



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



METODOLOGÍA EDUCACIÓN A DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, MÓDULO DE TPI

MIGUEL ALEJANDRO RODRIGUEZ RIVERA

JULIAN ANDRES MOTTA SANCHEZ

DOCENTE:

ARQ. WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO

Universidad Santo Tomás

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN,

Centro de Atención Universitario

Ibagué

2022

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. RESUMEN.....	6
3. ABSTRACT	7
4. JUSTIFICACIÓN.....	8
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 Objetivo general.....	9
5.2 Objetivos específicos.	9
6. MARCO REFERENCIAL	10
6.1 Marco teórico	10
6.2 Marco Legal.....	13
6.3 Marco histórico	14
7. VULNERABILIDAD SISMICA	16
8. ALCANCE DEL PROYECTO	25
9. METODOLOGÍA.....	25
9.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	25
9.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:	26
9.2.1 Inspección preliminar del paciente:.....	26
9.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.	26
9.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.	26
9.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.....	26
9.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.	27
9.3 HISTORIA CLINICA.....	27
9.3.1 Responsables del estudio.....	27
9.3.2 Fecha de realización del estudio.....	27

9.3. 3 Datos generales del paciente:	28
9.3.4 En la edificación y/o construcción civil:	30
9.3.5 Aplicación patológica:	31
9.3.6 Datos específicos de las lesiones	32
9.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente:	38
9.3.8 Datos generales que presenta el entorno:	38
9.3.9 Arquitectura (descripción general).....	40
9.3.10 Estructura (descripción general).....	41
10. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	43
10.1 Estado de conservación.....	43
10.2 Alcance de la propuesta	43
10.3 Metodología de la propuesta	44
10.4 Propuesta de intervención	44
11. PRESUPUESTO.....	46
12. PROGRAMACIÓN.....	48
CONCLUSIONES.....	49
ANEXOS	51
BIBLIOGRAFÍA	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Principales rasgos estructurales de la zona de estudio.....	12
Figura 2. Fotografía Institución Educativa zona aledaña	15
Figura 3. Fotografía Institución Educativa frente.	16
Figura 4. Mapa morfotectónico de la Falla Ibagué. Escala 1: 50.000.....	17
Figura 5. Mapa Coello – Cocora (Institución Educativa Antonio Nariño).	18
Figura 6. Mapa geológico de la zona de Fallas del departamento de Tolima (Ibagué), Valle del Cauca y Quindío.....	18
Figura 7. a. Amenaza sísmica de la zona central de Colombia (modificado de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica et al., 1996), b. Análisis de recurrencia para la fuente sismogénica de la Falla Ibagué utilizada para el cálculo de la amenaza sísmica de Colombia.	20
Figura 8. Mapa de ubicación geográfica, municipio de Ibagué, corregimiento de Coello Cocora. ...	28
Figura 9. Evidencia de filtración de humedades accidentales.....	33
Figura 10. Evidencia de oxidación en barandas de escaleras.....	34
Figura 11. Evidencia de humedad por filtración.	35
Figura 12. Evidencia de erosión de elemento en concreto.	35
Figura 13. Desprendimiento de enchape.....	36
Figura 14. Evidencia de eflorescencias en unidades de mampostería.....	37
Figura 15. Evidencia de ensuciamiento en fachada principal.	37
Figura 16. Condiciones climáticas-ambientales de la ciudad de Ibagué.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipologías de las lesiones y agentes causantes	11
Tabla 2. Información de los últimos sismos ocurridos en el centro poblado Ibagué.....	24
Tabla 3. Propuesta de intervención para la IE Antonio Nariño.....	47
Tabla 4. Cronograma de actividades para la intervención de la IE Antonio Nariño.	48

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Ibagué-Tolima cuenta con 236 instituciones educativas de la parte públicas, una de estas es la Institución Educativa Antonio Nariño ubicada en el corregimiento de Coello-Cocora. Esta institución es de gran importancia para el sector debido a que el 40% de los estudiantes vinculados a ella pertenecen a veredas aledañas como Rovira, Dallas, Boquerón, San Francisco, Porvenir, entre otras. Dichas veredas cuentan con población la cual en gran parte cuenta con pocos recursos económicos, esto debido a que en estos sectores se desarrollan principalmente actividades del sector agrícola; lo que los convierte en una población de gran importancia en el suministro de alimentos para el municipio de Ibagué.

En este sentido, se eligió esta Institución Educativa para hacer el estudio patológico, con el fin de evitar que aumente el estado de deterioro en su infraestructura física. Lo anterior se logrará por medio de la investigación de las causas de su deterioro, realizando la identificación de todas las lesiones que se presentan y de esta manera, poder mejorar el área académica para los estudiantes vinculados. Por otro lado, se investiga si el cauce del río tiene relación con las lesiones detectadas en el paciente, dado que, el cauce pasa a aproximadamente 10m del límite trasero del predio.

2. RESUMEN

El presente documento (Trabajo Profesional Integrado (TPI)) tuvo como finalidad la recopilación de datos para realizar el estudio patológico de la Institución Educativa Antonio Nariño, con lo cual se busca conocer su estado actual, conocer las causas que generan las lesiones observadas en el paciente, y para plantear una alternativa de solución con su presupuesto y cronograma de actividades.

El paciente fue escogido dada su importancia en la sociedad, puesto que, es el insumo intelectual para algunos corregimientos del municipio de Ibagué y en especial, porque es de vital importancia académica para personas de bajos recursos económicos.

Con este estudio se espera contribuir a la solución de problemas patológicos comunes, causados principalmente por la falta de mantenimiento, falta de detalles arquitectónicos y deficiencias en los procesos constructivos, las cuales producen la aparición de lesiones físicas como humedades por la fachada principal del paciente y en general en la edificación.

Palabras clave: Patología, deterioro, lesión, Institución Educativa, estructura, vulnerabilidad sísmica, Historia clínica, Coello - Cocora.

3. ABSTRACT

The purpose of this document (Trabajo Profesional Integrado (TPI)) was to collect data to carry out the pathological study of the Institución Educativa Antonio Nariño, with which it seeks to know its current status, to know the causes that generate the injuries observed in the patient, and to propose an alternative solution with your budget and schedule of activities.

The patient was chosen given his importance in society, since he is the intellectual input for some districts of the municipality of Ibagué and especially because he is of vital academic importance for people with low economic resources.

With this study it is expected to contribute to the solution of common pathological problems, caused mainly by lack of maintenance, lack of architectural details and deficiencies in the construction processes, which produce the appearance of physical injuries such as dampness on the main facade of the patient and in general in the building.

Keywords: Pathology, deterioration, injury, Educational Institution, structure, seismic vulnerability, Clinical history, Coello - Cocora.

4. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar el siguiente trabajo surge a partir del deterioro que presenta la infraestructura de la Institución Educativa Antonio Nariño la cual está ubicado corregimiento llamado (Coello – Cocora) el cual pertenece al municipio de Ibagué, lo anterior, dada la importancia que presenta dicha institución para los habitantes de la vereda y de las zonas aledañas.

Es importante llevar a cabo este trabajo, ya que, por medio de los diagnósticos que se van a realizar se busca impedir el avance del deterioro de la infraestructura y se plantearan soluciones efectivas para la intervención de las lesiones y de los defectos constructivos evidenciados, y de esta manera contribuir a que los usuarios (estudiantes) cuenten con un espacio académico digno. De igual forma, se convierte en un proyecto de suma importancia dado que, según la cifra dada por el rector de la Institución, aproximadamente el 40% de los vinculados hacen un gran esfuerzo, pues tienen que caminar grandes distancias para llegar a recibir sus clases por la falta de transporte, dado que, los accesos con los que cuenta son de difícil paso por sus condiciones topográficas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Realizar el estudio patológico en la infraestructura de la Institución Educativa Antonio Nariño en el corregimiento Coello Cocora perteneciente al municipio de Ibagué-Tolima.

5.2 Objetivos específicos.

- Realizar un recorrido en las instalaciones de la Institución y detectar las lesiones que presenta la infraestructura.
- Llevar a cabo un diagnóstico de las lesiones evidenciadas y determinar el origen y la causa mediante las “fichas de lesiones”.
- Realizar la inspección y determinar el tipo de material con el que están constituido los elementos que presentan las lesiones.
- Establecer alternativas de posibles soluciones a las lesiones evidenciadas y con esto evitar el deterioro de la infraestructura de la Institución Educativa.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 Marco teórico

Causa: Se define como el agente, activo o pasivo que origina las lesiones. Un proceso patológico no será definido hasta que causa no sea tratada. Las causas se dividen en dos: Directas que se define como el origen inmediato del proceso patológico y las indirectas que se catalogan como las realizadas por un error o por defecto. (Broto, 2006)

Lesión: Son manifestaciones que presenta cualquier tipo de construcción y, así mismo, se evidencia como el síntoma final de un proceso patológico. En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen una de la otra y suelen confundirse entre sí.

Las lesiones que pueden aparecer en un proceso patológico dependen de los diferentes materiales utilizados para la construcción. De allí, se define a que línea general depende dicha lesión, dado que, se dividen en tres grupos: Físicas, mecánica y químicas. (Broto, 2006)

Tabla 1. Tipologías de las lesiones y agentes causantes

TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE PATOLÓGICO
FÍSICAS	HUMEDAD	Presencia de agua Condiciones atmosféricas
	EROSIÓN FÍSICA	
	METEORIZACIÓN	
	SUCIEDAD	
MECÁNICAS	DEFORMACIONES	Cargas y sobre cargas Incremento esbeltez Falta de sustentación Dilataciones Retracciones Mala ejecución Acción del viento Uso continuo
	AGRIETAMIENTOS	
	FISURACIONES	
	DESPRENDIMIENTOS	
	EROSIÓN MECÁNICA	
QUÍMICAS	DISGREGACIÓN O DISOLUCIÓN	Contaminantes ambientales Presencia de agua Disolución de sales Presencia de llama Temperatura Proceso involutivo Excrementos animales
	OXIDACIÓN	
	EFLORESCENCIAS	
	EXPLOSIÓN -COMBUSTIÓN	
	DEFORMACIÓN	
	METEORIZACIÓN	
ELECTRO-QUÍMICAS	CORROSIÓN	Presencia de agua. Mala Ejecución
BIOLÓGICAS	PUDRICIÓN PARDA	Presencia de hongos Presencia de xilófagos Arq. Mg. Liliانا Patiño León
	PUDRICIÓN BLANCA	
	DISGREGACIÓN	

Fuente: (León, 2021)

- Geología del sector

Batolito de Ibagué: Describiéndolo desde la lado oriental de la Cordillera Central de Colombia, puede decirse que es uno de los mayores cuerpos ígneos intrusivos que se presentan en él. Se encuentra específicamente al norte y occidente de Ibagué en un área de aproximadamente 11.700 km, incluyendo una variación de composiciones desde tonalita hasta granodiorita (Baquero, 2020).

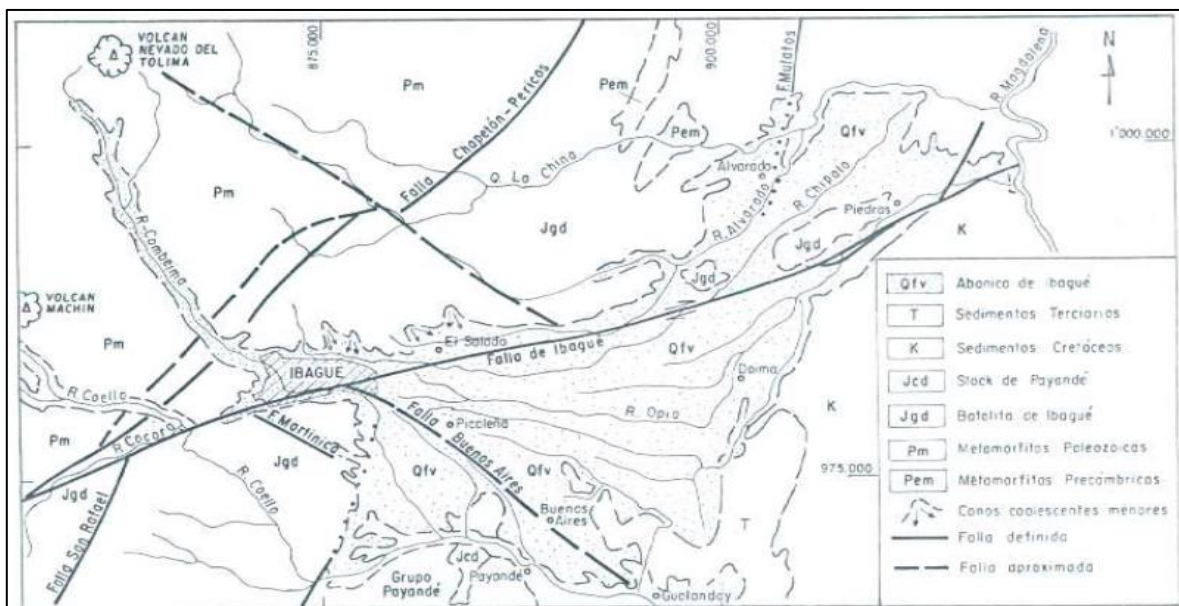
Abanico de Ibagué: En una Unidad geomorfológica que absorbe en casi toda su totalidad el desarrollo urbanístico. En su parte más gruesa cuenta con más de 150 m de espesor y está conformado por flujos de escombros, cambios de depósito de lahar, flujos de lodo, flujos piroclásticos, aluviales y depósitos de flujos torrenciales (Camacho, 2018).

Abanicos aluviales: Es catalogadas como la más grande manifestación de la intensa actividad glacio-volcánica de la Cordillera Central. Cubre aproximadamente 650 km², con una extensión de 40 km sobre el eje longitudinal (Diederix, M, & Singer).

Depósitos Lagunares (Qlg): Son depósitos sedimentarios, confinados con estratificación en el denominado abanico de Ibagué y se asocian con la actividad de la falla en esa ciudad (Caracterización geológica y geotécnica)

Geología regional: En la geología se presentan suelo semi-impermeables a semi permeables de consistencia media a blanda, se indican una fuerte influencia por parte del río Chipalo en las expresiones caóticas encontradas en las exploraciones, las cuales indican que las condiciones exploradas corresponden a terrazas de antiguos eventos de una importante magnitud (HÉCTOR ANDRÉS GARCÍA MANCHOLA, 2019)

Figura 1 Principales rasgos estructurales de la zona de estudio.



Fuente: (INGEOMINAS, 1992)

6.2 Marco Legal

Para el desarrollo actual y realización de las actividades de construcción de Instituciones Educativas, se debe cumplir con las siguientes normativas técnicas.

- NSR 10: Norma técnica de sismo resistencia 2010
- RETIE: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas
- RETILAP: Reglamento técnico de instalaciones de alumbrado público e iluminación.
- RAS 2000: Reglamento técnico del sector de saneamiento básico y agua potable.
- NTC-1500: Código de fontanería.
- NTC-3838: Gasoductos presiones de operación permisibles para el transporte de distribución de gas.
- NTC-4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambiente escolares.
- Oficio 2016-EE040064: Documento de alcances básicos – PNIE Ministerio de educación nacional.
- NTC-2505: Código de suministro e instalación de gas.
- NTC-5356: Instalación de calentadores a gas.
- NTC-3838: Gasoductos presiones de operación permisibles para el transporte de distribución de gas.
- NTC-4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambiente escolares.
- Oficio 2016-EE040064: Documento de alcances básicos – PNIE Ministerio de educación nacional.
- NTC-4596: Señalización para instalaciones y ambiente escolares.

6.3 Marco histórico

Esta región fue poblada inicialmente por los indios Guatipores los cuales vivían en la parte del corregimiento de Coello, pero en el año 1904, los gringos llegaron a comprar oro extraído de dicha vereda. Allí, los gringos fueron quienes construyeron las primeras casas constituidas por dos pisos en bahareque; con el pasar del tiempo, la población indígena fue desapareciendo al acabarse el negocio del oro. Míster Gambil vendió este lugar al Señor Eyerbe Claux, juntos formaron el caserío actual. En 1930 fue fundada la escuela en Puerto Cocora. (INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO COELLO COCORA, 2020)

En sus inicios, la escuela funcionaba en una casa arrendada a nombre del municipio, en ese mismo estado trabajó por aproximadamente 20 años. Dadas las malas condiciones de la ubicación, la escuela se trasladó a Coello en una casa de dos pisos de bahareque. En 1959 se consolidó la escuela construyendo tres (3) aulas en un sitio denominado Guatipore. (INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO COELLO COCORA, 2020)

Continuando con la historia de la escuela, en el año 1984 fue creado el núcleo educativo No. 8. En 1985 por iniciativa del director a cargo, se fundó la Institución Educativa, lo anterior lo realizó preocupado por la situación de un sin número de estudiantes que no contaban con grandes recursos económicos para pagar o para el transporte que se necesitaba para llegar a la Institución. (INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO COELLO COCORA, 2020)

En 1994, con la ayuda de la Ley 115 del 8 de febrero, pasó legalmente a ser Instituto Educativo Antonio Nariño, como Sede Central y sus otras Sedes, Escuela Honduras, Escuela San Isidro, Escuela Santa Ana, Escuela San Cristóbal Bajo, Escuela Perico, impartiendo desde Preescolar, Básica Secundaria y Media. Para el año 2004 se incluyeron dos escuelas

más (La loma y La Linda), quedando en conjunto como “Institución Educativa Antonio Nariño Coello–Cocora” hasta el día de hoy. (INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO COELLO COCORA, 2020)

Actualmente el predio donde se encuentra la Institución educativa Antonio Nariño cuenta con un área de 1013,37 m² de los cuales son 448.42m² construidos y 569.09m² sin construir; Se puede determinar que el colegio se encuentra dentro del cauce del rio Coello. (Figura 2)

Figura 2. Fotografía Institución Educativa zona aledaña



Fuente. Este estudio.

Figura 3. Fotografía Institución Educativa frente.



Fuente. Este estudio

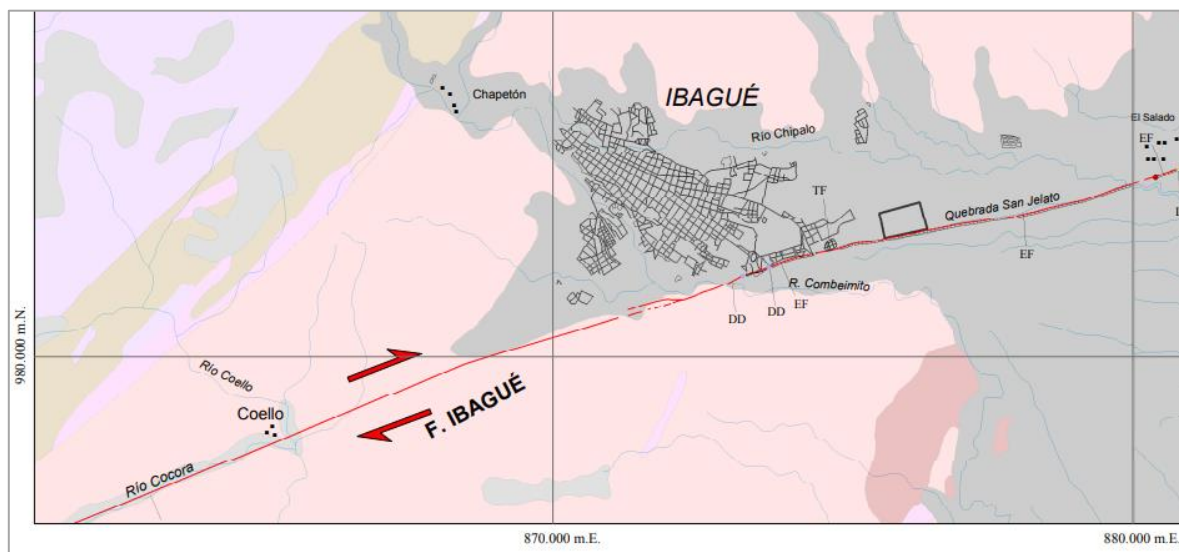
7. VULNERABILIDAD SISMICA

Como se mencionó anteriormente, el paciente se encuentra ubicado en el corregimiento No. 3 de Ibagué más exactamente en Coello – Cocora, por esta razón se tomó en cuenta la Falla de Ibagué, la cual se sitúa en sentido lateral derecho a la zona central de Los Andes colombianos y, en conjunto con las fallas destrales de Garrapatas y Cucuana, hace parte de una zona de deformación actual y transferencia de esfuerzos entre las latitudes de 4° y 5° N (TORO, 2003).

Si se relaciona con las demás estructuras regionales que se encuentran en dirección NE, la falla de Ibagué representa una rampa lateral que desplaza un bloque cortical de la Cordillera Central en sentido oeste-este, acorta el ancho del valle del Magdalena en este sector, lo cual genera en su extremo más oriental la fuente sísmica activa denominada “Fuente Pulí”. (Red Sismológica Nacional de Colombia)

La falla Ibagué cruza la parte central de la cordillera Central y hacia el este se extiende en dirección N70°E hasta el valle del río Magdalena (Figura 4) (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR). Afecta principalmente rocas metamórficas paleozoicas del Complejo Cajamarca, rocas ígneas de edad jurásica del Batolito Ibagué, rocas sedimentarias paleógenas y neógenas de los grupos Gualanday y Honda, y el depósito neógeno cuaternario del Abanico de Ibagué. (INGEOMINAS, 1997 y MARQUÍNEZ, G., 2001)

Figura 4. Mapa morfotectónico de la Falla Ibagué. Escala 1: 50.000.



Fuente: (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR).

Teniendo en cuenta el mapa morfotectónico de la falla de Ibagué, se puede observar que cruza cerca de la intersección que se encuentra entre el Río Cocora y en el Río Coello, (figura 5), contiguo a esta intersección se encuentra la Institución Educativa Antonio Nariño. Esta situación representa uno de los principales potenciales riesgos de afectación por sismos para el paciente en estudio.

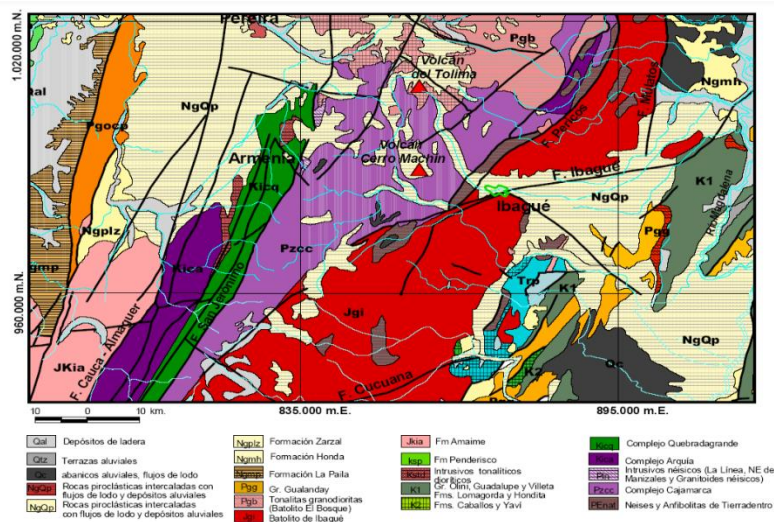
Figura 5. Mapa Coello – Cocora (Institución Educativa Antonio Nariño).



Fuente: (Google, 2022)

Otra de falla geológica que tiene un gran potencial de afectación a la construcción es la falla de pericos, la cual es la segunda más cercana. En la siguiente imagen se puede observar el mapa de las fallas geológicas que se encuentra cerca de la construcción.

Figura 6. Mapa geológico de la zona de Fallas del departamento de Tolima (Ibagué), Valle del Cauca y Quindío.



Fuente: (Ministerio de Minas y Energía)

Sistema de Fallas Otú – Pericos

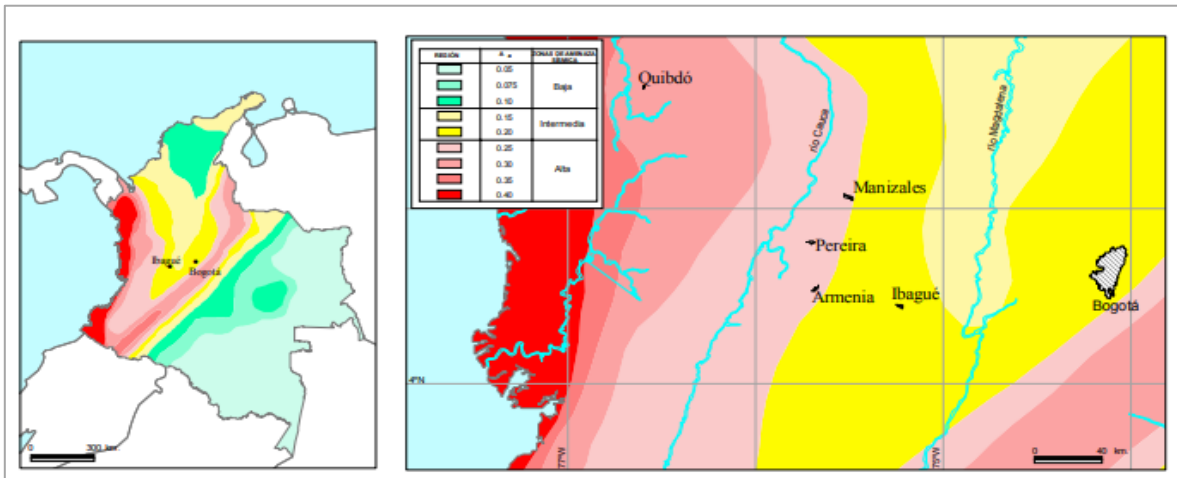
Dada su zona de daño, el SFOP presenta dos límites frágiles, son las Fallas La Plata y Otú – Pericos, estos están de norte a sur correspondientemente, las fases deformativas se pueden delimitar en ellos y relacionarse a la actividad sísmica que presenta el sistema. La característica principal que se encuentra en este sistema, es que distribuye sus fases deformativas desde las series cataclásticas cerca al trazo de las fallas, de forma esencialmente dextral, con la presencia de estructuras de tipo “Pop Up” y de una foliación tectónica con una orientación en azimuth del rumbo de N55°E-80°SE, hasta rocas de alto grado de deformación milonitas en el núcleo del sistema.

Este sistema es una estructura ubicada en el cauce que se encuentra en la Quebrada Cay y es de tipo “Pop Up”, el cual es un rasgo relacionado con la actividad tectónica de esta Falla Otú – Pericos.

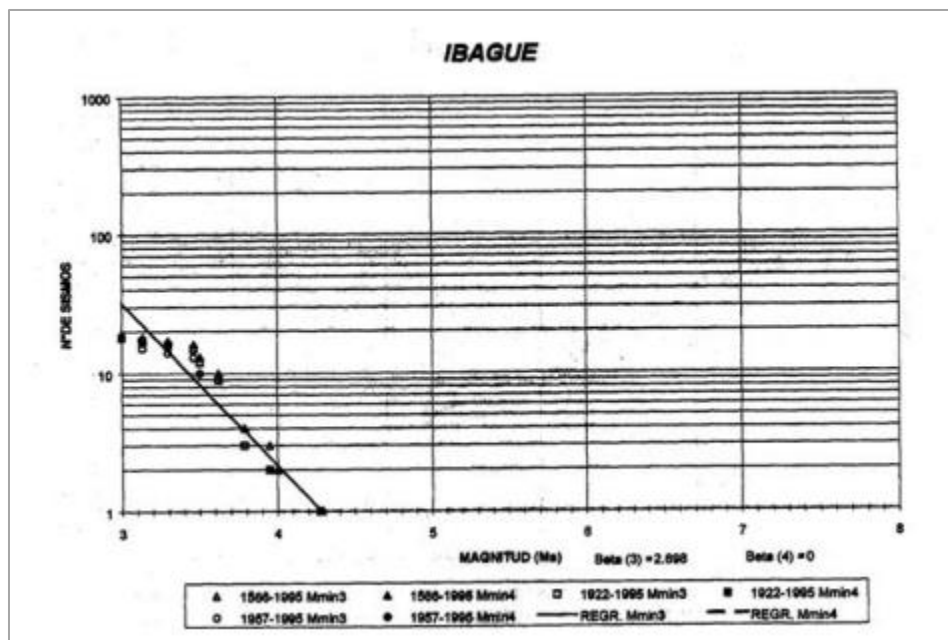
Ibagué presenta una zona de amenaza sísmica intermedia, según el Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, INGEOMINAS & UNIANDES, 1996), , lo cual se determinó por medio de la aplicación del método probabilístico de línea fuente, como se evidencia en la figura 7a. Así lo reafirma la Tabla A.2.3-2 presente en el título A de la NSR-10, la cual indica que Ibagué se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia.

La falla de Ibagué es una de las 32 fuentes sismo tectónicas que se contemplaron en la determinación de la amenaza sísmica de Colombia, arrojando un valor de 4,3, valor muy bajo si se tienen presentes más aspectos geológicos y morfotectónicos. (Figura 7b)

Figura 7. a. Amenaza sísmica de la zona central de Colombia (modificado de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica et al., 1996), **b.** Análisis de recurrencia para la fuente sísmogénica de la Falla Ibagué utilizada para el cálculo de la amenaza sísmica de Colombia.



a.



b.

Fuente: (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, INGEOMINAS & UNIANDES, 1996).

Un factor importante a tener en cuenta para entender la génesis de los depósitos del Abanico de Ibagué, son los volcanes del Tolima y del cerro machín. La actividad volcánica que se produce en el departamento del Tolima ha generado flujos de piroclastos, lava y lodo, así como, depósito de caída de piroclastos. (CEPEDA, 1988).

AMENAZAS NATURALES

De acuerdo con lo encontrado en el mapa G2 de amenazas naturales en el municipio de Ibagué existen 4 de diferentes tipos, las cuales son las siguientes: 1. Amenazas por remoción en masa, de las cuales se identifican 3 niveles de intensidad en la amenaza, alta, media y baja. El nivel de intensidad alta se identifica en zonas donde la pendiente es mayor al 60%, además de contar con suelos de poca resistencia y estabilidad, debido a que se encuentran deforestados y que se ubican perimetralmente a lo largo de las fuentes hídricas y se caracterizan por tener una topografía montañosa. 2. El nivel de intensidad media se caracteriza en pendiente cuyos rangos oscilan entre el 31% al 59%, el cual está compuesto por suelos de residuos provenientes de las fuentes hídricas, meteorización de materiales como las rocas ígneas, resaltando el grado de compactación generado por la vegetación existentes en ellos. 3. El nivel de intensidad bajo se caracteriza por tener los terrenos prácticamente planos con pendientes menores al 30% de inclinación, en estas áreas se estableció prácticamente toda la parte de la población teniendo en cuenta que el peligro de las remociones son casi nulas. Otra de las amenazas que se pueden encontrar son la volcánica (Nevado del Tolima y cerro machín) y la de inundaciones. (Alcaldía de Ibagué, secretaria de planeación. (2014). Plan de ordenamiento territorial. G2, Amenazas naturales.)

- **Volcán nevado del Tolima:** Se encuentra localizado en la cordillera Central de Colombia a una distancia de 28 kilómetros al noroccidente de Ibagué, considerado

como un estratovolcán activo en estado de reposo. En cuanto a su aspecto físico, tiene una cima coronada por un casquete glaciario con una altura máxima de 5.220 m. Los productos de este volcán pertenecen a la serie calco alcalina, descritos como andesitas de dos piroxenos; estos productos cubren un área proximal de 100 km².

- **Volcán Cerro Machín:** Ubicado 150 km al suroccidente de Bogotá, a 17 km al oeste de Ibagué, 30 Km al este de la ciudad de Armenia, con una altura máxima que alcanza este volcán al estar situado en la cordillera Central de Colombia, es de 2.750 msnm. En cuanto a su estado físico presenta un cono volcánico que está conformado por un cráter de 2,4 km de diámetro mayor taponado por domos con actividad fumarólica y un complejo de anillos piroclásticos que se interceptan. Los principales efectos que pueden causar la caída y la acumulación de piroclastos son: Oscurecimiento y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire. Incendios forestales o de viviendas. Cubrimiento y enterramiento de la superficie y las estructuras. Intoxicaciones. Obstrucción de drenajes naturales y artificiales. Pérdida parcial o total de cultivos y ganado. Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica. Daños por corrosión a elementos metálicos. Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos. Daños a la vegetación y desprotección del suelo. Lluvias por efecto de partículas que hacen de núcleo en la atmósfera. Afectación al transporte aéreo y terrestre. (INGEOMINAS, 2002).

Según el plan de desarrollo elaborado por la alcaldía de Ibagué en el periodo de 2016 y 2019, el corregimiento de Coello Cocora existe un 53% de amenazas altas debido a que gran parte de su extensión se encuentran al borde de los afluentes río Coello Cocora y Coello, de esta manera activando el fenómeno de las remociones de masa en este sector, ya que por

la topografía tan accidentada de la zona, genera grandes desprendimientos de materiales (rocas, vegetación) que a su vez, son arrastradas por la fuerza y la gravedad del agua aumentando el peligro de avalanchas y crecientes aguas abajo del afluente. (Alcaldía de Ibagué. (2014). Plan de desarrollo corregimiento 3, Cello Cocora. Ventana Turística Ibagué.)

“Estos procesos no se consideran como fenómenos aislados e independientes; siempre están asociados con otros fenómenos naturales y características del terreno como topografía, geología, efectos antrópicos (intervención del hombre), tectonismo (sismicidad), cobertura vegetal y los procesos de erosión, entre otros.” (Alcaldía de Ibagué. (2014). Plan de desarrollo corregimiento 3, Coello Cocora. Ventana Turística Ibagué.)

SISMISIDAD HISTORICA DE LA CIUDAD DE IBAGUE

Según la información del servicio Geológico colombiano en los últimos 25 años han ocurrido 5 sismos en los cuales han tenido actividad en la ciudad de Ibagué; aclarando que no ha sido epicentro en ninguno de estos sismos; por esta razón las afectaciones en la infraestructura han sido despreciables, caso contrario en varios municipios del Tolima donde si reportaron afectaciones considerables debido a que las edificaciones tienen una antigüedad mayor a 30 años y que están constituidas por materiales como bahareque, adobe o bloques de cementos sin elementos de confinamiento con un estado de conservación bastante deficiente por lo cual las hace más vulnerables. Dicho lo anterior el paciente en estudio no se ha visto afectado por dichas actividades debido a las constantes mantenimientos y renovación estructural que se le ha realizado. A continuación, se relaciona la tabla con la información de los últimos sismos ocurridos.

Tabla 2. Información de los últimos sismos ocurridos en el centro poblado Ibagué.

No.	Fecha	Hora local	Lat.	Long.	Autor epicentro	Magnitud	Tipo magnitud	Autor magnitud	Prof. (km)	Autor prof.	Centro poblado	Intensidad sitio (EMS-98)	Intensidad máxima (EMS-98)	Intensidad sitio (MM)	Intensidad máxima (MM)	Área epicentral
1	2016/10/30	19:20	3.405	-74.636	Red Sismológica Nacional de Colombia	5.2	ML	Red Sismológica Nacional de Colombia	13.2	Red Sismológica Nacional de Colombia	Ibagué	4	6	4	6	Colombia, Huila
2	2015/03/10	15:55	6.825	-73.134	Red Sismológica Nacional de Colombia	6.3	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	157.7	Red Sismológica Nacional de Colombia	Ibagué	4	7	4	7	Los Santos, Santander
3	2013/02/09	09:16	1.11	-77.56	Red Sismológica Nacional de Colombia	7	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	162	Red Sismológica Nacional de Colombia	Ibagué	4	7	-	7	Guaitarilla, Nariño
4	1999/01/25	13:19	4.432	-75.703	Red Sismológica Nacional de Colombia	6.1	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	15	Red Sismológica Nacional de Colombia	Ibagué	6	9	6	9	Armenia, Quindío
5	1995/02/08	13:40	4.06	-76.56	ISC-GEM	6.4	MW	ISC-GEM	71	ISC-GEM	Ibagué	5	8	5	8	Calima (darién), Valle Del Cauca
6	1994/06/06	15:47	2.89	-75.95	ISC-GEM	6.8	MW	ISC-GEM	10	ISC-GEM	Ibagué	5	8	6	8	Páez (belalcázar), Cauca
7	1992/10/18	11:12	7.07	-76.8	ISC-GEM	7.1	MW	ISC-GEM	10	ISC-GEM	Ibagué	-	10	5	10	Murindó, Antioquia
8	1991/11/19	15:28	4.52	-77.33	ISC-GEM	7.2	MW	ISC-GEM	20	ISC-GEM	Ibagué	3	8	3	8	Costa Pacífica, Pacífico
9	1979/12/12	02:59	1.555	-79.276	ISC-GEM	8.1	MW	ISC-GEM	23.6	ISC-GEM	Ibagué	4	10	4	10	Costa Pacífica, Pacífico

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2021)

Así mismo, se realiza la matriz de vulnerabilidad sísmica, la cual generó una calificación final de 3C y obteniendo color Verde.

Lo anterior se determinó a partir de: los análisis de los ítems de la matriz, las Fallas de Pericos e Ibagué, las cuales están en el área de influencia y teniendo en cuenta el historial de actividades, tales como remociones en masa, sismos e inundaciones, lo anterior se puede observar en el anexo 10. De igual manera, se

realizó una evaluación de los elementos de la estructura como: vigas, columnas, losa entre piso, cubierta y mampostería, evidenciándolo en el anexo 11.

8. ALCANCE DEL PROYECTO

Con el estudio patológico realizado a la Institución Educativa Antonio Nariño se procura aplicar todos los conceptos aprendidos en los diferentes módulos de la especialización, así mismo, realizar una reconstrucción del proceso patológico de cada lesión partiendo del estado actual. De allí, identificar los síntomas, evolución, causas, para así, llegar al origen y clasificar las diferentes lesiones evidenciadas, plasmarlas en las fichas de recolección diseñadas para este trabajo y realizar los ensayos no destructivos (humedad-temperatura y apiques para determinar el nivel freático de la zona de estudio), y finalmente, presentar posibles soluciones para intervención de las mismas.

9. METODOLOGÍA

9.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

El equipo de trabajo tenía como propósito fundamental, realizar el presente estudio a una entidad o institución, que en realidad lo necesitara y que fuese de gran importancia para la sociedad, y así dejar huella para futuras intervenciones por parte de las entidades encargadas, logrando un aporte significativo para la población. De igual manera, se seleccionó al paciente por el entorno en el que se encuentra (cerca de un río) e igualmente, por las lesiones que presentaba a primera vista, lo que implicaría poder llevar a cabo todos los conocimientos adquiridos en las clases dadas por los docentes de la especialización

9.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

9.2.1 Inspección preliminar del paciente:

Esta inspección se realiza de manera visual como primer acercamiento al paciente, de esta manera se pudieron observar las lesiones, fallas y el estado actual de los diferentes elementos que componen el paciente, a su vez, se identificaron los diferentes factores que tienen en deterioro la edificación, como las humedades, filtraciones de agua, eflorescencias y hongos.

9.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.

La recolección de información inicial se obtuvo mediante el rector de la institución, con el cual se obtuvieron datos del paciente tales como planos, año de construcción, intervenciones realizadas y áreas de mayor afectación. Como segunda instancia, se realizó un riguroso registro fotográfico en cada una de las lesiones evidenciadas como soporte fundamental para determinar si las lesiones tienen evolución durante el tiempo de estudio.

9.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

La autorización y los permisos para poder realizar las investigaciones pertinentes en el paciente se obtuvieron por medio del rector de la institución, dado que, el manifiesta su preocupación por que ninguna intervención realizada anteriormente ha solucionado los daños a causa del deterioro y las lesiones ocasionadas principalmente por la humedad.

9.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

El equipo de trabajo que ejecutará la inspección y/o exploración de la Institución Educativa Antonio Nariño, está conformada por dos ingenieros civiles que cursan actualmente la especialización “Patología de la Construcción” en la Universidad Santo Tomas.

9.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.

Los medios para realizar las exploraciones del paciente serán las siguientes:

- 8 Estudio del subsuelo: Conjunto de actividades que abarca la exploración del subsuelo, el reconocimiento de campo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para la realización de diseño y construcción de las obras las cuales estarán en contacto con el suelo, de forma que se pueda garantizar un adecuado comportamiento de la estructura, protegiendo ante de un fenómeno externo toda la integridad de las personas, además, protegiendo las instalaciones de servicios públicos, construcciones vecinas, vías y predios (MAGG INGENIERÍA Y GEOTECNIA , s.f.).

Se harán apiques en el subsuelo para poder determinar principalmente la altura del nivel freático y así determinar la relación del mismo con respecto a las lesiones evidenciadas debido a la cercanía del paciente con el río.

- 9 Auscultamientos: Es el proceso que evalúa el estado actual de una estructura y brinda herramientas de apoyo para determinar el momento indicado para realizar un mantenimiento preventivo (CORREA & CAYCEDO, 2012).

9.3 HISTORIA CLINICA

9.3.1 Responsables del estudio.

Los responsables de la realización de este estudio es el equipo de trabajo definido inicialmente para la inspección de dicha Institución, el Ing. Miguel Alejandro Rodríguez Rivera y el Ing. Julián Andrés Motta Sánchez.

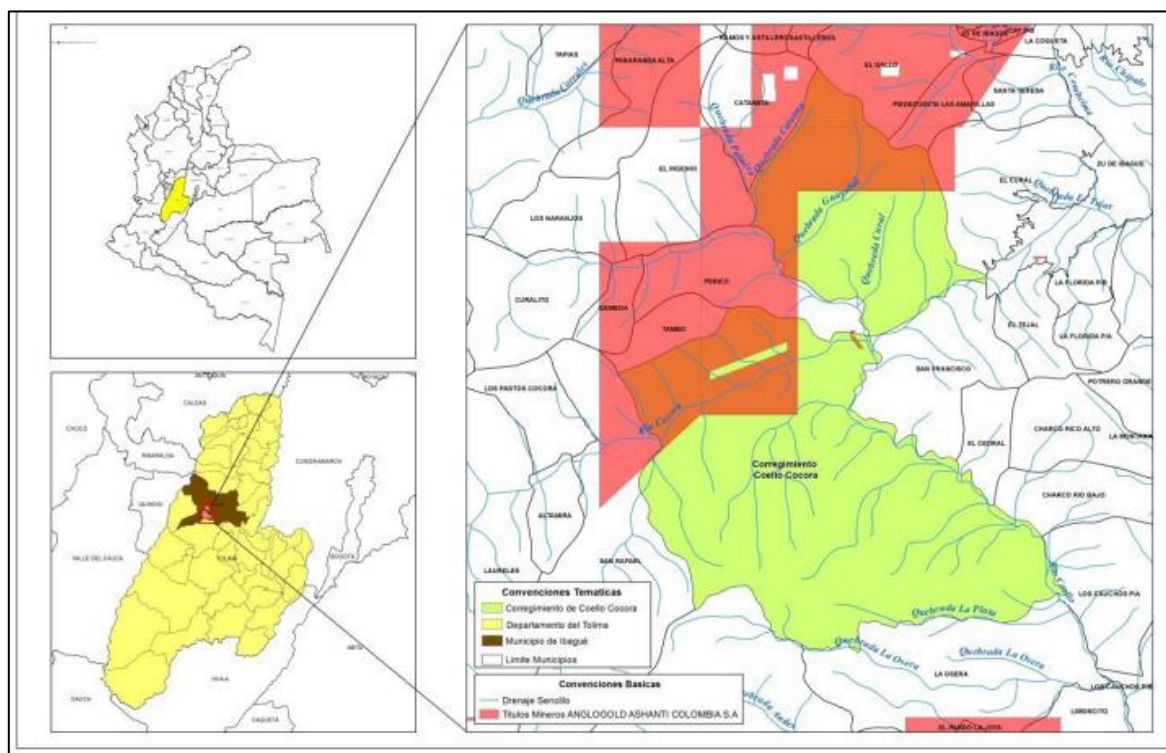
9.3.2 Fecha de realización del estudio

Este estudio se comienza a realizar el día 02 de octubre, un día después de la aprobación por parte del coordinador de la especialización (en patología en la construcción).

9.3.3 Datos generales del paciente:

- **Nombre:** Institución Educativa Antonio Nariño
- **Localización:** La Institución Educativa Antonio Nariño se encuentra en el corregimiento de Coello-Cocora entre la vía Ibagué y Cajamarca, perteneciente al municipio de Ibagué-Tolima; el corregimiento numero 3 denominado Coello-Cocora se encuentra en el área rural, ubicado en la que es la Cuenca Mayor del Río Coello, este corregimiento se encuentra limitando en el Norte con el Corregimiento de Cay; por el occidente se encuentra Laureles y Tapias; por el oriente con los corregimientos de Gamboa y La Florida; por el sur el Corregimiento Carmen de Bulira y el Municipio de Rovira; por el están las Veredas Perico, el Tambo, Salitre Cocora. (CIMPP, 2019)

Figura 8. Mapa de ubicación geografica, municipio de ibague, corregimiento de coello cocora.



Fuente: (DÍAZ, 2015)

- **Uso:** En esta edificación actualmente se desarrollan actividades escolares para estudiantes que desean cursar la básica secundaria de la Institución Educativa Antonio Nariño
- **Fecha de construcción:** 1985 como Institución.
- **Importancia del paciente:** Es de suma importancia, dado que, el 40% de sus estudiantes proviene de veredas cercanas y población de escasos recursos económicos, convirtiéndolo así, en un promotor académico para la población vulnerable en el país.
- **Sistema estructural y constructivo:** Esta edificación está constituida por lo siguiente:
 - Cimentación: Se puede evidenciar que la cimentación del paciente está compuesta por zapatas aisladas para soporte de columnas que soportan directamente sobre un material granular, unidas por vigas en concreto reforzado.
 - Sistema estructural a porticado: Son estructuras de concreto armadas con la misma cantidad de chatas unidas o columnas peraltadas que forman un ángulo de 90°. Es el sistema utilizado en los edificios porticados, son los que soportan las ondas sísmicas y las cargas muertas, dado que, se encuentran unidas con el sistema porticado (Londoño Gomez Propiedad Raíz, s.f.).
 - Fachadas: La fachada interna, externa y muros divisorios del primer piso está conformada por ladrillo No. 5, pañete, estuco y pintura; la Fachada interna, externa y muros divisorios del segundo piso está conformada con mampostería a la vista.

- Placas: La placa de contrapiso esta conforma por concreto y con un acabado en baldosa; la placa de entre piso a nivel de piso 2, está conformada por un sistema de placa fácil (Metaldeck, concreto y malla electrosoldada como acero de refuerzo).
- Cubierta: Está conformada por correas metálicas en forma transversal que apoya en las vigas y con teja termoacústica; La cubierta está construida a una sola agua con una canal para evacuación de las aguas lluvias.
- **Normativa actual que lo rige:** Norma de Sismo Resistencia (NSR), Norma Técnica Colombiana (NTC), Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).
- **Estado de conservación:** El estado de conservación de la edificación en general es bueno. Teniendo en cuenta que lleva 36 años de construcción, no se observan lesiones de gravedad en los diferentes elementos de la edificación, a pesar de evidenciar la escasez de mantenimientos en la infraestructura física, se visualiza que las humedades y filtraciones de agua son debido a procesos de construcción incorrectos durante las actividades de ejecución.

9.3.4 En la edificación y/o construcción civil:

- **Tipo de cimentación:** Se puede evidenciar que la cimentación del paciente está compuesta por zapatas aisladas para soporte de columnas que están directamente sobre un material granular, unidas por vigas de cimentación.
- **Altura:** La edificación consta de dos niveles con una altura aproximada de fachada de 6.30m.

- **Área (número de pisos):** La institución cuenta con 9 salones de 40 m², además de esto, cuenta con escenario se cuenta con escenario deportivo.
- **Estado general de construcción:** El estado general del paciente es bueno, evidenciando que las lesiones presentadas no afectan los elementos estructurales y no presenta riesgos de colapsos.
- **Información existente:** Indagando con los docentes y el señor rector de la Institución, no se cuenta con información existente de la edificación. **(Ver anexo 1).** El rector manifiesta que las últimas intervenciones que se realizaron al paciente fueron entre el 2017 y 2020, las cuales se realizaron por medio de la cooperativa (Unión de varias empresas de la ciudad de Ibagué) con el dinero de los impuestos anuales, por ende, no pagaban impuestos al gobierno, sino que invertían el dinero en la mejora y ampliación de la infraestructura física de la institución; por esta razón el rector afirma que existieron muchos detalles en el proceso constructivo, dado que, la ejecución y el control la hacia la misma cooperativa.
- **Fidelidad de los planos:** Los planos son entregados por él rector de la institución Antonio Nariño; el levantamiento fue realizado por el topógrafo Jorge Eliecer Manrique en diciembre del año 2001.

9.3.5 Aplicación patológica:

La aplicación patológica de este estudio es preventiva, esta de gran importancia debido a la situación vivida en la actualidad con las enfermedades que se presentan en las estructuras las cuales representan una gran problemática en el país, esto debido a la poca importancia que se le da a la prevención de las mismas, por esta razón es tan relevante tener un conocimiento del estado actual de las estructuras y más en caso de las instituciones

educativas, de aquí nace la importancia de este estudio, de prevenir estos problemas, conservar el patrimonio y así evitar futuros desastres.

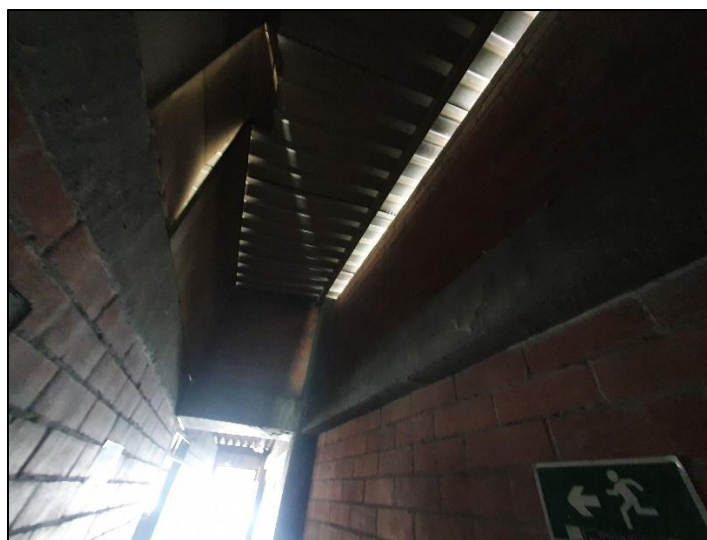
9.3.6 Datos específicos de las lesiones

- **Prediagnóstico:** De acuerdo a la inspección visual y al análisis realizado durante los diferentes recorridos realizados en el paciente (Institución educativa Antonio Nariño), se evidencian falencias en los procesos constructivos de la cubierta de segundo piso perteneciente al bloque 1, el cual es el origen de las principales humedades presentadas en los diferentes elementos de la unidad estructural tales como desprendimientos de acabados como baldosas y revoques; eflorescencia en vigas, en unidades de mampostería y columnas en concreto y suciedades por empozamiento de agua. Adicionalmente, se evidencia incorrecta instalación de las canales de evacuación de agua de la cubierta principal, ya que, se observan pendientes invertidas (contrarias al punto (tubo) de evacuación de agua), por lo que, se genera empozamiento de agua y a su vez, colapso de la misma también afectada por los ataques de organismos vegetales.
- **Afectaciones:**
 - ✓ **Origen / Causa:** Falencias en procesos constructivos en la cubierta y por determinar qué grado de afectación o influencia tiene el cauce del río Coello que pasa a escasos 10m de la parte de atrás del predio del paciente, con respecto a las lesiones encontradas en él.
 - ✓ **Lesiones primarias**

Humedad accidental: “Englobe de todas aquellas producidas por roturas de conducciones, que provocan focos puntuales de humedad que aparecen más o menos cerca

de su origen” (Oliván, 2014). Este tipo de lesión se evidencia de manera repetitiva en las humedades evidenciadas en el segundo nivel del bloque 1 del paciente, debido a falencias en el proceso constructivo tales como: Perforación de la teja en la parte más baja (Valle) para instalación del amarre y no se evidencia ningún tipo de sello; unión indebido de unidades de tejas, el cual no se evidencia un traslapo, se evidencia un empalme a tope; Falta de taponamiento entre apoyo final de cubierta que en esto caso es la viga de cubierta de la estructura y la parte más alta de la teja (cresta), adicional se evidencia llegada de la teja a ras; falta de suficientes amarres en las unidades de tejas el cual se presenta desplazamiento de las mismas y ocurre filtración directa sobre la parte interna de la estructura; por último, se evidencia que en la unión entre salones (recalcando que esta ampliación se hizo por partes), no se instaló ningún elemento (impermeabilizante, flanche, cinta asfáltica, etc.), que evitara el paso directo del agua entre los dos muros de división de los dos salones. **(Ver anexo 2, 3, 4, 6 y 9).**

Figura 9. Evidencia de filtración de humedades accidentales.



Fuente: Este estudio

Oxidación: “como la transformación en óxido de la superficie de los metales en contacto con el oxígeno. El metal puro, o en aleación, es normalmente inestable química- mente y tiende a convertirse en un óxido más estable óxido que en la mayoría de los metales ayuda a proteger el resto del metal del avance de la transformación química excepto en el caso del hierro. También se puede dar en las armaduras de hormigón” (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se evidencio en las barandas de escaleras de acceso al segundo nivel del bloque 1, se detecta que no tiene ningún tipo de material protector a la corrosión y el óxido, solo se evidencia la pintura. **(Ver anexo 5).**

Figura 10. Evidencia de oxidación en barandas de escaleras



Fuente: Este estudio

Humedad por filtración: “Es el acceso de agua mediante que se generan por diversos factores como las dilataciones entre materiales o elementos que componen las unidades estructurales (Ventanas, tejas, composición del material, fisuras en paredes-columnas, fachada).” (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se evidencia en la junta fría (dilatación) entre la correa metálica y el concreto de la viga cinta de las cuchillas en mampostería. **(Ver anexo 7).**

Figura 11. Evidencia de humedad por filtración.



Fuente: Este estudio

Erosión atmosférica: “Pérdida de material superficial en un elemento o unidad constructivos provocada por acciones físicas de los agentes atmosféricos” (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se evidencia en el sobre ancho de la placa de entre piso para que sirve de soporte de aires acondicionados y también de techo de corredor para ingreso a salones del primer nivel, generada escorrentía directa del agua lluvia de las cubiertas. **(Ver anexo 8).**

Figura 12. Evidencia de erosión de elemento en concreto.



Fuente: Este estudio

✓ Lesiones secundarias

Desprendimientos por acabados: “Es el desprendimiento causado debido a la dilatación que se genera entre dos o más materiales de diferente composición, estas afectaciones (lesiones)”. (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se ve como consecuencias de las humedades, el cual generan desprendimientos de pinturas en los elementos, desprendimientos de baldosa en la placa de entre piso, desprendimiento de revoque en elementos de concreto.

Figura 13. Desprendimiento de enchape.

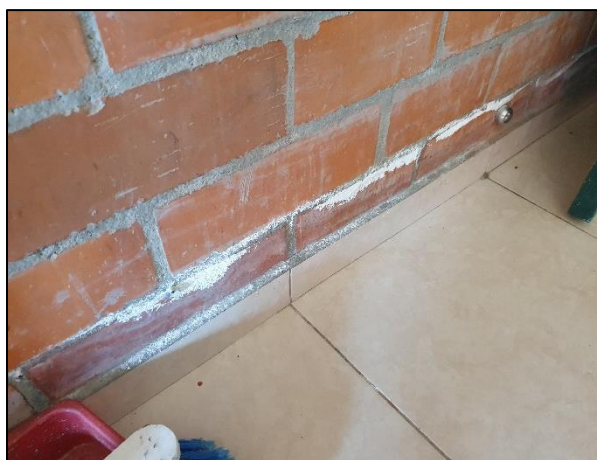


Fuente: Este estudio

Eflorescencias: “Es la generación de hongos en los acabados de los materiales, ocasionados por la humedad adquirida en la parte superficial de los materiales, por lo general actúa desde la parte interior hasta la parte externa del material, en el momento en que inicia la disipación del agua se produce del hongo” (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se ve como

consecuencias de las humedades, el cual está afectando las unidades de mampostería y algunos elementos en concreto.

Figura 14. Evidencia de eflorescencias en unidades de mampostería.



Fuente: Este estudio

Suciedad: “Es la acumulación de fragmentos generados por el medio ambiente en el entorno a las edificaciones, el cual estos fragmentos tienden a adherirse a los materiales con los que están conformados las paredes exteriores de cualquier edificación, los materiales que contienen mayor cantidad de poros son más propensos al acceso de dichos fragmentos” (Olivan, 2014). Este tipo de lesión se ve como consecuencias de los malos procesos constructivos y la falta de planeación en los detalles de diseño, el cual se ve afectados los diferentes elementos de la fachada principal.

Figura 15. Evidencia de ensuciamiento en fachada principal.



Fuente: Este estudio

9.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente:

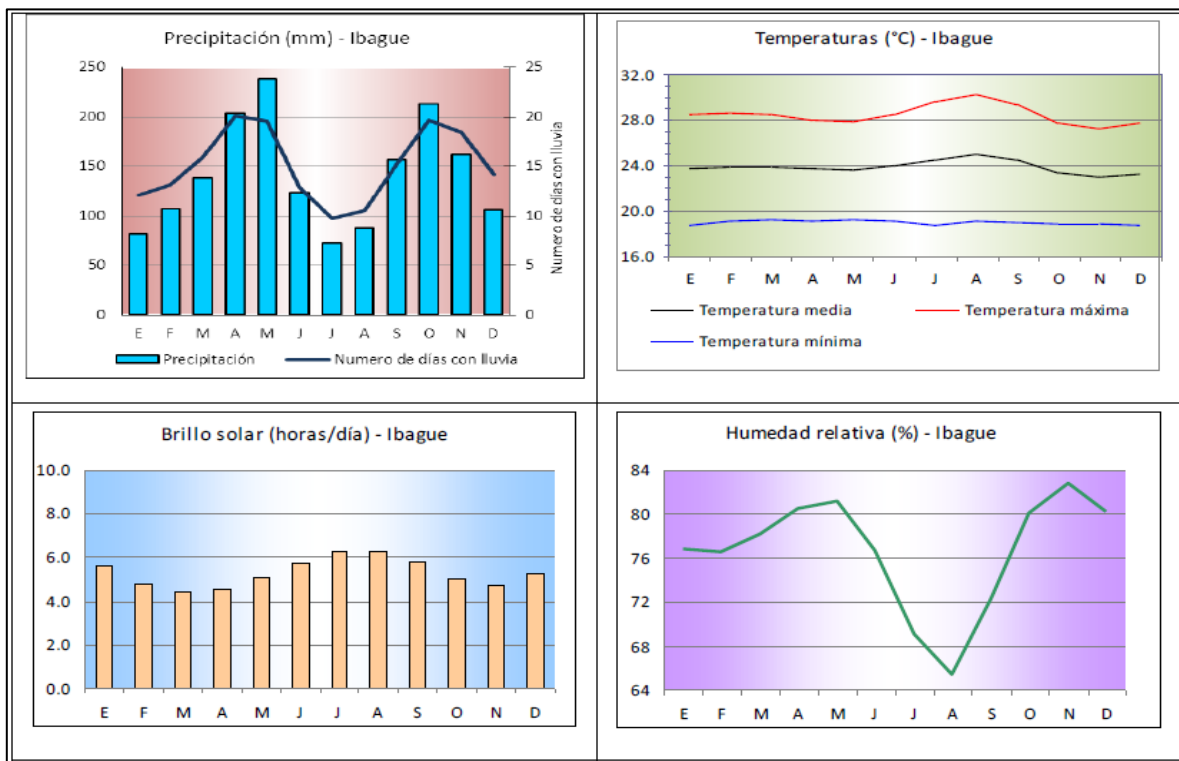
La lesión más relevante y la que deriva lesiones secundarias en el paciente es la humedad accidental y por filtración originadas por deficiencias en el proceso constructivo, el cual está llevando al deterioro de los diferentes elementos estructurales.

9.3.8 Datos generales que presenta el entorno:

- **Obras o edificaciones vecinas:** La institución educativa Antonio Nariño limita al norte con el río Coello y un predio (Vacío) perteneciente a la señora Leopoldina Zapata, al sur con la vía nacional que conduce a la ciudad de (Ibagué-Armenia), al oriente con un predio (casa de uso residencial) perteneciente a la señora Cristina Moreno de Librado y la iglesia del municipio y al occidente con un predio (vivienda de uso residencial) perteneciente a la señora Leopoldina Zapata y Alberto Londoño.
- **Temperatura:** El clima de Ibagué es cálido – seco, en esta ciudad se presenta una temperatura promedio de 23.2 °C. Sobre el medio día, la temperatura sube hasta un promedio que oscila entre 28 y 30°C. A la madrugada, la temperatura mínima medida está entre 19 y 20°C.

La humedad relativa medida del aire varia a lo largo del año, esta oscila de 65% hasta 83 %, la mayor humedad se da en la segunda época del año.

Figura 16. Condiciones climáticas-ambientales de la ciudad de Ibagué.



Fuente: (Ideam)

- **Precipitaciones:** Las precipitaciones promedio en un año están en 1691 mm. A lo largo de la historia se ha observado que estas tienen una tendencia a dividirse en 4 temporadas, dos de estas son de lluvias y dos son secas. Se ha observado que los meses en los que menos tienen precipitaciones son julio y agosto, al igual que en enero y febrero. Por otro lado, las temporadas en las que más se presentan lluvias van desde marzo hasta inicios de junio, la segunda es desde septiembre hasta inicios de diciembre. En los meses secos, las precipitaciones están entre 6 a 10 días/mes; en los más lluviosos las precipitaciones están alrededor de 20 días/mes. (Ideam)
- **Nivel freático:** El nivel freático se determinará mediante los apiques a realizar para la exploración del subsuelo.

9.3.9 Arquitectura (descripción general)

- **Estilo arquitectónico:** La arquitectura del paciente es de estilo tradicional ya que está constituida por concreto, ladrillo y bloques en arcillas.
- **Sistema constructivo, Materiales y proceso constructivo (técnico y tecnológico)**

El proceso constructivo fue realizado por etapas debido a los escasos recursos de la identidad educativa y a la ausencia de ayudas del gobierno nacional, este colegio fue construido a través de los fondos de las cooperativas; según lo evidenciado en el presente estudio los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Concreto reforzado: Cemento, grava, arena y acero de refuerzo corrugado, material utilizado para la conformación de cimentación y estructura del paciente (vigas, placas y columnas).

- Fachadas: la fachada del primer piso está compuesta por bloque de perforación horizontal (H5) unido mediante un mortero de pega (cemento y arena) y cubierto con un pañete y posteriormente estucado y pintado.

La fachada del segundo piso está compuesta por ladrillo estructural de perforación vertical a la vista.

- Cubierta: Esta cubierta está compuesta por perfiles metálicos en “C”, tejas termoacústicas y una canal metálica como evacuación de las aguas lluvias.

9.3.10 Estructura (descripción general)

9.3.10.1 **Por diseño y construcción:**

Es importante mencionar que la norma sismo resistente empleada para el diseño y construcción de esta edificación fue la NSR-98. Sin embargo, la información que se tiene respecto a los materiales empleados para la construcción, es insuficiente para garantizar que cumple con lo estipulado en la NSR-10.

9.3.10.2 **Por estado de la estructura:**

Al realizar un recorrido por la edificación y verificar el estado actual de la estructura, buscando identificar lesiones como: corrosión de las armaduras, rastros de asentamientos diferenciales, fisuración por cambios de temperatura, reformas, deflexiones excesivas en los elementos, entre otras, se puede evidenciar que su estado es regular, debido a la falta de traslape en la cubierta y la oxidación de la misma, lo que puede generar filtraciones y a su

vez, problemas en los elementos estructurales, así como, la falta de planos produce errores en los procesos constructivos anteriores y los que pueden verse de ahora en adelante. Es importante resaltar que la construcción y el diseño de la institución no está aprobada según la NSR-10, debido a la falta de estudios.

9.3.10.3 Evaluación de la estructura en general:

El estado de la estructura en general es regular, puesto que, son necesarios estudios que avalen la construcción basada bajo la norma NSR-10. Esta evaluación se basó en la inspección visual realizada a la estructura en donde se encontró principalmente la falta de mantenimiento y detalles, los cuales ocasionan un gran porcentaje de las lesiones encontradas.

9.4 Diagnóstico

Basados en la información obtenida a través de los recorridos realizados, investigaciones e indagaciones, se concluye que la patología presentada en el paciente “Institución educativa Antonio Nariño” es de diseño y construcción; ya que no se cuenta con los planos de diseño de la edificación lo que desencadena errores y deficiencias en los procesos constructivos que se llevaron a cabo en la ejecución del paciente, obviando detalles y parámetros en cada uno de las actividades realizadas.

A raíz de los inadecuados procesos constructivos se detectó que la causa de la generación de las lesiones encontradas “Humedad accidental, Humedad por filtración, humedad por capilaridad, desprendimiento en los acabados, erosión atmosférica en vigas y columnas, eflorescencias y suciedad” es debido a las deficiencias e inexistencia de traslazo

en algunas tejas que conforman la cubierta, la falta de mantenimiento de las canales las cuales producen escorrentías por la fachada principal del paciente y un remate adecuado entre unidades estructurales ya que se presenta una junta de aproximadamente 10cm entre paredes el cual genera el paso directo de las aguas lluvias.

Se resalta que el predio en el que se encuentra el paciente está en riesgo de inundaciones debido a que se puede presentar ampliaciones del caudal del río Coello-Cocora, debido a que el lindero norte se encuentra a escasos 30 metros del cauce del río. Se ha hecho la solicitud formal a la alcaldía por parte de la rectoría del colegio para hacer la reubicación de la institución y de esta forma minimizar el riesgo para los usuarios de la misma.

10. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

10.1 Estado de conservación

El estado de conservación de la edificación en general es regular. Teniendo en cuenta que en la estructura portante no se evidencia daños de consideración; sin embargo, a nivel de acabados y cubierta se evidencian lesiones. Por otra parte, se puede evidenciar la escasez de mantenimientos en la infraestructura física, en la cual se presentan gran cantidad de humedades de diferentes orígenes que deben ser correctamente clasificadas para darle solución, también se visualizan procesos de construcción incorrectos, instalación incorrecta de la cubierta la cual agrava los problemas de humedades y se observa la falta de detalles arquitectónicos en las fachadas las cuales afectan el aspecto exterior de la institución.

10.2 Alcance de la propuesta

Para la presente propuesta, el alcance está establecido dos fases, para la primera se realiza el estudio histórico de la edificación, el estudio legal, estudio de normas que lo rigen

y toda la información que sirva para conocer al paciente, acompañado de un estudio en campo en donde se realice la historia clínica de las lesiones primarias, secundarias y las causas de las mismas encontradas en la edificación después de analizar los elementos no estructurales y elementos estructurales, para así proponer los ensayos que sean pertinentes. Para la segunda etapa se realiza el diagnóstico de los elementos afectados de la edificación, el cual está basado en las lesiones y las causas encontradas en la fase de historia clínica; acompañado del planteamiento las alternativas de intervención que se puedan emplear en la institución educativa. Teniendo en cuenta la edad del paciente que son 36 años, la edificación no cumple con los requerimientos y especificaciones de la NSR-98-10.

10.3 Metodología de la propuesta

Para la realización de este estudio a la Institución Educativa Antonio Nariño (Coello Cocora), es necesario ejecutar una fase inicial en la cual se realiza el estudio histórico de la edificación, el estudio legal, estudio de normas que lo rigen y toda la información que sirva para conocer mejor lo que se debe realizar en los siguientes pasos:

10.4 Propuesta de intervención

Para la propuesta de intervención, se debe contar con el diagnóstico que se le realizó al paciente con anterioridad, con el fin de proponer soluciones a las lesiones de los elementos estructurales y no estructurales que estén afectados en la construcción. Para esto se debe tener en cuenta los tiempos y costos que cada una de las soluciones pueden llevar, además de los riesgos, ventajas y desventajas que puede tener cada una de las propuestas, con el fin de dejar claridad a la entidad de las posibles intervenciones que se le pueden realizar a la Institución Educativa con la programación de obra.

Según los recorridos minuciosos realizados al paciente y de acuerdo al análisis realizado se determina que el principal problema es la cubierta porque a partir de las afectaciones que se detectaron, nacen todas las lesiones de humedad del paciente. Las tejas que conforman el techo del segundo piso tiene partiduras la cual genera goteo y paso directo del agua hacia los diferentes elementos que conforman la edificación; la principal razón de las humedades y afectaciones en el primer piso de la edificación es el paso directo del agua por en medio de las paredes de los tres salones aclarando que tienen paredes independientes en el cual genera una dilatación entre ellas de aproximadamente 8cm. Adicionalmente el estado de las canales actuales son deplorables, debido a que las pendientes están invertidas, presentan colapso debido a la cantidad de material particulado el cual obstaculiza el paso del agua lo que ocasiona que haya escurrimiento por toda la fachada. Partiendo de lo anterior se plantea darle solución inicialmente a las juntas que hay entre los salones instalando una cinta asfáltica de manera que garantice el direccionamiento del agua por la teja hasta llegar a la canal, continuando con el cambio de tejas que están averiadas y que presentan corto traslapo y finalmente haciendo cambio de las canales las garantizando las pendientes adecuadas hacia los bajantes de forma que el flujo del agua lluvia no afecte al paciente, adicionando un sondeo en la tubería de desagüe de manera que no haya obstáculos para el flujo del agua.

Atendiendo los factores principales nombrados anteriormente, se procede con las intervenciones de las humedades tanto del primer piso como del segundo piso, para garantizar una estabilidad de las intervenciones a realizar.

A continuación, se presentan una propuesta económica con sus respectivos APUS y tiempo de ejecución necesario para las actividades teniendo en cuenta lo necesario para intervenir el paciente de manera que se garantice un ambiente adecuado para los estudiantes.

11. PRESUPUESTO

Esta división evidencia el presupuesto realizado para la intervención de la Institución Educativa Antonio Nariño, en la cual se pueden observar diferentes etapas de la construcción y/o reconstrucción, principalmente como: Preliminares, Estructura, Acabados y Cubierta.

Tabla 3. Propuesta de intervención para la IE Antonio Nariño.

PROPUESTA DE INTERVENSION PARA LA IE ANTONIO NARIÑO					
Preliminares					
No.	Ítem	Und	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
1	Cerramiento en teja de zinc	ml	21.3	\$ 27,140.30	\$ 578,088.39
2	Desmante de cerramiento en teja de Zinc	ml	21.3	\$ 2,188.26	\$ 46,609.94
ESTRUCTURA					
No.	Ítem	Und	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
3	Reconstrucción con mortero de reparación estructural de vigas y columnas (Incluye escarificada), esp. < a 4cm	ml	6.6	\$ 87,285.99	\$ 576,087.53
4	Anclajes epóxicos de 3/8	Und	100.00	\$ 7,899.89	\$ 789,989.00
5	Lavado de columnas-vigas con hidro lavadora	ml	57.8	\$ 3,295.77	\$ 190,495.51
6	Lavado de placa de contrapiso con hidro lavadora	m2	98.34	\$ 5,037.52	\$ 495,389.72
7	Escarificada de placa (0cm a 5cm)	m2	98.34	\$ 18,243.06	\$ 1,794,022.52
8	Suministro e instalación de Malla electrosoldada (5mm).	m2	98.34	\$ 27,644.76	\$ 2,718,585.70
9	Concreto de 3000PSI Fluido para placa de contrapiso	m2	98.34	\$ 53,731.44	\$ 5,283,949.81
Acabados					
No.	Ítem	Und	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
10	Limpieza fachada en mampostería con acido	m2	67.77	\$ 5,045.60	\$ 341,940.31
11	Impermeabilización con hidrofugo 10 años	m2	67.77	\$ 9,086.79	\$ 615,811.76
12	Retiro de pañete existente	m2	48.36	\$ 4,332.90	\$ 209,539.04
13	Pañete liso de 1cm a 3cm	m2	48.36	\$ 13,647.85	\$ 660,010.03
14	Estuco tradicional y pintura a tres manos	m2	48.36	\$ 9,268.68	\$ 448,233.36
Cubierta					
No.	Ítem	Und	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
15	Limpieza de canales	ml	36	\$ 11,402.09	\$ 410,475.24
16	Suministro e instalación de canales	ml	36	\$ 42,882.77	\$ 1,543,779.72
17	Instalación de flanche Asfaltico	ml	24	\$ 28,946.15	\$ 694,707.60
18	Desmante e instalación de teja tipo arquitectónica	m2	26.33	\$ 56,882.73	\$ 1,497,722.28
19	Encoroce de cubierta	m2	36	\$ 7,202.43	\$ 259,287.48
20	Mantenimiento de cubierta existente	m2	324	\$ 12,264.45	\$ 3,973,681.80
Subtotal					\$ 23,128,406.74
Administración (4%)					\$ 925,136.27
Imprevistos (2%)					\$ 462,568.13
Utilidad (4%)					\$ 925,136.27
Iva (19%)					\$ 175,775.89
TOTAL					\$ 25,617,023.30

Fuente: Este estudio

12. PROGRAMACIÓN

De igual manera, se evidencia el cronograma para la ejecución de actividades para llevar a cabo en la intervención de la Institución Educativa Antonio Nariño.

Tabla 4. Cronograma de actividades para la intervención de la IE Antonio Nariño.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES																		
Preliminares		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17
1	Cerramiento en teja de zinc	X	X															
2	Desmante de cerramiento en teja de Zinc																X	X
ESTRUCTURA																		
3	Reconstrucción con mortero de reparación estructural de vigas y columnas (Incluye escarificada), esp. < a 4cm			X	X													
4	Ancclajes epoxicos de 3/8				X													
5	Lavado de columnas-vigas con hidrolavadora					X	X											
6	Lavado de placa de contrapiso con hidrolavadora						X	X										
7	Escarificada de placa (0cm a 5cm)								X									
8	Suministro e instalación de Malla electrosoldada (5mm).									X								
9	Concreto de 3000PSI Fluido para placa de contrapiso									X	X							
Acabados																		
10	Limpieza fachada en mampostería con acido										X	X						
11	Impermealización con hidrofugo 10 años												X					
12	Retiro de pañete existente						X	X										
13	Pañete liso de 1cm a 3cm								X	X								
14	Estuco tradicional y pintura a tres manos												X	X	X	X		
Cubierta																		
15	Limpieza de canales			X	X													
16	Suministro e instalación de canales					X	X											
17	Instalación de flanche Asfáltico					X												
18	Desmante e instalación de teja tipo arquitectonica							X	X									
19	Encoroce de cubierta									X								
20	Mantenimiento de cubierta existente										X	X						

Fuente: Este estudio

CONCLUSIONES

En el estudio patológico realizado a la Institución Educativa Antonio Nariño, se identificaron los siguientes aspectos:

- Las principales lesiones encontradas son generadas por deficiencias en procesos constructivos.
- Los elementos estructurales presentes en la institución se encuentran en buen estado, no se observan anomalías que puedan comprometer su resistencia y su comportamiento ante sismos.
- La Institución en general presenta un estado regular, debido a la instalación inadecuada de la cubierta y la falta de detalles arquitectónicos.
- Se concluye que el paciente se encuentra en una zona en riesgo de inundaciones, puesto que, está la posibilidad de que se amplie el caudal del río Coello-Cocora, ya que el lindero norte está a 30 metros del cauce del río.
- Las intervenciones a realizar para eliminar las lesiones son moderadas. No se necesita realizar reforzamiento a la estructura.
- Mediante apiques se hará la exploración del subsuelo para determinar la altura del nivel freático y poder concluir el grado de responsabilidad del cauce del río en las lesiones encontradas.
- Las lesiones encontradas son principalmente “Humedad accidental, Humedad por filtración, humedad por capilaridad, desprendimiento en los acabados, erosión atmosférica en vigas y columnas, eflorescencias y suciedad”, debido a las deficiencias e inexistencia de traslapo en algunas tejas que conforman la cubierta, la falta de mantenimiento de las canales las cuales producen escorrentías por la fachada principal

del paciente y un remate adecuado entre unidades estructurales, ya que se presenta una junta de aproximadamente 10cm entre paredes la cual genera el paso directo de las aguas lluvias.

ANEXOS

Anexo 1.

Planos (levantamiento en planta)

Anexo 2.

Ficha de recolección de datos (Humedad accidental en pasillo de segundo piso).

Anexo 3.

Ficha de recolección de datos (Humedad accidental en salón No. 7)

Anexo 4.

Ficha de recolección de datos (Humedad accidental en salón No. 8 y 9).

Anexo 5.

Ficha de recolección de datos (oxidación de escaleras).

Anexo 6.

Ficha de recolección de datos (Humedad accidental en salón No. 1).

Anexo 7.

Ficha de recolección de datos (Humedad por filtración en el salón No. 8 y 9).

Anexo 8.

Ficha de recolección de datos (Erosión atmosférica en proyección de placa de entre piso).

Anexo 9.

Ficha de recolección de datos (Humedad accidental en fachada principal)

Anexo 10.

Matriz de vulnerabilidad sísmica.

Anexo 11.

Ficha de elementos evaluados de la estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, U. (2020). *Estudio de suelos y análisis de cimentaciones: nuevas edificaciones proyecto ceiba*.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, INGEOMINAS & UNIANDES. (1996). Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia. En 253. Bogotá.

Baquero, J. S. (2020). *Análisis de la deformación del segmento norte del Batolito de Ibagué y su relación con el metamorfismo colisional Jurásico de Colombia*. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16304/JuanSebastian_RoncancioBaquero_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=El%20Batolito%20de%20Ibagu%C3%A9%20el,Ibagu%C3%A9%20\(N%C3%BA%20B1ez%20%201986](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16304/JuanSebastian_RoncancioBaquero_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=El%20Batolito%20de%20Ibagu%C3%A9%20el,Ibagu%C3%A9%20(N%C3%BA%20B1ez%20%201986)

Broto, C. (2006). *Tratado Broto de la Construcción*. Barcelona .

Camacho, S. (2018). *Abanico de Ibagué*.

Caracterización geológica y geotécnica. (s.f.). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/56709/Parte2.ESTIMACI%C3%93N%20DE%20EFECTOS%20LOCALES%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20IBAGU%C3%89.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

CEPEDA, H. M. (1988). Mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del Nevado del Tolima. Vol. 29.

CIMPP. (2019). *PLAN DE DESARROLLO CORREGIMIENTO 3 - COELLO COCORA. IBAGUÉ*.

CORREA, L. A., & CAYCEDO, A. C. (2012). *Universidad Militar*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/9359/BerrioCorreaLauraAndrea2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

DÍAZ, Z. C. (2015). *RECONFIGURACIÓN DEL TERRITORIO RURAL DE COELLO – CÓCORA*.

Diederix, H., M, H. G., & Singer, J. l. (s.f.). *INDICIOS NEOTECTONICOS DE LA FALLA DE IBAGUÉ EN EL SECTOR BAGUE-PIEDRAS, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA, COLOMBIA*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19038/2206.pdf?sequence=1#:~:text=El%20abanico%20aluvial%20de%20Ibagu%C3%A9%20cubre%20un%20%C3%A1rea%20de%20aproximadamente,durante%20el%20Holoceno%20y%20Pleistoceno>.

Google. (2022). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Instituci%C3%B3n+Educativa+Antonio+Nari%C3%B3n/@4.4016936,-75.2921544,16.54z/data=!4m5!3m4!1s0x8e38dcd96d831c7d:0x5bf5de11351ac3a5!8m2!3d4.4003898!4d-75.29>

HÉCTOR ANDRÉS GARCÍA MANCHOLA, M. L. (2019). *Universidad de Ibagué*. Obtenido de https://www.unibague.edu.co/images/documentos_institucionales/Anexo_t3_informe_de_exploraciones_lote_navas_universidad_de_ibague_anexos.pdf

Ideam. (s.f.). *CARÁCTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CIUDADES PRINCIPALES Y MUNICIPIOS TURISTICOS.*

INGEOMINAS. (1992). *Mapa geológico del área del Abanico de Ibagué*.

INGEOMINAS. (2002). Evaluación de la amenaza volcánica potencial del Cerro Machín (departamento del Tolima, Colombia). Informe interno 2601. En R. C. MÉNDEZ. Bogotá.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO COELLO COCORA. (2020). *PLAN DE DIRECCIÓN DE GRUPO Y/O SEDE 4. PERICO.* COELLO COCORA.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS. (s.f).
Obtenido de
<https://recordcenter.sgc.gov.co/B7/21003002524207/documento/pdf/2105242071103000.pdf>

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR. (s.f.). *PALEOSISMOLOGÍA DE LA FALLA IBAGUÉ.*
Obtenido de PROYECTO LEVANTAMIENTO, COMPILACIÓN Y GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEODINÁMICA:
https://www.researchgate.net/profile/Franck-Audemard/publication/236147631_Paleosismologia_de_la_Falla_de_Ibague/links/0deec5165fd9230364000000/Paleosismologia-de-la-Falla-de-Ibague.pdf

León, L. R. (2021). Clase Historia Clínica. Bogotá.

Londoño Gomez Propiedad Raíz. (s.f.). Obtenido de
https://www.londonogomez.com/glosario_detalle.aspx?id=25

MAGG INGENIERÍA Y GEOTECNIA . (s.f.). Obtenido de
<https://www.macgingenieriacivil.com/estudios-de-suelos/>

Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo en la cuencia del río Combeima - Ibaagué - Tolima.*

Montes, V. O. (2005). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/230215167.pdf>

Olivan, F. (2014). *Manual de patología y rehabilitación de edificios.*

Servicio Geológico Colombiano. (23 de 04 de 2021). *Sismicidad histórica de Colombia.*
Obtenido de
<https://sish.sgc.gov.co/visor/sesionServlet?metodo=irAMunicipio&idDepartamento=73&idMunicipio=73001&cuadranteXMin=&cuadranteXMax=&cuadranteYMin=&cuadranteYMax=>

TORO, A. &. (2003). *Determinación de los tensores de esfuerzos actuales para el segmento norte de Los Andes calculados a partir de mecanismos focales de sismos mayores.*
Obtenido de INGEOMINAS.