



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**

**ESTUDIO DIAGNOSTICO DE PATOLOGIAS PRINCIPALES PRESENTES EN  
EL BLOQUE C**



**Estudiantes:**

**LUIS STEVEN CORTES TRIVIÑO  
LUIS GIOVANNI SARMIENTO  
GERMAN ALFONSO AREVALO ROJAS**

**Asesora: ING. MARIA PAZ DUQUE GUTIERREZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
DICIEMBRE DEL 2024**



## RESUMEN

El complejo conocido como Gobernación del Huila juega un papel esencial en la organización y gestión de las actividades municipales, funcionando como un intermediario entre los municipios y el gobierno nacional. Su objetivo principal es asegurar que los servicios públicos residenciales se entreguen de manera constante y adecuada, en cumplimiento con la ley y la Constitución. Este complejo está formado por tres bloques principales: A, B y C, cada uno con características estructurales específicas.

En términos generales, todos los bloques cuentan con un semisótano y un sistema de cimentación superficial que incluye zapatas y muros de contención. Los sectores A y C están diseñados con pórticos de concreto reforzado para soportar sismos, mientras que el sector B integra muros pantalla en su estructura. Todas las edificaciones están concebidas para una Disipación Mínima de Energía (DMI), basándose en los planos estructurales proporcionados por la gobernación.

Sin embargo, es importante destacar que en el bloque C se han identificado problemas significativos relacionados con la humedad, lo que se considera una situación patológica. Esta problemática puede afectar no solo la integridad estructural del edificio, sino también la salud de sus ocupantes. En este contexto, se requiere un análisis detallado para determinar las causas de las humedades y establecer soluciones adecuadas que aseguren la durabilidad del bloque y el bienestar de quienes lo utilizan.

**Palabras claves:** Gobernación del Huila, problemas patológicos, análisis detallados, humedades, problemas estructurales, disipación mínima de energía (DMI).



## ABSTRACT

The complex known as the Gobernación del Huila plays an essential role in organizing and managing municipal activities, functioning as an intermediary between the municipalities and the national government. Its main objective is to ensure that residential public services are delivered consistently and appropriately, in compliance with the law and the Constitution. This complex is made up of three main blocks: A, B, and C, each with specific structural characteristics.

In general terms, all blocks have a semi-basement and a shallow foundation system that includes footings and retaining walls. Sectors A and C are designed with reinforced concrete frames to withstand seismic activity, while sector B incorporates shear walls in its structure. All buildings are designed for Minimal Energy Dissipation (DMI), based on structural plans provided by the government.

However, it is important to highlight that significant issues related to humidity have been identified in block C, which is considered a pathological situation. This problem can affect not only the structural integrity of the building but also the health of its occupants. In this context, a detailed analysis is required to determine the causes of the humidity and establish appropriate solutions to ensure the durability of the block and the well-being of those who use it.

**Keywords:** Government of Huila, pathological problems, detailed análisis, humidity, structural problems, minimum energy dissipation (DMI):



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUCCION.....	7
2. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACION .....	8
2.1 JUSTIFICACION .....	8
2.2 CONTEXTUALIZACION.....	9
2.3 PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	11
2.4 PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	11
3. OBJETIVOS .....	12
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
4. BASES TEORICAS Y DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	13
4.1 ANTECEDENTES .....	13
4.2 REGLAMENTACION VIGENTE .....	13
5. ALCANCE DEL PROYECTO .....	14
6. DIAGNOSTICO DEL ESTUDIO.....	15
6.1 SECTOR C (SECRETARIA DE GOBIERNO) .....	15
7. METODOLOGIA.....	19
7.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	19
7.2 EJECUCION DEL TRABAJO .....	19
7.3 TRASLADO DE COORDENADAS DE PLACA PASIVA DEL IGAC .....	19
7.4 GENERALIDADES DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO RTK.....	20
7.5 FORMATO DE TRABAJO DE CAMPO .....	22
8. ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL BLOQUE C .....	25
8.1 ALCANCE .....	25
8.2 GEOLOGIA LOCAL.....	26



<b>8.3 ESTRATIGRAFIA</b> .....	<b>27</b>
<b>8.4 DEPOSITOS ALUVIALES (QAL)</b> .....	<b>27</b>
<b>8.5 TERRAZAS RECIENTES (QT)</b> .....	<b>27</b>
<b>8.6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL</b> .....	<b>27</b>
<b>8.7 PLIEGUES</b> .....	<b>27</b>
<b>8.8 FALLAS</b> .....	<b>28</b>
<b>8.9 LOCALIZACION GEOMORFOLOGICA</b> .....	<b>28</b>
<b>9. FICHAS</b> .....	<b>29</b>
<b>10. PLAN DE INSPECCION DE CAMPO SOBRE LA ESTRUCTURA</b> .....	<b>33</b>
<b>11. TIEMPO DE VIDA UTIL DE DISEÑO Y RESIDUAL DE LA EDIFICACION A TRAVES DE LA FORMULACION INDICADA EN LA NORMA ISO 15686...</b>	<b>37</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>13. BIBLIOGRAFIA Y/O WEBGRAFIA</b> .....	<b>41</b>



## TABLA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACION GENERAL .....	10
FIGURA 2. LOCALIZACION GOBERNACION DEL HUIL .....	10
FIGURA 3. AXONOMETRIA GENERAL DEL SECTOR C.....	15
FIGURA 4. PLANTA 1 Y 2 SECTOR C.....	16
FIGURA 5. CIMENTACION DEL SECTOR C.....	17
FIGURA 6. 3D SISTEMA DE CONTENCIN GLOBAL .....	17
FIGURA 7. PLANTA DE CIMENTACION Y CONTENCION GLOBAL .....	17
FIGURA 8. ENTREPISO NIVEL 1.....	18
FIGURA 9. 3D ENTREPISO NIVEL 1.....	18
FIGURA 10. 3D CORTE ENTREPISO .....	18
FIGURA 11. NIVEL DE CUBIERTA .....	18
FIGURA 12. 3D CON VISTA EN CUBIERTA.....	18
FIGURA 13. DESCRIPCION DE PUNTO GEODESICO.....	22
FIGURA 14. CALCULO CAMBIO DE EPOCA PUNTO INDIVIDUAL .....	23
FIGURA 15. DELTA 1 .....	24
FIGURA 16. LOCALIZACION MUNICIPIO DE NEIVA .....	26



## **1. INTRODUCCION**

La presente investigación, titulada "Estudio diagnóstico de patologías principales presentes en el bloque c" tiene como objetivo principal proponer medidas concretas para reforzar su estructura y garantizar la seguridad y estabilidad ante posibles eventos sísmicos.

El edificio de la Gobernación del Huila, como infraestructura pública esencial, requiere de una evaluación técnica detallada que permita identificar y comprender a fondo las deficiencias estructurales que puedan comprometer su integridad frente a situaciones de riesgo, especialmente en un área geográfica propensa a la actividad sísmica.

Mediante este informe, se pretende proporcionar una visión integral de la situación actual del edificio en términos de vulnerabilidad sísmica y patología estructural, a través de la aplicación de metodologías especializadas y la realización de inspecciones minuciosas. Además, se busca formular recomendaciones específicas y fundamentadas para el reforzamiento estructural necesario, considerando las particularidades del contexto geográfico, las normativas vigentes y las mejores prácticas en ingeniería.

Con el propósito de salvaguardar la vida humana, proteger el patrimonio público y garantizar la continuidad operativa de las instituciones gubernamentales, este estudio se erige como un paso fundamental hacia la mitigación del riesgo sísmico y la preservación de un activo crucial para el funcionamiento administrativo y político en la región.



## 2. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 JUSTIFICACION

La realización de estudios de vulnerabilidad sísmica y patología para el reforzamiento estructural del edificio de la Gobernación del Huila se fundamenta en la necesidad imperante de salvaguardar la integridad física de las personas que laboran, visitan o hacen uso de esta infraestructura gubernamental, así como en la importancia de proteger un activo público esencial en la región.

El departamento del Huila se encuentra ubicado en una zona sísmicamente activa, lo que aumenta significativamente el riesgo de que eventos sísmicos puedan comprometer la estabilidad y seguridad de las edificaciones. En este contexto, el edificio de la Gobernación del Huila, albergando oficinas administrativas y siendo un centro neurálgico para la toma de decisiones y la prestación de servicios públicos, debe contar con una estructura robusta y capaz de resistir posibles sismos.

Además, con el transcurso del tiempo, es común que las edificaciones presenten patologías estructurales debido a diversos factores como el envejecimiento, el uso continuo, condiciones climáticas adversas o defectos constructivos. Estas patologías pueden comprometer la integridad del edificio y representar un riesgo para quienes lo ocupan.

Considerando lo anterior, resulta imperativo llevar a cabo un análisis detallado que permita identificar las vulnerabilidades sísmicas específicas del edificio de la Gobernación del Huila, así como las patologías estructurales presentes. Dichos estudios servirán como base para proponer medidas concretas de reforzamiento estructural que garanticen la adecuada resistencia del edificio ante posibles eventos sísmicos y mitiguen los riesgos asociados a las patologías identificadas.

En resumen, esta justificación se fundamenta en la necesidad ineludible de proteger a las personas y preservar un bien público esencial, considerando tanto el contexto sísmico regional como las posibles afectaciones estructurales acumuladas por el edificio a lo largo del tiempo.



## 2.2 CONTEXTUALIZACION

El presente proyecto se encuentra localizado en Colombia, departamento del Huila en el casco urbano de la ciudad de Neiva.

Neiva es un municipio colombiano, capital del departamento de Huila. Nace entre la cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el río Las Ceibas y el río del Oro. Su extensión territorial de 1533 km<sup>2</sup>, su altura de 442 metros sobre el nivel del mar y su temperatura promedio de 27.7 °C.

Está influenciado por su ubicación en el valle del río Magdalena y su cercanía a la cordillera Oriental de los Andes. El casco urbano está situado en una planicie sobre la margen derecha del río Magdalena – frente a una extensa isla fluvial, entre los ríos Las Ceibas y del Oro, enmarcada por las vertientes de la Cordillera Oriental y Central. El relieve lo complementan zonas que inician por debajo de 440 metros en el río Magdalena y terminan hacia el este en cerros de por lo menos 3000 metros sobre la Cordillera Oriental. Al Oeste, cuchillas que ascienden a 2.750 metros sobre el ramal de la Cordillera Central.<sup>13</sup> Algunos llanos como el Jardín y la Manguita al norte; Avichente y El Chaparro al oriente; Matamundo al sur y por el occidente corre el río Magdalena que la separa del municipio de Palermo.

Como capital del departamento, Neiva alberga las sedes de la Gobernación de Huila, la Asamblea Departamental, el Tribunal Administrativo de Huila, la Fiscalía General, la Contraloría Departamental, la Procuraduría Regional, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena y otras instituciones y organismos del Estado, así como a nivel educativo superior. De igual modo, cuenta con la presencia de entidades como la Caja de Compensación Familiar de Huila, la Cámara de Comercio; además, es la sede de empresas oficiales, como las departamentales Electro Huila y las municipales Empresas Públicas de Neiva.

El área en estudio se encuentra ubicada en el Departamento del Huila, en el casco urbano de la ciudad de Neiva, en la carrera 4 N° 8 - 60, la cual consta de 3 sectores:

- Sector A: Asamblea Departamental del Huila
- Sector B: Edificio Gobernación del Huila
- Sector C: Edificio Secretaría de Gobierno (SECTOR DE ESTUDIO)



Figura 1 – localizacion general

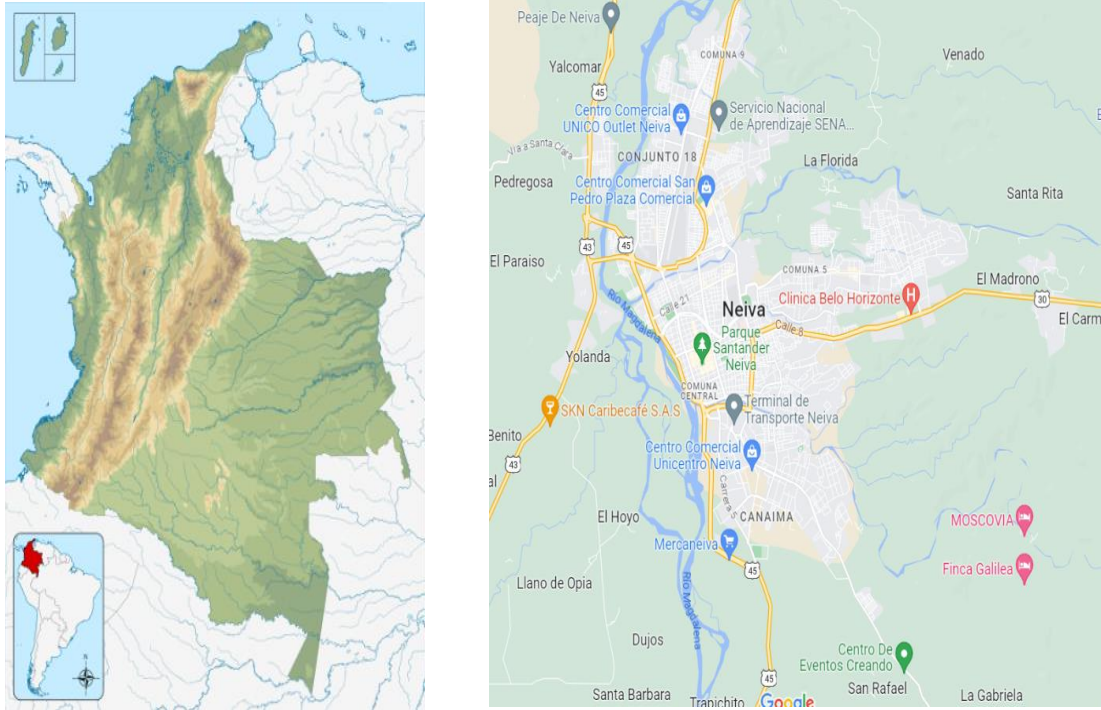
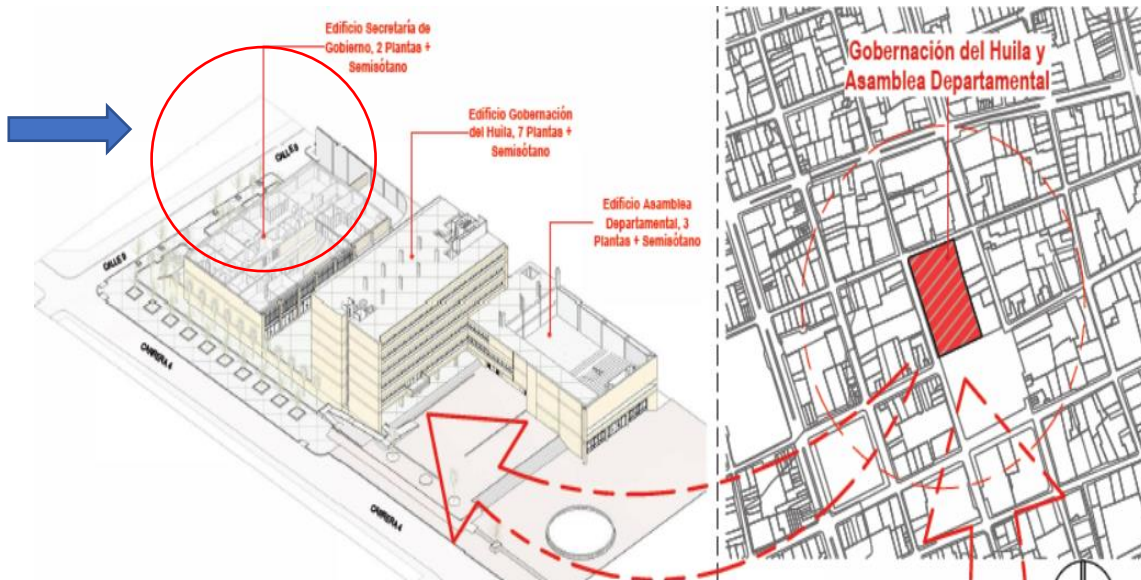


Figura 2 – localizacion gobernacion del Huila



Analizar y registrar las lesiones que se perciben de manera inmediata y las anomalías (Patologías) más significativas detectadas en el edificio de la Gobernación del Huila en el sector C.



### 2.3 PROBLEMA DE INVESTIGACION

El bloque C del complejo Gobernación del Huila enfrenta un serio problema de humedades que se origina principalmente por la capilaridad del piso y la falta de impermeabilización adecuada en la cubierta. La capilaridad permite que la humedad presente en el suelo ascienda a través de los materiales de construcción, lo que provoca la aparición de manchas y deterioro en las paredes y suelos. Además, la ausencia de una impermeabilización efectiva en la cubierta agrava esta situación, permitiendo que el agua de lluvia se infiltre y se acumule, contribuyendo aún más a los problemas de humedad

### 2.4 PREGUNTA DE INVESTIGACION

En el análisis del estado actual de la cubierta del Sector C, se han identificado problemas significativos relacionados con la impermeabilización. Estas deficiencias han provocado la aparición de filtraciones que, a su vez, han ocasionado daños en la estructura subyacente. Las filtraciones no solo comprometen la integridad de la cubierta, sino que también pueden tener un impacto negativo en otros elementos del edificio, como las paredes y los sistemas eléctricos.

Para abordar esta problemática de manera efectiva, es fundamental considerar diversas estrategias de intervención que permitan corregir los daños existentes y prevenir futuros inconvenientes. A continuación, se presentan algunas alternativas viables para restaurar y conservar la estructura de la cubierta.

- ✓ Rehabilitación de la impermeabilización existente: Esto implica reparar las áreas dañadas y aplicar un nuevo sistema de impermeabilización que sea más resistente a las condiciones climáticas. Se pueden utilizar membranas líquidas o sistemas de láminas que ofrezcan una mayor durabilidad.
- ✓ Sustitución completa de la cubierta: En casos donde el daño es extenso, puede ser más efectivo sustituir completamente la cubierta. Esto permitiría instalar un sistema moderno y eficiente en términos de aislamiento térmico e impermeabilización.
- ✓ Mantenimiento preventivo: Implementar un programa regular de mantenimiento puede ayudar a identificar problemas antes de que se conviertan en mayores. Esto incluye inspecciones periódicas y limpieza de desagües para evitar obstrucciones.
- ✓ Uso de tecnologías avanzadas: Considerar el uso de tecnologías como membranas fotovoltaicas o sistemas de impermeabilización autoadhesivos que pueden ofrecer beneficios adicionales, como la generación de energía o una instalación más sencilla y rápida.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Analizar y registrar las lesiones que se perciben de manera inmediata y las anomalías (Patologías) más significativas detectadas en el edificio de la Gobernación del Huila en el sector C.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Efectuar un estudio minucioso de las patologías presentes en el edificio de la Gobernación del Huila, identificando las áreas más vulnerables y sugiriendo estrategias de reforzamiento estructural adecuadas.
- ✓ Determinar y documentar las patologías presentes en la estructura del edificio, evaluando su impacto en la seguridad y estabilidad de este.
- ✓ Sugerir recomendaciones concretas para el mantenimiento del edificio, teniendo en cuenta las patologías estructurales identificadas.
- ✓ Calificar los sistemas estructurales de las edificaciones existentes que componen el complejo de la estructura.
- ✓ Identificar las capacidades de disipación de energía de las edificaciones existentes.



#### 4. BASES TEORICAS Y DEFINICIONES CONCEPTUALES

##### 4.1 ANTECEDENTES

La consultoría de la estructura de LA GOBERNACIÓN DEL HUILA se realizó en fechas cercanas al 20 de abril de 1971, según planos estructurales obtenidos.

De forma general, la estructura edificación tiene un aspecto superficial normal, acorde con su edad de construcción, sin presencia de fallas, grietas, anomalías y otras patologías estructurales que indicaran inestabilidad local o global. En otras palabras, aunque la estructura presenta algunos daños localizados que han sido registrados y evidenciados en el informe patológico, mediante inspección ocular **la estructura no presenta deterioros evidentes que puedan conducir a un colapso o que sugieran pérdidas significativas de resistencia de los elementos estructurales,** caso contrario, las condiciones habitabilidad y servicio han implicado labores de mantenimiento y conservación buenas.

##### 4.2 REGLAMENTACIÓN VIGENTE

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10:
  - Capítulo A.10 – EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO.
  - Título C – CONCRETO ESTRUCTURAL.
- Decreto 926 de 2010.
- Decreto 2525 de 2010.
- Decreto 092 de 2011.
- Decreto 340 de 2012.
- Decreto 945 de 2017
- ACI 318-08.

Capitulo A2



## **5. ALCANCE DEL PROYECTO**

El alcance de este proyecto abarca la ejecución de análisis detallados orientados a evaluar las posibles patologías estructurales presentes en el edificio de la Gobernación del Huila (SECTOR C). Este proceso comprenderá la inspección minuciosa de la capacidad de resistencia del edificio ante eventos sísmicos, así como la identificación y registro de cualquier tipo de deterioro o daño estructural existente. A partir de estos estudios, se desarrollarán propuestas concretas para el reforzamiento estructural, con el fin de fortalecer la capacidad del edificio para resistir sismos y contrarrestar los efectos de las patologías detectadas.

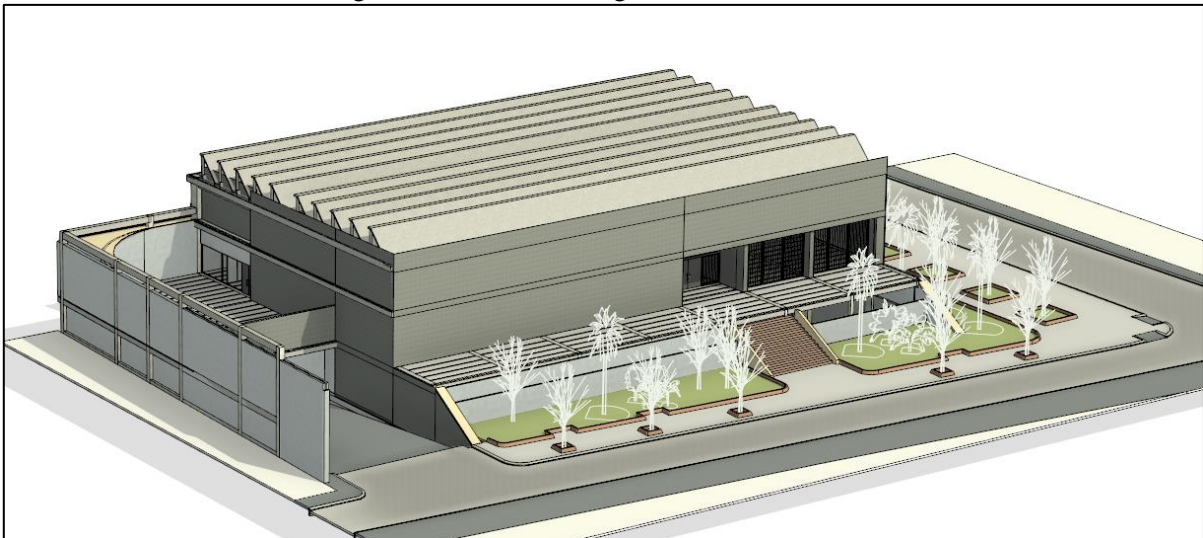


## 6. DIAGNOSTICO DEL ESTUDIO

La presencia de humedades, grietas, manchas y erosión en las losas de una estructura de concreto puede ser el resultado de diversas causas primarias que afectan la integridad y estabilidad del material. Estos problemas pueden surgir debido a factores como la exposición a agentes externos, la calidad de los materiales utilizados, la falta de mantenimiento adecuado, así como otros elementos ambientales y estructurales. Identificar las causas subyacentes de estas patologías es fundamental para implementar soluciones efectivas que aseguren la durabilidad y funcionalidad de la estructura.

### 6.1 SECTOR C (SECRETARÍA DE GOBIERNO)

Figura 3 - Axonometría general del Sector C



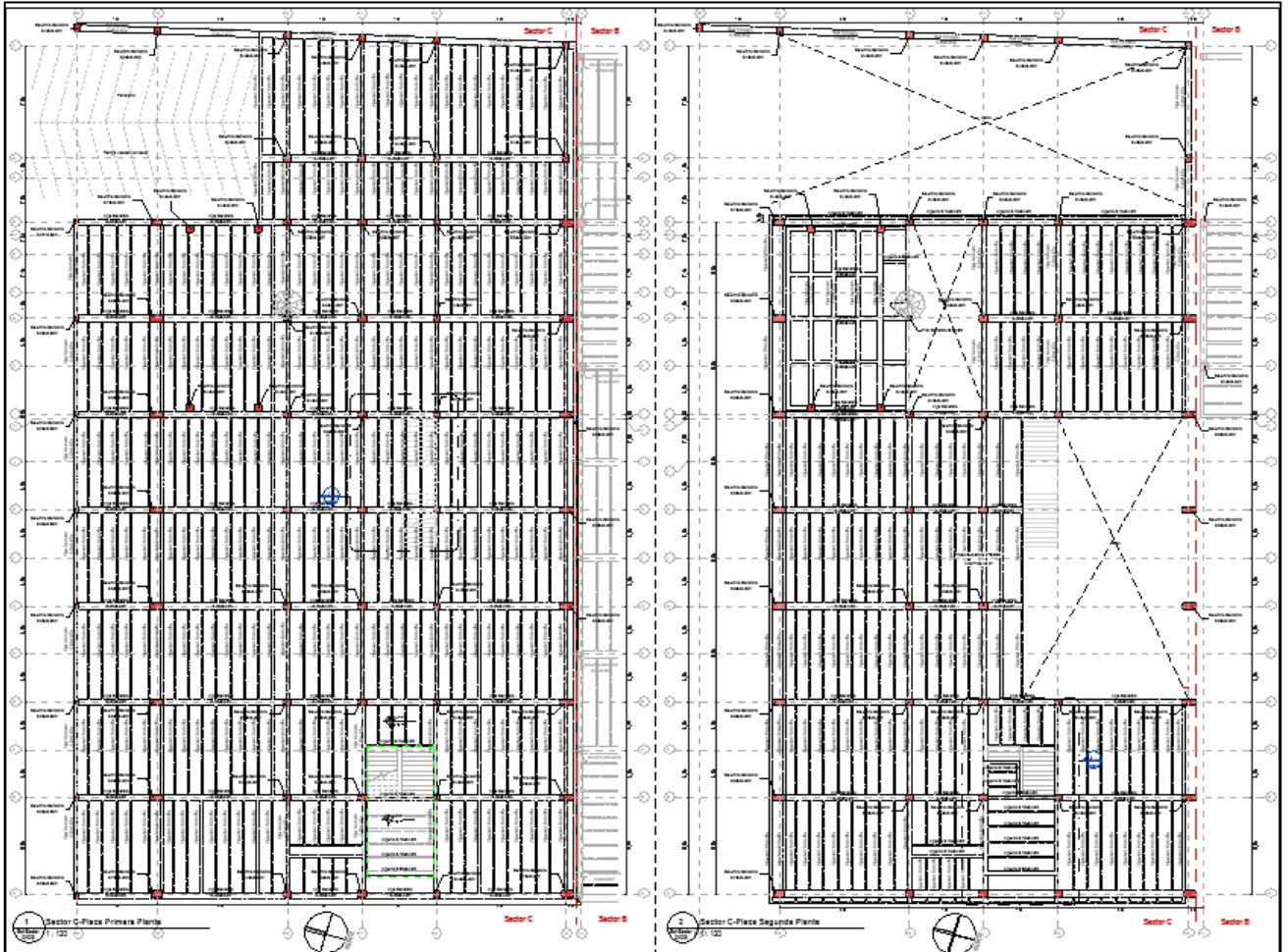
Fuente: Levantamiento y planos estructurales - Revit

#### ✓ Sistema estructural sector C

La edificación presenta 3 niveles de altura más un semisótano. El sistema estructural que presenta la edificación es un tipo **pórticos resistentes a momentos en los dos sentidos principales X y Y.**



Figura 4 - Planta 1 y 2 Sector C



Fuente: Levantamiento y planos estructurales

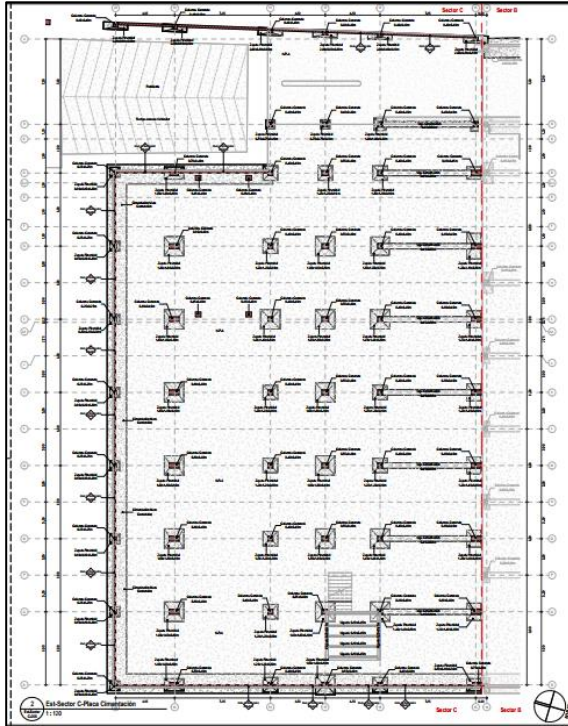
La edificación cuenta con 3 niveles de altura más un semisótano y dicha estructura funciona como “Secretaría de Gobierno” en donde se desarrolla actividades administrativas dándole un tipo de uso a la edificación de **oficinas y reuniones**. Para el ultimo nivel se tiene una cubierta dura con formas especiales, con sistema estructural que intenta parecer una placa aligerada en una dirección.

#### ✓ Sistema de cimentación Sector C

La estructura del sector C dentro de su globalidad presenta en cimentación un muro de contención con altura parcial ubicado de forma perimetral como se muestra en la figura 45. Adicionalmente, dicho sistema presenta zapatas centradas y medianeras acarteladas, en la mayoría de elementos sin vigas de amarre o vigas de contra peso que las vinculen.

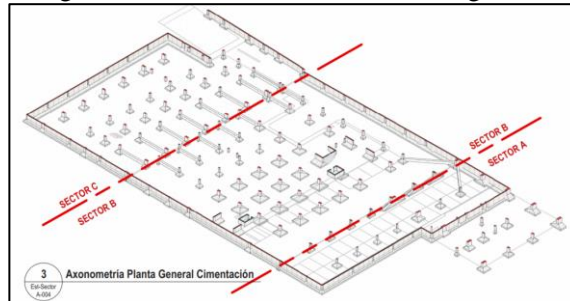


Figura 5 - Cimentación Sector C



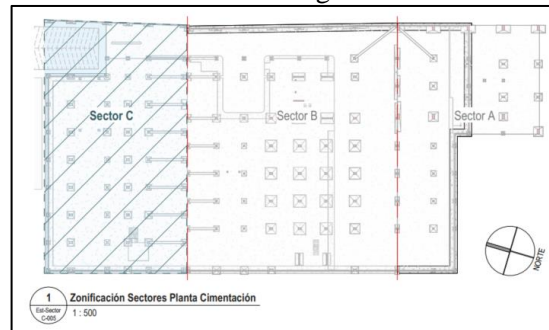
Fuente: Levantamiento y planos estructurales

Figura 6 - 3D sistema de contención global



Fuente: Levantamiento y planos estructurales

Figura 7 - Planta sistema de cimentación y contención global

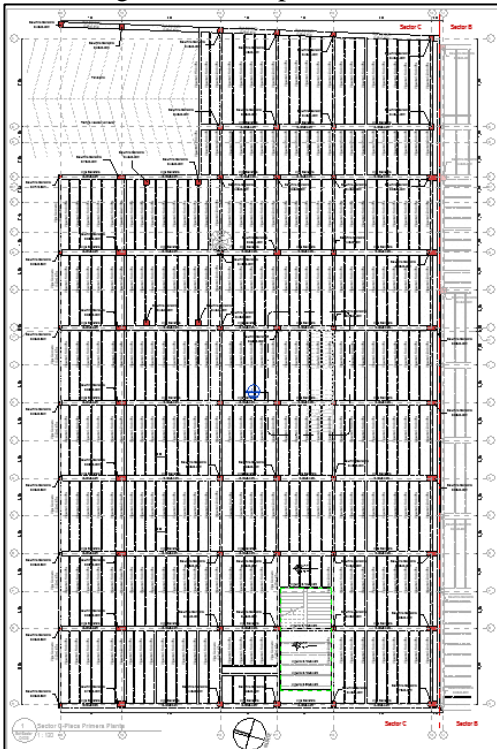


✓ *Sistema de entre piso Sector C*

La estructura presenta un sistema de entre piso tipo **placa nervada en una dirección**. El entrepiso se compone de viguetas con sección de 0.10x0.45 m, separadas cada 0.85 m. Las vigas de carga tienen secciones que varían entre 0.40x0.45 m mientras que las vigas de rigidez se presentan con secciones de 0.20x0.45 m. La torta superior tiene un espesor de 8 centímetros.

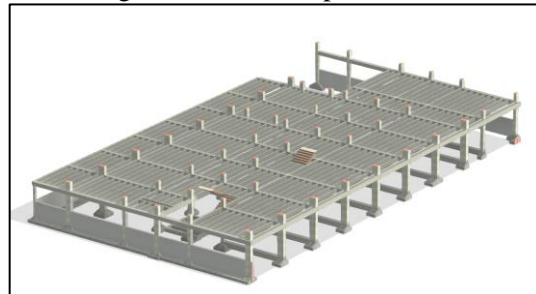


Figura 8 - Entrepiso nivel 1



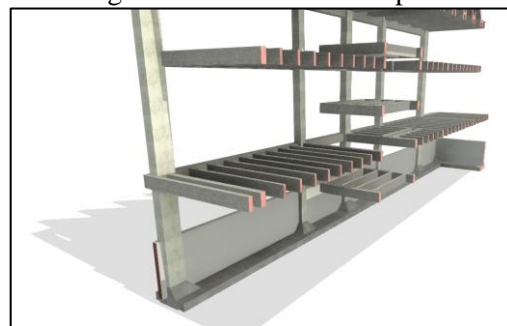
Fuente: Levantamiento y planos estructurales

Figura 9 - 3D Entrepiso nivel 1



Fuente: Levantamiento y planos estructurales

Figura 10 - 3D Corte entrepiso

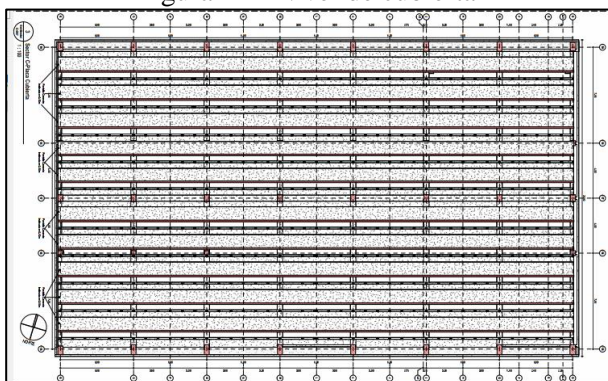


Fuente: Levantamiento y planos estructurales

### ✓ Sistema de cubierta Sector C

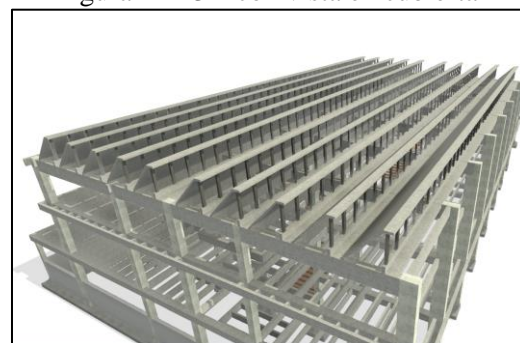
El sistema de cubierta presente en la edificación se compone por placas plegadas apuntaladas por perfiles metálicos verticales como se presenta en la siguiente figura 52 y 53.

Figura 11 - Nivel de cubierta



Fuente: Levantamiento y planos estructurales

Figura 12 - 3D con vista en cubierta



Fuente: Levantamiento y planos estructurales



## **7. METODOLOGIA**

### **7.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Los métodos actuales de medidas, se apoyan en parámetros convencionales internacionales que establecen las normas y metodología en el arte de mensurar distancias sobre la superficie de la tierra, a esto se le debe añadir la tecnología e instrumental altamente sofisticados que contribuyen a las mensuras con la mayor precisión posible. En nuestro país se emplean levantamientos topográficos con gran precisión, dentro de un sistema georreferenciado. El presente informe y la documentación que se adjunta será testimonio suficiente del levantamiento topográfico.

El objetivo principal del trabajo, es mostrar de manera eficiente y confiable los datos técnicos del levantamiento topográfico del Bloque C edificio Gobernación de Huila, el cual se está desarrollando en la ciudad de Neiva, Huila. Estudio técnico en donde se detallan todos los accidentes topográficos como vía de acceso, pozos sépticos existentes, pozos alcantarillado sanitario más cercanos, cajas, paramentos, cerramientos, arboles, cajas eléctricas, luminarias, y demás accidentes topográficos necesarios para poder realizar y procesar los datos de campo y así poder plasmar estos en los planos de planimetría, altimetría de la zona en donde se encuentran las instalaciones de la GOBERNACIÓN DEL HUILA. Una vez procesados y dibujados los respectivos planos servirán de base para determinar el estudio principal de patología del bloque C en cual también servirá para diseñar planos arquitectónicos y estructurales para generar algunas recomendaciones de reforzamiento.

### **7.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO**

El siguiente informe corresponde al levantamiento topográfico requerido para realizar el estudio diagnóstico de patologías principales presentes en el bloque c de la GOBERNACION DEL HUILA.

### **7.3 TRASLADO DE COORDENADAS DE PLACA PASIVA DEL IGAC**

En cumplimiento y teniendo en cuenta los parámetros exigidos para realizar levantamientos Topográficos, se realizó el traslado de coordenadas de la placa pasiva del IGAC. (41001005) a la Gobernación del Huila, que es la zona del trabajo.



#### 7.4 GENERALIDADES DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO USANDO RTK

La medición en un receptor GPS es representada mediante Vectores tridimensionales que contienen distancia, dirección y un diferencial de altura entre los puntos de la medición. No necesita línea directa de vista entre los puntos de estudio, pero si necesita tener una línea directa de vista a un número suficiente de satélites para que el software pueda generar el vector como la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z de un sistema dado.

El receptor hace sus mediciones desde el centro de su antena y nosotros usamos la altura de la antena para corregir la medida al punto que está debajo del instrumento. Esto quiere decir que la altura de la antena es una parte muy importante de nuestras mediciones. En la topografía convencional (mediante estación total), a menudo se separan las partes de las dimensiones tanto horizontal (ángulo y distancia) y vertical (la elevación). Sin embargo, una medida proporcionada por GPS, es totalmente tridimensional, y no podemos manejar los componentes horizontal y vertical por separado. El componente horizontal afecta al vertical y viceversa, por ello es necesario contar con una base fija para realizar el levantamiento topográfico en RTK.

Un ejemplo de equipo completo estaría compuesto por:

- Antena base y antena móvil GPS con radios internos.
- Antena de triple banda conectada a batería
- Controladora inalámbrica para GPS.
- Tripié con plato nivelante y plomada óptica
- Bastón telescópico

Primeramente, debemos saber en qué sistema de coordenadas vamos a trabajar (Cartesianas, Geodésicas, Locales). En base a esto, se seleccionan los vértices que nos van a servir de control y se diseña la red básica de trabajo para realizar las observaciones con GPS.

Ya en campo, la obtención del levantamiento de detalle, la metodología de observación con GPS en tiempo real, es un método rápido, cómodo y capaz de dar la precisión requerida para el trabajo. El método de trabajo con GPS en tiempo real se compone de un GPS fijo de referencia y un GPS en movimiento. El receptor fijo lo situamos sobre un punto de la red básica, de coordenadas conocidas en el sistema de referencia de coordenadas elegido, el cual servirá como vértice de control. A esta estación se le llama Estación Base.

La topografía con GPS es radial, es decir, estamos haciendo radiaciones relativas a nuestra estación base. Tras poner en funcionamiento este receptor, se ha de esperar a que resuelva su posición antes de proceder a la obtención de datos de los puntos del levantamiento. Si el número de satélites sobre el horizonte es el adecuado (entre mayor sea el número de satélites observado, mayor será la precisión y menor el tiempo), el receptor de referencia fijará sus



coordenadas en pocos minutos. Una vez realizada esta operación el cálculo de coordenadas de los demás puntos será casi instantáneo.

La comunicación entre el receptor de referencia y los receptores móviles, es posible gracias al sistema de telecomunicaciones utilizado para la transmisión, con un alcance de 2 Km aproximadamente entre ambos receptores, es por esto que no es necesario que los puntos sean visibles entre sí. Para evitar problemas de comunicación entre receptores, la estación base debe ser colocada en un punto lo más alto posible, y el estadal donde estará situada la antena móvil, de igual manera se debe poder elevar de acuerdo a las necesidades de los puntos que se deseen tomar.

Las coordenadas del levantamiento se obtienen con una precisión de 20 mm +- 1ppm es importante hacer notar que este error se mantiene constante en todo el levantamiento, o sea que no es acumulable al alejarse del banco de nivel, y como los errores no son acumulables y no se tienen restricciones visuales o meteorológicas, se trabaja por lo menos al doble de velocidad y exactitud de los topógrafos tradicionales.

Las coordenadas de los puntos, se obtienen en el sistema de referencia WGS84. La metodología RTK permite asociar una proyección y un sistema de referencia distinto, podemos obtener las coordenadas de los puntos directamente en la proyección UTM. También podrían obtenerse en cualquier otro sistema de referencia local con respecto al cual se haya realizado la georreferenciación.

Las precisiones obtenidas en las coordenadas del levantamiento dependerán de varios factores, tales como condiciones climáticas (nublado o despejado influye en la visibilidad de los satélites), precisión de los equipos utilizados, numero de satélites disponibles al momento de realizar el levantamiento, errores accidentales cometidos, etc. De esta forma, la precisión de los puntos del levantamiento puede llegar a ser del orden de los 2 cm de manera no acumulativa.

El levantamiento se lleva a cabo por dos operarios y dos receptores, uno de referencia (estación base) y otro móvil. Uno de los operadores se encarga de la toma de puntos con el receptor móvil, así como anotando el número de punto y su correspondiente descripción, quedando así definido cualquier tipo de elemento a representar mientras que el otro operario está a cargo de la vigilancia del receptor fijo.

Dependiendo de lo que nos interese verificar en el levantamiento, se toman las lecturas de los elementos necesarios, tales como registros de luz, aceras, carreteras, árboles, y los accidentes del terreno como por ejemplo los taludes. Por ejemplo, el levantamiento de una carretera se efectuaría mediante secciones transversales, a una equidistancia promedio de 10 m y en puntos obligados donde se hagan cambios de pendiente, además de ir tomando en cada una de las estaciones los diferentes elementos que la componen Al final de cada día los



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**

puntos observados en campo se importan a la computadora, observando que los puntos levantados hayan cubierto toda la zona de interés y evitando que queden zonas sin el número de puntos adecuado, para tener una buena configuración de terreno.

**7.5 FORMATO DE TRABAJO DE CAMPO**

Como primera medida se busca una base pasiva del IGAC, para realizar con esta el traslado de coordenadas. Mediante la página del IGAC se encuentra la descripción del punto a trabajar, para nuestro caso el 41001005.

Figura 13 – Descripción de punto geodesico

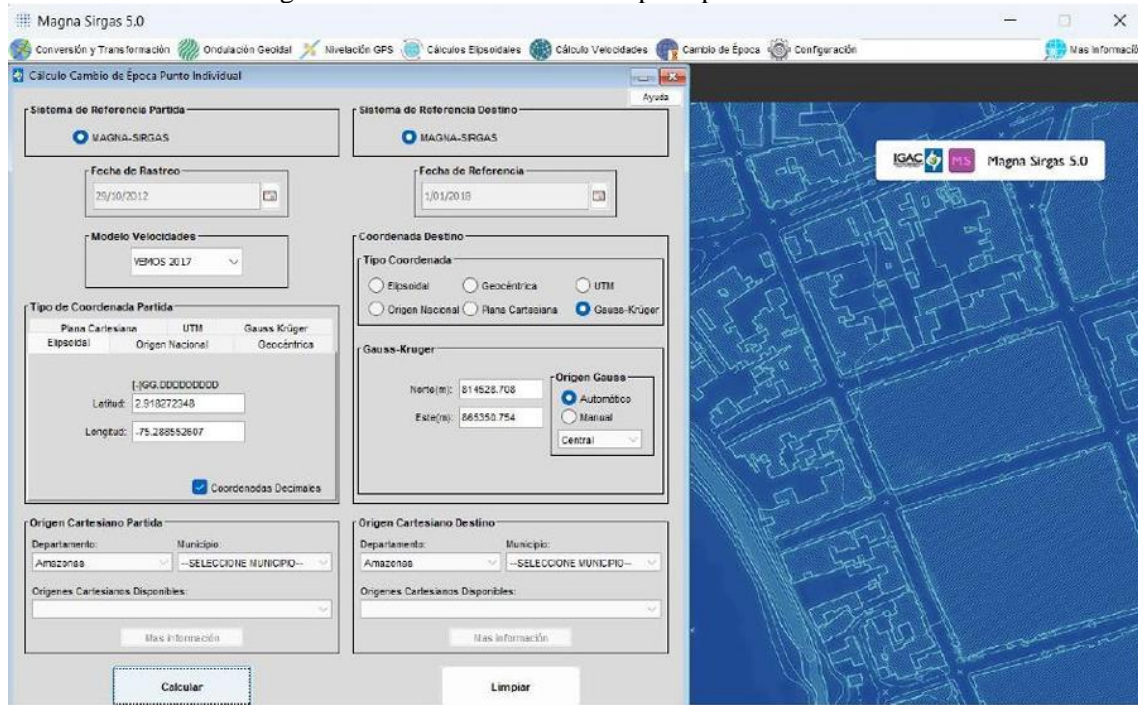
INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI		DESCRIPCION DE PUNTO GEODESICO		FECHA	
Nomenclatura Estandarizada 41001005		Nomenclatura Placa: 41001005		Año-Mes-Día	
				2012/10/29	
Departamento:	HUILA	Municipio:	NEIVA	Barrio:	BUENOS AIRES
				Siteo:	GLOBIETA MONUMENTO LOS 3 ELEFANTES
Coordenadas Navegadas MAGNA-SIRGAS			Croquis General		
Latitud (°):	Longitud (°):	Altura Elipsoidal (m):			
N 2° 55' 5.801500	W 75° 17' 18.75415	468.0 m			
Monumentación			Acceso General		
Fecha:	Tipo:	Monumentado por:	<p>PARTIENDO DESDE EL PEJE NEIVA POR LA VIA QUE DE ABEJE CONDUCE A LA CIUDAD DE NEIVA EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA, A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 8.20 KM Y PASANDO POR EL BIC CERRAS A 2 KM KM SE ENCUENTRA EL VERTICE 410005. LA PILASTRA SE ENCUENTRA A 1.1 KM DEL EJE DE LA VIA. SOBRE EL COSTADO NORTE. PUNTO ANTERIOR 41001004 A UNA DISTANCIA DE 1.20 KM.</p>		
2012/10/29	PILASTRA O HITO	OSWALDO GONZALO ALONSO CRUZ			
Estado del Punto:	Ancho (m):	Largo(m):			
BUENO	0.35	0.35			
Diagrama de Obstáculos			Imagen de la Placa		
Referencias medidas de los objetos al punto					
N	Objeto	Altitud (m)	Distancia(m)		
1	POSTE	105.0	48.17		
2	CENTRO DE SEPARADOR	15.0	20.58		
3	POSTE	285.0	39.4		
Observaciones: APTO PARA BASTIREO CON GPS					
Diseño: MARTHA LILIANA LAVERDE PINILLA					
			<p>LA PILASTRA SE ENCUENTRA EN EL COSTADO NORTE DE LA VIA QUE CONDUCE AL MUNICIPIO DEL CAQUIAN, EN LA GLOBIETA DEL MONUMENTO "LOS 3 ELEFANTES".</p>		

**Fuente:** Descripción de punto geodésico 41001005, fuente IGAC.

Teniendo determinado el punto de amarre se procede calcular las coordenadas magna-sirgas origen Bogotá. Con el año 2018 enero 1 como lo determina (resolucion\_igac\_64318\_adopto\_especificaciones\_tecnicas\_levantamientos\_planimetricos\_y\_topograficos). Por tal motivo se tiene que utilizar el software MagnaSirgas5.0 para este cálculo tal como se muestra en la ilustración.



Figura 14 – Calculo cambio de época punto individual



**Fuente:** Cambio de época placa pasiva del IGAC A 2018-01-01

Dando como resultado estas coordenadas N. 814528.708 E. 865350.754 Z. 435.691.

Al tener estas coordenadas se ingresa a la base estas para que arranque a dar información en forma de RTK mediante radio interno. La distancia de traslado de las coordenadas del punto de la base a los deltas es de 980 m. Lo cual es óptima para este método de trabajo con antenas GNSS marca FOIT A 90.

El resultado de las coordenadas de los deltas fue el siguiente:

**DELTA 1**  
N. 815485.860  
E. 865237.386  
Z. 439.982

**DELTA 2**  
N. 815481.5478 N  
E. 865226.9342  
Z. 440.019



Figura 15 – Delta 1



Fuente: DELTA 1 en campo y tomado como base para RTK de urbanismo externo de la Gobernación del Huila Bloque C.



## 8. ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL BLOQUE C

El presente informe se estructura a partir de la información obtenida en ensayos realizados a las muestras recolectadas directamente en campo de la zona de interés del proyecto, a partir de los cuales se genera los resultados que sustentan el estudio geotécnico y de suelos para **ESTUDIO DIAGNOSTICO DE PATOLOGIAS PRINCIPALES PRESENTES EN EL BLOQUE C**". Este informe muestra los resultados obtenidos del estudio geotécnico realizado en el área del proyecto que se consideran de influencia para la zona de construcción. Los estudios se ejecutaron a partir de la realización de diez (3) sondeos mecánicos, efectuando ensayos de campo, un muestreo sistemático de acuerdo con las Normas A.S.T.M. D1586-67, con los cuales se logra la caracterización del subsuelo, el reconocimiento del perfil estratigráfico y principalmente sus condiciones físico-mecánicas. También se incluyen los detalles para realizar posteriormente los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características litológicas, resistencia y compresibilidad del subsuelo, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y deformación para las alternativas de fundación de estructuras. El estudio incluye un reconocimiento Geológico y Geotécnico preliminar del área del proyecto y sus zonas perimetrales, los detalles del estudio, memorias de los resultados de la investigación con base en la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y la normatividad INVIAS, las conclusiones y recomendaciones que deben tenerse en cuenta para el sistema de cimentación más adecuado, así como los parámetros sísmicos del perfil de suelo.

### 8.1 ALCANCE

En concordancia con los requerimientos del proyecto se establece que el alcance de este volumen será el siguiente:

- Determinación de las características geológicas del área de estudio a escala local.
- Identificación de las características litológicas o perfil de suelo presente en el área de estudio.
- Exploración del suelo mediante sondeos manuales y mecánicos con bombeo con recuperación de núcleos con muestras alteradas e inalteradas.
- Realización de ensayos de laboratorio para clasificación de las muestras de suelo recuperadas.
- Realización de ensayos de laboratorio e In-situ para la determinación de los parámetros geomecánicos de las diferentes capas de suelo.
- Cálculo de capacidad de soporte del suelo por medio de parámetros geomecánicos obtenidos a partir de correlaciones con el ensayo SPT y ensayo de Corte Directo.

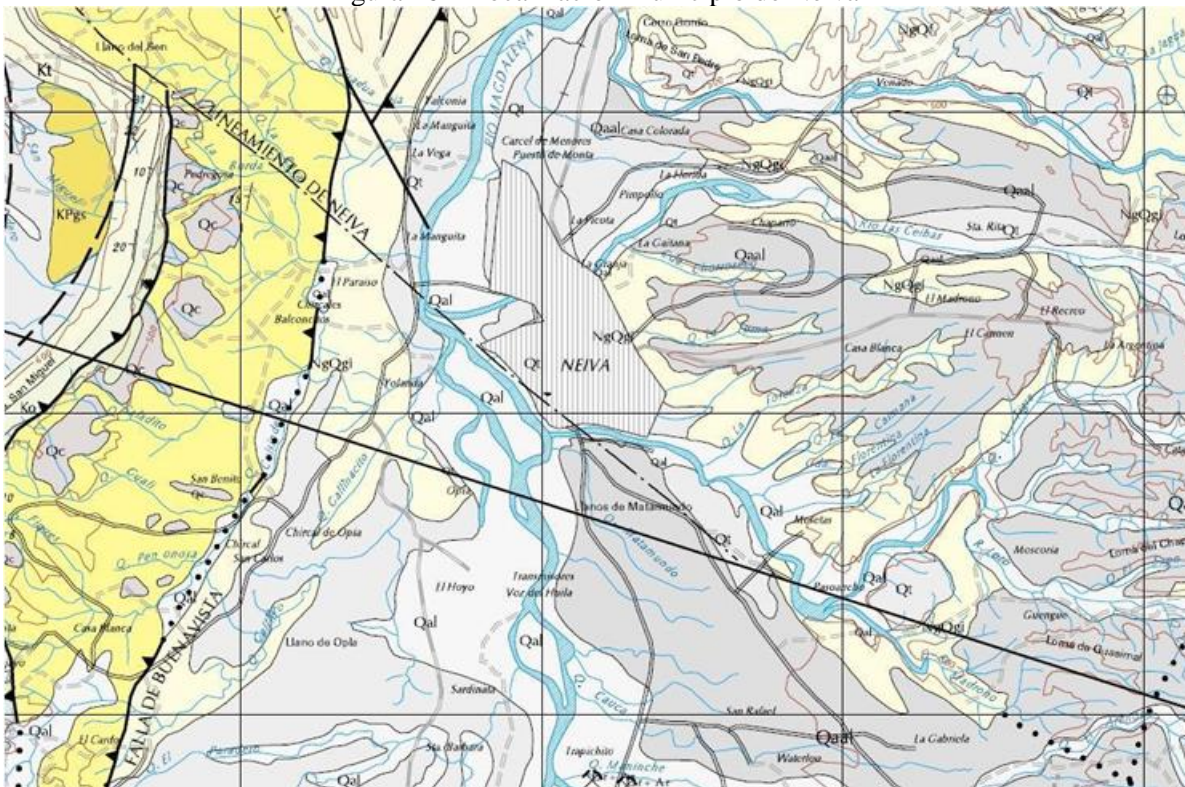


- Cálculo de los asentamientos inmediatos del suelo, parámetro de presión de tierras y módulos de reacción.
- Determinación de los parámetros sísmicos del área de estudio.

## 8.2 GEOLOGIA LOCAL

Localización Geológica del Municipio de Neiva de acuerdo a fuentes del servicio geológico colombiano.

Figura 16 – Localización municipio de Neiva



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

Según INGEOMINAS (2002), El área de esta plancha, está conformada por una zona central plana a suavemente ondulada enmarcada por dos regiones montañosas. La zona plana corresponde a la llanura del río Magdalena y sus afluentes constituida por rocas sedimentarias, con aporte volcánico del Paleógeno, Neógeno y Pleistoceno, así como depósitos aluviales y Aluvio-torrenciales del Cuaternario.

En el área afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, así como extensos depósitos consolidados de origen sedimentario.

## 8.3 ESTRATIGRAFÍA



Según la información consignada en la Plancha geológica 323 Neiva se encuentra la geología de la región descrita de la siguiente manera:

#### **8.4 DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL)**

Son depósitos ubicados en las llanuras de inundación de los ríos principales de la región; están conformados por bloques, gravas, arenas y limos redondeados y no presentan compactación. Los más extensos de estos depósitos están asociados al río Magdalena. Otras acumulaciones aluviales importantes se localizan al norte de la confluencia de los ríos Baché y Tuné. En diversos sitios se extraen, de estas acumulaciones, gravas y arenas para construcción. Al sur de Neiva, sobre la vía a Campoalegre, existe un montaje para producción de agregados pétreos que explota aluviones recientes de quebradas que drenan el flanco occidental de la Cordillera Oriental.

#### **8.5 TERRAZAS RECIENTES (QT)**

Estos depósitos son comunes y extensos en el área del estudio, donde se pueden diferenciar hasta tres eventos de deposición; en especial, se encuentran en cercanías de los cauces de los ríos Baché, Aipe y Magdalena; en este último, se presentan como franjas alargadas, en dirección norte, en ambos márgenes de la corriente. El espesor promedio de estos depósitos es de 3m y el máximo reconocido es de 8m; se encuentran recubriendo el Grupo Honda y las formaciones Neiva y Gigante. Están conformadas por gravas y arenas sueltas, constituidas por fragmentos de arenas tobáceas y cantos redondeados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias traídos y depositados por estos ríos; los fragmentos se encuentran sostenidos por una matriz arenosa de grano grueso a fino de composición lítica y tobácea, esta última predominante en toda la región; localmente, en la parte superior de estos niveles, se presentan sedimentos fino granulares, arcillas y limos hasta de un metro de espesor, que representan depósitos de inundación.

#### **8.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

Estructuralmente el municipio de Neiva se encuentra afectado y más en su sector rural por pliegues de tipo anticlinal, sinclinal y fallas geológicas.

#### **8.7 PLIEGUES**

Los pliegues observados en el área son de carácter regional y afectan las rocas sedimentarias presentes en el sector norte de la subcuenca de Neiva. Los pliegues en general tienen una orientación norte - sur a NE - SW. Al norte y NW de la ciudad se observan los remanentes de los anticlinales de Guacirco, Palogrande, Dina y San Francisco y los sinclinales de Guacirco y Bache. Al oriente se encuentran los sinclinales de San Antonio y Pacarni. En



general los pliegues anticlinales son apretados, muy fracturados y afectados por fallas geológicas. Los sinclinales son amplios y generan una morfología suave.

### **8.8 FALLAS**

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en las amenazas geológicas por riesgo sísmico. Fotogeológicamente se pueden determinar dos patrones de fallamiento asociados al área del municipio de Neiva:

El patrón de fallas de dirección N - S a NE - SW y correspondientes a las fallas inversas de los sistemas Garzón - Suaza al oriente y Chusma -Teruel al occidente; asociadas a este sistema de fallas se encuentra gran número de fracturas de tipo normal, inverso y de rumbo, entre las cuales sobresalen la falla de Buenavista, falla de Dina, Falla de Bache, Falla de Baraya y la Falla de Fortalecillas.

El patrón de fallamiento SE - NW a Este - Oeste es de tipo secundario y se asocia al patrón de fallamiento principal N - S, en este sobresalen la falla de Palogrande que afecta a Fortalecillas y el lineamiento que pasa por el casco urbano de Neiva con una dirección N50W y una longitud de 19 Km. Se observa desde el Sureste de la ciudad hasta la desembocadura del río las Ceibas.

### **8.9 LOCALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA**

Geomorfológicamente el área del municipio de Neiva hace parte de una gran provincia geográfica clasificada en la categoría de gran paisaje y denominada “Valle Superior del Magdalena”; la cual se encuentra limitada tanto al oriente como al occidente por un sistema de fallas geológicas de tipo inverso correspondiente a las denominadas fallas de Garzón - Suaza y Chusma - Teruel respectivamente.

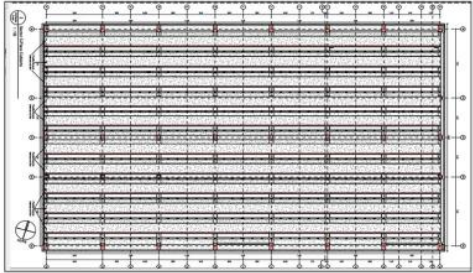
Dentro de esta gran provincia fisiográfica se pueden determinar las siguientes unidades de relieve agrupadas dentro de la categoría de gran paisaje, las cuales son:



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**









**9. FICHAS**

QUIE SOLICITA EL ESTUDIO  <b>UNIVERSIDAD SANTO TOMAS</b>		INFORMACION GENERAL DE OBJETO DE ESTUDIO PATOLOGICO		N° de ficha 1 fecha 01/12/2024
REGISTRO FOTOGRAFICO		LOCALIZACION		
				
INFORMACION GENERAL		PLANIMETRIA		
DEPARTAMENTO CIUDAD UBICACIÓN NOMBRE DEL OBJETO A ESTUDIO CLIMA ELEMENTOS INSPECCIONADOS	HUILA NEIVA UBICADA EN LA CARRERA 4 N° 8 - 60 GOBERNACION DEL HUILA TEMPERATURA MEDIA 27.7 °C Y LA PRESIPITACION ES DE 1834 mm AL AÑO CUBIERTA			
INFORMACION CONSTRUCTIVA		MODELO		
SISTEMA CONSTRUCTIVO ZONA SIMICA AÑO DE CONSTRUCCION ESTUDIO DE SUELOS PLANOS ESTRUCTURALES PLANOS ARQUITECTONICOS MATERIALES	PORTICOS ALTO 1971 SI SI SI CONCRETO, ACERO, PERFIL METALICOS			



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**



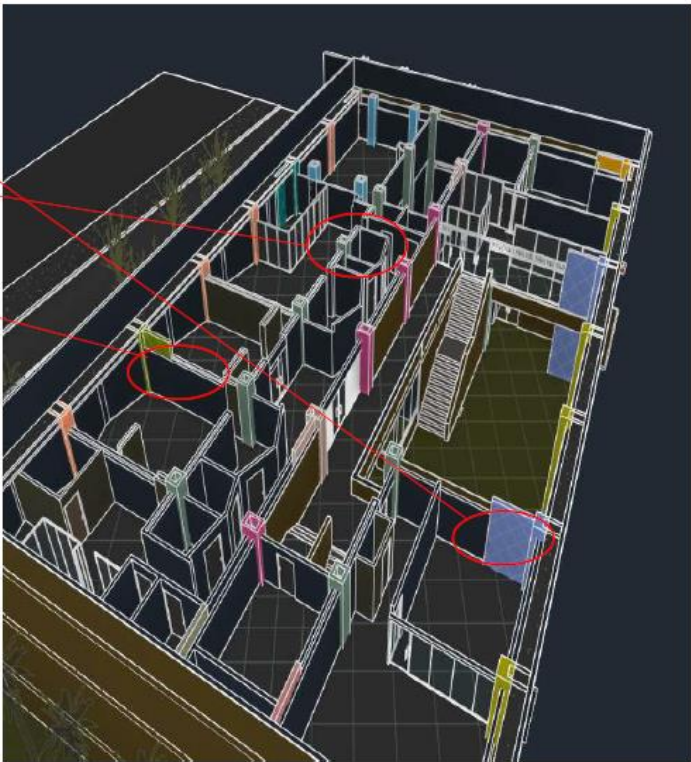
**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**

QUIE SOLICITA EL ESTUDIO  <b>UNIVERSIDAD SANTO TOMAS</b>		LOCALIZACION DE LESIONES				N° de ficha 2 fecha 01/12/2024											
 1. placa y muros con eflorescencia		 2. placa, desprendimientos															
 3. humedad en placa		 4. humedad en placa															
 5. humedad en placa y columnas		 6. desprendimiento															
DESCRIPCION		TIPO	LESION									UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
El presente proyecto se encuentra localizado en Colombia, departamento del Huila en el casco urbano de la ciudad de Neiva. De forma general, la estructura edificación tiene un aspecto superficial normal, acorde con su edad de construcción, sin presencia de fallas, grietas, anomalías y otras patologías estructurales que indicaran inestabilidad local o global. En otras palabras, aunque la estructura presenta algunos daños localizados que han sido registrados y evidenciados en el informe patológico, mediante inspección visual		químicas	eflorescencia									1	secundaria			x	
		químicas	eflorescencia									2	secundaria				x
		física	humedad	3	secundaria		x										
		física	humedad	4	primaria		x										
		física	humedad	5	primaria			x									
		física	humedad	6	secundaria				x								
						L	M	S	G								



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**

QUIE SOLICITA EL ESTUDIO  <b>UNIVERSIDAD SANTO TOMAS</b>		IDENTIFICACION DE LESION		N° de ficha 3 fecha 01/12/2024
				
LOCALIZACION Estructura el de cubierta ORIENTACION Oriente-Sur de la edificación MATERIALES Concreto,acero ELEMENTO Placa de entrepiso		placa con humedades y eflorescencia		
<b>DESCRIPCION DE LA LESION</b> SE ENCONTRARON LESIONES FISICAS COMO: HUMEDAD POR INFILTRACIÓN, DESPRENDIMIENTO Y PERDIDA DE MATERIAL, ABOMBAMIENTO, BURBUJAS, SUCIEDADES Y MANCHAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN MODERADO. LESIONES MECÁNICAS COMO: FISURAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN BAJO. LESIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS COMO: PUDRIFICIÓN PARDA, Y MANCHAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN BAJO.				
<b>DISTINCION DE LESION</b>	<b>CLASIFICACION</b>	<b>TIPO DE LESION</b>		<b>TIPOS DE CAUSA</b>
1. SEGUNDARIA	MODERADA	QUIMICA	APARICION DE EFLORESCENCIA	DIRECTA
2. SEGUNDARIA	MODERADA	MECANICA	DESPRENDIMIENTOS ACABADOS CONTINUOS	DIRECTA
3. PRIMARIA	MODERADA	FISICA	HUMEDAD, FILTRACION DE AGUA	DIRECTA



**ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION -  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGATION**

QUIE SOLICITA EL ESTUDIO  <b>UNIVERSIDAD SANTO TOMAS</b>		IDENTIFICACION DE LESION		N° de ficha 4 fecha 01/12/2024
				
		<p>placa con humedades y eflorescencia</p>		
LOCALIZACION ORIENTACION MATERIALES ELEMENTO	Estructura el de cubierta NORTE-ESTE de la edificacion Concreto,acero Placa de entrepiso			
DESCRIPCION DE LA LESION  SE ENCONTRARON LESIONES FISICAS COMO: HUMEDAD POR INFILTRACIÓN, DESPRENDIMIENTO Y PERDIDA DE MATERIAL, ABOMBAMIENTO, BURBUJAS, SUCIEDADES Y MANCHAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN MODERADO. LESIONES MECÁNICAS COMO: FISURAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN BAJO. LESIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS COMO: PUDRICIÓN PARDA, Y MANCHAS CON UN NIVEL DE AFECTACIÓN BAJO.				
DISTINCION DE LESION 4. PRIMARIA 5. PRIMARIA 6. PRIMARIA	CLASIFICACION MODERADA MODERADA MODERADA	TIPO DE LESION FISICA MECANICA FISICA	TIPOS DE CAUSA HUMEDAD, FILTRACION DE AGUA DESPRENDIMIENTOS ACABADOS CONTINUOS HUMEDAD, FILTRACION DE AGUA	TIPOS DE CAUSA DIRECTA DIRECTA DIRECTA



## 10. PLAN DE INSPECCION DE CAMPO SOBRE LA ESTRUCTURA

En el marco de la evaluación del estado de conservación del edificio del bloque C de la Gobernación del Huila, se ha llevado a cabo una detallada inspección visual que ha permitido identificar diversas patologías estructurales y de terminación. Entre las principales afectaciones observadas, destaca la presencia de humedades en los muros, las cuales se han originado principalmente por dos fenómenos: la capilaridad y filtraciones provenientes de la cubierta. Estos problemas de humedad no solo comprometen la integridad estética del edificio, sino que también pueden afectar su estabilidad estructural y la salud de los ocupantes.

La humedad por capilaridad se produce cuando el agua del suelo asciende a través de los poros del material, como ladrillos o bloques, debido a la tensión superficial y a la gravedad. Este fenómeno es común en edificaciones que carecen de un adecuado sistema de impermeabilización en sus cimientos o que presentan fisuras en sus muros. Por otro lado, las humedades por filtración desde la cubierta se originan cuando el agua de lluvia penetra a través de juntas, grietas o elementos constructivos defectuosos en el techo, acumulándose en los muros y generando daños significativos.

Dada la gravedad de estas condiciones, es fundamental realizar un diagnóstico preciso que permita cuantificar el porcentaje de humedad presente en los elementos afectados. Para ello, se llevarán a cabo una serie de ensayos específicos que incluyen métodos aprobados y reconocidos en la industria de la construcción. Estos ensayos proporcionarán datos cuantitativos sobre el contenido de humedad en los muros y permitirán establecer un plan de acción adecuado para mitigar los efectos negativos asociados a este problema.

Los métodos seleccionados para determinar el porcentaje de humedad incluirán técnicas como la resistencia eléctrica, resonancia y microondas, entre otros. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y limitaciones, pero todos están diseñados para ofrecer resultados confiables y precisos que ayudarán a guiar las decisiones futuras sobre el mantenimiento y rehabilitación del edificio.



➤ **DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN POR EL MÉTODO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA**

Este método se basa en el principio de que la resistencia eléctrica de un material varía según su contenido de humedad. Al insertar electrodos en el muro, se puede medir la resistencia y, a partir de ahí, calcular el porcentaje de humedad.

**Materiales necesarios:**

- Higrómetro de resistencia eléctrica (con electrodos)
- Multímetro (si no está integrado en el higrómetro)
- Taladro (opcional, si se requiere perforar)

**Pasos a seguir:**

1. Preparación del área: Selecciona diferentes puntos del muro para realizar las mediciones. Es recomendable elegir áreas que presenten signos visibles de humedad y otras que parezcan secas para obtener un rango de datos.
2. Colocación de electrodos: Si el higrómetro tiene electrodos integrados, simplemente colócalos en la superficie del muro. Si no, puedes perforar pequeños orificios en el muro (con una broca adecuada) para insertar los electrodos a una profundidad determinada (generalmente entre 10 y 20 mm).
3. Medición: Conecta el higrómetro o el multímetro a los electrodos. Asegúrate de seguir las instrucciones del fabricante para obtener lecturas precisas. Registra la resistencia medida en ohmios. Un valor bajo indica mayor contenido de humedad, mientras que un valor alto sugiere menor humedad.
4. Conversión a porcentaje de humedad: Utiliza la tabla o gráfica proporcionada por el fabricante del higrómetro para convertir la lectura de resistencia a un porcentaje de humedad. Estas tablas normalmente están calibradas para diferentes materiales.
5. Repetir mediciones: Realiza varias mediciones en diferentes puntos y profundidades del muro para obtener una evaluación más precisa del contenido de humedad.
6. Análisis de los resultados: Compara los valores obtenidos con los estándares aceptables para determinar si hay problemas significativos de humedad que necesiten atención.



**Consideraciones:**

- Asegúrate de que los electrodos estén limpios y en buen estado para obtener resultados precisos.
- Las condiciones ambientales pueden afectar las lecturas, así que intenta realizar las mediciones en condiciones similares.
- Este método es no destructivo, lo que significa que no daña el muro durante la evaluación.

➤ **DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN POR EL MÉTODO DE LA RESONANCIA**

Este método se basa en la medición de la frecuencia de resonancia de un material, que cambia según su contenido de humedad. Al evaluar esta frecuencia, se puede estimar el porcentaje de humedad presente en el muro.

1. Equipo necesario: Un dispositivo de resonancia que pueda medir las frecuencias del material.
2. Preparación: Selecciona las áreas del muro donde realizarás las mediciones y asegúrate de que las superficies estén limpias.
3. Medición: Coloca el dispositivo sobre el muro y sigue las instrucciones para capturar las frecuencias.
4. Análisis: Compara las frecuencias obtenidas con tablas o estándares que correlacionen estas frecuencias con los niveles de humedad.

**Consideraciones:** Este método también es no destructivo y puede ser muy efectivo para muros ya construidos, proporcionando información útil sobre su estado.



➤ **DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR DESORCIÓN**

Este método se basa en la extracción del material con humedad presente en los materiales de construcción a través de un proceso controlado, permitiendo determinar el contenido de humedad en el material.

1. Muestreo: Toma muestras representativas del muro que deseas evaluar. Asegúrate de que las muestras sean adecuadas y representativas del estado general del muro.
2. Preparación de la muestra: Las muestras deben ser secadas cuidadosamente y luego pesadas antes del ensayo para establecer un peso inicial.
3. Desorción: Coloca las muestras en un equipo adecuado que permita controlar la temperatura y la presión, donde se llevará a cabo el proceso de desorción para extraer el agua presente.
4. Medición: Una vez completada la desorción, pesa nuevamente las muestras. La diferencia entre el peso inicial y el peso final te permitirá calcular el porcentaje de humedad presente en el material.
5. Análisis e interpretación: Con los datos obtenidos, podrás analizar el estado de humedad del muro y determinar si es necesario implementar medidas correctivas.

**Consideraciones:** Este método es el más efectivo para obtener resultados precisos sobre la humedad en muros antiguos, lo que es crucial para planificar adecuadamente cualquier intervención necesaria.



## 11. TIEMPO DE VIDA UTIL DE DISEÑO Y RESIDUAL DE LA EDIFICACION A TRAVES DE LA FORMULACION INDICADA EN LA NORMA ISO 15686

La norma ISO 15686, que aborda la gestión de la vida útil de los edificios y su diseño, incluye métodos para calcular o estimar el tiempo de vida útil de diseño de una estructura o componente. Esto implica considerar factores como el entorno, los materiales utilizados, el mantenimiento previsto y los requisitos de desempeño a lo largo del tiempo. Para aplicarla al caso del Bloque C del edificio de la Gobernación del Huila.

Lista los elementos clave de la estructura que deben evaluarse por separado:

- Fundaciones y cimentaciones.
- Sistema estructural (pórticos, vigas, columnas).
- Sistemas de cubierta y entresijos.
- Acabados exteriores e interiores.
- Instalaciones y sistemas auxiliares (eléctricos, hidráulicos).

### ➤ ESTABLECIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE VIDA UTIL:

Define la vida útil de diseño objetivo para cada componente basado en:

- Normativas locales (NSR-10 en Colombia).
- Usos previstos del edificio. (oficinas)
- Exigencias de los usuarios (durabilidad mínima esperada).

un edificio público como el Bloque C puede tener un objetivo de vida útil de diseño de **70 años** para los elementos estructurales y un rango menor para sistemas no estructurales.

### ➤ EVALUACION DEL AMBIENTE Y CONDICIONES DE EXPOSICION:

Considera el entorno donde se ubica la estructura, como:

- **Clima:** Altas temperaturas promedio (27.7 °C) y posibles lluvias intensas que afectan la humedad y corrosión.
- **Actividad sísmica:** La región del Huila está en una zona sísmica activa.
- **Humedades:** Identificadas como un problema significativo en el Bloque C.

Esto influirá directamente en los factores de degradación y el mantenimiento necesario.



➤ **IDENTIFICACION DE FACTORES DE DEGRADACION:**

De acuerdo con ISO 15686, los factores que afectan la vida útil son:

- **A (Calidad de diseño):** Verifica si el diseño cumple con estándares modernos de resistencia sísmica y prevención de patologías.
- **B (Calidad de materiales):** Determina si los materiales usados tienen la calidad y resistencia adecuadas.
- **C (Entorno):** Evalúa condiciones ambientales, como humedad elevada o exposición a agentes corrosivos.
- **D (Calidad de construcción):** Examina si hubo defectos constructivos.
- **E (Mantenimiento):** Define el plan de mantenimiento previsto y su frecuencia.

➤ **CALCULO DE VIDA UTIL AJUSTADA:**

La fórmula general de ajuste es:

$$VU=VUI \cdot FA \cdot FB \cdot FC \cdot FD \cdot FE$$

Donde:

- VU: Vida útil ajustada.
- VUI: Vida útil inherente (dependiendo del material y diseño, puede ser tomada de tablas de normativas).
- FA, FB, FC, FD, FE: Factores de calidad ajustados (valores entre 0 y 1, según evaluación de cada factor).

➤ **RESULTADO:**

- Vida útil inherente de un sistema estructural de concreto: **75 años.**
- Factores:
  - Diseño adecuado: FA=1.0
  - Materiales de calidad: FB=0.9 (ligera disminución por problemas de humedad).
  - Entorno adverso (humedad): FC=0.8
  - Construcción buena: FD=1.0
  - Mantenimiento insuficiente: FE=0.7
- Cálculo:  $VU=75 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.7=37.8$  años.



➤ **PROPUESTA DE MEJORAS:**

Como el resultado está por debajo de la expectativa, se recomienda:

- Rehabilitación de áreas específicas (impermeabilización de la cubierta, mejora en drenajes).

Impermeabilización de la cubierta: Este proceso es esencial para proteger el edificio de las filtraciones de agua. Con el tiempo, las cubiertas pueden desgastarse debido a factores climáticos, como lluvia, nieve y cambios de temperatura. La impermeabilización se puede lograr mediante la aplicación de membranas impermeables, selladores o pinturas especiales que forman una barrera contra la humedad. Es importante elegir el material adecuado según el tipo de cubierta (plana o inclinada) y las condiciones climáticas locales.

Mejora en drenajes: Un sistema de drenaje eficiente es vital para evitar acumulaciones de agua en la superficie y prevenir daños estructurales. Esto puede incluir la limpieza y reparación de canaletas, la instalación de nuevos desagües o la creación de pendientes adecuadas en las superficies para dirigir el agua lejos del edificio. También se puede considerar la implementación de sistemas de drenaje sostenible, como jardines de lluvia o zanjas filtrantes, que ayudan a gestionar el agua pluvial.

- Implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

Un plan de mantenimiento preventivo es una estrategia proactiva que se centra en realizar inspecciones y mantenimientos regulares antes de que surjan problemas significativos. Esto incluye revisiones periódicas de todos los sistemas del edificio (eléctrico, plomería, estructuras) y la programación de trabajos necesarios, como limpieza, reparaciones menores y sustitución de componentes desgastados. Al establecer un cronograma claro y un registro detallado, se puede garantizar que todas las áreas se mantengan en óptimas condiciones y se reduzcan costos a largo plazo al evitar reparaciones mayores.

- Sustitución de materiales deteriorados.

Con el paso del tiempo, los materiales utilizados en la construcción pueden deteriorarse debido al desgaste natural, exposiciones ambientales o falta de mantenimiento. Identificar estos materiales es crucial para mantener la integridad estructural del edificio. La sustitución debe hacerse con materiales que cumplan con las normativas actuales y que sean adecuados para el entorno específico. Esto no solo mejora la seguridad del espacio, sino que también puede contribuir a una mayor eficiencia energética si se opta por materiales modernos que ofrecen mejores propiedades aislantes.



## 12. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó la inspección Ocular de cada una de las lesiones del Complejo de la GOBERNACION DEL HUILA (BLOQUE C), de acuerdo a lo anterior de verifica que las instalaciones se encuentran en un inadecuado comportamiento y estado general del bloque estudiado.
- ✓ Mediante recolección de datos existentes de la construcción (planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas de construcción etc.) y la información levantada en campo (topografía, estudios geológicos y geotécnicos, fichas diagnóstico de la estructura y ensayos para determinar dicho porcentaje de las humedades presentes, esto para tener una adecuada valoración y evaluación estructural.
- ✓ Se pudo constatar que BLOQUE C, zona de estudio no presenta daños que indiquen estabilidad local ni global.
- ✓ Al evaluar el porcentaje de humedades en la estructura de los materiales de construcción mediante el método por extracción por desorción, se puede evidenciar que, dentro de las muestras obtenidas entre el peso inicial y el peso final, calculamos el porcentaje de humedad dándonos resultados que nos permitan poder impermeabilizar la estructura.
- ✓ De acuerdo a los diagnósticos evaluados en la estructura se recomienda impermeabilizar la cubierta el cual genera filtración de aguas lluvias generan Humedades graves en la estructura.
- ✓ Tomar como base principal la intervención preventiva del manejo de aguas lluvias ya que por capilaridad y filtración genera significativamente las humedades como patología primaria en la edificación.
- ✓ Se recomienda realizar un estudio detallado de vulnerabilidad sísmica ya que el paciente lleva más de 70 años construido y hace que su sistema constructivo ya no esté cumpliendo la Normatividad de sismo resistencia NSR-10 vigente.



### 13. BIBLIOGRAFIA Y/O WEBGRAFIA

- ✓ Fernando Lopez, v. R. (2012). *Manual de Patología de la edificación* . Madrid.
- ✓ Juan Monjo Carrio, L. M. (2001). *patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*. madrid.
- ✓ Olivan, F. F. (2014). *Manual de patología y rehabilitación de edificios*. madrid: Universidad de burgos.
- ✓ Sarmiento, O. J. (2022). *Lesiones físicas en estructuras*. Bogota, Colombia: universidad santo tomas.
- ✓ Decreto 926 de marzo 19 de 2010 / Autor: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- ✓ (Organización Internacional de Normalización [ISO-15686], 2012)