etiqueta como 'EDIFICIO'.</p>	 <p>Plano que muestra la ubicación de las patologías observadas. Se indican: 'Presencia de plantas que están creciendo dentro de la grieta muro-vereda', 'Presencia de fisuras y grietas en la unión vereda-muro' (en los puntos G y H), y 'Presencia de fisuras en el muro' (en el punto I). El punto J indica otra zona. Una línea roja rectangular resalta el área de estudio.</p>
<p>Muro - vereda: Eje: 1-1/ Tramo: D-J. Primer piso.</p>	



Observación: Se observa la presencia de fisuras a lo largo de la unión entre muro (eje: 1-1) y vereda, además se observa el crecimiento de plantas y hongos dentro de estas aberturas.

Calificación visual

Grado de la lesión: Leve y moderado

Afecta al edificio en: seguridad, funcionalidad y aspecto

Numero de fotografía: 15

3.11.4. Ensayo de esclerometría

Los ensayos se realizaron el 28 de mayo del año 2023, la resistencia a compresión con la que se diseñó el edificio es de 210 kg/cm², según el expediente técnico tanto para vigas, columnas y losas. La edad del concreto es de 18 años, el tipo de superficie es rugoso por el concreto endurecido, la condición de humedad para los ensayos es una superficie seca.

Se hizo la toma de datos del número de rebotes en cada uno de los puntos establecidos, y se calculó el promedio del número rebotes en cada ensayo, a continuación, se detallan dichos datos:

Tabla N° 5. Cálculo del promedio de rebotes y desviación estándar de cada ensayo.

N° de ensayo	N° promedio de rebotes	Desviación estándar
01	32	2.9
02	21	3.3
03	31	2.5
04	25	1.4
05	32	2.6
06	33	3.6
07	31	2.1
08	23	1.9
09	33	1.9
10	24	2.0
11	32	1.3
12	24	2.1

N° de ensayo	N° promedio de rebotes	Desviación estándar
13	33	2.5
14	25	1.9
15	32	2.9
16	37	3.8
17	38	2.4
18	27	1.9
19	39	2.5
20	32	2.5
21	39	1.7
22	32	2.6
23	37	3.2
24	28	2.6
25	38	3.1
26	26	2.8

3.11.5. Evaluación actual del pabellón

Esta Institución Educativa carece de análisis previos sobre patologías o vulnerabilidades que puedan afectar su infraestructura. Además, es importante destacar que la construcción se llevó a cabo en colaboración entre la municipalidad distrital de Los Baños del Inca y los padres de familia de la institución, lo que puede haber limitado la consideración de condiciones necesarias durante el proceso constructivo.

Se detalla a continuación una breve descripción del estado actual de las estructuras, después de realizar una observación a todo el edificio.

3.11.5.1. Columnas del primer y segundo nivel.

Se realizó el registro en el cual se observaron que en las columnas del eje: 3-3 del primer nivel (tramos: B-E y G-M) se presentan fisuras en los puntos donde se ancla la armadura que protege a las ventanas, esto se observa que lo colocaron luego de la construcción del edificio, por lo que han picado para poder soldar, en el eje: 1-1 del primer nivel se presentan fisuras en las columnas que están ubicadas en el tramo: A-E y en el segundo nivel hay presencia de fisuras en las columnas del eje: 3-3 (tramos: A-E y G-M), principalmente verticales perpendiculares a los elementos de refuerzo (estribos), estas fallas se presentan en mayor proporción en los puntos donde hay unión con los muros de albañilería, esto también se observa en el eje: 1-1 (tramo: A-M).

3.11.5.2. Vigas del primer y segundo nivel

Se realizó el registro y la observación en los dos niveles, en los cuales se observó que hay dos vigas con presencia de fisuras, una en el ambiente P1-101 (aula 1° F) en donde se observó fisuración en la parte central de la viga principal del eje: L-L, tramo: 1-3 en toda su sección transversal y otra en la viga principal del eje: F-F, tramo: 1-2 (primer piso), esta fisura se observa de manera horizontal en el sentido de la viga en todo el tramo 1-2. En las demás vigas no se observan fallas o presencia de patologías tanto en el primer como en el segundo nivel.

3.11.5.3. Muros de albañilería del primer y segundo nivel.

Se realizó el registro y se observó que los muros tanto del primer y del segundo nivel presentan fisuras tanto verticales en su mayoría en las uniones entre muro y columna en ambos niveles en los ejes: 3-3 y 1-1, así como inclinadas haciendo ángulos de 45° aproximadamente (en el segundo nivel).

También se observa presencia de humedades en los muros por filtraciones de agua (eje A-A, tramo:1-3), eflorescencias (eje A-A, tramo: 1-3) y humedades a la que está expuesta la infraestructura, corrosiones en los puntos donde se han colocado la estructura metálica que protege a las ventanas (eje 3-3, tramos: A-E y G-M).

3.11.5.4. Losas aligeradas del primer y segundo nivel.

Se observó que existen fisuras en las losas tanto en el primer (ambiente P-101) y segundo nivel (ambiente P-201), tanto en dirección longitudinal y paralelas, además de algunas eflorescencias y manchas por la humedad por filtraciones de agua de lluvia (losa segundo nivel eje 3-3, tramo: L-M).

3.11.5.5. Veredas del pabellón.

Se observó que existen fisuras, grietas en las veredas (eje 1-1, tramo: G-J), también se observa el crecimiento de plantas dentro de las grietas (eje 1-1, tramo: I-J).

3.12. Presentación de los resultados

3.12.1. Resultados de la inspección y observación.

Tabla N° 6. Localización, origen, causas y calificación de las patologías en el pabellón 01 Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.

Evaluación Patológica del Pabellón 1 de la I.E. Andrés Avelino Cáceres.								
Descripción	Elemento	Localización		Origen	Causas	Calificación		
		Nivel de Piso	Eje/Tramo			Le-ve	Modera-do	Grave
Fisuras en viga principal en la parte central haciendo una perpendicular al sentido de la viga.	Viga principal	1	Eje: L-L/ Tramo: 1.3		La sobrecarga de la planta superior. Deformación en la viga.		X	
Fisuras en la losa en sentido paralelo a los ejes principales y con una inclinación de 45° aprox. con referencia al sentido de las vigas principales.	Losa	1	Ejes: 1-1, 2-2 y 3-3/ Tramos: K-L y L-M.	Errores en la etapa de diseño y construcción.	La sobrecarga de la planta superior.	X	X	
Fisuras a la altura de la ventana en los puntos de anclaje.	Muro, columna y viga secundaria	1	Eje: 3-3/ Tramo: L-M.	Corrosión de los aceros.	Exposición de los aceros de la columna y viga al ser picado el concreto para anclar la armadura de la ventana.	X	X	
Manchas por eflorescencias en el muro parte alta.	Muro	1	Eje: M-M/ Tramo: 2-3	Presencia de lluvias y filtraciones de agua.	no considerar protección a la estructura en la construcción.	X	X	

Evaluación Patológica del Pabellón 1 de la I.E. Andrés Avelino Cáceres.

Descripción	Elemento	Localización		Origen	Causas	Calificación		
		Nivel de Piso	Eje/Tramo			Leve	Moderado	Grave
Fisuras en los puntos de anclaje de la armadura de la ventana.	Muro, columna y viga secundaria	1	Eje: 3-3/Tramos: A-B, B-C, C-D, D-E, H-I, I-J, J-K, K-L.	Corrosión de los aceros.	Exposición de los aceros de la columna y viga al ser picado el concreto para anclar la armadura de la ventana.	X	X	
Fisuras en la unión muro-columna.	Muro y columna	1	Eje 1-1/Tramos: D-E, E-F, H-I, J-K, K-L.	Errores en la etapa de diseño y construcción.	Falta de columnetas para mejorar la adherencia o unión entre muro y columna.	X	X	
Fisuras en la unión muro-columna.	Muro y columna	1	Eje 3-3/Tramos: A-B, C-D, I-J.			X	X	
Fisuras verticales en columnas.	Columnas	1	Eje 3-3/Tramos: G-H, H-I, J-K.	Errores en los materiales y en el proceso constructivo.	Corrosión de los aceros y baja resistencia del concreto.	X	X	
Fisuras en muro con inclinación de 45° aproximadamente.	Muro	1	Eje A-A/Tramo: 1-3.	Errores en el proceso constructivo.	La sobrecarga y la exposición al medio ambiente.	X		

Evaluación Patológica del Pabellón 1 de la I.E. Andrés Avelino Cáceres.

Descripción	Elemento		Localización		Origen	Causas	Calificación		
			Nivel de Piso	Eje/Tramo			Leve	Modera-do	Grave
Desprendimiento por eflorescencias en el muro y columna en la parte baja.	Muro y columna	y	1	Eje A-1-3.	Errores en el proceso constructivo y falta de mantenimiento.	Lesiones físicas por presencia de filtraciones de agua y sales.		X	
Fisura horizontal en la parte inferior del muro en la unión con la vereda.	Muro y vereda	y	1	Eje: 1-1/ Tramos: E-F y G-I.	Fallas por acciones sísmicas, tipo de suelo y exposición al medio ambiente.	Sobrecargas del nivel superior del pabellón.		X	
Fisura horizontal a lo largo de toda la viga principal.	Viga		1	Eje: F-F/ Tramo: 1-2.	Deficiencias en el tarrajeo y falta de curado.	Falta de adherencia del recubrimiento, fisuras por flexión.		X	
Eflorescencias en el voladizo de la losa.	Losa		02	Eje: M-M/ Tramo: 2-3	Errores en el proceso constructivo y falta de mantenimiento.	Lesiones físicas por presencia de filtraciones de agua y sales.		X	
Fisura vertical en la unión muro columna.	Muro y Columna	y	02	Eje: 3-3/ Tramos: B-C, C-D, D-E, E-F, G-H, H-I, J-K, K-L, L-M.	Errores en la etapa de diseño y construcción.	Falta de columnetas para mejorar la adherencia o unión entre muro y columna.	X		X

Evaluación Patológica del Pabellón 1 de la I.E. Andrés Avelino Cáceres.

Descripción	Elemento	Localización		Origen	Causas	Calificación		
		Nivel de Piso	Eje/Tramo			Leve	Moderado	Grave
Fisuras en los muros, verticales e inclinados con ángulo aprox. De 45°.	Muro	02	Ejes: 1-1 y 3-3/ Tramos: B-C, D-E, G-H, H-I, I-J, J-K.	Errores en el proceso constructivo.	La sobrecarga y la exposición al medio ambiente.	X	X	
Fisuras verticales y diagonales con ángulo de inclinación de 45° aprox.	Muro	02	Eje: A-A/ Tramos: 1-2, 2-3.	Errores en el proceso constructivo.	La sobrecarga y la exposición al medio ambiente.	X		
Fisura vertical y horizontal en todo el contorno del pórtico.	Muro	02	Eje: G-G/ Tramos: 1-2, 2-3.	Fallas en el proceso constructivo.	Falta de columnetas para mejorar la adherencia o unión entre muro y columna.		X	

3.12.2. Resultados del ensayo de esclerometría

Luego de haber realizado la toma de datos para el ensayo de esclerometría se procedió a calcular el promedio del número de rebotes y su desviación estándar de cada uno de los ensayos, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Luego de ello se calculó la resistencia de cada uno de los elementos estructurales estudiados, con la ayuda del siguiente ábaco:

Tomando en cuenta el ábaco y el ángulo de aplicación del esclerómetro se calcularon la resistencia a compresión de los elementos estructurales ensayados.

Tabla N° 7. Cuadro resumen del cálculo de la resistencia a compresión de los elementos estructurales estudiados.

N° de ensayo	Nivel/Elemento estructural	Resistencia a compresión requerida (kg/cm²)	Resistencia a compresión obtenida (kg/cm²)	Porcentaje obtenido con respecto a la resistencia requerida
01	Primer piso/viga	210	280	133.33%
02	Primer piso/columna	210	110	52.38%
03	Primer piso/viga	210	160	76.19%
04	Primer piso/columna	210	140	66.67%
05	Primer piso/viga	210	238	113.33%

N° de ensayo	Nivel/Elemento estructural	Resistencia a compresión requerida (kg/cm2)	Resistencia a compresión obtenida (kg/cm2)	Porcentaje obtenido con respecto a la resistencia requerida
06	Primer piso/columna	210	250	119.05%
07	Primer piso/viga	210	220	104.76%
08	Primer piso/losa	210	120	57.14%
09	Primer piso/losa	210	250	119.05%
10	Primer piso/columna	210	130	61.90%
11	Primer piso/viga	210	238	113.33%
12	Primer piso/columna	210	130	61.90%
13	Primer piso/viga	210	250	119.05%
14	Segundo piso/columna	210	140	66.67%
15	Segundo piso/losa	210	200	95.24%
16	Segundo piso/columna	210	310	147.62%
17	Segundo piso/viga	210	320	152.38%

N° de ensayo	Nivel/Elemento estructural	Resistencia a compresión requerida (kg/cm2)	Resistencia a compresión obtenida (kg/cm2)	Porcentaje obtenido con respecto a la resistencia requerida
18	Segundo piso/columna	210	165	78.57%
19	Segundo piso/viga	210	340	161.90%
20	Segundo piso/columna	210	238	133.33%
21	Segundo piso/viga	210	340	161.90%
22	Segundo piso/losa	210	238	133.33%
23	Segundo piso/viga	210	310	147.62%
24	Segundo piso/columna	210	180	85.71%
25	Segundo piso/viga	210	320	152.38%
26	Segundo piso/columna	210	158	75.24%

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de datos

4.1.1. De las fichas de evaluación patológica

Las patologías que se manifiestan en el edificio son debido a errores en la etapa de diseño, construcción, así como la exposición al medio ambiente y falta de mantenimiento, lo que ha causado que las patologías se muestren como fisuras, grietas, manchas, eflorescencias, desprendimientos a lo largo de todo el pabellón, estos problemas que se encontraron van en el rango de **leve a moderado**.

Las lesiones mecánicas que se evidencian por las fisuras, por sobrecargas, por flexión en caso de la losa y la viga principal del salón P-101 (Eje: L-L), también por grietas entre la unión de muros y vereda (por el suelo que es arcilloso con presencia de arenas según el estudio de suelos hechos en el expediente técnico), son de carácter **moderado**.

4.1.2. De las causas de las patologías.

Las sobrecargas que existe del nivel superior de la estructura están afectando considerablemente a los muros y en especial a una de las vigas principales que tiene una fisura de carácter moderado.

El problema de falta de mantenimiento al edificio está contribuyendo al desprendimiento de la pintura y el recubrimiento de los muros y algunos elementos

estructurales como columnas, provocando fisuras, manchas de eflorescencia en la estructura.

Las deficiencias en la etapa de construcción como es el caso de la elaboración del concreto con la adecuada resistencia para las columnas, vigas y losas, lo que facilita que la exposición a las lluvias provoque filtraciones y posteriormente aparezcan fisuras y manchas.

La exposición al medio ambiente y la mala conexión en los puntos de anclaje de las armaduras de las ventanas hacen que se produzca corrosión en los aceros y perjudiquen la adherencia con el concreto, por lo tanto, aparecen fisuras y se desprenden los recubrimientos, haciendo que el daño siga avanzando.

4.1.3. Del ensayo de esclerometría

Luego de realizar el ensayo de Esclerometría en el que se determinó la resistencia del concreto de los elementos estructurales entre vigas, columnas y losas se tiene que la mayoría de columnas no cumple con las especificaciones que se consideró en el expediente técnico que es la resistencia a compresión de 210 kg/cm² y según los ensayos hechos nos arrojan resultados por muy debajo de este valor, en el primer nivel de 5 columnas ensayadas solo una tiene de resistencia de 250 kg/cm² y las demás están por debajo del valor que se señala en el expediente técnico, en el segundo nivel de las 6 columnas ensayadas solo dos están por encima de la

resistencia requerida y las demás están por debajo.

En el caso de las vigas, se ensayaron 11 vigas principales, de las cuales fueron 6 en el primer nivel y 5 en el segundo nivel, de las cuales solo en la viga que esta fisurada presenta una resistencia de 160 kg/cm² y las demás sí están en valores mayores a los 210 kg/cm², para el caso de las losas se ensayaron cuatro puntos, dos en el primer nivel y dos en el segundo nivel, se obtuvieron resultados de 120Kg/cm² para la losa donde se observa fisuras en un gran porcentaje (en esta zona se ubica la viga fisurada), en el otro punto se obtuvo una resistencia de 250 Kg/cm², esto corresponde al primer nivel y en el segundo nivel se obtuvieron resistencias de 200 y 238 Kg/cm², se observa que en el lado donde está la viga fisurada se tiene una resistencia por debajo de la establecida y en el otro punto está por encima de los 210 Kg/cm² que se ha considerado en su diseño.

Esto significa que el 72.7% de columnas no cumple con las especificaciones de la resistencia del concreto y el 9.1% de las vigas no cumple con las especificaciones que se han considerado para la construcción del edificio.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Recomendaciones de reforzamiento

Luego de realizar la evaluación patología al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, se recomienda el **reforzamiento** de dicha edificación por la presencia de problemas de patologías en sus instalaciones. Esto

debido a causas del mal diseño y construcción, provocando que haya presencia de fisuras que es el caso más crítico en el ambiente P-101 en la viga principal y la losa que va incrementándose con el pasar del tiempo, que de no tomar medidas de reforzamiento puede ocasionar un colapso de la estructura, poniendo en riesgo la vida de los ocupantes. También tomando en cuenta que luego de realizar los ensayos se obtuvo resistencias a compresión del concreto por debajo de lo requerido.

Además de ello se encontró la presencia de eflorescencias, manchas causadas por filtraciones, corrosiones en los aceros provocando fisuras en las columnas y muros.

Por todos los problemas que se mencionan es que se recomienda reforzar sus estructuras del pabellón, previamente haciendo un análisis estructural.

4.2.2. Contrastación de la hipótesis

Luego de finalizar con la evaluación al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, podemos contrastar la hipótesis: “Las patologías que presenta el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca, son de tipo físicas, mecánicas y químicas, a causa de los errores en la fase de diseño, en la construcción y a la exposición del medio ambiente”, con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis, ya que los parámetros de resistencia a compresión y la inspección realizada presentan variaciones desfavorables.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Según la evaluación patológica realizada al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, ubicada en el distrito de Los Baños del Inca, requiere reforzamiento a sus estructuras, porque existe fisuración en sus elementos estructurales que son de carácter moderado.
- Según el diagnóstico y la identificación de las patologías en el pabellón 1 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca, principales manifestaciones patológicas fueron las fisuras (en mayor porcentaje), grietas, eflorescencias, manchas filtraciones, corrosiones del acero y concreto.
- Luego de realizar la determinación de la resistencia del concreto de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) en el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca mediante el ensayo de Esclerometría se obtuvo que las columnas en su mayoría no cumplieron con los requerimientos de resistencia, las vigas solo dos de ellas presentaron bajos índices y las losas dos de los ensayos presentaron resistencias por debajo de lo requerido.
- Se concluye la viabilidad del reforzamiento luego de hacer la evaluación patológica al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Los Baños del Inca.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el reforzamiento al pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, por los problemas expuestos en el proyecto de investigación.
- Se recomienda realizar un análisis estructural al edificio para obtener datos en la elaboración del plan de reforzamiento estructural del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.
- Se recomienda realizar trabajos de mantenimiento para frenar el avance de las patologías que se manifiestan en el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alzate Buitrago, A. (2017).** *Identificación de Patologías Estructurales en Edificaciones Indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal (Sector Educativo).* Pereira, Colombia.
2. **Campiño Sánchez, J. A. (2018).** *Patología Estructural Institución Educativa Nueva Granada Municipio de Dosquebradas.* Pereira - Risalda, Colombia.
3. **Contreras Angarita, J. C., Lemus Martínez, L., & Arango Rolón, R. A. (2020).** *ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS Y VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL QUE SE PRESENTAN EN EDIFICACIONES DE OCUPACION INSTITUCIONAL DE EDUCACION PUBLICA SUPERIOR EN LA CIUDAD DE CUCUTA.* [Tesis de pregrado]. San José de Cúcuta, Colombia.
4. **Cruz Herrera, W. A., & Jhoan Pérez, G. (2017).** *PASANTIA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - ESTUDIO DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA ENRIQUE MILLÁN RUBIO.* Pereira, Risaralda, Colombia.
<https://core.ac.uk/download/pdf/233044406.pdf>
5. **Cuzcano Barreto, C. W. (2021).** *Identificación y evaluación de patologías en la institución educativa pública Nuestra Señora de la Asunción, Zúñiga, Cañete, 2020.* [Tesis de pregrado]. Universidad César Vallejo, Cañete, Lima, Perú.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61612/Cuzcano_BCW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. **Duque Gómez, G. A., & Valencia Hernández, J. D. (2019).** *Diagnóstico de las Patologías Estructurales de la Institución Educativa Liceo Gabriela Mistral Municipio De La Virginia, Risalda.* Pereira, Risalda, Colombia.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17824/DIAGN%C3%93STICO%20DE%20LAS%20PATOLOG%C3%8DAS%20ESTRUCTURALES.pdf?sequence=1>
7. **Escobar Ferreira, M. E. (2022).** *Modelo de gestión para el diagnóstico de estructuras de edificios de hormigón armado.* Valencia, España.
8. **Gavilán, S., & Jiménez, J. (2017).** *Patologías relacionadas con la humedad en un complejo de 719 viviendas de interés social.*
9. **Gonzales, J. F. (2017).** *Construcción y Tencología en Concreto.* Mexico.
10. **Hernández P, J. (2018).** *Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I.* Colombia.
11. **Heydi, & Bradie. (2016).** *Análisis de Instituciones Educativas.*
<http://heydiybradie.blogspot.com/2016/10/11-concepto-de-institucion-educativa.html#:~:text=Es%20un%20conjunto%20de%20personas,m%C3%A>
D
12. **Limas Buelvas, C. A., & Rodríguez González, D. (2016).** *ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CLAUSTRO DE LA MERCED DE CARTAGENA DE INDIAS.* Cartagena de Indias, Colombia.
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/2068/ESTUDIO%20PATOL%C3%93GICO%20Y%20DE%20VULNERABILIDAD%20SI>

SMICA%20%20DEL%20CLAUSTRO%20DE%20LA%20MERCED%20DE%20CARTAGENA%20DE%20INDIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

13. **Mostacero Jauregui, M. (2016).** *Patología del Edificio 1B de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca.*[Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
14. **Niño Hernández, J. (2019).** Conociendo la importancia de efectuar estudios de patología. 1- 4.
15. **Pérez Tembladera, J. J. (2020).** *REFORZAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA PARA AMPLIACIÓN DE NIVELES EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO DEPARTAMENTO DE LIMA.* [Tesis de pregrado]. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
16. **Sanchez Zulueta, E. (2016).** *Estudio Patológico del edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - sede Jaén - Local Central.* [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
17. **SIKA. (2017).** Reforzamiento de estructuras de concreto. 15. <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento%20Estructuras%202017.pdf>
18. **Sotomayor Cruz, C. (2020).** *Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto.* Lima, Perú.
19. **Structulia, B. (2016).** *Los 12 tipos de lesiones en edificaciones. Blog de Centro de Estudio.* Madrid, España. <https://blog.structuralia.com/los-12-tipos-de-lesiones-en-edificios>.

20. **Toxement. (2017).** Eflorescencias del concreto. 4.
https://www.toxement.com.co/media/3396/eflorescencias_concreto.pdf
21. **Vasque Bustamante, O. (2019).** *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima.
22. **Vásquez Onzueta, B. F. (2019).** *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, 2018.* Abancay, Apurímac, Perú.
<https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/241/1/Determinaci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20patolog%C3%ADas%20del%20concreto%20en%20columnas%2C%20vigas%20y%20muros%20de%20alba%C3%B1er%C3%ADa.pdf>
23. **Wong Oñate, L. (2016).** *Determinación y Evaluación de las Patologías del concreto en las estructuras porticadas en la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.* Pasco.

APENDICE

1. **PANEL FOTOGRAFICO.** Se adjunta las fotografías tomadas durante el proceso de investigación.



Fotografía N° 1. Vista externa de la I.E Andrés Avelino Cáceres, donde se observa el pabellón en estudio.



Fotografía N° 2. Vista del frontis del pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.



Fotografía N° 4. Estado actual de la columna del eje A-A del primer piso.



Fotografía N° 5. Fisura vertical en la columna del eje: H-H del segundo nivel.



Fotografía N° 6. Estado actual de la viga principal del eje: L-L, tramo: 1-3.



Fotografía N° 7. Fisura en la viga principal del eje: F-F, tramo: 1-2.



Fotografía N° 8. Presencia de grietas y crecimiento de plantas dentro de ellas (unión muro-vereda) en la vereda.



Fotografía N° 9. Estado actual del muro de albañilería del eje A-A, tramo: 1-

3.



Fotografía N°10. Fisuras verticales en muro del segundo nivel.



Fotografía N° 11. Estado actual de la losa del ambiente: P1-101.



Fotografía N° 12. Desprendimiento del recubrimiento del acero por la corrosión por efecto del medio ambiente.



Fotografía N° 13. Eflorescencias resaltantes por filtraciones del agua de lluvia.



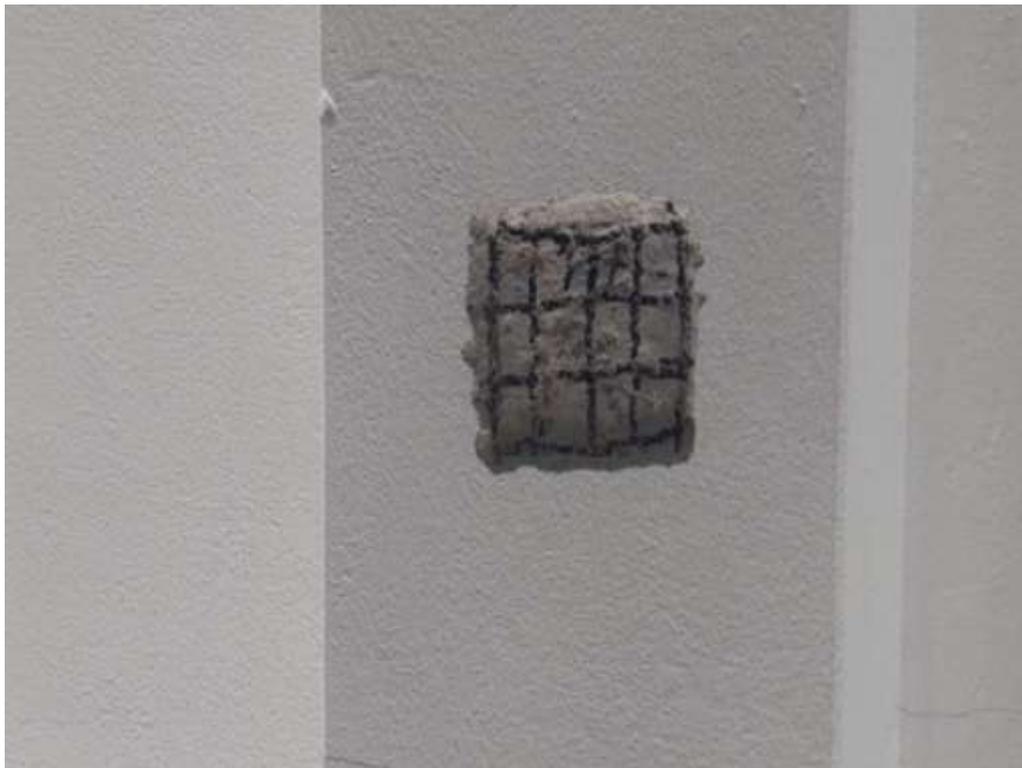
Fotografía N° 14. Retirando el recubrimiento en uno de los elementos estructurales (columna) para la posterior prueba de esclerometría.



Fotografía N° 15. Puliendo la superficie de la cuadrícula con ayuda de la piedra abrasiva.



Fotografía N° 16. Esclerómetro usado para los ensayos.



Fotografía N° 17. Cuadrícula de 150x150mm lista para para el ensayo de esclerometría.



Fotografía N° 18. Posición del esclerómetro para realizar el ensayo de esclerometría.



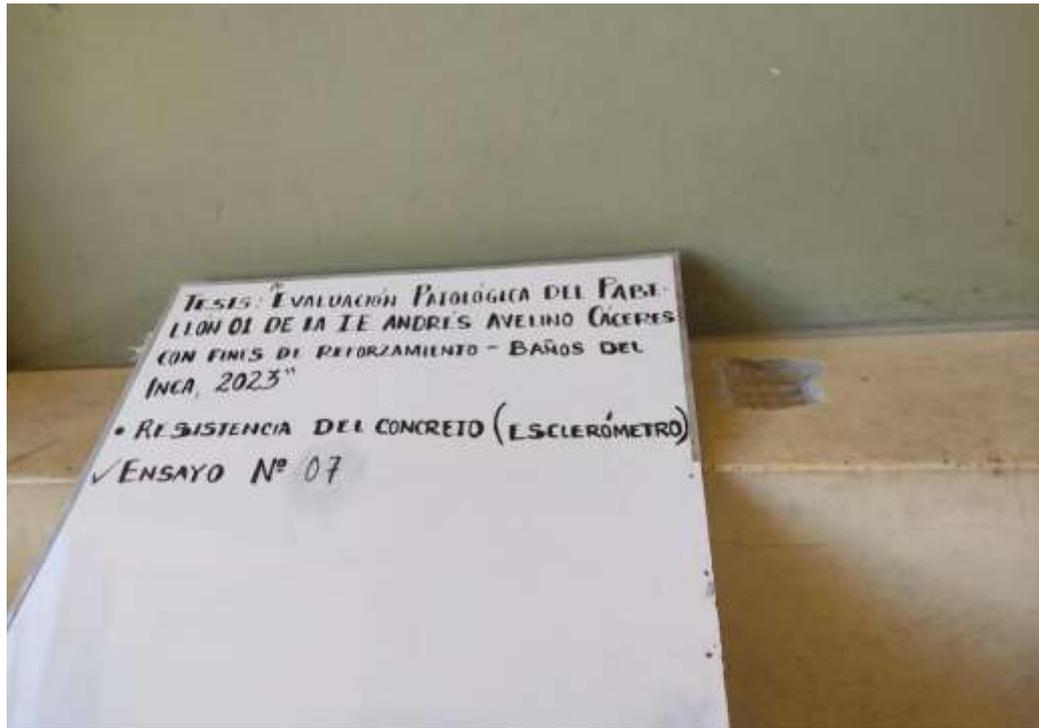
Fotografía N° 19. Ensayo de esclerometría en una de las vigas del primer piso.



Fotografía N° 20. Realizando el ensayo de esclerometría en una de las columnas del primer piso.



Fotografía N° 21. Realizando el ensayo de esclerometría en una de las vigas del primer piso (viga que presenta falla a lo largo de toda su sección transversal).



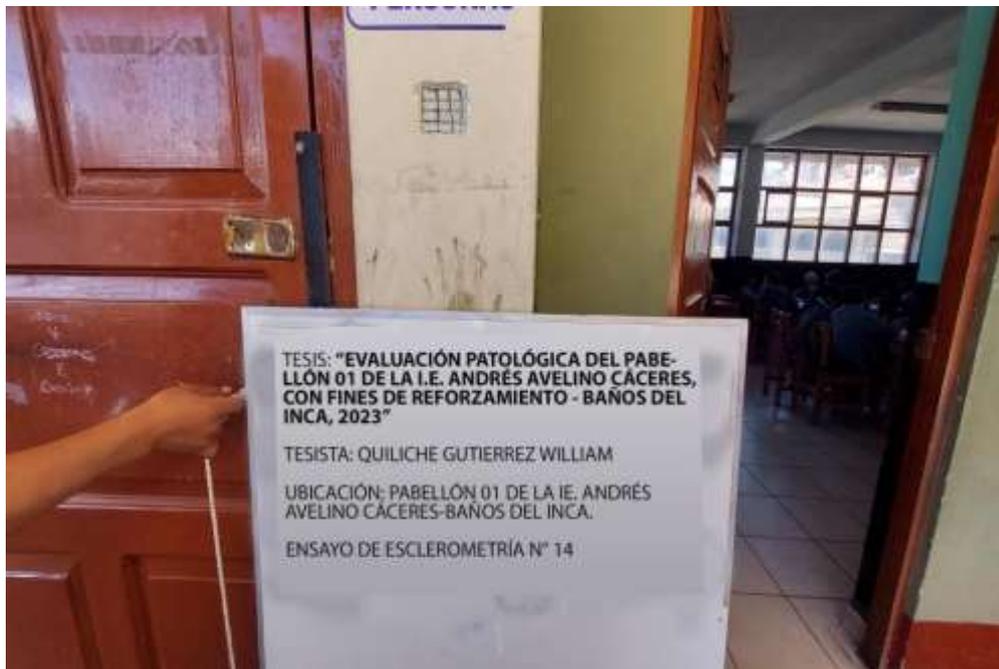
Fotografía N° 22. Ensayo de esclerometría en la viga principal del eje F-F.



Fotografía N° 23. Ensayo de esclerometría en una de las losas del primer piso.



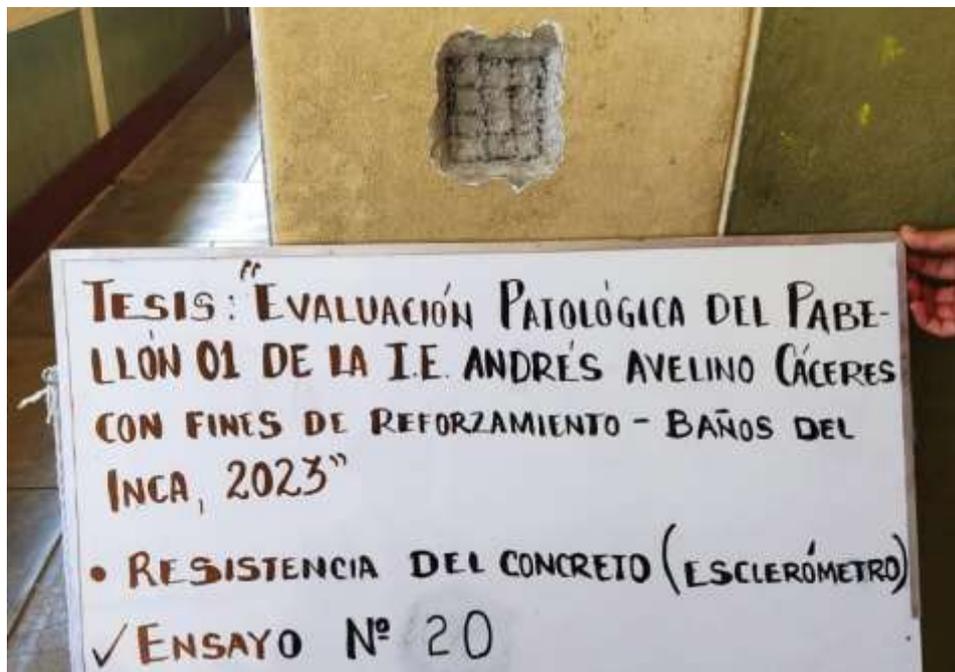
Fotografía N° 24. Ensayo de esclerometría en una de las losas del primer piso.



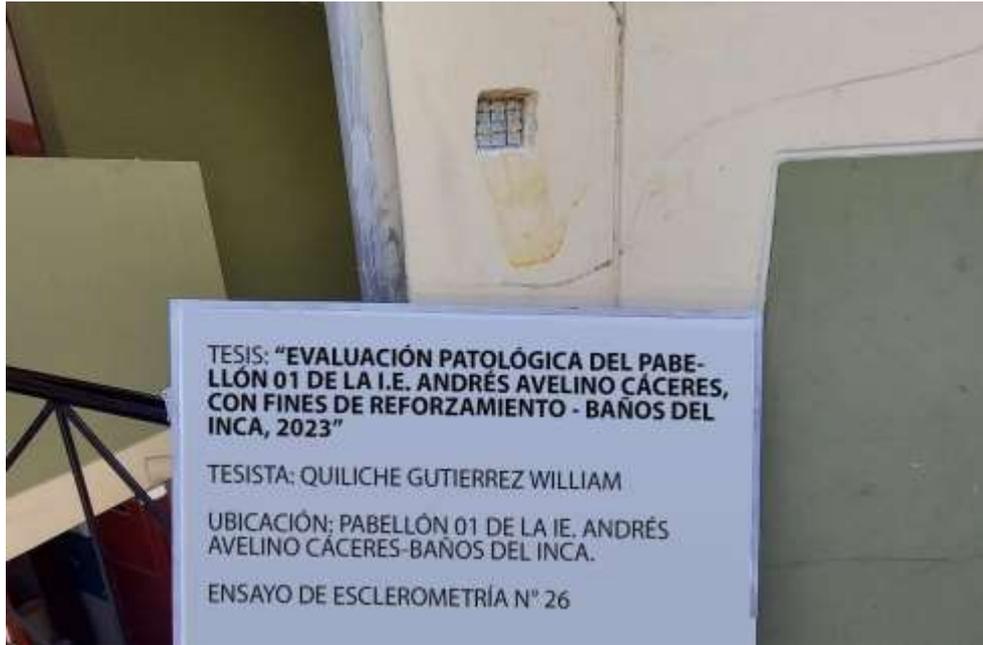
Fotografía N° 25. Ensayo de esclerometría en una de las columnas del segundo piso.



Fotografía N° 26. Realizando el ensayo de esclerometría en una de las vigas del segundo nivel.



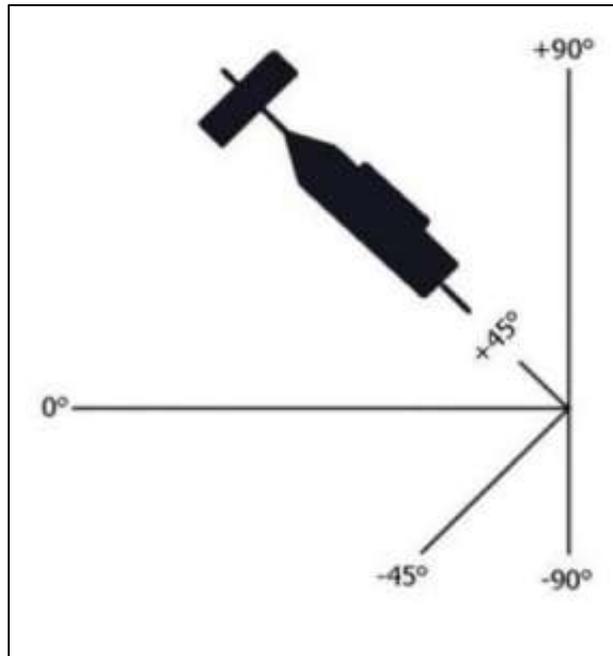
Fotografía N° 27. Ensayo de esclerometría en una de las columnas segundo nivel.



Fotografía N° 28. Ensayo de esclerometría en una de las columnas segundo nivel.

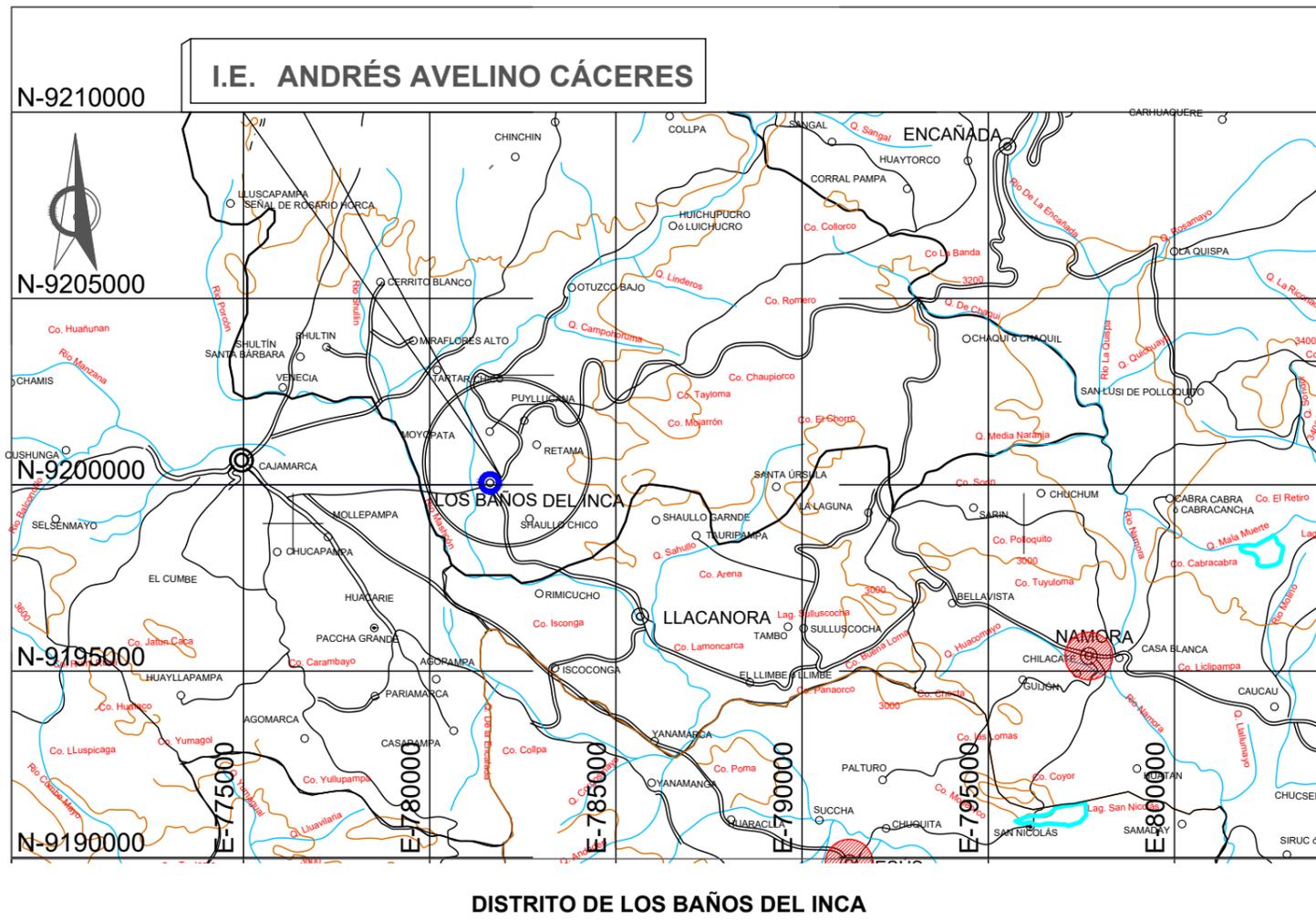
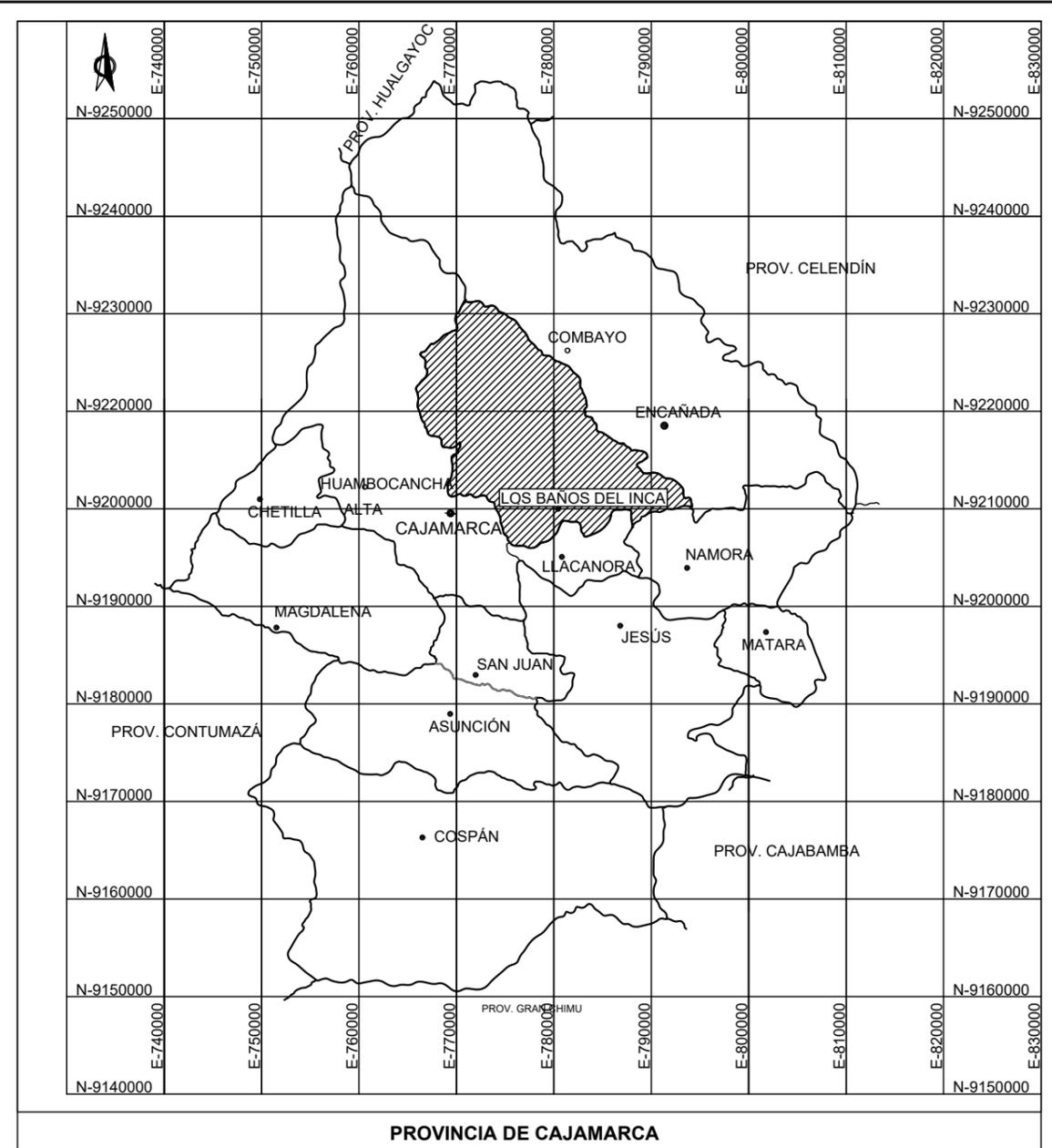
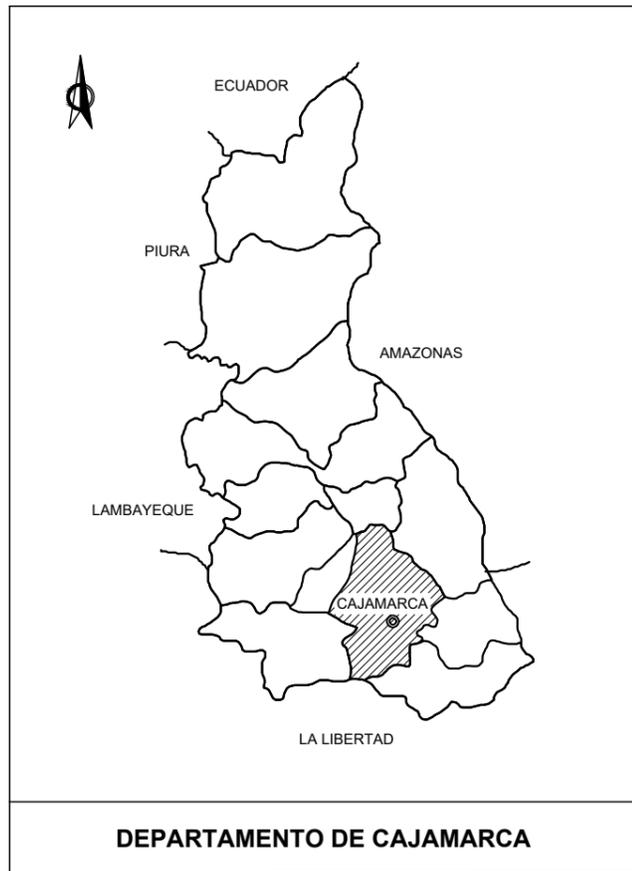
R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530
55	Por encima 600	Por encima 600	600	570	550

Fotografía N° 29. Ábaco de correlación entre número de rebote – resistencia a compresión simple.



Fotografía N 30. Ángulos de aplicación del esclerómetro.

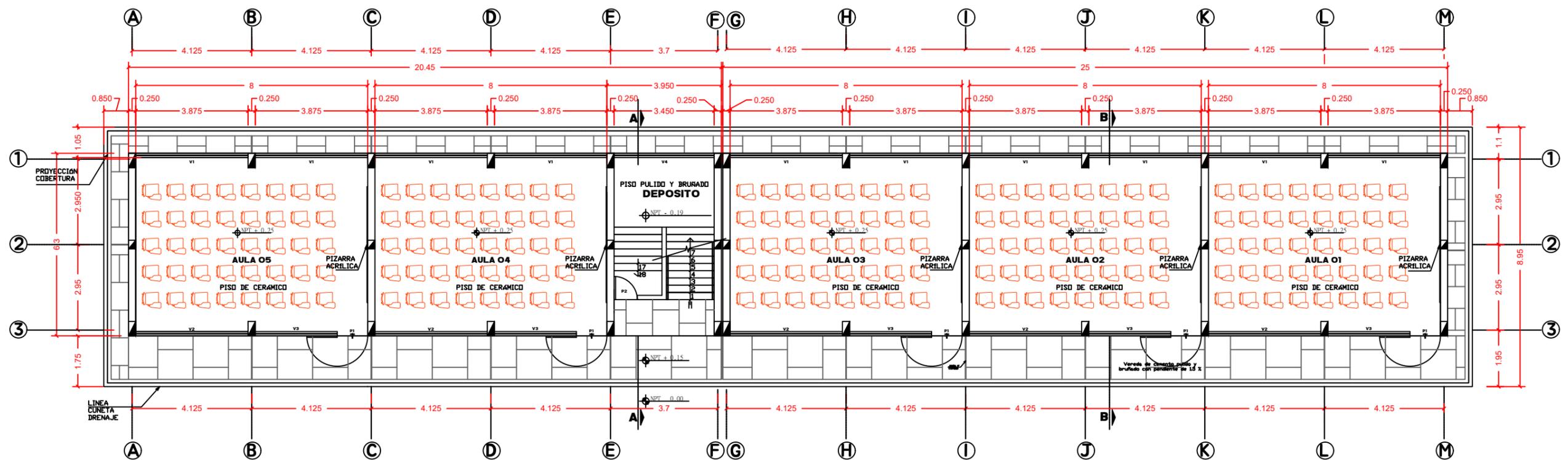
2. PLANOS. Se adjunta los planos de ubicación, arquitectura, estructuras, ubicación de los ensayos de esclerometría y la ubicación de las principales patologías en el pabellón 01 de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.



INSTITUCIÓN EDUCATIVA: ANDRÉS AVELINO CÁCERES	
UBICACIÓN	
DEPARTAMENTO	Cajamarca
PROVINCIA	Cajamarca
DISTRITO	Los Baños del Inca
COORDENADAS UTM GWS-84	
NORTE:	9 207 450.453
ESTE:	780 228.381



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO:			
"EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"			
PLANO:		UBICACIÓN	
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANDRÉS AVELINO CÁCERES		INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANDRÉS AVELINO CÁCERES	
TESISTA:		Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM	
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	FECHA:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LOS BAÑOS DEL INCA	2023
			U-01



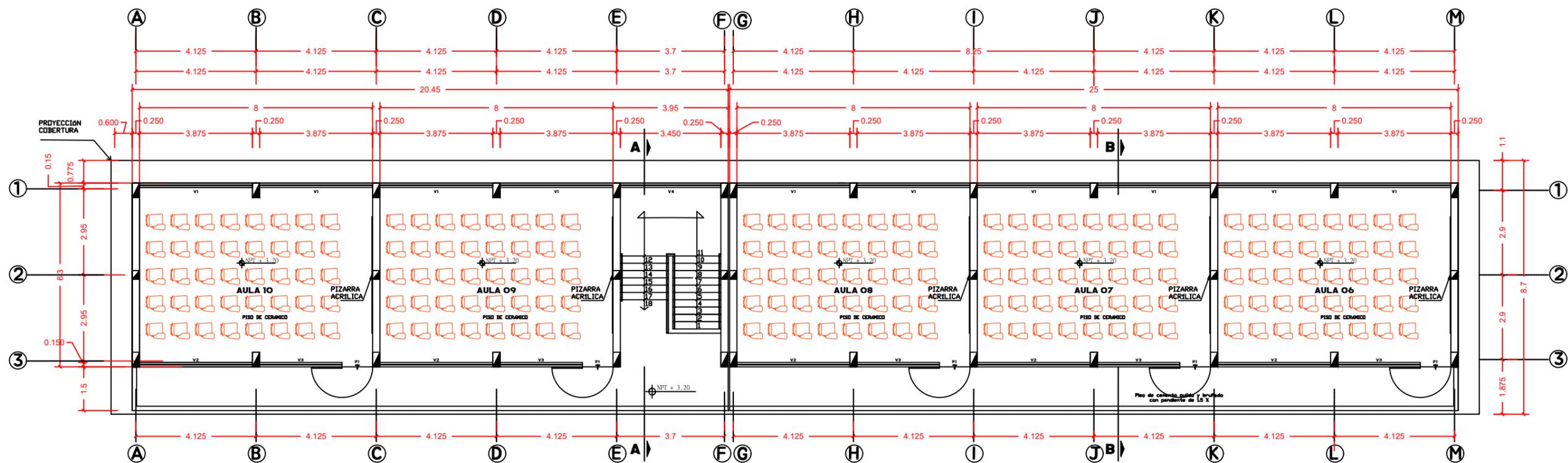
PLANTA PRIMER NIVEL DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.

CUADRO DE VANDOS		
PUERTA	ANCHO (m)	ALTO (m)
P-1	1.05	2.50
P-2	0.90	2.10

CUADRO DE VANDOS			
VENTANA	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR(m)
V-1	3.88	1.50	1.00
V-2	3.88	1.00	1.50
V-3	2.83	1.00	1.50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"				
PLANO: ARQUITECTURA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.			PLANO N°:	
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM			A-1	
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA		FECHA: 2023



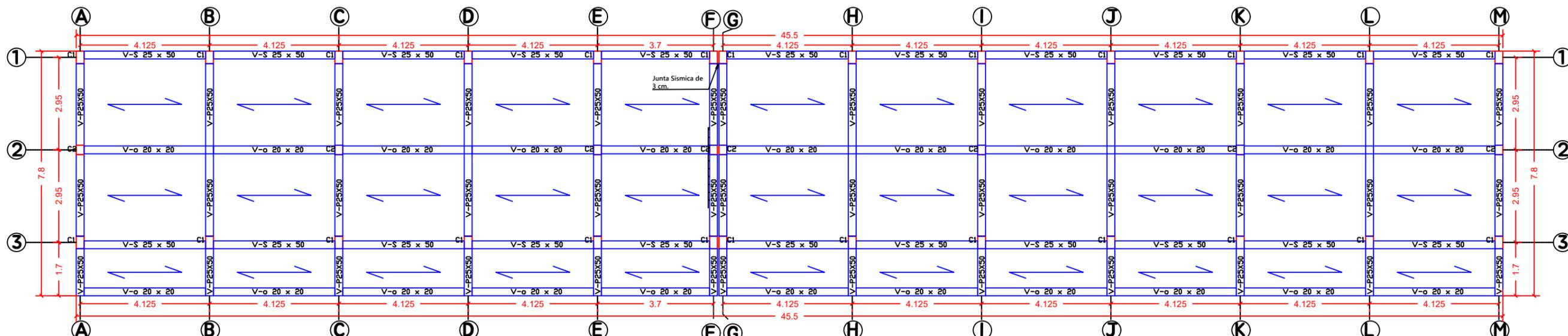
PLANTA SEGUNDO NIVEL DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.

CUADRO DE VANDOS		
PUERTA	ANCHO (m)	ALTO (m)
P-1	1.05	2.50
P-2	0.90	2.10

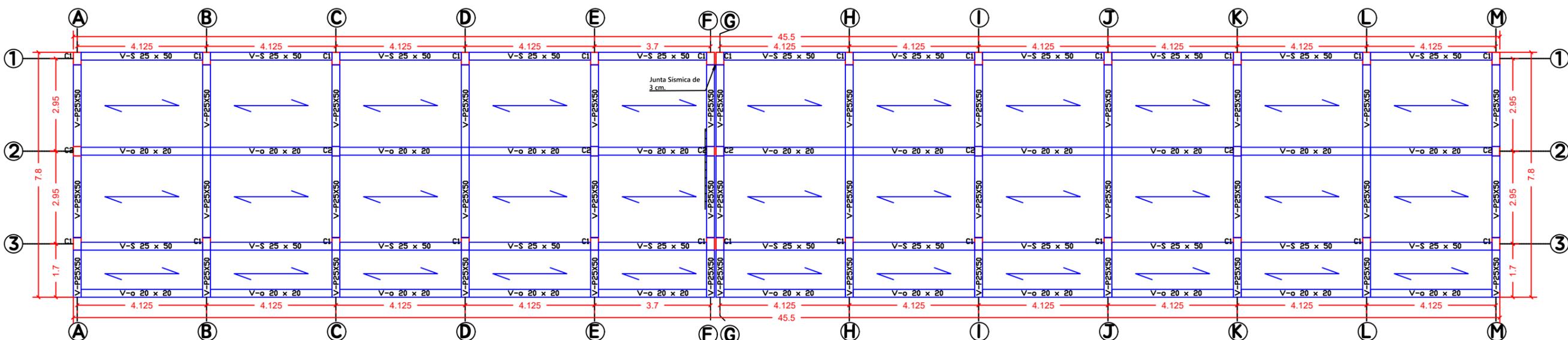
CUADRO DE VANDOS			
VENTANA	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR(m)
V-1	3.88	1.50	1.00
V-2	3.88	1.00	1.50
V-3	2.83	1.00	1.50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"				
PLANO: ARQUITECTURA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.			PLANO N°:	
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM			A-2	
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA		FECHA: 2023



PLANTA SEGUNDO NIVEL DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.



PLANTA SEGUNDO NIVEL DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.

COLUMNAS	
C1	C2
0.25X0.40	0.25X0.30

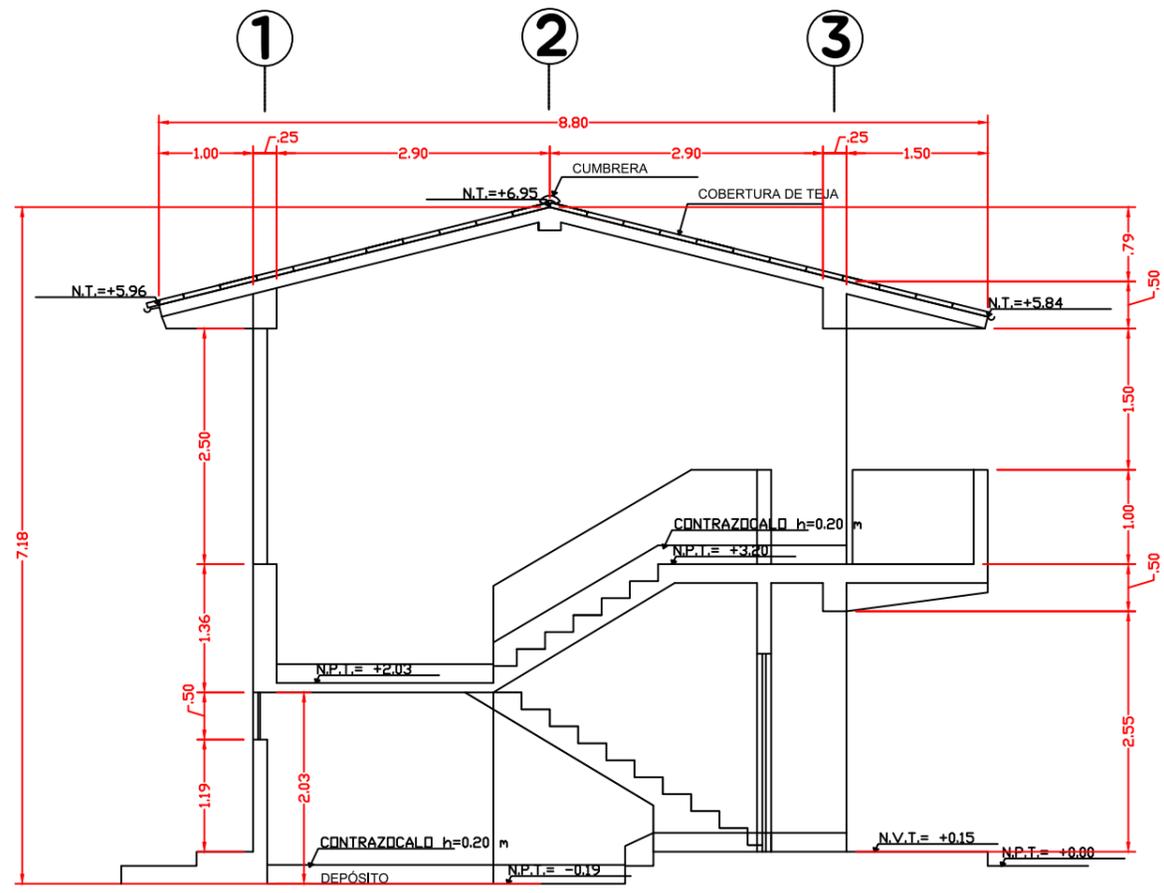
VIGAS	
V-P	V-S
0.25X0.50	0.25X0.50

CUADRO DE DATOS	
ÁREA DE TERRENO(m ²)	422.44
ALTURA PRIMER PISO(m)	2.95
ALTURA SEGUNDO PISO(m)	2.95
JUNTA SISMICA(m)	0.05

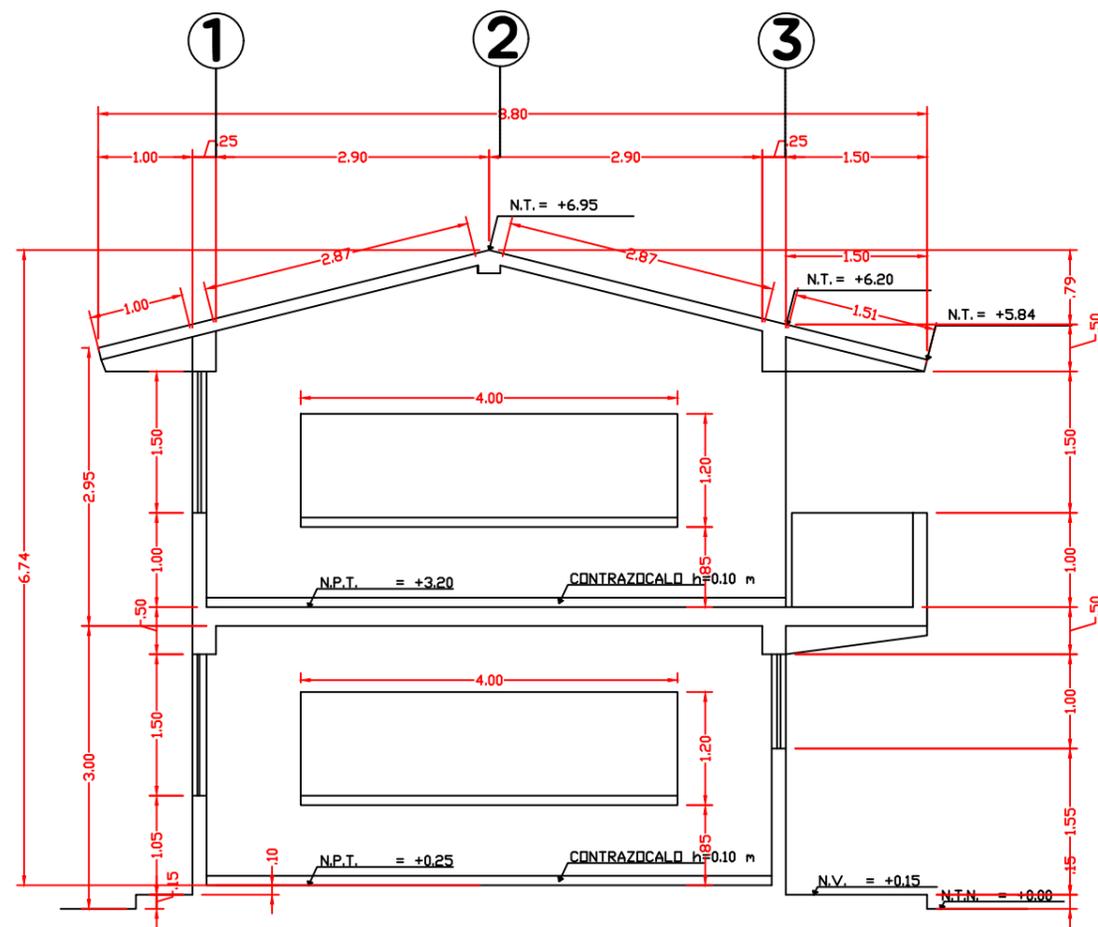
ABREVIACIONES	
SENTIDO DE TECHO	
EJES	(M) (1)



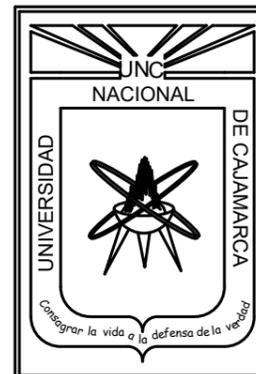
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"				
PLANO: ARQUITECTURA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.			PLANO N°:	
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM			<h1>E-01</h1>	
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA		FECHA: 2023



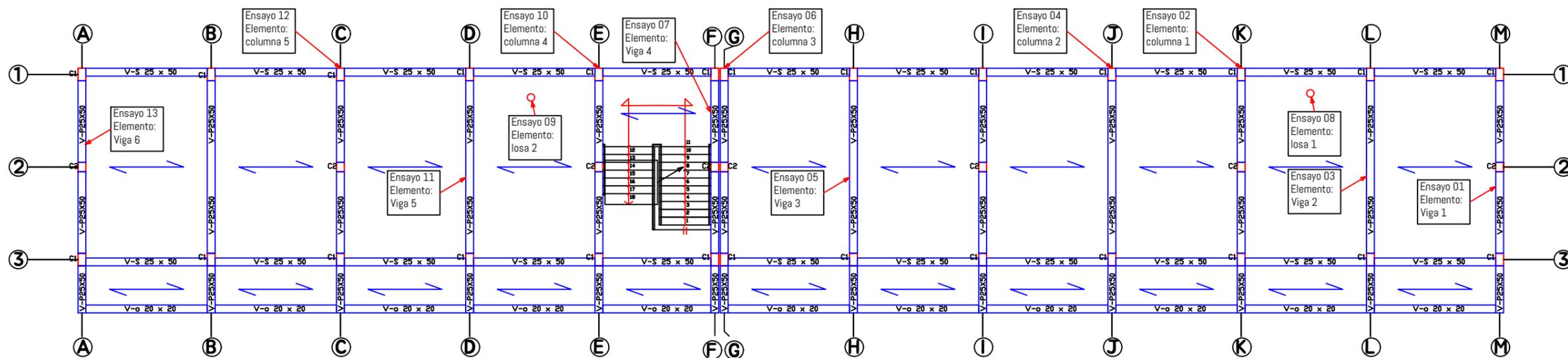
CORTE: A - A



CORTE: B - B



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"				
PLANO: ARQUITECTURA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.			PLANO N°:	
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM			A-3	
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA		FECHA: 2023



UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DONDE SE REALIZARON LOS ENSAYOS-PRIMER NIVEL

VIGAS	
V-P	V-S
0.25X0.50	0.25X0.50

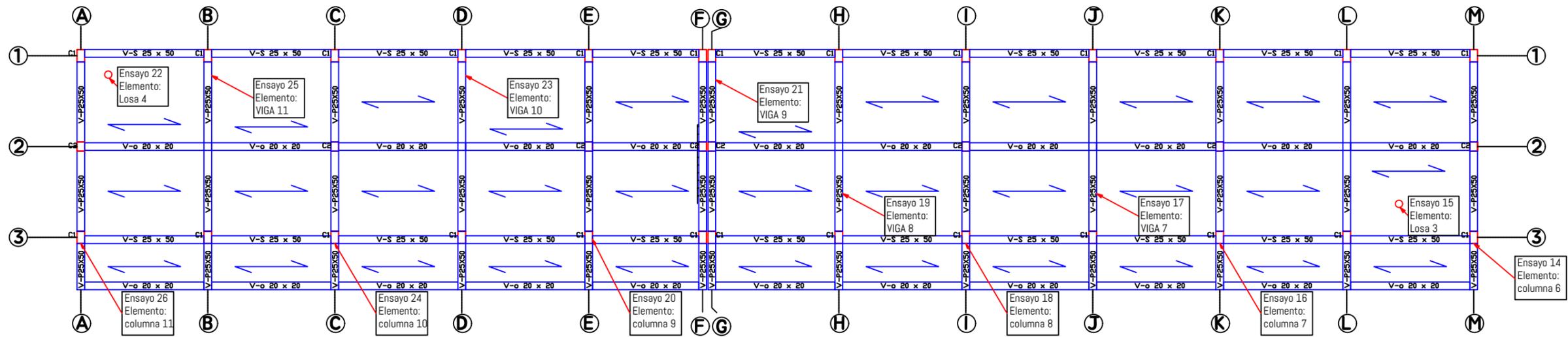
COLUMNAS	
C1	C2
0.25X0.40	0.25X0.30

CUADRO DE DATOS	
ÁREA DE TERRENO(m ²)	422.44
ALTURA PRIMER PISO(m)	2.95
ALTURA SEGUNDO PISO(m)	2.95
JUNTA SISMICA(m)	0.05

ABREVIACIONES	
SENTIDO DE TECHO	←
EJES	(M) ①



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"	
PLANO: UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.	PLANO N°:
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM	E-01
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA	FECHA: 2023



UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DONDE SE REALIZARON LOS ENSAYOS-SEGUNDO NIVEL

VIGAS	
V-P	V-S
0.25X0.50	0.25X0.50

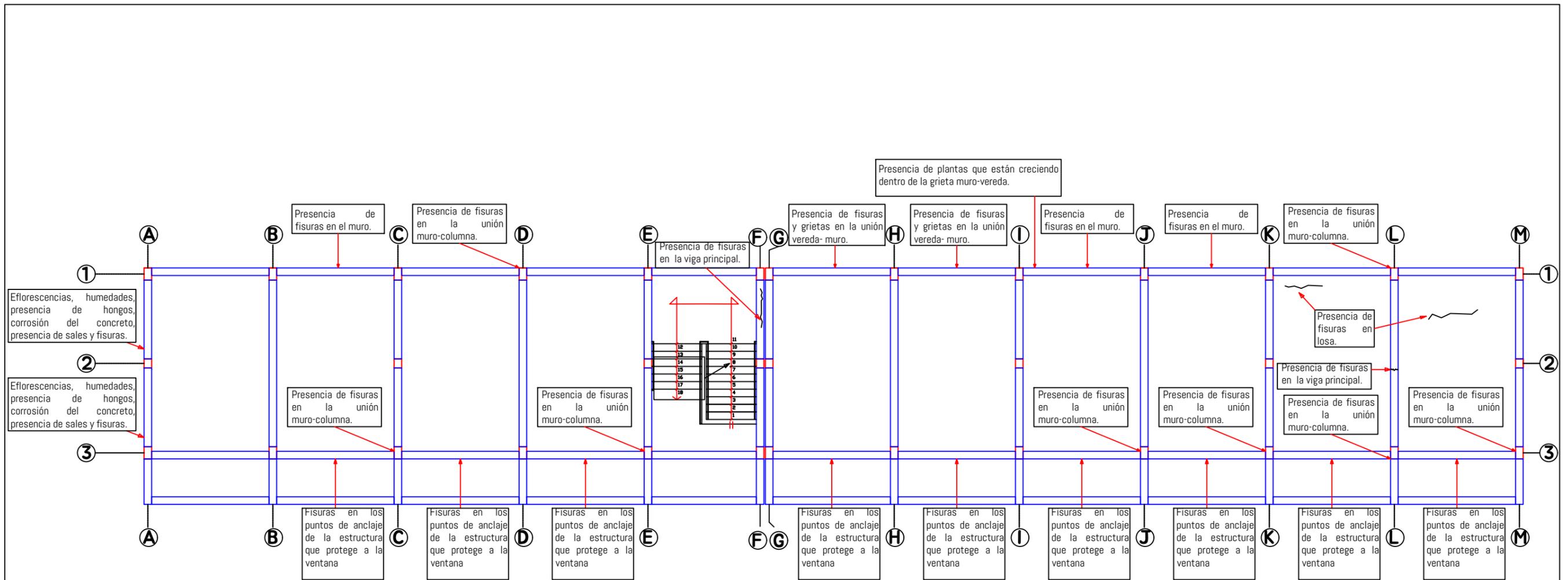
COLUMNAS	
C1	C2
0.25X0.40	0.25X0.30

CUADRO DE DATOS	
ÁREA DE TERRENO(m ²)	422.44
ALTURA PRIMER PISO(m)	2.95
ALTURA SEGUNDO PISO(m)	2.95
JUNTA SISMICA(m)	0.05

ABREVIACIONES	
SENTIDO DE TECHO	→
EJES	(M) ①



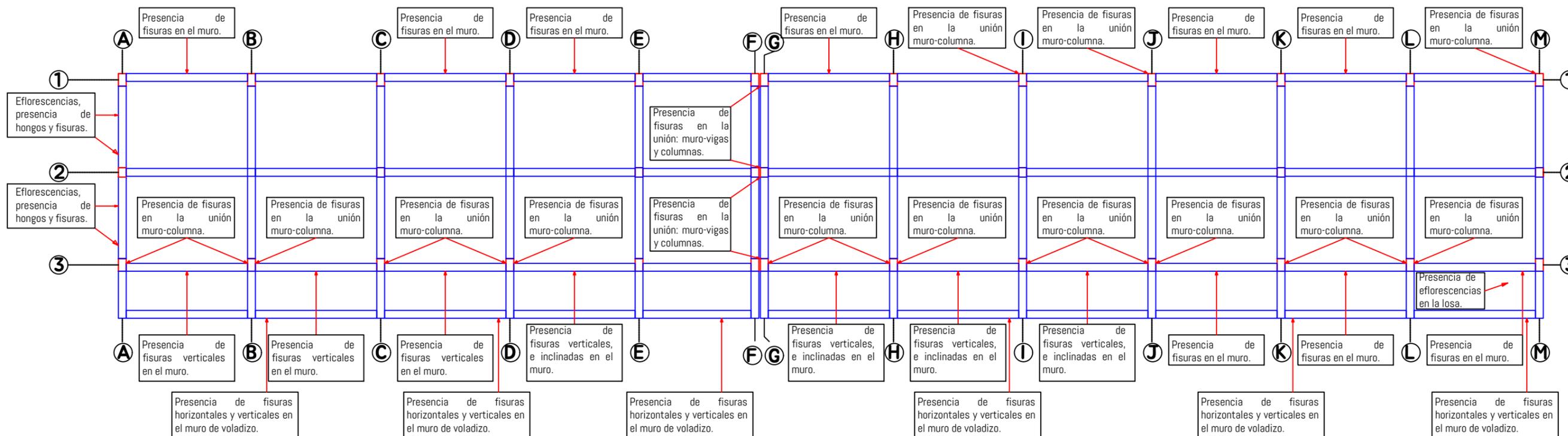
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"	
PLANO: UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.	PLANO N°: E-02
TESISTA: Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM	
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA	FECHA: 2023



UBICACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PRIMER NIVEL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO:			
"EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"			
PLANO:	UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.		PLANO N°:
TESISTA:	Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM		
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	FECHA:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LOS BAÑOS DEL INCA	2023
			P-01



UBICACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: "EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, CON FINES DE REFORZAMIENTO - BAÑOS DEL INCA, 2023"			
PLANO:	UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PABELLÓN 1 DE LA I.E. ANDRÉS AVELINO CÁCERES.		PLANO N°:
TESISTA:	Bach. QUILICHE GUTIERREZ WILLIAM		P-02
REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DISTRITO: LOS BAÑOS DEL INCA	