

**Estudio patológico realizado con ensayos no destructivos a la institución educativa  
manuela Beltrán sede san Jorge san Jorge – municipio de Girardot.**

**Ing. Julián David Jaramillo Diaz**  
**Ing. Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez**

**Corporación Universitaria Minuto de Dios**  
**Rectoría Cundinamarca**  
**Sede Girardot (Cundinamarca)**  
**Programa Ingeniería Civil**  
**abril de 2024**

**Estudio patológico realizado con ensayos no destructivos a la institución educativa  
manuela beltran sede san Jorge san Jorge – municipio de Girardot.**

**Ing. Julián David Jaramillo Díaz**

**Ing. Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de especialistas**

**Asesores(as)**

**Ing. Jackson Erminzul Monroy Gutiérrez**

**Ing. Civil**

**Ing. María Claudia Vera Guarnizo**

**Ing. Civil**

**Corporación Universitaria Minuto de Dios**

**Rectoría Cundinamarca**

**Sede Girardot (Cundinamarca)**

**Programa Ingeniería Civil**

**abril de 2024**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **Dedicatoria**

Dedicamos esta monografía primeramente a Dios, por regalarnos la paciencia, la sabiduría y el entendimiento, durante la realización de la misma.

A nuestros padres por la fe que depositaron en nosotros, su inmenso apoyo anímico y económico durante este proceso académico.

A nuestros demás familiares que de alguna u otra manera fueron un apoyo incondicional en este trayecto, para que cumpliéramos nuestro propósito de ser especialistas.

### **Agradecimientos**

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme, y a mis abuelos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

## Contenido

	Pág.
1. Problema	21
1.1 Arbol del problema	21
1.2 Descripción del problema	21
1.3 Formulación del problema	21
2. Objetivos	23
2.1 Objetivo General	23
2.2 Objetivos Especificos	23
3. Justificacion	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4. Marco Referencial	25
4.1 Marco Contextual	25
4.2 Marco Teorico	27
4.2.1 Que es patología.	27
4.2.2 Tipos de Inspección.	27
4.2.3 Inspección Preliminar.	27
4.2.4 Inspección detallada.	27
4.2.5 Inspección Detallada.	28
4.2.6 Inspección especial.	28
4.2.7 Inspección rutinario o mantenimiento.	28
4.2.8 Investigación Documental.	28
4.3 Clasificación de las lesiones	29
4.3.1 Lesiones físicas.	29
4.3.2 Lesiones mecánicas.	29



4.3.3	Lesiones químicas.	30
4.4	Estado del arte (antecedentes)	31
4.4.1	Caso 1.	31
4.4.2	Caso 2.	32
4.5	Marco legal	32
5.	Metodología	34
5.1	Enfoque de la investigación	34
5.2	Alcance de la investigación	34
5.2.1	Temporal.	34
5.2.2	Proyecto.	34
5.2.3	Tipo de estudio.	35
5.3	Cuadro de resumen de objetivos, actividades, herramientas y población o muestra utilizada en la recolección de la información	36
5.3.1	Matriz diseño metodológico.	36
5.4	Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos	36
5.4.1	Actividades del objetivo específico N° 1.	36
5.4.2	Actividades del objetivo específico N° 2.	37
5.4.3	Actividades del objetivo específico N° 3.	37
6.	Resultados de la investigación	38
6.1	Resultados objetivo específico N° 1.	38
6.1.1	Levantamiento de lesiones mediante ficha de lesiones, ver anexos ficha de lesiones.	38
6.1.2	Ensayos no destructivos.	39



6.2	Resultados objetivo especificos N° 2	49
6.2.1	Modulo 1.	49
6.2.2	Modulo 2.	49
6.2.3	Perfil estratigráfico.	50
6.2.4	Muestra de suelo.	50
6.2.5	Recomendaciones y conclusiones.	51
7.	Historia clinica del paciente	53
7.1	Permiso Y Autorización Del Paciente	54
7.2	Responsables del Estudio	54
7.3	Inspección Preliminar Del Paciente	54
7.4	Datos Generales Del Paciente	55
7.5	Descripción del paciente	57
7.6	Levantamiento de planos	58
7.7	Descripción de los materiales del paciente	62
7.8	Descripción del sistema constructivo	63
7.8.1	Cimentación Modulo 1.	64
7.8.2	Cimentacion módulo 2.	65
7.8.3	Muros y columnas.	66
7.8.4	Acabado de muros.	68
7.8.5	Pisos.	68
7.8.6	Cubierta.	68
7.8.7	Carpintería.	69
7.9	Limitaciones de información del paciente	69
7.10	Recopilación de información necesaria para el estudio	69



7.11	Definición de los medios para los ensayos y estudios	69
7.12	Generalidades del Entorno	70
7.13	Medio Ambiente	73
8.	Vulnerabilidad Sismica	74
8.1	Datos sísmicos de la zona en este caso la ciudad de Girardot	74
8.2	Espectro diseño Nsr 10	78
8.3	Avaluó de cargas	78
8.3.1	Carga muerta.	78
8.3.2	Carga viva.	78
8.3.3	Carga viva de cubierta.	79
8.4	Acotaciones sobre el modelo	79
8.5	Conclusiones de estudio vulnerabilidad	80
9.	Diagnostico	81
10.	Propuesta de intervención	82
10.1	Propuesta intervención lesiones físicas	82
10.1.1	Procedimiento de humedades.	82
10.1.2	Procedimiento de suciedades.	83
10.2	Propuesta intervención lesiones mecánicas	84
10.2.1	Procedimiento de fisuras.	84
10.3	Propuesta intervención lesiones químicas	85
10.3.1	Procedimiento de intervención microorganismos y eflorescencia.	85
10.4	Presupuesto	86
11.	Conclusiones	87
12.	Recomendaciones	88

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Normatividad legal vigente	32
Tabla 2. Diseño metodológico	36
Tabla 3. Ficha de lesiones.	38
Tabla 4. Resultado de esclerometria 1.	39
Tabla 5. Resultado de esclerometria 2	40
Tabla 6. Resultado de esclerometria 3	41
Tabla 7. Resultado de esclerometria 4	42
Tabla 8. Resultado de esclerometria 5	43
Tabla 9. Resultados ferroscaan 1.	44
Tabla 10. Resultados ferroscaan 2.	45
Tabla 11. Resultados ferroscaan 3.	46
Tabla 12. Resultados ferroscaan 4.	47
Tabla 13. Resultados ferroscaan 5.	48
Tabla 14. Sistema estructural chequeado Nsr 10 titulo A	63
Tabla 15. Datos sísmicos de Girardot.	74
Tabla 16. Valor de Fa de acuerdo al perfil de suelo	77
Tabla 17. Valor de Fv de acuerdo al perfil de suelo	77
Tabla 18. Coeficiente de importancia de nuestro paciente	77
Tabla 19. Cargas muertas del paciente	78
Tabla 20. Carga viva del paciente	78
Tabla 21. Carga viva de cubierta paciente	79

Tabla 22. Matriz de diagnóstico

Tabla 23. Presupuesto de intervención

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Árbol de problema	21
Figura 2. Ubicación geográfica de Girardot	25
Figura 3. Ubicación departamental de Girardot	26
Figura 4. Ubicación de la comuna de nuestro paciente	26
Figura 5. Modelo matemático modulo 1	49
Figura 6. Modelo matemático módulo 2	49
Figura 7. perfil estratigráfico del suelo	50
Figura 8. Muestras de suelo tomadas del terreno	50
Figura 9. Ubicación aérea del paciente y su entorno	53
Figura 10. Ubicación del paciente en planta vista aerea	53
Figura 11. Fachada principal de la institución sobre la cra 7a	54
Figura 12. Delimitación de la institución educativa	55
Figura 13. Grupo de uso del paciente	56
Figura 14. Coeficiente de importancia	56
Figura 15. Informacion catastral del predio	57
Figura 16. Imagen aérea de la cubierta	58
Figura 17. Plano arquitectónico	58
Figura 18. Planta general	59
Figura 19. Planta de cubierta	59
Figura 20. Fachada exterior e interior modulo 1	60
Figura 21. Fachada exterior e interior módulo 2	60
Figura 22. Plano de caracterización del paciente	61



	13
Figura 23. Plano geométrico del paciente	61
Figura 24. Plano calificación de lesiones	62
Figura 25. Ubicación de chequeo de cimentación	64
Figura 26. Exploración a la cimentación módulo 1	64
Figura 27. Corte de la cimentación módulo 1	65
Figura 28. Ubicación de chequeo de cimentación	65
Figura 29. Exploración a la cimentación módulo 2	66
Figura 30. Corte de la cimentación módulo 2	66
Figura 31. Ilustración construcción de los muros módulo 2	67
Figura 32. Ilustración construcción de los muros módulo 1	68
Figura 33. Ubicación del entorno del paciente	70
Figura 34. Entorno del paciente sobre el ala Norte	70
Figura 35. Entorno del paciente sobre el ala este	71
Figura 36. Entorno del paciente sobre el ala oeste	72
Figura 37. Entorno del paciente sobre el ala sur	72
Figura 38. Ubicación zona amenaza sísmica Girardot	75
Figura 39. Valor de Aa para los espectros	75
Figura 40. Valor de Av para los espectros	76
Figura 41. Ubicación de los valores de Aa y Av para girardot	76
Figura 42. Espectro de diseño de nuestro paciente	78
Figura 43. Modelo SAP módulo 1	79
Figura 44. Modelo sap módulo 2	80
Figura 45. Localización intervención de humedades y suciedad	82
Figura 46. Localización intervención de fisuras	84

Figura 47. Localización intervención microorganismos y eflorescencias



### **Lista de Anexos**

<b>Anexo A Fichas de lesiones .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo B Levantamiento Topográfico .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo C Chequeo de Asentamientos .....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo D Estudio de Suelos .....</b>	<b>144</b>

## Resumen

Las lesiones presentes en la Institución Educativa Manuela Beltrán sede San Jorge ubicada en el Municipio de Girardot, tiene como propósito notificar a todos los entes reguladores que acciones se deben priorizar para minimizar el impacto que estas generan a la población estudiantil, con esto se pretende diagnosticar el estado actual de su infraestructura que ya es bastante antigua, dicho trabajo es mixto con un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, con test no Destructivos in situ y laboratorio buscamos establecer la severidad de sus lesiones. Mas sin embargo las clasificaciones de las patologías allí presentes son mecánicas y físicas, entre estas encontramos muy comunes como son humedades, fisuras, desprendimientos, suciedad etc. Con este análisis podemos determinar qué tan segura es la estructura prestando el servicio y como todos los claustros educativos municipales como a nivel Regional, Departamental y Nacional es pertinente hacer mantenimientos preventivos en aras de minimizar los costos de operación, estas fallas estructurales son muy frecuentes por la falta de inversión estatal, con esta situación pretendemos poner en contexto que las infraestructuras educativas deben ser sismo resistentes y seguras primando el derecho fundamental a la vida.

Palabras claves

Población: Conjunto de personas que habitan en un determinado lugar.

Fisuras: Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo.

Desprendimientos: Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas.

Suciedad: Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas.

Patología: Es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución.

### **Abstract**

The purpose of the injuries present at the Manuela Beltrán School, San Jorge, located in the Municipality of Girardot, is to notify all regulatory entities that actions should be prioritized to minimize the impact they generate on the student population, with this the intention is to diagnose the current state of its infrastructure, which is already quite old, this work is mixed with both a qualitative and quantitative approach, with non-destructive tests in situ and laboratory we seek to establish the severity of their injuries. However, the classifications of the pathologies present there are mechanical and physical, among these we find very common ones such as humidity, fissures, cracks, detachments, dirt, etc. With this analysis we can determine how safe the structure is providing the service and like all municipal educational cloisters at the Regional, Departmental and National level it is pertinent to carry out preventive maintenance in order to minimize operating costs, these structural failures are very frequent due to the lack of state investment, with this situation we intend to put into context that educational infrastructures must be earthquake resistant and safe, prioritizing the fundamental right to life.

#### **Keywords**

Population: Group of people who live in a certain place.

Cracks: They are longitudinal openings that affect the surface or finish of a construction element.

Detachments: It is the separation between a finishing material and the support to which it is applied due to lack of adhesion between both, and usually occurs as a consequence of other previous injuries, such as humidity, deformations or cracks.

Dirt: It is the deposit of suspended particles on the surface of the facades.



Pathology: It is the science that studies the construction problems that appear in the building or in one of its units after its execution.

## **Introducción**

Las instituciones educativas son establecimientos de primera necesidad en la comunidad, no solo por su papel en la educación, sino porque en ellas se forman académicamente los futuros profesionales de la nación, la escuela Manuela Beltrán es una Institución Pública que forma jóvenes en su fase primaria desde hace aproximadamente 40 años en la ciudad de Girardot con el pasar del tiempo su infraestructura por su avanza de edad después de construida ya está manifestando un Deterioro y Daños estructurales que se deben evaluar y Diagnosticar en aras de salvaguardar la integridad de la población infantil y planta de Docentes.

La ingeniera civil es un campo multifuncional que estudia el comportamiento de las estructuras en su fase de Diseño, construcción y entrada en servicio, el paciente es una edificación que por sus años de construcción y antigüedad no cumple los requisitos mínimos establecidos por la Nsr 10 vigente, a raíz de esto se debe hacer una valoración del estado actual de su sistema estructural, estado de sus materiales y que tan vulnerable es la misma ante un evento sísmico.

El estudio plantea unos objetivos, el primero busca hacer una inspección de campo a la institución para identificar el estado actual de sus elementos estructurales y no estructurales y que lesiones están presentes allí, igualmente se van a realizar ensayos no Destructivos y estudio geotécnico para determinar la clasificación del suelo y sus propiedades físicas y mecánicas, posteriormente mediante un modelamiento software evaluaremos que tan vulnerable es la estructura, posteriormente se hará una propuesta de intervención enfocada en las lesiones con el fin de alargar la vida útil de la estructura.

## 1. Problema

### 1.1 Árbol del problema

Figura 1. Árbol de problema



Girardot, 24 de junio de 2024 Nota. Árbol de Problema. AUTOR Ricardo Arturo

Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Diaz.2024++

### 1.2 Descripción del problema

¿Cuál es la incidencia y las causas de las lesiones en la institución, en términos de mantenimiento, infraestructura física, cumplimiento de normatividad y como puede implementarse intervenciones para reducir riesgos de las lesiones y promover entorno escolar seguro para estudiantes y personal administrativo?

### 1.3 Formulación del problema

Las edificaciones son indispensables para el desarrollo humano y de la sociedad, estas con el trasegar del tiempo van manifestando una serie de afectaciones que las hacen vulnerables a los agentes externos e internos, los colegios a nivel mundial son catalogados como infraestructuras de suma importancia esto conlleva a que los países destinen grandes

sumas de dinero para mantenerlas sostenibles pero en determinadas ocasiones esto no sucede, estas grandes sumas de dinero no son ejecutadas por malos manejos administrativos y de intereses particulares.

Nuestro país no es ajeno a esta situación Colombia es un país con un retraso y muchos indicadores lo respaldan que es una nación donde se prima el Derecho fundamental a la educación y para que esto se ha efectivo se debe hacer una inversión estatal muy grande para tener instituciones educativas como lo demanda este siglo y aquí es el polo opuesto.

El departamento de Cundinamarca consta de 114 municipios y entre esos se encuentra la ciudad de Girardot una ciudad que cuenta con una infraestructura educativa muy retrasa y los antecedentes son muy evidentes en este territorio hay un déficit en las escuelas de formación, en vista que las autoridades locales no lo ven como una necesidad prioritaria para diversificar el desarrollo humano a raíz este complejo panorama la ciudad sigue ofertando una modelo educativo con infraestructuras muy antiguas por consiguiente es importante dejar ese precedente que en esta región los niños que reciben su formación académica en estas edificaciones son muy vulnerables.

Nuestra propuesta de trabaja va encaminada primero en hacer un análisis de como la institución educativa manuela Beltrán con más de 50 años de construida y a pesar de no cumplir con la normatividad legal vigente es resistente y esto se constata con análisis de sus lesiones, ensayos no destructivos, análisis de vulnerabilidad.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar el informe de patología y el análisis de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Manuela Beltrán Sede San Jorge ubicada en el municipio Girardot-Cundinamarca, con el fin de establecer propuesta de rehabilitación para mejorar la seguridad, la durabilidad y la estabilidad.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Identificar las Lesiones presentes Incluyendo daños visibles y deformaciones, mediante ensayos No Destructivos y fichas patológicas, con el fin de realizar un análisis de los resultados, para obtener un diagnostico eficaz.

- ❖ Realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica a la Institución Educativa Manuela Beltrán, considerando factores como la ubicación geográfica, características del suelo y tipo de construcción para identificar el grado de vulnerabilidad de la institución.

- ❖ Establecer Una Propuesta de Rehabilitación teniendo en cuenta los resultados del análisis de los ensayos no destructivos con el fin de alargar la vida útil de la institución.

### **3. Justificación**

La presente investigación es un estudio patológico y de vulnerabilidad para la institución Educativa Manuela Beltrán Sede San Jorge, dicha estructura fue construida hace más 5 décadas y a la fecha está manifestando una serie de lesiones que de no encontrarse una solución efectiva pueden conllevar a un riesgo inminente comprometiendo la integridad de los estudiantes y educandos. Con el pasar del tiempo es evidente que los salones donde se orienta las clases se le han hecho reparaciones, pero estas mismas no cumplen con las garantías mínimas para perdurar afectando la estética la estructura.

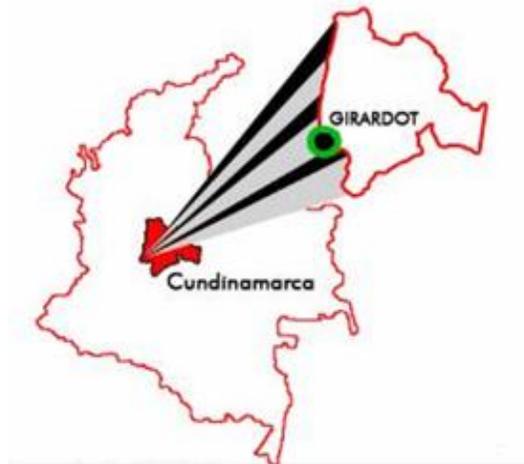
Con este trabajo se mostrara a detalle el levantamiento de lesiones y que agentes causaron las mismas, unos test no Destructivos que nos arrojaron los resultados sobre el estado actual de sus materiales y un estudio de suelos que nos permitan la clasificación del suelo y sus propiedades físicas y mecánicas, se evaluara con una Modelación en SAP el comportamiento sísmico de la estructura como lo establece la Norma Sismo resistente colombiana pero dejando como salvedad que a la fecha esta edificación no cumple con los requisitos mínimos de la NSR 10, se recomienda realizar calculo estructural con el fin de actualizar la configuración estructural de la edificación a la Norma vigente.

## 4. Marco Referencial

### 4.1 Marco Contextual

Girardot está ubicado en el departamento de Cundinamarca a orillas del Rio grande de la magdalena, a dos horas vía terrestre de la capital de la Republica, se encuentra 4° 18' 13" Latitud Norte, 74° 48' 14" Longitud Oeste. Limita al Norte con el municipio de Tocaima, al sur con el municipio de Flandes - Tolima y el Rio Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño Cundinamarca, y seguidamente al este con el Municipio de Ricaurte Cundinamarca Y el Rio Bogotá.

*Figura 2. Ubicación geográfica de Girardot*



Fuente: Google Nota: Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David

Jaramillo Díaz



## **4.2 Marco Teórico**

### **4.2.1 *Que es patología.***

Según (Broto, 2005) afirma “ se podría definir en términos generales, como el estudio de las enfermedades. Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución”.

### **4.2.2 *Tipos de Inspección.***

Según (MUÑOZ M., 2001) afirma “ dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección a un inmueble, se hará necesario desarrollar a menor o mayor profundidad una evaluación que permita comprender la naturaleza de las afectaciones”.

### **4.2.3 *Inspección Preliminar.***

Según (MUÑOZ M., 2001) afirma “ el propósito de esta inspección es el de evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en que se encuentra una edificación. Se trata de recorrer el inmueble y mediante una detallada observación tener una idea clara y precisa del estado general”.

### **4.2.4 *Inspección detallada.***

Según (MUÑOZ M., 2001) afirma “ cuando la Inspección preliminar lo recomienda o la evidencia de los daños lo hace necesaria, se realiza un tipo de Inspección que llamaremos inspección detallada por cuanto las condiciones y circunstancias presentes en la edificación exijan una exhaustiva investigación”.

#### **4.2.5 Inspección Detallada.**

Según (Broto, 2005) afirma “ la Inspección Detallada cubre un conjunto de acciones que deben seguirse de forma secuencial y programada y cubre entre otras, las siguientes labores:

- ❖ Investigación Documental
- ❖ Inspección visual detallada
- ❖ Levantamiento gráfico de daños
- ❖ Recuento fotográfico
- ❖ Planeamiento y definición de ensayos
- ❖ Diagnóstico de Patologías
- ❖ Informe de la Inspección

#### **4.2.6 Inspección especial.**

Según (MUÑOZ M., 2001) afirma” la inspección Especial está recomendada como una caso particular de patologías puntuales cuando de manera casi repentina o súbita aparecen daños que afectan la edificación y se hace necesaria una inspección a partir de la cual se toman medidas inmediatas”.

#### **4.2.7 Inspección rutinario o mantenimiento.**

Según (MUÑOZ M., 2001) afirma “ la inspección Rutinaria o de mantenimiento como su nombre lo indica se realiza en períodos regulares de tiempo como parte de programas de prevención de daños o como fundamento para acciones de limpieza, reposición de acabados, pintura, etc. “.

#### **4.2.8 Investigación Documental.**

Según (Broto, 2005) afirma “ es evidente que el primer paso de la evaluación de una edificación será la recopilación de toda la información escrita, dibujada o esquematizada

relativa al proyecto o ejecución de la construcción. Se incluye dentro de los documentos, el diseño arquitectónico, el estudio geotécnico o de suelos, el proyecto estructural, memoria de los cálculos, libro de obra, registros de interventoría, etc.”.

### **4.3 Clasificación de las lesiones**

#### **4.3.1 Lesiones físicas.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc.”

##### **4.3.1.1 Humedad.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo”.

##### **4.3.1.2 Erosión.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ es la pérdida o transformación superficial de un material y puede ser total o parcial”.

##### **4.3.1.3 Suciedad.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas”.

#### **4.3.2 Lesiones mecánicas.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ es aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos”.

##### **4.3.2.1 Deformaciones.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento y que son consecuencia de

esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando esta entra en carga”.

#### **4.3.2.2 Grietas.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento”.

#### **4.3.2.3 Fisuras.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son aberturas longitudinales que afectan la superficie o al acabado de un elemento constructivo”.

#### **4.3.2.4 Desprendimiento.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por la falta de adherencia entre ambos “.

#### **4.3.2.5 Erosiones mecánicas.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras”.

### **4.3.3 Lesiones químicas.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque este no tiene relación con alguna de los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes”.

#### **4.3.3.1 Eflorescencias.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles y estas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material”.

#### **4.3.3.2 Oxidaciones y Corrosiones**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y acero”.

#### **4.3.3.3 Organismos.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar afectar la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se aloja”.

#### **4.3.3.4 Erosiones.**

Según (Broto, 2005) afirma que “ son aquellas que a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos”.

### **4.4 Estado del arte (antecedentes)**

A continuación, se relaciona las investigaciones que se han adelantado, relacionados con el tema de investigación:

#### **4.4.1 Caso 1.**

(Duarte Ahumada & Mora Quimbaya, 2022) realizaron un estudio de patología que buscar encontrar por qué se originaron las lesiones y una propuesta de intervención, las más evidentes en el paciente fueron grietas, fisuras y humedades, desarrollaron test no Destructivos y Destructivos, con los resultados de estos ensayos concluyeron que las resistencias de los materiales no cumplen los mínimos exigidos por la Nsr 10 y que la principal causa de las lesiones es que la estructura no se le está dando ningún uso.

#### 4.4.2 Caso 2.

(Troncoso Valencia, Vargas Garcia, & Capera Hernandez, 2021) realizaron un estudio de patología a la universidad de Cundinamarca sede Girardot encontrándose allí lesiones presentes como fisuras, grietas, hormiguo, desarrollaron test destructivos y no destructivos, con los resultados de estos mismos que los parámetros establecidos por la Nsr 10, las columnas del primer piso por ser las que más resistencia carga se le hizo una prueba con una plomada para chequear su verticalidad y se constató que las mismas no tenían ningún defecto constructivo.

#### 4.5 Marco legal

Nuestro país cuenta actualmente con normatividad vigente para estudiar cómo se debe planear, construir, diseñar, construir y evaluar todas las construcciones a continuación se relacionarán las más importantes a tener en cuenta:

**Tabla 1. Normatividad legal vigente**

Decreto o ley	Descripción	Estado Actual
Nsr 10	Reglamento Colombiano encargado de Regular las condiciones con las que se deben contar las construcciones con el fin de dar respuesta estructural a un sismo sea favorable.	Vigente
Ley 80 de 1993	“Por la cual se expide el estatuto general de contratación de la Administración pública”	Vigente
Ley 400 de 1997	La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que	Vigente



Decreto o ley	Descripción	Estado Actual
	puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso	
Decreto 1711 del 13 de Diciembre de 2021	Por el cual se modifica parcialmente la Norma Sismo Resistente NSR-10.	Vigente
Acuerdo 024 de 2011	Proyecto por el cual se adopta la Modificación excepcional del plan de ordenamiento territorial POT del municipio de Girardot, Departamento de Cundinamarca.	vigente
AIS 410-23	Evaluación y Reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de mampostería	vigente
ASTM C 805	Prueba de Esclerometría, es un Ensayo NO Destructivo se realiza por medio de un esclerómetro que transmite la energía por medio de un embolo que rebota sobre la sección de concreto” este nos arroja la resistencia del concreto para determinar si el mismo conserva sus propiedades físicas y mecánicas.	vigente

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## **5. Metodología**

### **5.1 Enfoque de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, o en su defecto mixto, que nos permita recolectar toda la información y análisis de los resultados para lograr los objetivos.

En nuestro caso el enfoque cuantitativo nos permite levantar una información de campo, entre esta información los ensayos no destructivos, estudio de suelos y la información para diseñar los planos necesarios en el desarrollo del estudio, con estos test podemos medir el estado actual de la edificación y posteriormente viabilizar unas recomendaciones para ser intervenida o no.

Para el enfoque cualitativo se hizo consultas con los entes municipales que regulan el accionar de la institución y la indagación de personas cercanas a la institución, con estos resultados se pudo constatar unas afirmaciones sobre el comportamiento de la estructura desde su etapa constructiva.

### **5.2 Alcance de la investigación**

#### **5.2.1 Temporal.**

Este proceso se llevó a cabo en el periodo comprendido del segundo semestre del año 2023 hasta el primer semestre del año 2024.

#### **5.2.2 Proyecto.**

La evaluación y diagnóstico del estudio patológico a la Institución Educativa Escuela Manuela Beltrán de la Ciudad de Girardot se limitó a una inspección visual detallada de toda la estructura constatando el aspecto general de las lesiones, identificando las áreas afectadas. El estudio contempló el trabajo investigativo sobre los antecedentes constructivos de la institución, cuya información histórica es escasa, pero se cuenta con la información aportada

por personas que laboran en la escuela y acudiendo a la memoria viva de personas que habitan este sector. El estudio planteado se llevó a cabo en la estructura que la componen dos bloques de salones, igualmente, se hizo seguimiento a los pisos y muros de los salones. El estudio se centró a un trabajo descriptivo que determinó la ubicación y caracterización de las patologías estructurales y de esta manera permitió proponer unas soluciones acordes como lo establece la NSR 10 a los problemas que se encontraron en la escuela.

Este trabajo se analizó por medio de fichas de auscultación y test no destructivos para constituir los resultados obtenidos. Además, por ser un inmueble de carácter educativo y de suma importancia en el desarrollo educativo por ser de primera necesidad los permisos son difíciles de obtener en un corto plazo. Por consiguiente, lo anterior y para continuar con el análisis preliminar se planteó un avalúo de cargas de la estructura que permitiría dar una valoración a su comportamiento y vulnerabilidad ante movimientos sísmicos. Este trabajo va encaminado hacer una propuesta de intervención por ser una edificación indispensable perteneciente al grupo 3 como lo establece el título a de la Nsr 10, en aras de que la estructura cumpla los requisitos mínimos para ser resistente y rígida.

### **5.2.3 Tipo de estudio.**

Es una investigación de tipo descriptiva en vista que se está describiendo el estado en que se encuentra la estructura y las propuestas de intervención para mitigar las lesiones presentes conforme a los resultados de campo obtenidos.

### 5.3 Cuadro de resumen de objetivos, actividades, herramientas y población o muestra utilizada en la recolección de la información

#### 5.3.1 Matriz diseño metodológico.

**Tabla 2. Diseño metodológico**

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar el informe de patología y el análisis de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Manuela Beltrán Sede San Jorge ubicada en el municipio Girardot-Cundinamarca, con el fin de establecer propuesta de rehabilitación para mejorar la seguridad, la durabilidad y la estabilidad.				
	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	INSTRUMENTO	MUESTRA
1	Identificar las lesiones presentes incluyendo daños visibles y deformaciones, mediante ensayos no destructivos y fichas patológicas, con el fin de realizar un análisis de los resultados para obtener un diagnóstico eficaz.	Actividad N° 1: Identificar las lesiones	Chequeos visuales, registro fotografico	Inspeccion a la infraestructura
		Actividad N° 2: Ensayos de Esclerometría y Ferrosan	Equipos y registro fotografico	Inspeccion a la infraestructura
		Actividad N° 3: Informacion recopilada en las visitas	Fichas en excel y descripción de las lesiones	Inspeccion a la infraestructura
2	Realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica a la Institución Educativa Manuela Beltrán, considerando factores como la ubicación geográfica, características del suelo y tipo de construcción para identificar el grado de vulnerabilidad de la institución.	Actividad N° 1: Chequeo a la Nsr 10, para verificar los requisitos mínimos y ubicación geografica	Sap 2000 y analisis de resultados	Inspeccion a la infraestructura
		Actividad N° 2: Ensayos de campo y levantamiento de informacion	Muestras de suelo y Analisis de la estructura	Inspeccion a la infraestructura
3	Establecer una propuesta de rehabilitacion teniendo en cuenta los resultados del analisis de los ensayos no destructivos con el fin alargar la vida util de la institución.	Actividades: Con los resultados y sus analisis, se propone una intervencion a las lesiones	Fichas de los productos y su prespupuesto de intervencion	Proveedores

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 5.4 Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos

#### 5.4.1 Actividades del objetivo específico N° 1.

❖ Se realizó una visita a la institución y se hizo un levantamiento de todas las lesiones presentes en los elementos, donde se especifica su ubicación, sus daños visibles, y se hizo registro fotográfico de cada lesión.

- ❖ Se realizó el ensayo de esclerometría a los elementos de concreto vigas y columnas ubicados en el salón N° 1 del módulo N° 2, posteriormente el test de ferroscañ a los mismos elementos de concreto reforzado, por último también con el equipo de ferroscañ se hizo una inspección a todos los elementos en ambos módulos para identificar si existía elementos en concreto no visibles.

- ❖ Se crea un formato Excel el formato de las fichas de auscultamiento donde se tabula toda la información detallada de las lesiones.

#### **5.4.2 Actividades del objetivo específico N° 2.**

- ❖ Se hace un chequeo a la Nsr 10 para ubicar toda la información sísmica de nuestro paciente como su ubicación geográfica y posteriormente con el levantamiento de información recopilado en campo relacionado con el diseño de la estructura se procesa esa información en el software SAP 2000, para posteriormente analizar sus resultados.

- ❖ Se realiza un estudio de suelos para chequear su perfil estratigráfico y sus propiedades físicas y mecánicas, con estos resultados se identifica su tipo de suelo y las recomendaciones.

#### **5.4.3 Actividades del objetivo específico N° 3.**

- ❖ Con el diagnóstico y análisis de los resultados de las lesiones detectadas se plantea las posibles alternativas de rehabilitación teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y funcionales para las instalaciones que operan en la institución, con base a los resultados obtenidos del análisis detallado.

## 6. Resultados de la investigación

### 6.1 Resultados objetivo específico N° 1.

#### 6.1.1 Levantamiento de lesiones mediante ficha de lesiones, ver anexos ficha de lesiones.

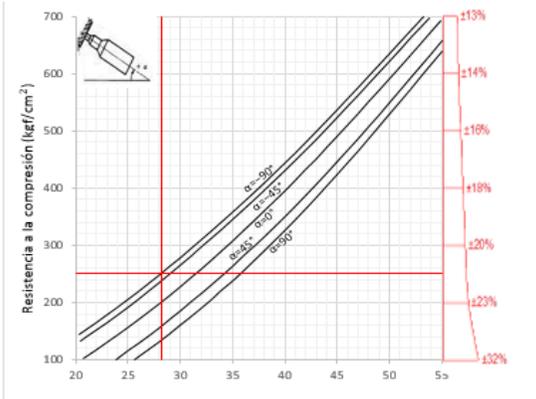
Tabla 3. Ficha de lesiones.

UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N°	
		PACIENTE					
		UBICACIÓN		ELEMENTO			
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION				
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.	MUSGOS	
LEVE		REPARAR			NO DESTRUC.	MOHOS	
MODERA.		CORREGIR			BUENO	<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
SEVERO		PROTEGER			REGULAR	DIRECTAS	
GRAVE		MANTENER		MALO	INDIRECTAS		
<b>PATOLOGI.</b>	GERIATRICA		<b>PEADIATRICA</b>		<b>FORENSE</b>	<b>PREVENTIVA</b>	
<b>DESCRIPCION:</b>							

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

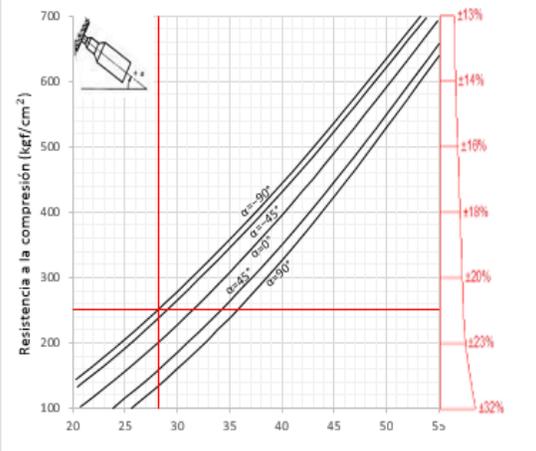
6.1.2 Ensayos no destructivos.

Tabla 4. Resultado de esclerometria 1.

	<b>EVALUACION DE RESISTENCIA EN CONCRETO ENDURECIDO</b> <b>PRUEBA DE ESCLEROMETRIA</b>																																										
PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE ELEMENTO ENSAYADO: COLUMNA EN CONCRETO DE 3000 PSI UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2 DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM NORMA: NTC 3296 POSICION DEL MARTILLO: HORIZONTAL																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">RESULTADO ESCLEROMETRIA</th> <th style="text-align: center;">Angulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">-90°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PUNTOS</td> <td style="text-align: center;">ELEMENTO ESTRUCTURAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">COLUMNA SALON 1</td> </tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">27</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">28</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">24</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">27</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">31</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">26</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">PROMEDIO</td><td style="text-align: center;">28,17</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">IE CORREGIDO (xFC)</td><td style="text-align: center;">0,215</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)</td><td style="text-align: center;">251</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ERROR +-</td><td style="text-align: center;">53,85</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">RESISTENCIA EN PSI</td><td style="text-align: center;">3570</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo		-90°	PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL		COLUMNA SALON 1	1	32	2	29	3	29	4	27	5	30	6	25	7	28	8	24	9	27	10	31	11	30	12	26	PROMEDIO	28,17	IE CORREGIDO (xFC)	0,215	RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	251	ERROR +-	53,85	RESISTENCIA EN PSI	3570	
RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo																																										
	-90°																																										
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL																																										
	COLUMNA SALON 1																																										
1	32																																										
2	29																																										
3	29																																										
4	27																																										
5	30																																										
6	25																																										
7	28																																										
8	24																																										
9	27																																										
10	31																																										
11	30																																										
12	26																																										
PROMEDIO	28,17																																										
IE CORREGIDO (xFC)	0,215																																										
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	251																																										
ERROR +-	53,85																																										
RESISTENCIA EN PSI	3570																																										
																																											

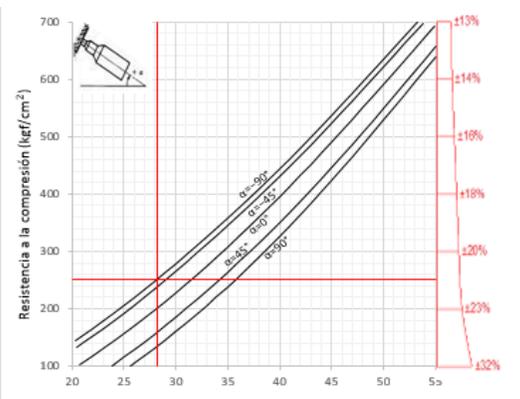
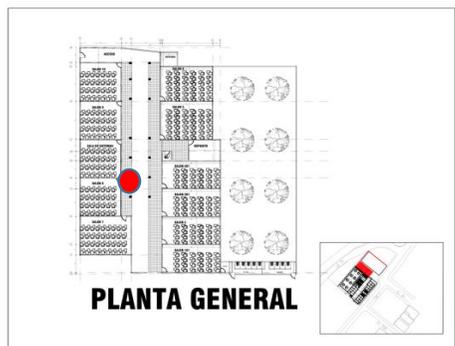
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 5. Resultado de esclerometria 2**

	<b>EVALUACION DE RESISTENCIA EN CONCRETO ENDURECIDO                  PRUEBA DE ESCLEROMETRIA</b>																																										
PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE ELEMENTO ENSAYADO: VIGA AEREA EN CONCRETO DE 3000 PSI UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2 DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM NORMA: NTC 3296 POSICION DEL MARTILLO: HORIZONTAL																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RESULTADO ESCLEROMETRIA</th> <th>Angulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="background-color: yellow;">-90°</td> </tr> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>ELEMENTO ESTRUCTURAL</th> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: green;">VIGA SALON 1</td> </tr> <tr><td>1</td><td>23</td></tr> <tr><td>2</td><td>28</td></tr> <tr><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>4</td><td>25</td></tr> <tr><td>5</td><td>25</td></tr> <tr><td>6</td><td>23</td></tr> <tr><td>7</td><td>24</td></tr> <tr><td>8</td><td>24</td></tr> <tr><td>9</td><td>19</td></tr> <tr><td>10</td><td>20</td></tr> <tr><td>11</td><td>20</td></tr> <tr><td>12</td><td>19</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>23,60</td></tr> <tr><td>IE CORREGIDO (xFC)</td><td>0,24</td></tr> <tr style="background-color: green;"><td>RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm<sup>2</sup>)</td><td>186</td></tr> <tr><td>ERROR +/-</td><td>45,15</td></tr> <tr style="background-color: green;"><td>RESISTENCIA EN PSI</td><td>2645</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo		-90°	PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL		VIGA SALON 1	1	23	2	28	3	25	4	25	5	25	6	23	7	24	8	24	9	19	10	20	11	20	12	19	PROMEDIO	23,60	IE CORREGIDO (xFC)	0,24	RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm <sup>2</sup> )	186	ERROR +/-	45,15	RESISTENCIA EN PSI	2645	
RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo																																										
	-90°																																										
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL																																										
	VIGA SALON 1																																										
1	23																																										
2	28																																										
3	25																																										
4	25																																										
5	25																																										
6	23																																										
7	24																																										
8	24																																										
9	19																																										
10	20																																										
11	20																																										
12	19																																										
PROMEDIO	23,60																																										
IE CORREGIDO (xFC)	0,24																																										
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm <sup>2</sup> )	186																																										
ERROR +/-	45,15																																										
RESISTENCIA EN PSI	2645																																										
																																											

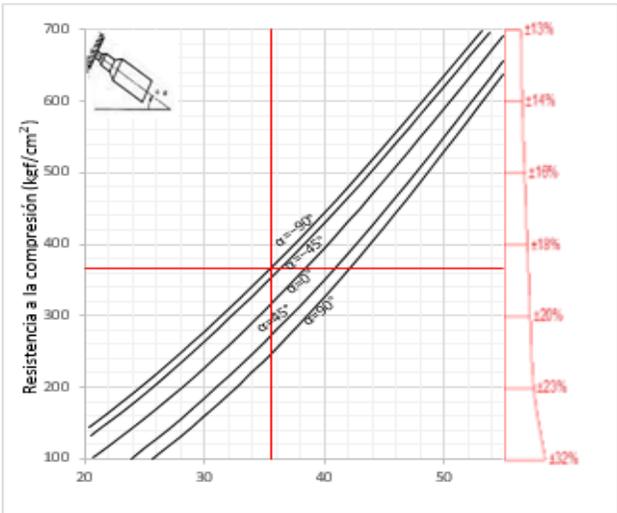
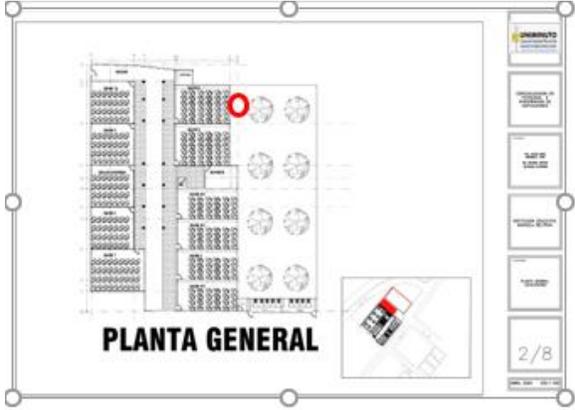
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 6. Resultado de esclerometria 3**

	<b>EVALUACION DE RESISTENCIA EN CONCRETO ENDURECIDO                  PRUEBA DE ESCLEROMETRIA</b>																																										
PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE ELEMENTO ENSAYADO: COLUMNA EN CONCRETO DE 3000 PSI UBICACIÓN DEL ELEMENTO: PASILLO MODULO N° 1 DIMENSIONES: DIAMETRO 1 METRO NORMA: NTC 3296 POSICION DEL MARTILLO: HORIZONTAL																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO ESCLEROMETRIA</th> <th>Angulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">-90°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PUNTOS</td> <td style="text-align: center;">ELEMENTO ESTRUCTURAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">COLUMNA REDONDA PASILLO</td> </tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">28</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">34</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">31</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">28</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">33</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">26</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">PROMEDIO</td><td style="text-align: center;">29,90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">IE CORREGIDO (xFC)</td><td style="text-align: center;">0,21</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)</td><td style="text-align: center;">277</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ERROR +</td><td style="text-align: center;">57,29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">RESISTENCIA PSI</td><td style="text-align: center;">3939</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo		-90°	PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL		COLUMNA REDONDA PASILLO	1	32	2	29	3	25	4	28	5	32	6	34	7	31	8	30	9	30	10	28	11	33	12	26	PROMEDIO	29,90	IE CORREGIDO (xFC)	0,21	RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	277	ERROR +	57,29	RESISTENCIA PSI	3939	
RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo																																										
	-90°																																										
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL																																										
	COLUMNA REDONDA PASILLO																																										
1	32																																										
2	29																																										
3	25																																										
4	28																																										
5	32																																										
6	34																																										
7	31																																										
8	30																																										
9	30																																										
10	28																																										
11	33																																										
12	26																																										
PROMEDIO	29,90																																										
IE CORREGIDO (xFC)	0,21																																										
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	277																																										
ERROR +	57,29																																										
RESISTENCIA PSI	3939																																										
	 <p><b>PLANTA GENERAL</b></p>																																										

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 7. Resultado de esclerometria 4**

	<b>EVALUACION DE RESISTENCIA EN CONCRETO ENDURECIDO          PRUEBA DE ESCLEROMETRIA</b>																																										
<b>PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE</b>																																											
<b>ELEMENTO ENSAYADO: COLUMNA EN CONCRETO DE 3000 PSI</b>																																											
<b>UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2</b>																																											
<b>DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM</b>																																											
<b>NORMA: NTC 3296</b>																																											
<b>POSICION DEL MARTILLO: HORIZONTAL</b>																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO ESCLEROMETRIA</th> <th>Angulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="background-color: yellow;">-90°</td> </tr> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>ELEMENTO ESTRUCTURAL</th> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: green;">VIGA CIMIENTO MODULO 2</td> </tr> <tr><td>1</td><td>33</td></tr> <tr><td>2</td><td>33</td></tr> <tr><td>3</td><td>45</td></tr> <tr><td>4</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>31</td></tr> <tr><td>6</td><td>33</td></tr> <tr><td>7</td><td>38</td></tr> <tr><td>8</td><td>40</td></tr> <tr><td>9</td><td>32</td></tr> <tr><td>10</td><td>40</td></tr> <tr><td>11</td><td>33</td></tr> <tr><td>12</td><td>35</td></tr> <tr><td>PROMEDIO</td><td>35,50</td></tr> <tr><td>IE CORREGIDO (xFC)</td><td>0,19</td></tr> <tr><td>RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm<sup>2</sup>)</td><td style="background-color: green;">367</td></tr> <tr><td>ERROR +/-</td><td>68,49</td></tr> <tr><td>RESISTENCIA PSI</td><td style="background-color: green;">5219</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo		-90°	PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL		VIGA CIMIENTO MODULO 2	1	33	2	33	3	45	4	30	5	31	6	33	7	38	8	40	9	32	10	40	11	33	12	35	PROMEDIO	35,50	IE CORREGIDO (xFC)	0,19	RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm <sup>2</sup> )	367	ERROR +/-	68,49	RESISTENCIA PSI	5219	
RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo																																										
	-90°																																										
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL																																										
	VIGA CIMIENTO MODULO 2																																										
1	33																																										
2	33																																										
3	45																																										
4	30																																										
5	31																																										
6	33																																										
7	38																																										
8	40																																										
9	32																																										
10	40																																										
11	33																																										
12	35																																										
PROMEDIO	35,50																																										
IE CORREGIDO (xFC)	0,19																																										
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm <sup>2</sup> )	367																																										
ERROR +/-	68,49																																										
RESISTENCIA PSI	5219																																										
																																											

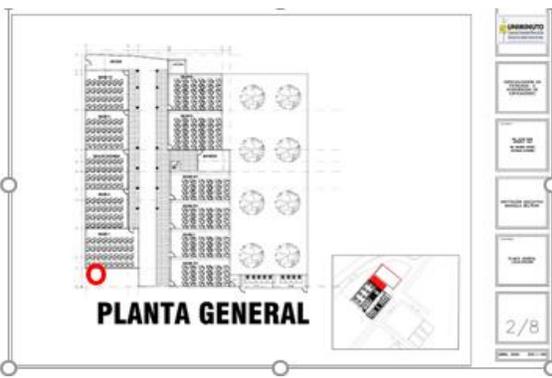
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 8. Resultado de esclerometria 5**

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo -90°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	VIGA CIMIENTO MODULO 1	
1	22	
2	25	
3	25	
4	20	
5	21	
6	22	
7	28	
8	26	
9	30	
10	32	
11	26	
12	28	
PROMEDIO	25,10	
IE CORREGIDO (xFC)	0,23	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm <sup>2</sup> )	207	
ERROR ±	47,13	
RESISTENCIA PSI	2944	

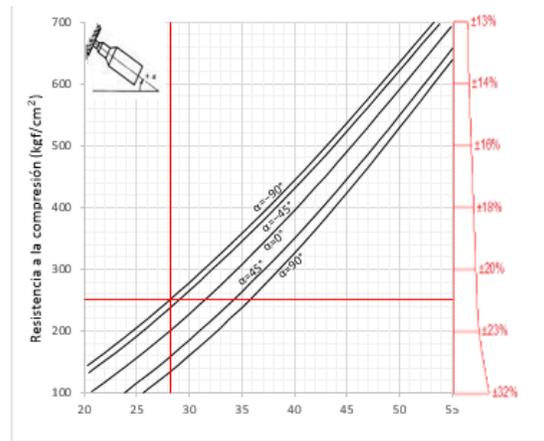
  





**EVALUACION DE RESISTENCIA EN CONCRETO ENDURECIDO  
 PRUEBA DE ESCLEROMETRIA**

PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE  
 ELEMENTO ENSAYADO: COLUMNA EN CONCRETO DE 3000 PSI  
 UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2  
 DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM  
 NORMA: NTC 3296  
 POSICION DEL MARTILLO: HORIZONTAL



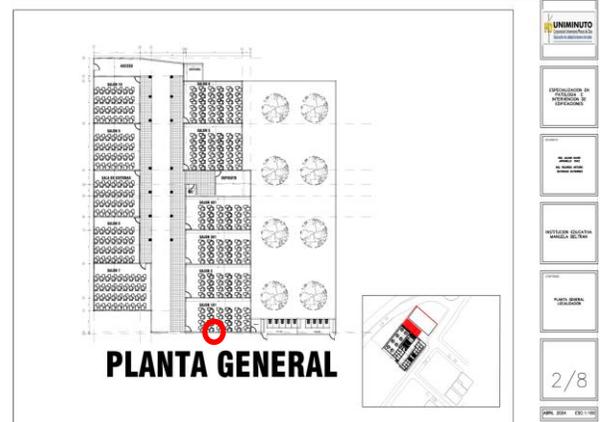
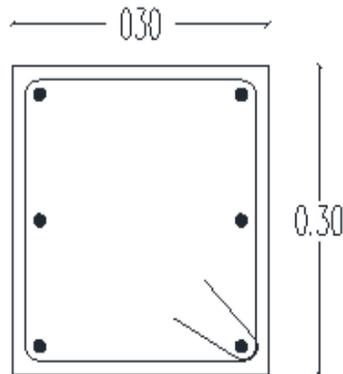
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 9. Resultados ferrosacan 1.**

PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE  
 ELEMENTO ENSAYADO: VIGA EN CONCRETO DE 3000 PSI  
 UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2  
 DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM  
 NORMA: ASTM A615

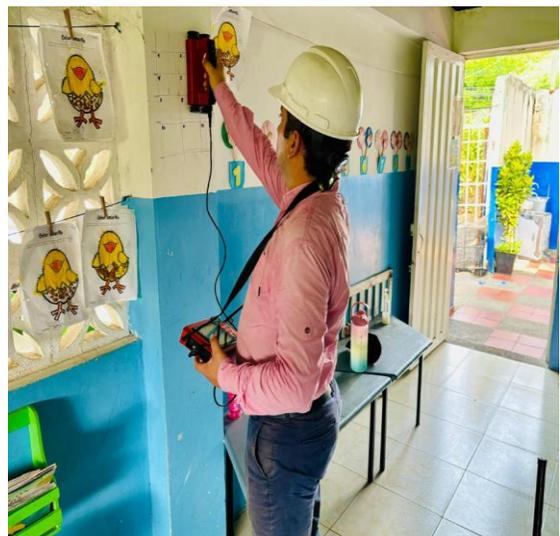
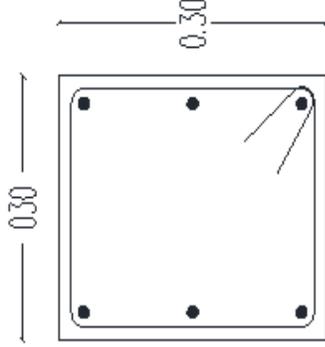
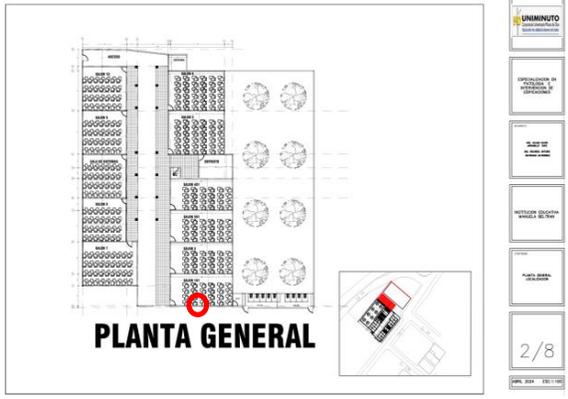
SE EVIDENCIA A TRAVÉS DEL ENSAYO QUE ESTE ELEMENTO POSEE  
 6 VARILLAS # 4 CON FLEJES EN VARILLA # 3 CADA 0.15  
 CENTÍMETROS.

NOTA: DEBIDO A LA ANTIGÜEDAD DEL PACIENTE SE ASUME QUE  
 EL ACERO DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA SE ENCUENTRA EN  
 VARILLA LISA.



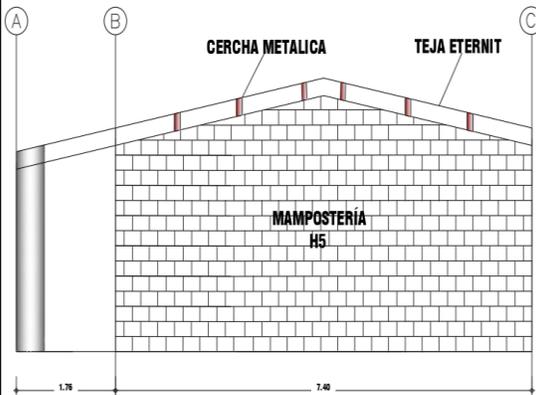
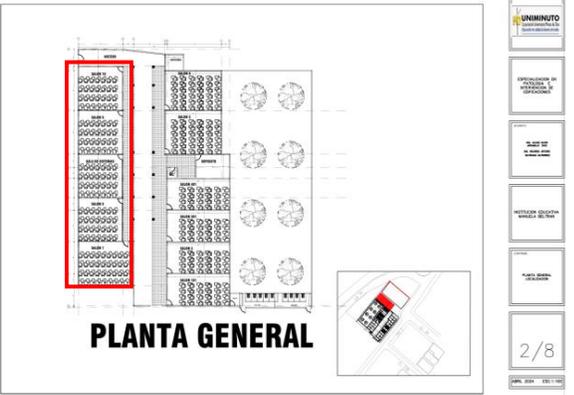
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 10. Resultados ferrosacan 2.**

	<h3>RESULTADOS ENSAYO FERROSCAN</h3>
<p><b>PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE</b>  <b>ELEMENTO ENSAYADO: COLUMNA EN CONCRETO DE 3000 PSI</b>  <b>UBICACIÓN DEL ELEMENTO: SALON N° 1 MODULO N° 2</b>  <b>DIMENSIONES: 30 CM X 30 CM</b>  <b>NORMA: ASTM A615</b></p>	
<p>SE EVIDENCIA A TAVES DEL ENSAYO QUE ESTE ELEMNTO POSEE 6 VARILLAS # 4 CON FLEJES EN VARILLA # 3 CADA 0.15 CENTIMETROS.</p> <p>NOTA: DEBIDO A LA ANTIGÜEDAD DEL PACIENTE SE ASUME QUE EL ACERO DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA SE ENCUENTA EN VARILLA LISA.</p>	
 	

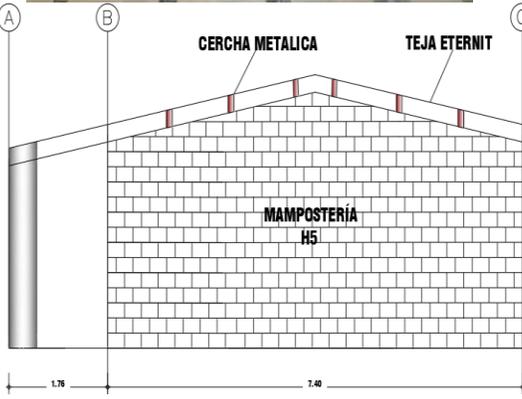
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 11. Resultados ferrosacan 3.**

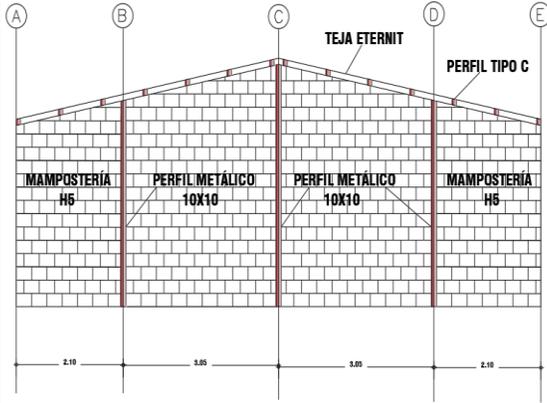
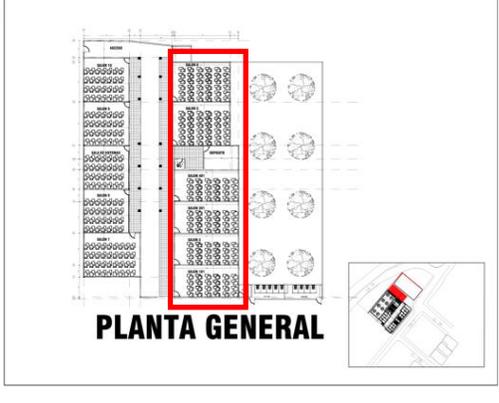
	<p><b>RESULTADOS ENSAYO FERROSCAN</b></p>
<p><b>PROYECYO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE</b></p>	
<p><b>ELEMENTO ENSAYADO: MUROS DE MAMPOSTERIA</b></p>	
<p><b>UBICACIÓN DEL ELEMENTO: MODULO N° 1</b></p>	
<p><b>NORMA: ASTM A615</b></p>	
<p>SE EVIDENCIA A TAVES DEL ENSAYO QUE LOS MUROS DIVISORIOS DE LOS SALONES DEL MODULO 1 NO CUENTAN CON ELMENTOS VERTICALES EN ACERO DE REFUERZO, SOLO SE CEUNTA CON UNA VIGA CORONA QUE CUMPLE CON LA FUNCION DE AMARRAR LOS MUROS</p>	
	
	

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 12. Resultados ferrosacan 4.**

	<h2>RESULTADOS ENSAYO FERROSCAN</h2>
<p><b>PROYECTO:</b> INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE</p> <p><b>ELEMENTO ENSAYADO:</b> COLUMNA CIRCULAS</p> <p><b>UBICACIÓN DEL ELEMENTO:</b> MODULO N° 1</p> <p><b>DIMENSIONES:</b> 1 METRO DE DIAMETRO</p> <p><b>NORMA:</b> ASTM A615</p>	
<p>SE EVIDENCIA A TAVES DEL ENSAYO QUE ESTE ELEMINTO POSEE 8 VARILLAS # 4 CON FLEJES EN VARILLA # 3 CADA 0.15 CENTIMETROS.</p>	
<p>NOTA: DEBIDO A LA ANTIGÜEDAD DEL PACIENTE SE ASUME QUE EL ACERO DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA SE ENCUENTA EN VARILLA LISA.</p>	
	 <p style="text-align: center;"><b>PLANTA GENERAL</b></p>

**Tabla 13. Resultados ferrosacan 5.**

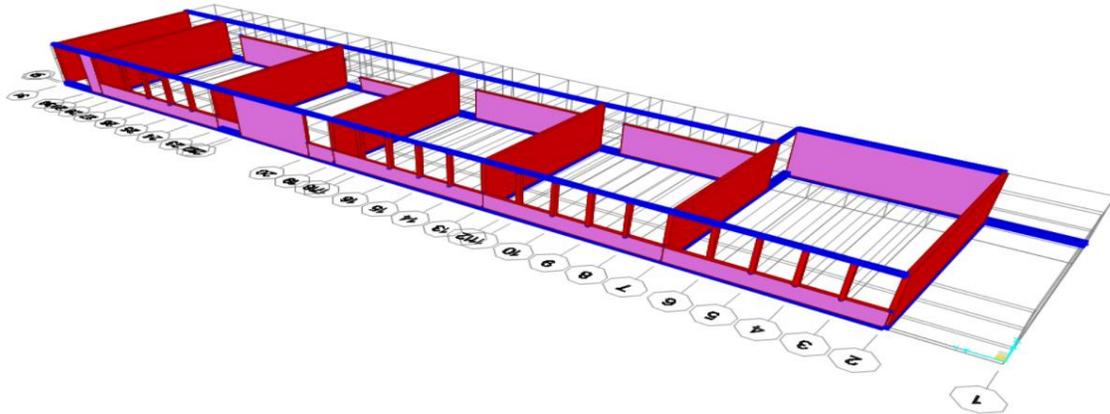
	<h2>RESULTADOS ENSAYO FERROSCAN</h2>
<p><b>PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE</b>  <b>ELEMENTO ENSAYADO: MUROS DE MAMPOSTERIA</b>  <b>UBICACIÓN DEL ELEMENTO: MODULO N° 2</b>  <b>NORMA: ASTM A615</b></p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>SE EVIDENCIA A TAVES DEL ENSAYO QUE LOS MUROS DIVISORIOS DE LOS SALONES DEL MODULO 2 NO CUENTAN CON ELEMENTOS VERTICALES EN CONCRETO REFORZADO SINO CON PERFILES METALICOS.</p> </div> 	
 <p>Diagram labels: A, B, C, D, E, TEJA ETERNIT, PERFIL TIPO C, MAMPOSTERIA H5, PERFIL METALICO 10X10.</p>	 <p><b>PLANTA GENERAL</b></p> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>UNIMINUTO</p> <p>ESPECIALISTA EN PROYECTOS DE INGENIERIA</p> <p>SECCION DE INGENIERIA CIVIL</p> <p>PROYECTO EDUCATIVO</p> <p>PLAN DE OBRA</p> <p>2/8</p> </div>

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 6.2 Resultados objetivos específicos N° 2

### 6.2.1 Módulo 1.

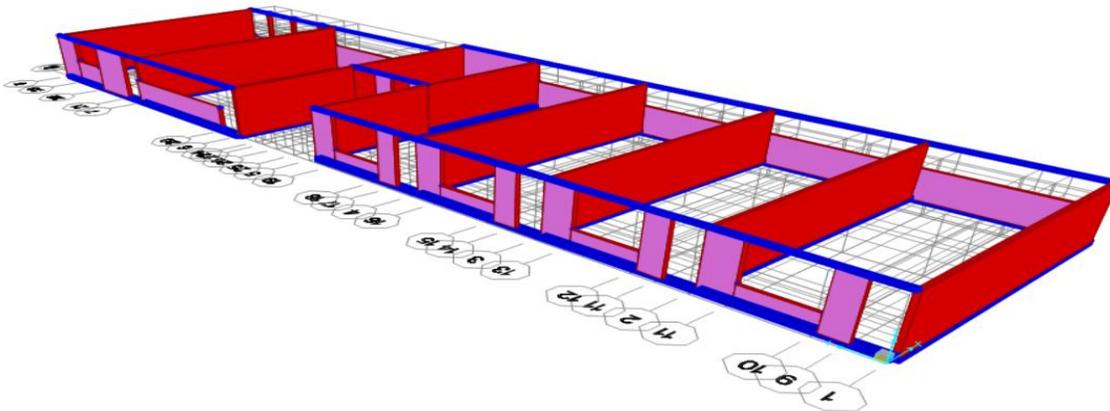
*Figura 5. Modelo matemático módulo 1*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 6.2.2 Módulo 2.

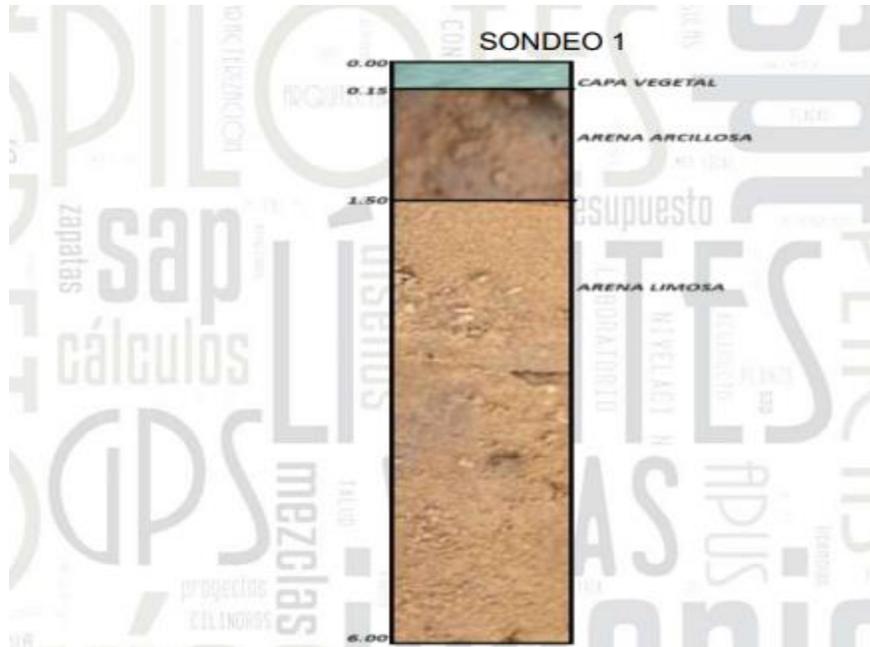
*Figura 6. Modelo matemático módulo 2*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 6.2.3 Perfil estratigráfico.

Figura 7. perfil estratigráfico del suelo



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 6.2.4 Muestra de suelo.

Figura 8. Muestras de suelo tomadas del terreno



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 6.2.5 Recomendaciones

Previo a la ejecución de los trabajos se deberá acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, (como los encontrados), maleza o similares.

En general se recomienda un reemplazo o mejoramiento del material superficial, en un espesor no menor a 0.6 en todo el sitio de interés.

Se deberán realizar trabajos de nivelación y/o rellenos tendientes a optimizar los drenajes en el área del proyecto y eliminar cualquier punto susceptible a estancamiento de aguas.

Los rellenos, reemplazos o nivelaciones que se requieran en el proyecto, se realizarán con capas de material seleccionado de no más de 0.2 metros de espesor cada una y compactadas por lo menos al 95% del Proctor Modificado o su equivalente en densidad relativa.

❖ Se realizó visita a campo donde se pudo observar que la edificación posee fallas (agrietamiento en los muros), lo cual es aconsejable realizar una patología para determinar el tipo de falla que presenta, ya sea el tipo de estudio destructivo o no destructivo.

❖ La clasificación del suelo es una arena arcillosa y arena limosa con una consistencia de 0.20 – 2.50 mts de blanda-rígida.

❖ La profundidad de la cimentación del proyecto es de **2.50** mts, donde obtenemos una resistencia rígida con una capacidad portante de **25.161** Ton/m<sup>2</sup>

❖ Se clasifica un tipo de perfil del suelo: D, Fa:1.4, Fv:2.0, grupo de uso: III,

❖ Coeficiente de importancia: 1.25.

❖ La capacidad portante se obtuvo teniendo en cuenta el método de terzaghi, los parámetros son: Angulo de fricción (obtenido por el número de golpes del ensayo spt

manual), densidad del suelo obtenido en laboratorio, cohesión del suelo (ensayo compresión Inconfinada), profundidad de cimentación teniendo en cuenta la consistencia del suelo que la determina los número de golpes. El resultado obtenido se expresa en Ton/m<sup>2</sup>.

❖ El ingeniero estructura es el que evaluará la mejor alternativa del reforzamiento estructural de la vivienda teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el informe entregado y los datos obtenidos en la patología de la edificación.

❖ No se evidencia aguas freáticas (N.A.F.), pero sí se evidencia humedad en el terreno.

❖ Se recomienda realizar filtro perimetral o espina de pescado

Nota: la estructura del estudio de suelos la puede encontrar en el anexo 2 del presente informe.

En este proceso se recomienda visualizar el ítem número 10 donde se plantea el resultado de las propuestas de intervención del paciente objeto de estudio.

## 7. Historia clínica del paciente

*Figura 9. Ubicación aérea del paciente y su entorno*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

*Figura 10. Ubicación del paciente en planta vista aérea*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

*Figura 11. Fachada principal de la institución sobre la cra 7a*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### **7.1 Permiso Y Autorización Del Paciente**

Para el ingreso a esta institución fue en coordinación con la Universidad Minuto de Dios y la secretaria de Educación del Municipio de Girardot, para el Desarrollo de este proceso Académico.

### **7.2 Responsables del Estudio**

- ❖ Ing. Julián David Jaramillo Díaz
- ❖ Ing. Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez

Estudiantes adscritos al Programa de Patología e intervención de las construcciones Uniminuto seccional Girardot.

### **7.3 Inspección Preliminar Del Paciente**

En la primera visita al Predio se hizo un recorrido por todo el bloque de salones, fachadas, área de baños y se pudo localizar todas las lesiones presentes, en vista que no reposa

información de planos tanto Arquitectónicos como Estructurales se hizo una visita posterior para adelantar este trabajo de campo.

#### 7.4 Datos Generales Del Paciente

- ❖ Dirección: Cra 7 N° 33 – 51 Barrio San Jorge.

*Figura 12. Delimitación de la institución educativa*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

- ❖ Localización: Girardot – Cundinamarca.
- ❖ Propietario: Alcaldía Municipal De Girardot.
- ❖ Número De Pisos: 1 Nivel
- ❖ Tipo Inmueble: Educativo
- ❖ Tipo De Cubierta: Eternit A Dos Aguas
- ❖ Área De Construcción: 689 M2
- ❖ Área Del Lote: 3399 M2
- ❖ Año De Construcción: Desconocido
- ❖ Constructor: Desconocido

- ❖ Sistema Constructivo: Construcción Tradicional
- ❖ Sistema Estructural: Muros De Carga No Reforzado
- ❖ Uso Actual: Educativo
- ❖ Topografía: Llana
- ❖ Atmosfera: Urbana
- ❖ Norma Con Que Se Construyó: Desconocido
- ❖ Norma Vigente: NSR 10
- ❖ Tipo De Cimentación: Superficial En Concreto Ciclópeo
- ❖ Altura De La Edificación: 2,50 Metros Y 3 Metros

*Figura 13. Grupo de uso del paciente*

**A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad** — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

- (a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
- (b) Garajes de vehículos de emergencia,
- (c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
- (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
- (e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
- (f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

Fuente: Título A Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo

Díaz

*Figura 14. Coeficiente de importancia*

**Tabla A.2.5-1**  
**Valores del coeficiente de importancia, I**

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Título A Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo

Díaz

### 7.5 Descripción del paciente

El predio de la Escuela Manuela Beltrán sede san Jorge, está ubicado en la carrera 7a No. 33 - 51, su lote cuenta con un área de 3399 m2, su área construida de 689 m2, su cedula catastral es 01040000002800020000000000 consta 10 salones y una sala informática dividido en dos bloques, 10 baterías sanitarias, 1 cocina con su comedor, 1 cuarto de sanalejo, áreas recreativas a la intemperie.

*Figura 15. Información catastral del predio*

Field	Value
ceID	<Null>
CDE	25
CMU	307
CZO	01
CSE	04
CMV	0028
TER	0002
RE_COD	25307010400280002
hape_Leng	252,920930867
hape_Area	3881,77703
ID_	32422
ceID_1	
departamen	25
unicipio	307
RE_COD_1	25307010400280002
ODPROPIED	010400280002000
ipo_Reg	1
um_Orden	001
otal_Reg	001
nombre	MUNICIPIO-DE-GIRARDOT
estado_Civ	E
ipo_Doc	X
um_Doc	000000000000
direccion	K 7 33A 35
comuna	E
destino_Ec	A
rea_Terre	3399,0
rea_Cons	689,0
valuo	2,7808E8
Espacios	
igencia	1012006
DID_1	22383
ceID_12	
Departam_1	25
os1y2	

Fuente: Secre. Planeación Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David

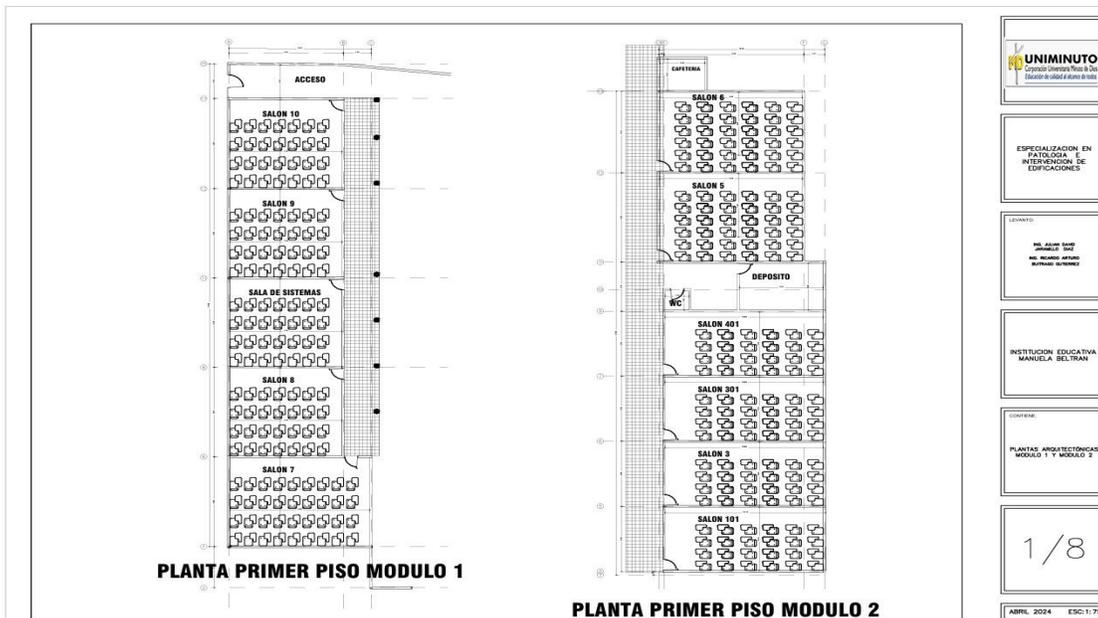
Figura 16. Imagen aérea de la cubierta



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 7.6 Levantamiento de planos

Figura 17. Plano arquitectónico



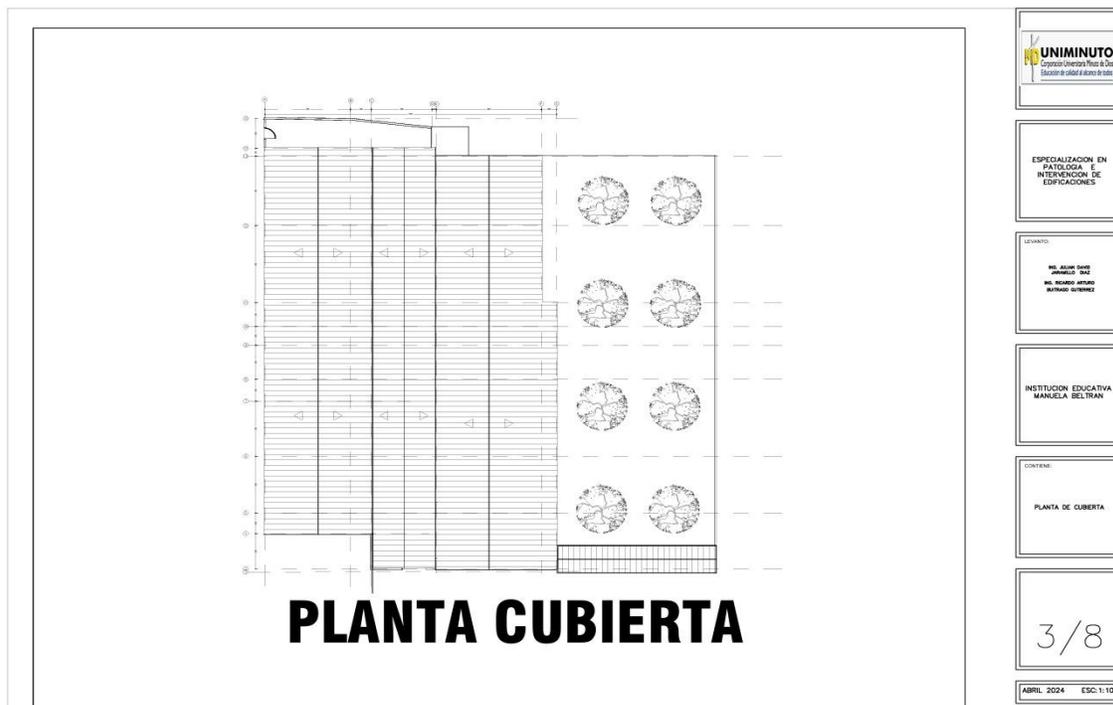
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 18. Planta general



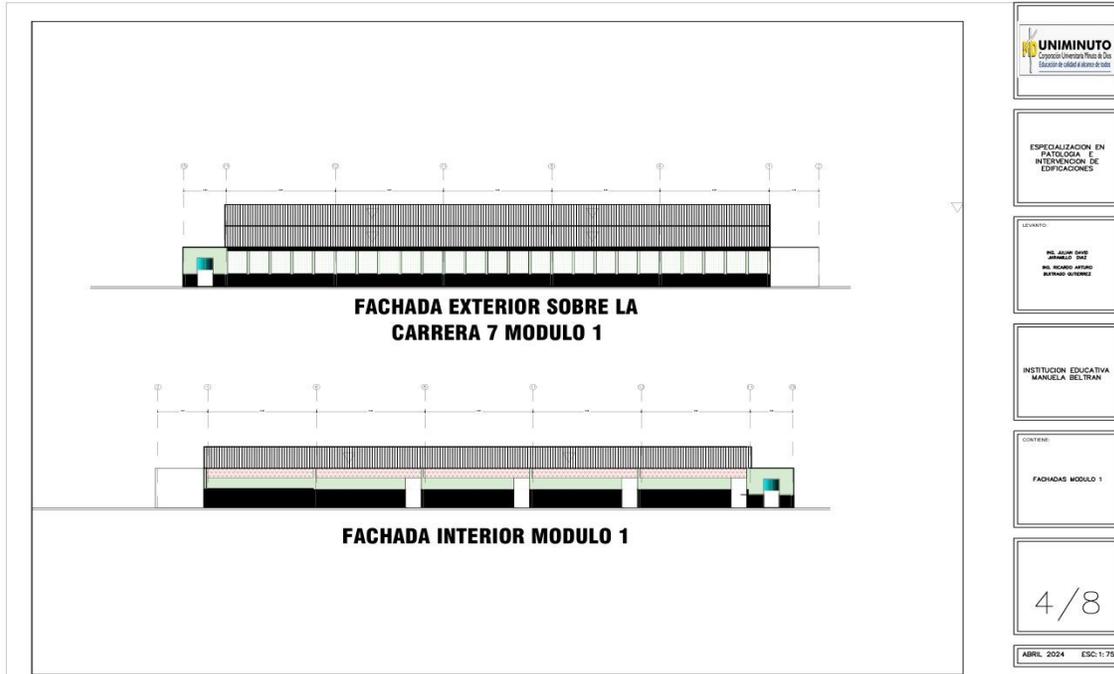
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 19. Planta de cubierta



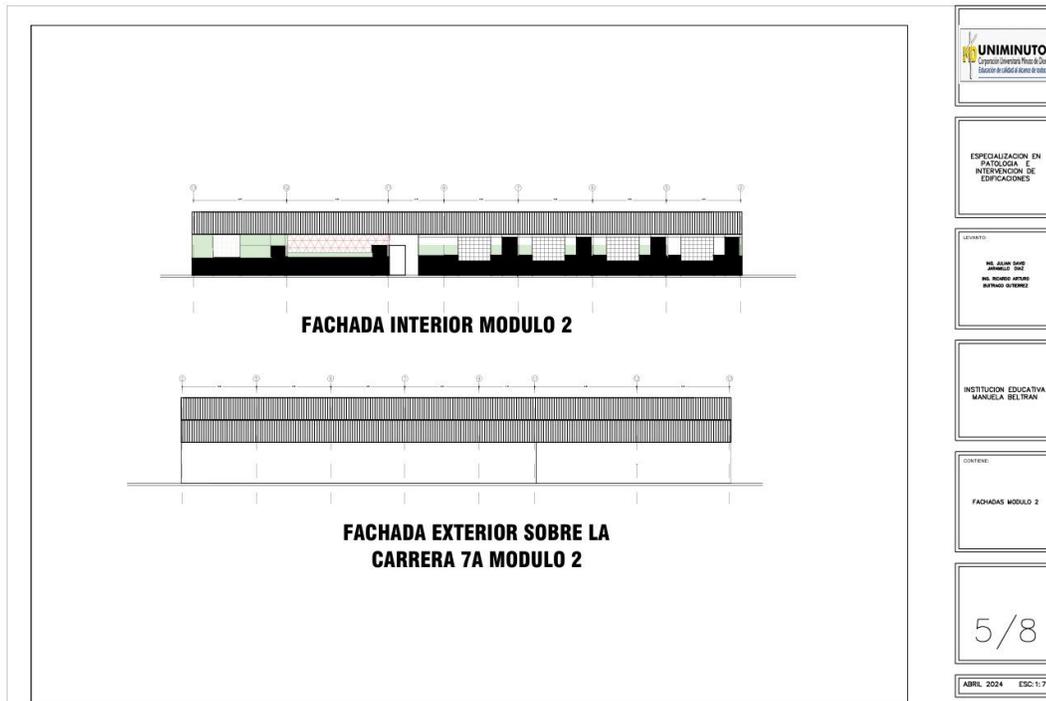
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 20. Fachada exterior e interior modulo 1



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 21. Fachada exterior e interior módulo 2



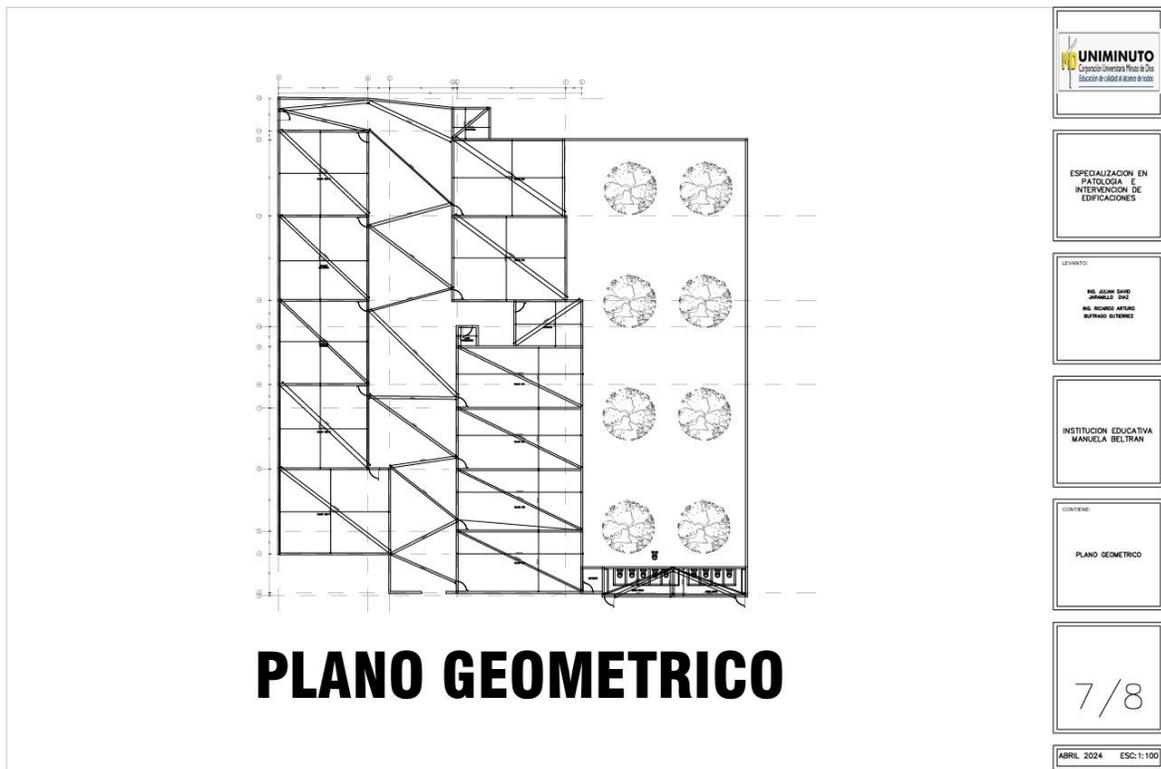
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 22. Plano de caracterización del paciente



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 23. Plano geométrico del paciente



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 24. Plano calificación de lesiones



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 7.7 Descripción de los materiales del paciente

En cuanto a los materiales que se utilizaron para la construcción del paciente se van a describir a continuación:

- ❖ Ciclópeo 60% piedra 40% concreto
- ❖ Viga de cimentación en concreto 3000 psi.
- ❖ Placa de contrapiso concreto 3000 psi
- ❖ columnas y vigas concreto 3000 psi
- ❖ Muros en Mampostería con bloque perforación horizontal dimensiones nominales

del bloque Largo: 0,34 metros Ancho: 0,15 metros Alto: 0,24 metros.

- ❖ Mortero de pañete Tipo N de resistencia 7.5 Mpa
- ❖ Acabado en pintura
- ❖ Celosías de ventilación en los muros laterales.
- ❖ Cubierta en teja asbesto – cemento

- ❖ Cerchas en perfilera metálica
- ❖ Puerta en carpintería metálica
- ❖ Alistado en mortero con enchape cerámico
- ❖ Cerramiento perimetral en muros con sistema convencional.

## 7.8 Descripción del sistema constructivo

Con toda la información arquitectónica, las visitas de campo, exploraciones realizadas, ensayos no destructivos y estudios de suelos:

**Tabla 14. Sistema estructural chequeado Nsr 10 título A**

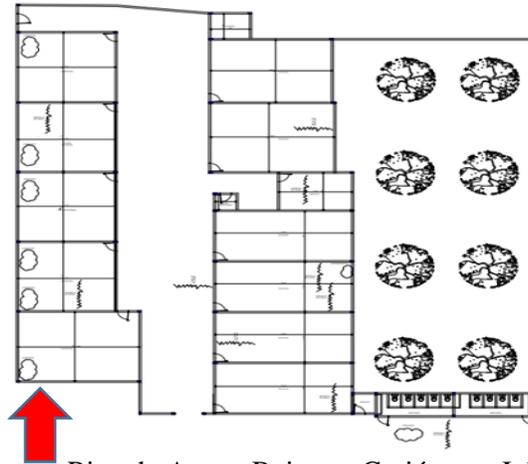
A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor $R_0$ (Nota 2)	Valor $\Omega_0$ (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				alta		intermedia		Baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	3.0	2.5	si	6 m	si	9 m	si	12 m
<b>2. Muros estructurales</b>									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	4.0	2.5	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)	el mismo	2.5	2.5	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DES) con todas las celdas rellenas	el mismo	3.5	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	el mismo	2.5	2.5	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confinada	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	Grupo I	12 m	Grupo I	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	4.0	2.5	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos
<b>3. Porticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)</b>									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	3.5	2.5	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	2.0	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 7.8.1 Cimentación Modulo 1.

De acuerdo con la exploración realizada a esta modulo se pudo identificar que el cimientto está construido de la siguiente manera:

*Figura 25. Ubicación de chequeo de cimentación*



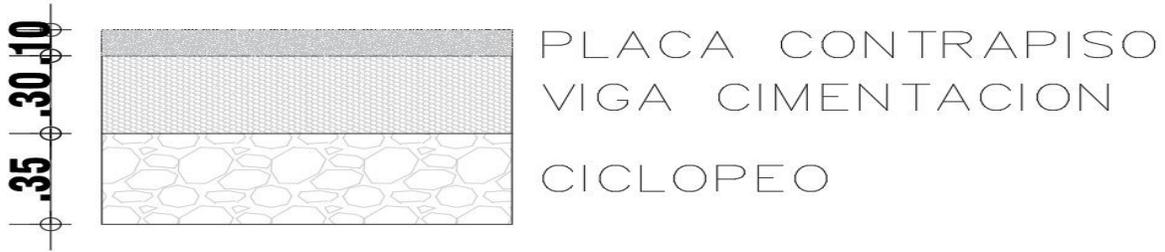
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

*Figura 26. Exploración a la cimentación módulo 1*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

*Figura 27. Corte de la cimentación módulo 1*



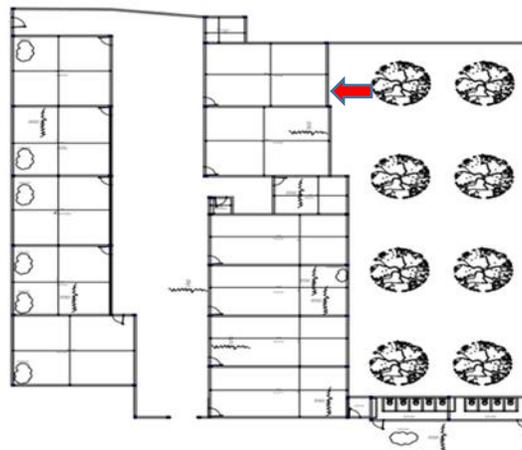
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Como se puede evidenciar la cimentación se encuentra en buenas condiciones y a la fecha de hoy no se manifiesta ningún tipo lesión que afecte directamente la estructura.

### 7.8.2 Cimentación módulo 2.

De acuerdo con la exploración realizada a esta modulo se pudo identificar que el cimientto está construido de la siguiente manera:

*Figura 28. Ubicación de chequeo de cimentación*



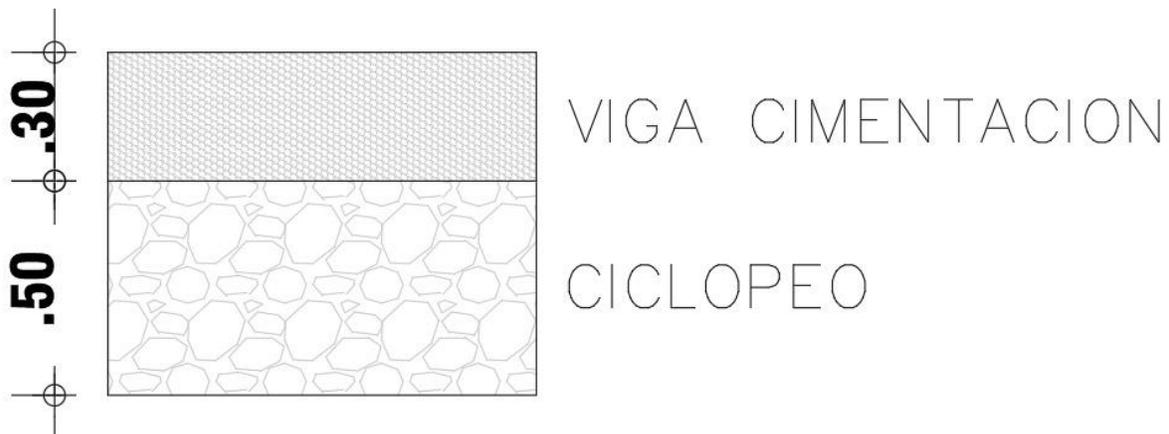
Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 29. Exploración a la cimentación módulo 2



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 30. Corte de la cimentación módulo 2



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Como se puede evidenciar la cimentación se encuentra en buenas condiciones y a la fecha de hoy no se manifiesta ningún tipo lesión que afecte directamente la estructura.

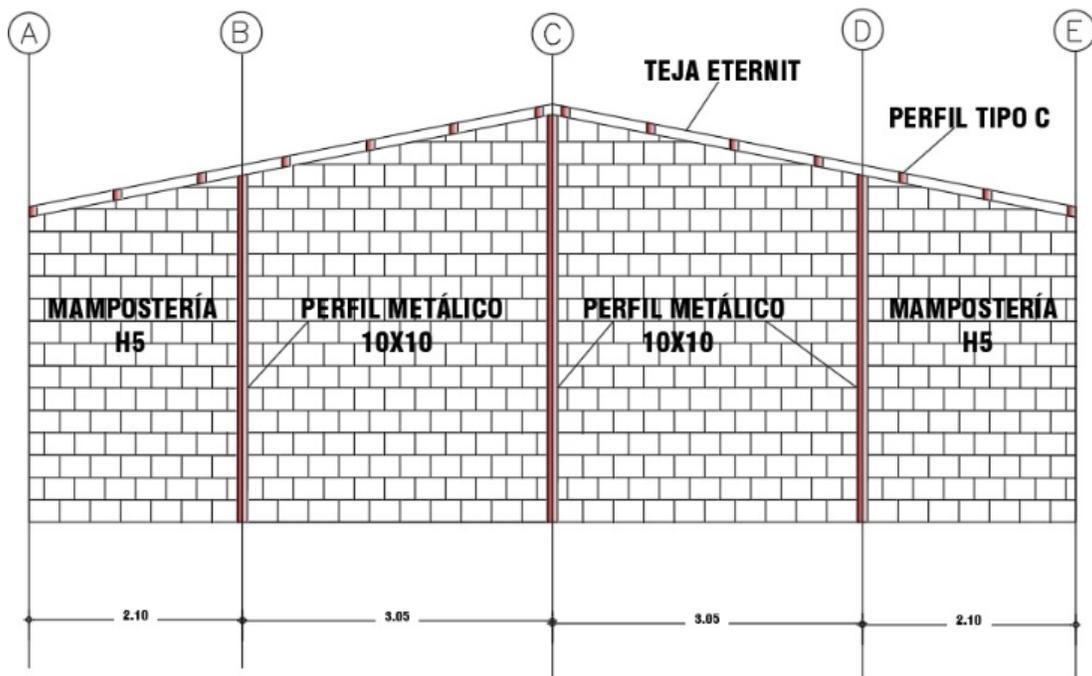
### 7.8.3 Muros y columnas.

La configuración estructural de la institución cuenta con un sistema de muros de mampostería no reforzada como sistema estructural, tanto en el módulo 1 como en el módulo 2, pero específicamente en el salón N° 1 del módulo 2 se pudo evidenciar que cuenta con pórtico en concreto reforzado construido recientemente, igualmente cabe resaltar que en este

caso no se puede calificar como sistema combinado o dual en vista que por la antigüedad de la edificación y para la época de su construcción este sistema era el más utilizado, igualmente cabe resaltar que los salones del módulo 2 cuentan con un perfil metálico vertical es cual soporta la estructura de la cubierta y en el módulo 1 se evidencio que el sistema estructural son muros de mampostería no reforzada.

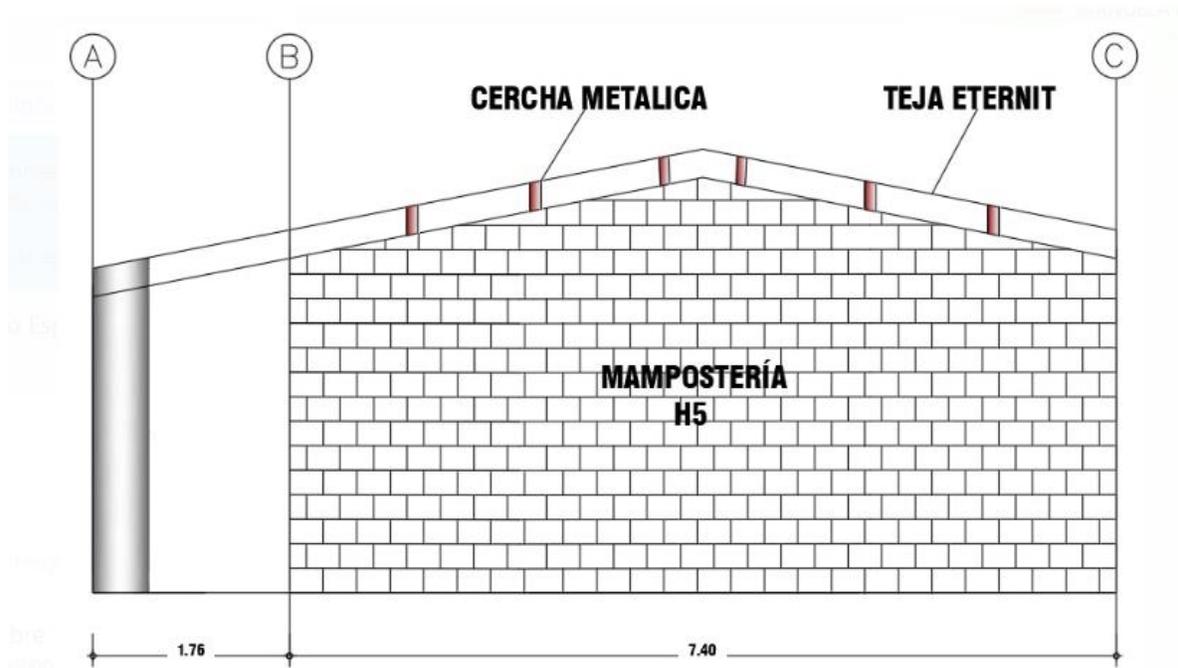
Por el pasillo de acceso a los módulos 1 y 2 se evidencia un sistema porticado que su función principal es la soportar la cubierta mas no hace parte del sistema estructural original, el espesor de estos muros oscila entre 15 cm y 20 cm, con bloque de perforación horizontal.

*Figura 31. Ilustración construcción de los muros módulo 2*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 32. Ilustración construcción de los muros módulo 1



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

#### 7.8.4 Acabado de muros.

El revestimiento de los muros en el módulo 1 y 2 son tipo N, su espesor oscila 2,5 y 3 cm, esta medida está tanto interna como externa, su estado de conservación es bueno y los colores predominantes donde se pudo evidenciar es de color gris opaco.

#### 7.8.5 Pisos.

La estructura solo cuenta con un solo nivel y cuenta con un alistado en mortero con enchape en ambos módulos, a la fecha de hoy su estado de conservación es regular se evidencia que recientemente no se ha hecho mantenimientos preventivos.

#### 7.8.6 Cubierta.

La cubierta de la institución es en teja asbesto – cemento, a dos aguas, con geometría ondulada, en el módulo 1 se cuenta con 6 cerchas metálicas que soportan la carga de la

cubierta, y en el módulo 2 se cuenta 14 tarros metálicos tipo C, el estado de la cubierta al día de hoy es bueno.

#### **7.8.7 Carpintería.**

Las puertas y ventanas son en carpintería metálica, en las fachadas interiores de los módulos 1 y 2 hay presencia de rejas metálicas, en términos generales éstas se encuentran en buen estado.

#### **7.9 Limitaciones de información del paciente**

Se acudió a la secretaria de educación, a la oficina de planeación municipal y a la institución, con el objetivo de recolectar planos arquitectónicos, estructurales, topográficos, estudio de suelos e informes de intervención, pero no se tuvo una respuesta formal debido a que no reposa información técnica de la institución.

#### **7.10 Recopilación de información necesaria para el estudio**

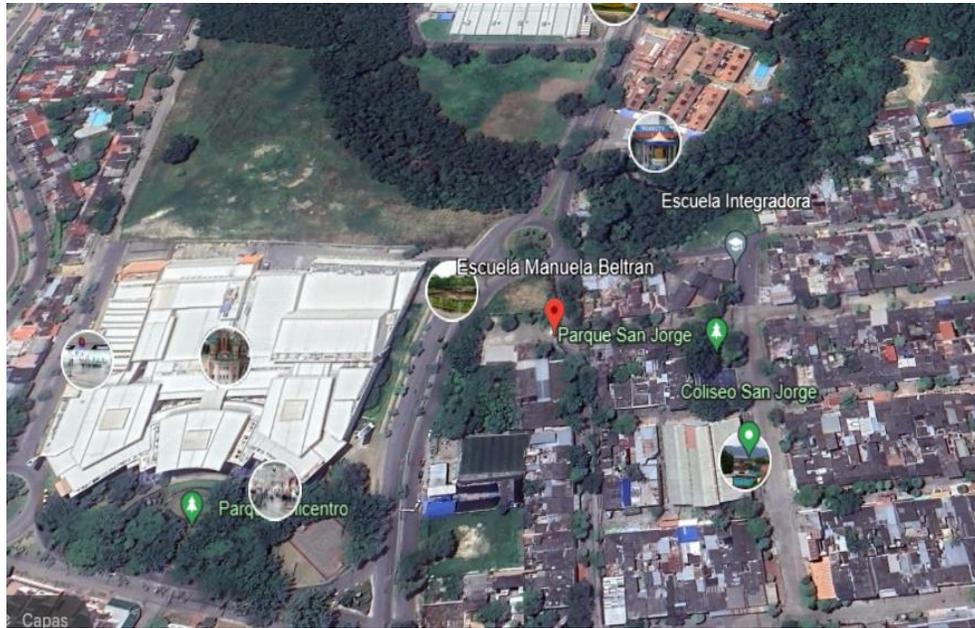
La información recopilada en la visita al inmueble, auscultación visual de la estructura, estudios geotécnicos, planos arquitectónicos, topografía del predio, levantamiento de lesiones, datos históricos del paciente e información general, fue recopilada durante el proceso investigativo debido a que los entes que regulan el accionar de esta institución no cuenta con datos que aportan al desarrollo de esta investigación.

#### **7.11 Definición de los medios para los ensayos y estudios**

Los medios a utilizar para las exploraciones son excavaciones manuales por medio de calicatas para el estudio geotécnico y poder auscultar el tipo de cimentación, comisión de topografía para determinar curvas de nivel y asentamientos, ensayos no destructivos entre esos esclerometría y la calidad de materiales y posteriormente los ensayos de laboratorio que nos arrojarán los resultados.

## 7.12 Generalidades del Entorno

*Figura 33. Ubicación del entorno del paciente*



Fuente: Google Mas Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo

Díaz

*Figura 34. Entorno del paciente sobre el ala Norte*



Fuente: Google Maps Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo

Díaz

Su entorno sobre el ala Norte colinda con las vías de acceso al barrio la Magdalena 3, Homecenter y el barrio Kennedy, es un entorno con presencia de árboles muy frondosos y unas vías en buen estado, no hay presencia de agentes que puedan afectar directa e indirectamente la infraestructura de la escuela.

*Figura 35. Entorno del paciente sobre el ala este*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Su entorno sobre el Ala este colinda con viviendas sobre eje vial de la Cra 7 del barrio san Jorge, que son viviendas de un solo nivel y bastantes antiguas, se evidencia presencia de árboles y vías de acceso a la escuela en buen estado, no se evidencia presencia de agentes que puedan afectar la edificación.

*Figura 36. Entorno del paciente sobre el ala oeste*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Su entorno sobre el ala oeste colinda con el centro comercial Unicentro, vías de acceso al barrio Kennedy y al barrio blanco, se evidencia la presencia de árboles y una estructura de grandes dimensiones que hacen agradable el ambiente en este espacio, igualmente no se evidencia presencia de agentes que comprometan la estabilidad de la estructura.

*Figura 37. Entorno del paciente sobre el ala sur*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián Jaramillo Díaz

Su entorno sobre el ala sur colinda con un bloque de casas del barrio san Jorge, vías de acceso al barrio Kennedy y a los barrios blanco y obrero, se evidencia la presencia de árboles en este perímetro, una estructura que es una torre de comunicaciones a una distancia considerable de la escuela, viviendas de un solo nivel y bastante antigua, igualmente no se evidencia presencia de agentes que comprometan la estabilidad de la estructura.

### **7.13 Medio Ambiente**

La temperatura promedio de Girardot es de 28° C, su humedad relativa es del 63%, la pluviosidad es Baja, su ambiente en todo su perímetro no es agresivo no hay presencia de industrias su uso de suelo es Residencial y Familiar, esta edificación no está próxima a valles, ni riveras, ni cadena montañosa.

## 8. Vulnerabilidad Sísmica

Para el estudio del paciente se hizo el chequeo a la Nsr 10 en vista que es una edificación del Grupo 3, en el estudio de vulnerabilidad se debe comprobar sí el comportamiento de la estructura es acorde como lo establece la Norma en el aspecto sísmico. Se seguirán en especial los lineamientos de la NSR-10 es su capítulo A-10.

### 8.1 Datos sísmicos de la zona en este caso la ciudad de Girardot

**Tabla 15. Datos sísmicos de Girardot.**

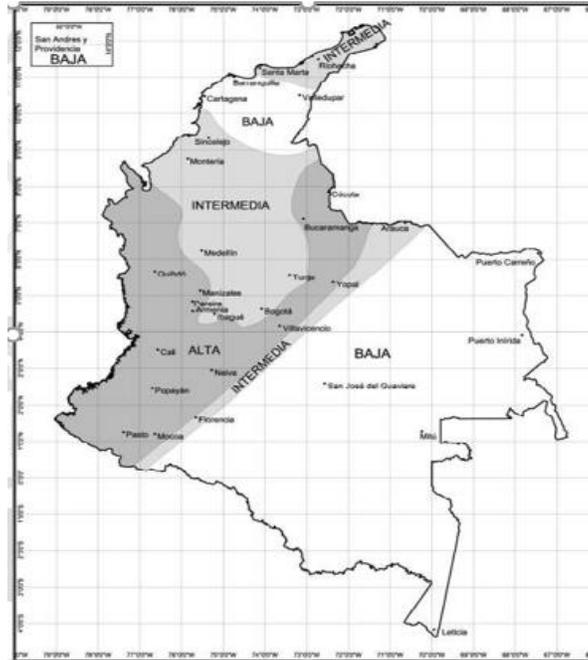
Municipio	Código municipio	Aa	Av	Fa	Fv	Zona de amenaza sísmica	Ae	Ad
Girardot	25307	0.20	0.20	1.4	2.0	Intermedia	0.12	0.06

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Donde:

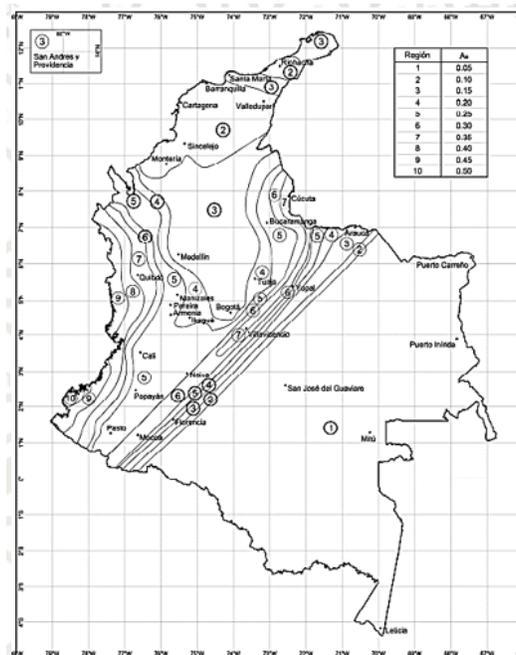
- ❖ Aa: Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva para el diseño
- ❖ Av: Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva para el diseño
- ❖ Ae: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada
- ❖ Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño
- ❖ Fa: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño:
- ❖ Fv: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño:

Figura 38. Ubicación zona amenaza sísmica Girardot



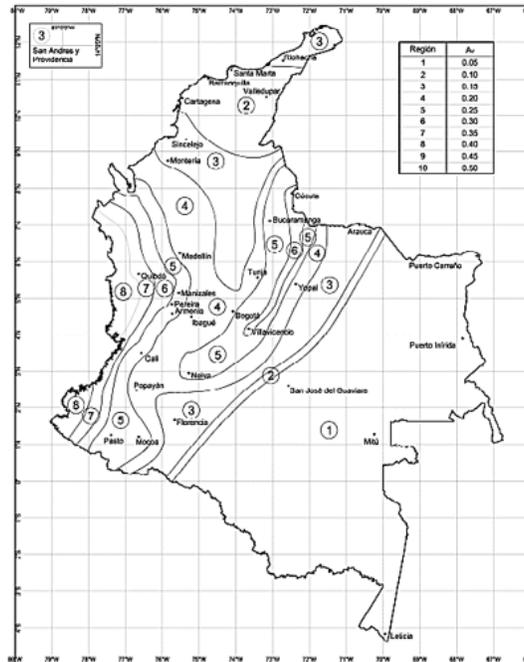
Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 39. Valor de  $A_a$  para los espectros



Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 40. Valor de Av para los espectros



Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 41. Ubicación de los valores de Aa y Av para girardot

Cucunubá	25224	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
El Colegio	25245	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
El Peñón	25258	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
El Rosal	25260	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Facatativá	25269	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Fómeque	25279	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Fosca	25281	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Funza	25286	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Fúquene	25288	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Fusagasugá	25290	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachalá	25293	0.30	0.25	Alta	0.26	0.06
Gachancipá	25295	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachetá	25297	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Gama	25299	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
<b>Girardot</b>	<b>25307</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>Intermedia</b>	<b>0.12</b>	<b>0.06</b>
Girardota	25312	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Guachetá	25317	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
Guaduas	25320	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Guasca	25322	0.15	0.25	Alta	0.11	0.05
Guataquí	25324	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guatavita	25326	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Guayabal de Siquima	25328	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guayabetal	25335	0.30	0.25	Alta	0.16	0.06
Gutiérrez	25339	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Jerusalén	25368	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Junín	25372	0.20	0.25	Alta	0.16	0.06

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 16. Valor de Fa de acuerdo al perfil de suelo**

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**Tabla 17. Valor de Fv de acuerdo al perfil de suelo**

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

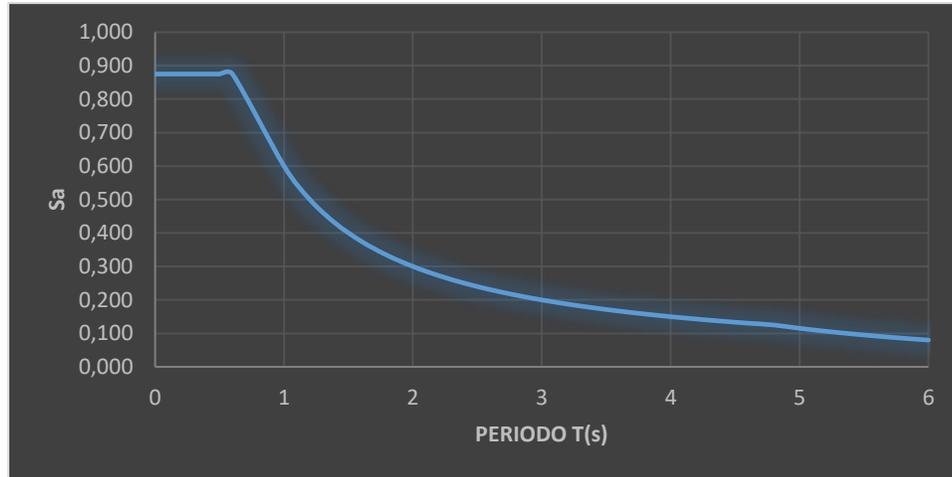
**Tabla 18. Coeficiente de importancia de nuestro paciente**

Grupo de Uso	Coefficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 8.2 Espectro diseño Nsr 10

Figura 42. Espectro de diseño de nuestro paciente



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 8.3 Avalúo de cargas

### 8.3.1 Carga muerta.

Tabla 19. Cargas muertas del paciente

AVALUO DE CARGAS MUERTA			
DESCRIPCION	PESO KN/M2	TOTAL KN/ M2	REFERENCIA
Cubierta Corrugada	0,20	0,20	TABLA B.3.4.1- 4
Otros	0,15	0,15	Propia
	TOTAL CM	0,35	

Fuente: Propia y Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo

Díaz

### 8.3.2 Carga viva.

Tabla 20. Carga viva del paciente

AVALUO DE CARGA VIVA			
DESCRIPCION	PESO KN/M2	TOTAL KN/ M2	REFERENCIA
SALONES DE CLASE	2.0	2,0	TABLA B.4.2.1-1
	TOTAL CM	2,0	

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**8.3.3 Carga viva de cubierta.**

**Tabla 21. Carga viva de cubierta paciente**

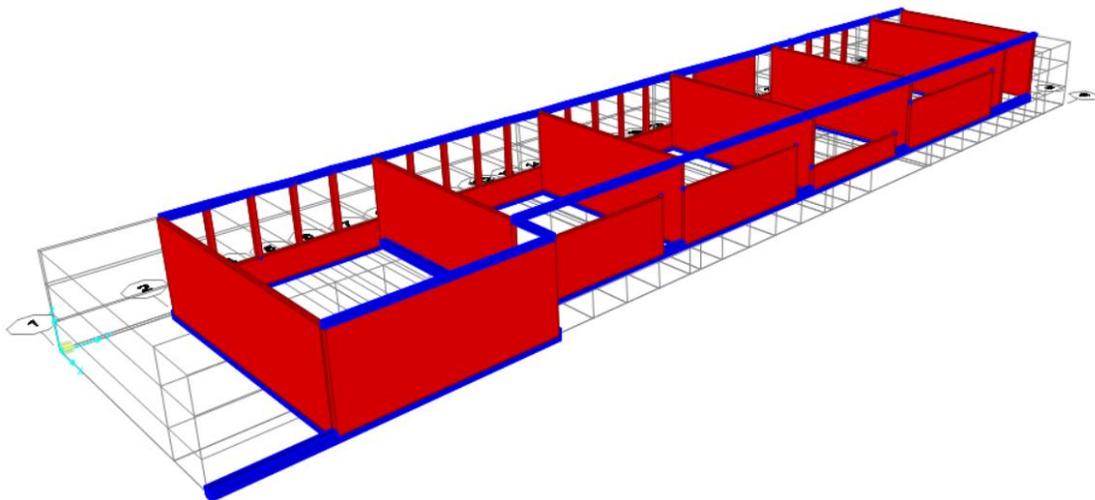
AVALUO DE CARGA VIVA CUBIERTA			
DESCRIPCION	PESO KN/M2	TOTAL KN/ M2	REFERENCIA
CUBIERTAS INCLINADAS CON MAS DE 15° DE PENDIENTE EN ESTRUCTURA METALICA O DE MADERA CON IMPOSIBILIDAD FISICA	0,35	0,35	TABLA B.4.2.1-2
	TOTAL CM	0,35	

Fuente: Nsr 10 Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

**8.4 Acotaciones sobre el modelo**

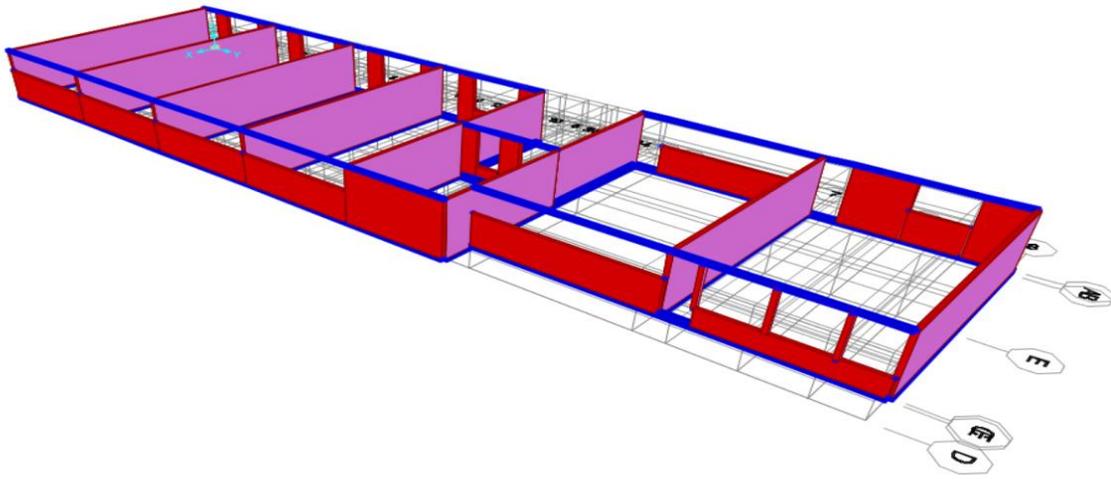
Para este proceso se ingresa toda la información recolectada, se crea un modelo y se introducen las dimensiones y especificaciones de los materiales.

*Figura 43. Modelo SAP módulo 1*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

Figura 44. Modelo sap módulo 2



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 8.5 Conclusiones de estudio vulnerabilidad

- ❖ Una vez analizado el modelo matemático y por su configuración estructural el paciente no cumple con los requisitos mínimos de la vigente norma de sismo resistencia Nsr 10.
- ❖ Debido a la antigüedad del paciente se evidencia que no cumple con ningún sistema estructural ya que para la época de construcción no se regía estos parámetros de Diseño como si lo establece la Norma vigente.
- ❖ Se recomienda realizar un cálculo estructural actualizando el sistema existente a la Norma actual de sismo resistencia Nsr 10.
- ❖ La configuración estructural de la edificación es muy vulnerable ante un evento sísmico debido a la rigidez de los elementos no estructurales, ya que estos no se encuentran amarrados con la estructura y durante un sismo pueden llegar a colapsar.

## 9. Diagnostico

**Tabla 22. Matriz de diagnostico**

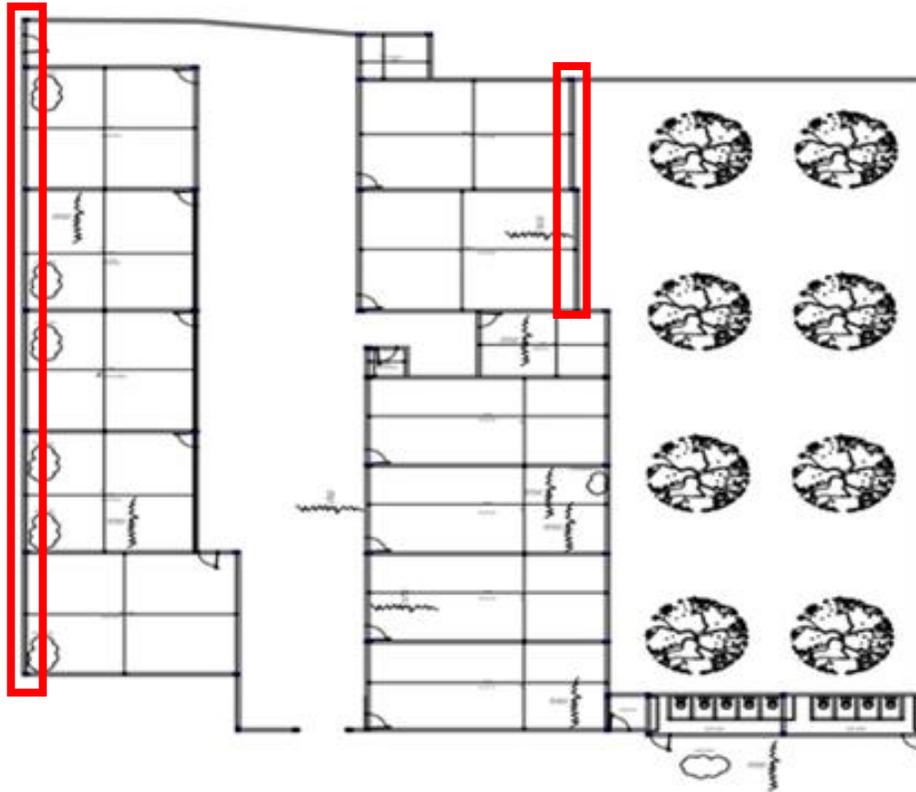
EVALUACION PRELIMINAR		EVALUACION COMPRESIVA Y DE CONDICION DE LA EDIFICACION	
Preocupacion de la seguridad de las personas	La estructura al momento de realizar la inspeccion ocular en los modulo 1 y 2, se pudo evidenciar que el salon N° 3 representa un grave riesgo para los niños en vista que este si no se tomas acciones correctivas puede llegar a desencadenar , seguidamente el modulo 1 no presenta fallas de consideracion que afecte la seguridad de los estudiantes y docentes.	Sintomas y lesiones observados	Lesiones fisicas: Se evidencian humedades y suciedades en fachadas laterales debido a que estan expuestas a la intemperie, los sintomas de estas lesiones son manchones, estetica, perdida de propiedades de los materiales. Lesiones mecanicas: Fisuras es la lesion mas grave que se presenta en la institucion especificamente en el modulo 2 salon 3. lesiones químicas: Se evidencia en la fachada posterior del modulo 2 del salon N° 5 la presencia de humedades, efluorescencias y microorganismos.
Preocupacion sobre la estructura	La estructura cuenta de 10 salones, su mayor preocupacion radica en el modulo 2 porque hay altas probabilidades de que en un evento sismico este puede llegar a colapsar su causa radica en que esta lesion lleva un tiempo considerable sin ser intervenida y el efecto es el riesgo para la poblacion estudiantil y educandos, porcentualmente esta en un 100% de que a cualquier este se volque y un 10% en terminos de patologia como la lesion mas representativa.	Extension y severidad del daño	las humedades, suciedades y microorganismos estan presentes en un 40% de la institucion con un grado de severidad menor o leve, mientras que las fisuras, desprendimientos y mal manejo de agualluvias estan presentes en un 60% con una escala de daño severa y de pronta intervencion.
Preocupación sobre aspectos estéticos o de servicio	su impacto visual genera una sensacion de un ambiente inseguro para la poblacion estudiantil, cuerpo de docentes y padres de familia, debido a la presencia de las lesiones con altro grado de severidad, pese a esto la presetacion del servicio se encuentra activo y se afectaria al momento de realizar un intervencion causando cierres de salones o suspension de clases temporalmente.	Causas confirmadas	se evidencia que las posibles causas de las lesiones son producto de no hacer las mantenimientos preventivos que permitan alargar la vida util del paciente, la fisura mas preocupante del modulo 2 posiblemente es producto de un asentamiento, debido al mal manejo de aguas lluvias de la cubierta que cambia considerablemente las propiedades del suelo ya que este es una arcilla.
Preocupación sobre amenazas o factores externos o medio ambientales	en la zona posterior de la institucion hay presencia de zona vegetativa invaciba desencadenando afectaciones como humedades y presencia de microorganismos en muros laterales, por otra parte el inadecuado manejo de aguas lluvias tanto en cubierta como en niveles de la subrasante de esta zona ocasionando empozamientos de agua.	Impacto de las lesiones y sintomas	
Resistencia	La resistencia de la institucion es afectada considerablemente debido a que la estructura es muy rigida y ante un evento sismico puede causar un volcamiento de los elementos no estructurales.	Durabilidad	Si no se tomas las acciones correctivas pertinentes la estructura va a estar en constante deterioro y esta consecuencia minimiza la vida util del paciente

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 10. Propuesta de intervención

### 10.1 Propuesta intervención lesiones físicas

Figura 45. Localización intervención de humedades y suciedad



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

#### 10.1.1 Procedimiento de humedades.

Para realizar la impermeabilización de muros exteriores expuestos a la intemperie se recomienda el uso de productos de casas comerciales y a continuación se describe el procedimiento:

- ❖ Inicialmente se debe cerciorar que el elemento este completamente seco para poder trabajar de manera adecuada, por tal motivo es necesario contar con una corriente de aire constante.<sup>2</sup>

- ❖ Posteriormente con una espátula o grata “cepillo de cuerda metálica” se procede a retirar la pintura, así como papel de colgadura u otros recubrimientos de los muros que se hayan dañado por causa de la humedad, hasta encontrar el pañete o mampostería limpio. Siendo el muro tiene hongos es necesario lavar con agua y cloro la superficie a reparar.

- ❖ Una vez llevado acabo el procedimiento anterior, si existen fisuras estas deben ser reparadas dejando transcurrir mínimo 4 días para permitir el completo fraguado del mortero utilizado en los resanes.

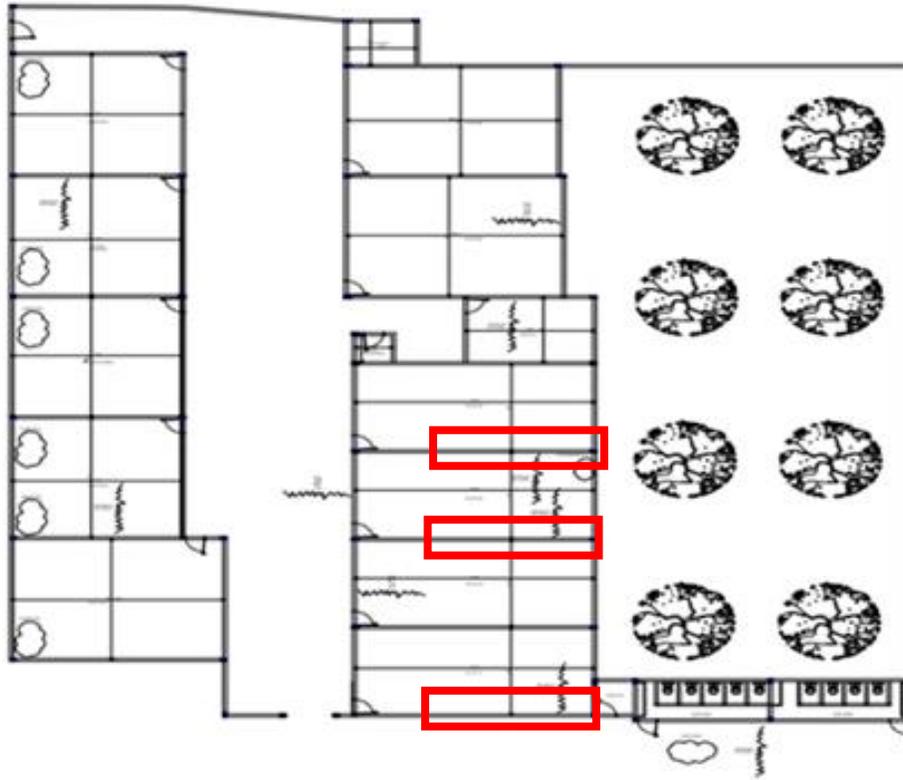
- ❖ Luego se procede a dar acabado con pintura antihumedad o pintura coraza para exteriores.

#### ***10.1.2 Procedimiento de suciedades.***

- ❖ Primero hay limpiar la superficie del elemento que esté libre de agentes abrasivos.
- ❖ Luego humedecer con agua caliente la superficie donde se encuentra localizadas las manchas con el fin de reblandecer la suciedad.
- ❖ Por último, se procede a limpiar con un cepillo y se refriega para luego ser lavadas con hidrolavadora permitiendo así una superficie libre de impurezas.

## 10.2 Propuesta intervención lesiones mecánicas

Figura 46. Localización intervención de fisuras



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

### 10.2.1 Procedimiento de fisuras.

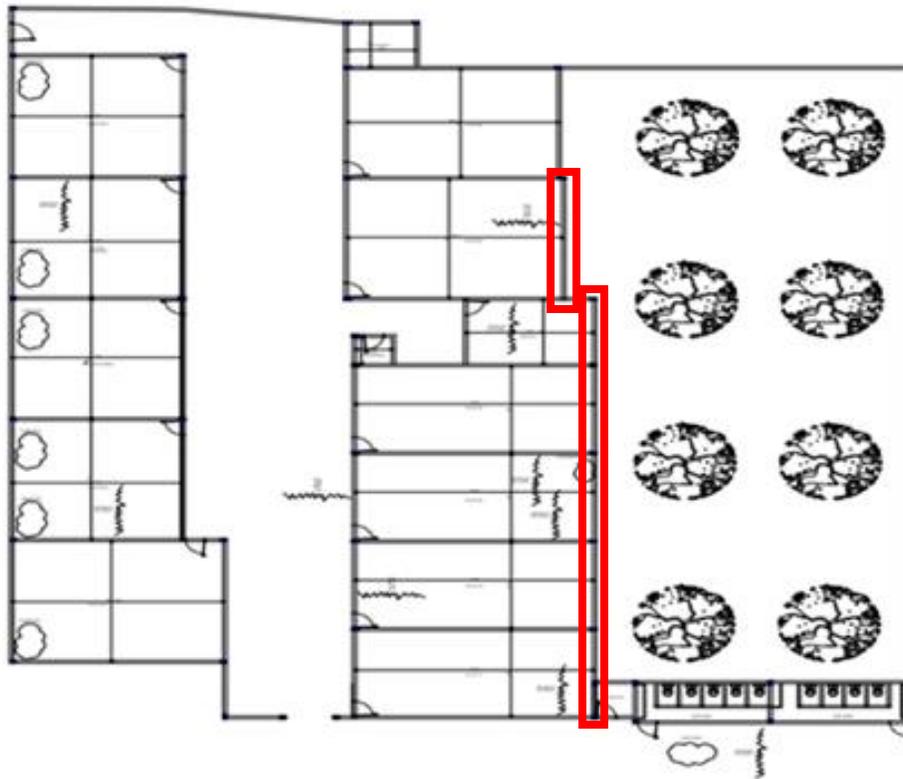
- ❖ Utilizando un cincel y martillo, picar la grieta en un ancho de 5 a 7 cm por una de las caras del muro en una profundidad de 5 cm.
- ❖ Retirar todo el material suelto y limpiar el polvo, de preferencia con un equipo de aire a presión. Si no se dispone de este equipo, utilizar una escobilla.
- ❖ En la batea mezclar el mortero pre dosificado con la cantidad de agua especificada por el fabricante.

- ❖ En estos casos se recomienda aplicar el puente adherente con una brocha sobre la superficie a re-parar. Alternativamente, si no se dispone de puente adherente, se puede humectar la superficie previa-mente con un chorro de agua a presión.

- ❖ Con una llana, aplicar el mortero de reparación a todo lo largo de la fisura o grieta, presionando hacia el interior de manera de garantizar una correcta compactación y llenado.

### 10.3 Propuesta intervención lesiones químicas

*Figura 47. Localización intervención microorganismos y eflorescencias*



Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

#### *10.3.1 Procedimiento de intervención microorganismos y eflorescencia.*

- ❖ Inicialmente se procede a realizar un retiro del acabado de mortero contaminado por microorganismo, eflorescencias y humedades por medio de un puntero y una maceta que permita la demolición del mortero.

- ❖ Seguidamente se recoge los escombros producto de la remoción del acabado del mortero para poder trabajar sobre la superficie limpia.
- ❖ Se procede a limpiar la superficie del elemento con el fin que este quede libres partículas de grasa, polvo u otras agentes contaminantes con el fin de que la intervención sea exitosa.
- ❖ Luego se procede aplicar un mortero sobre la superficie, utilizando un aditivo para impermeabilizar y aumentar la durabilidad del mismo permitiendo que el elemento pañetado respire y disminuya la contracción, las fisuras y la porosidad del mortero.
- ❖ Por ultimo aplicamos un líquido incoloro hidrófugo con base en siliconas que protege las fachadas y culatas contra la penetración del agua lluvia.

## 10.4 Presupuesto

**Tabla 23. Presupuesto de intervención**

PRESUPUESTO PARA LA INTERVENCION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN SEDE SAN JORGE					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Demolicion pañete muro	M2	69,62	\$ 13.497	\$ 939.661
1.2	Retiro de sobrantes a 5 Km incluye cargue	M3	1,74	\$ 11.760	\$ 20.462
1,3	Descapote a maquina	M2	500	\$ 25.000	\$ 12.500.000
1,4	Lavada de fachada	M2	111,54	\$ 9.000	\$ 1.003.860
2	MAMPOSTERIA				
2.2	Pañete Impermeabilizado muros 1:3 E: 2,5 Cm	ML	69,62	\$ 35.000	\$ 2.436.700
3	IMPERMEABILIZANTE				
3,1	Impermeabilizacion fachada en sika transparente o similar	M2	69,62	\$ 13.500	\$ 939.870
3,2	Vinilio sobre pañete a 2 manos	M2	69,62	\$ 13.000	\$ 905.060
4	CUBIERTAS				
4,1	Canal Pvc Amazonas	ML	35	\$ 115.000	\$ 4.025.000
5	EXCAVACIONES				
5,1	Excavaciones varias sin clasificar incluye retiro de sobrantes	M3	250	\$ 28.000	\$ 7.000.000
5,2	Relleno en recebo comun compactado mecanicamente	M3	250	\$ 109.000	\$ 27.250.000
Nota: Los costos unitarios fueron tomados de los proveedores y precio gobernacion vigencia 2024			Sub Total		\$ 57.020.613,5
			AIU	33%	\$ 18.816.802,5
			Total		\$ 75.837.416,0

Fuente: Propia Autores: Ricardo Arturo Buitrago Gutiérrez y Julián David Jaramillo Díaz

## 11. Conclusiones

❖ Se identificó y clasifíco las lesiones presentes en los módulos 1 y 2 mediante las fichas de lesiones, cabe resaltar para dar un diagnóstico asertivo de algunas lesiones es pertinente realizar ensayos como carbonatación, extracción de núcleos, ultrasonido, apiques para verificar el estado de la cimentación.

❖ Se realizaron ensayos no destructivos para determinar las posibles causas directas de las lesiones y realizar un diagnóstico eficaz.

❖ Se concluye que la institución tiene un grado de vulnerabilidad alta ante un evento sísmico debido a que la estructura es muy rígida y ante un evento de gran magnitud puede causar un volcamiento de los elementos no estructurales.

❖ Se debe actualizar la estructura a la norma vigente Nsr 10, ya que esta edificación fue construida en los años 50 y para esta época no existía un reglamento de construcción, por tal motivo es necesario que la estructura cumpla con los requisitos mínimos de la norma sismo resistente vigente.

❖ Con el diagnóstico se concluye que las propuestas de intervención tienen como finalidad alargar la vida útil de la institución priorizando el costo beneficio.

## 12. Recomendaciones

Las lesiones más comunes encontradas e identificadas en los planos de calificación son de origen mecánico, físico y químico, fallas como fisuras, humedades, desprendimientos y eflorescencias, observadas en el interior y exterior de los módulos son causadas principalmente por falta de mantenimiento preventivo, procesos constructivos y desgaste de los materiales.

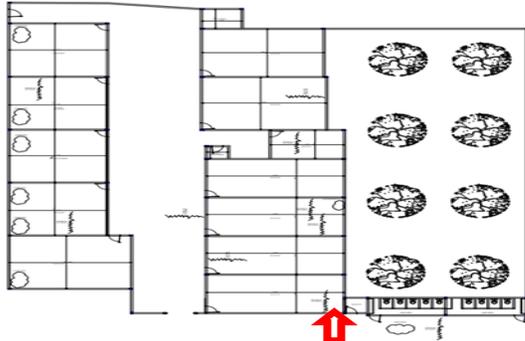
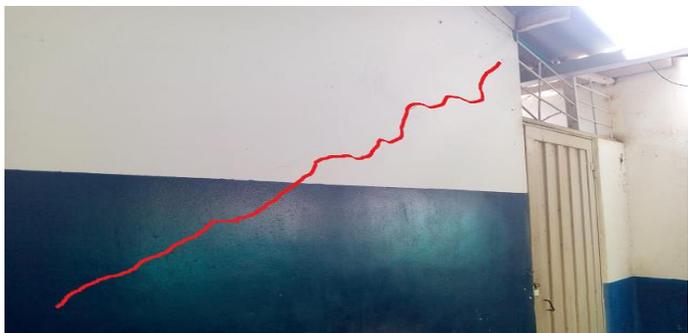
Para identificar las causas de estas lesiones se realizaron ensayos no destructivos como esclerometría de los elementos en concreto reforzado, ferroscañ para identificar el acero de refuerzo existente, calicatas para realizar una caracterización de la cimentación y por último un estudio de suelos. Los análisis de los resultados de estos ensayos indican que el módulo 2 tiene la mayor afectación debido a que su configuración estructural son perfiles metálicos cumpliendo la función de columna donde se observa que el mortero de pañete no posee un puente adherente adecuado entre metal y el pañete dado a que se observa que donde se encuentra localizados los perfiles el pañete tiende a presentar fisura miento entre estos dos materiales, por otra parte se evidencia en que la franja lateral del mismo módulo hay presencia de organismos vegetales como plantas, microorganismos y árboles que está afectando directamente los salones de clase debido a que están invadiendo los muros perimetrales del módulo, la no presencia de una viga canal que realice la recolección adecuada de aguas lluvias y la topografía del lote baldío no cuenta las pendientes adecuadas para la evacuación de las mismas, hace que estas se empocen cambiando las propiedades del suelo en épocas de invierno debido a que aumenta la humedad y la plasticidad en la subrasante.

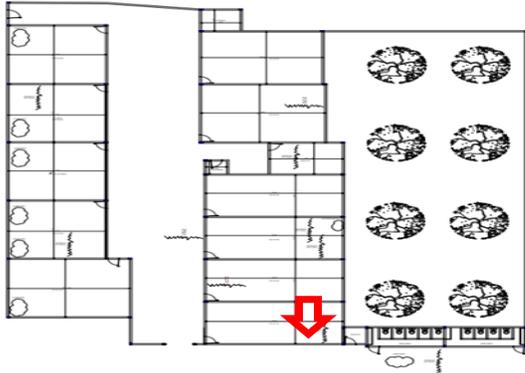
- ❖ Realizar un sistema de recolección de aguas lluvias tipo canal en la zona posterior del módulo 2, que conduzca el flujo del agua a un descole canalizado y no se vierta directamente a la superficie del suelo con el fin de evitar empozamientos de agua.
- ❖ Realizar la poda adecuada de la capa vegetal con el fin de que no invada los salones ni el sistema de cubierta para evitar el colapso de las vigas canales.
- ❖ Realizar una nivelación con material común logrando generar pendientes al ala oeste del lote baldío con el fin de que el agua lluvia circule de manera correcta y no genere empozamientos hacia la culata lateral del módulo 2, debido a que el perfil de suelo en esta zona son arcillas limosas lo cual al estar con el agua cambia las propiedades del suelo considerablemente aumentando su plasticidad y ocasionando asentamientos diferenciales en la estructura.

### Referencias Bibliográficas

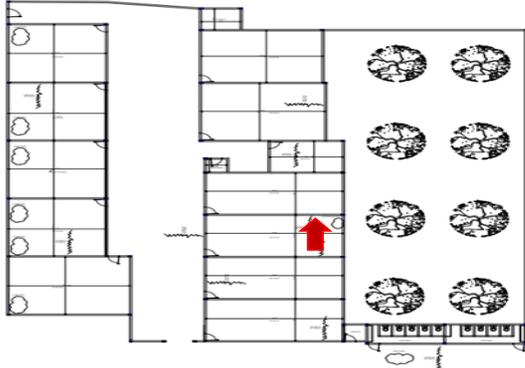
- Broto, C. (2005). Enciclopedia Broto de Patología de la Construcción. IJB EDICIONES.
- CIRO FLOREZ, I. A., & JIMENEZ BEJARANO, W. Y. (2017). ESTUDIO PATOLOGICO EN VIVIENDA FAMILIAR MUNICIPIO GUACHALA CUNDINAMARCA. BOGOTA.
- Duarte Ahumada, M. G., & Mora Quimbaya, W. (2022). Estudio Patologico de la Institucion Educativa Gabriel Plazas Bloque 1 Del municipio de Villavieja en el Departamento del Huila. Villavieja Huila.
- Ministerio de vivienda, a. y., & Decreto 1711 de 2021. (13 de 12 de 2021). Ministerio de vivienda. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-1711-del-13-de-diciembre-de-2021>
- Ministerio del Medio Ambiente, vivienda y Desarro. (2010). Nsr 10. Bogota D.C: Panamericana.
- MUÑOZ M., H. A. (2001). EVALUACION Y DIAGNOSTICO. BOGOTA: ASOCRETO.
- Senado de la Republica. (28 de 10 de 1993). Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0080\\_1993.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html)
- Troncoso Valencia, A. M., Vargas Garcia, F., & Capera Hernandez, M. A. (2021). Caso de Estudio Patologico Del Bloque educativo de la Universidad de Cundinamarca Sede Girardot. Girardot.

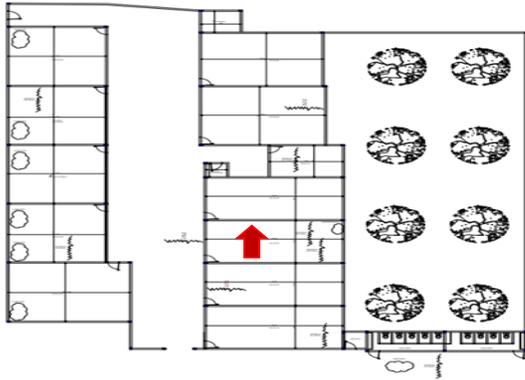
*Anexo A Fichas de lesiones*

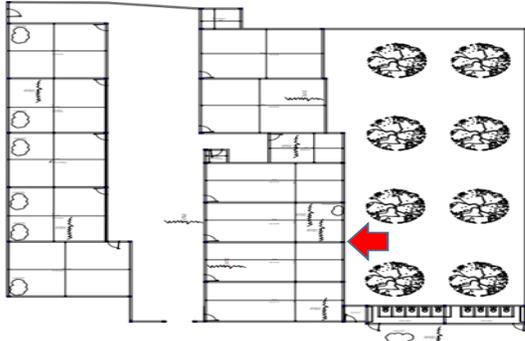
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 1		
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN					
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	SALON N° 1/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO			
								
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		QUIMICAS - BIOLOGICAS	<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA			EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION			<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>			PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE			<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO	X		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>			AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.			GALVANIC.	
	LAV. DIFEREN.			ACA. X ELE.			INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>			<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES				
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		ENSAYOS	DESTRUCTIV.		MUSGOS	
LEVE	X	REPARAR	X	NO DESTRUC.	X		MOHOS	
MODERA.		CORREGIR		<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO	X	<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
SEVERO		PROTEGER			REGULAR		DIRECTAS	X
GRAVE		MANTENER		MALO		INDIRECTAS		
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	FORENSE		PREVENTIVA		
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO EXTERIOR DEL SALON NUMERO 1, LA CAUSA DE ESTA LESION SE PRODUCE POR RETRACCION EN EL MORTERO, SU ESPESOR DE 0,25 MM.</b>								

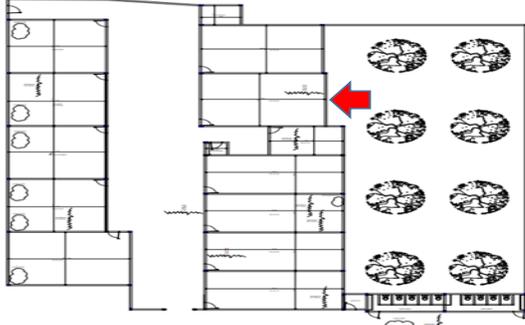
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 2	
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN				
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	SALON N° 1/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO		
							
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO	X	INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.		
LEVE	X	REPARAR	X		NO DESTRUC.	X	
MODERA.		CORREGIR		<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO	X	
SEVERO		PROTEGER			REGULAR		
GRAVE		MANTENER			MALO		
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	FORENSE		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
					INDIRECTAS		
					PREVENTIVA		
DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO INTERIOR DEL SALON NUMERO 1, LA CAUSA DE ESTA LESION SE PRODUCE POR RETRACCION EN EL MORTERO							

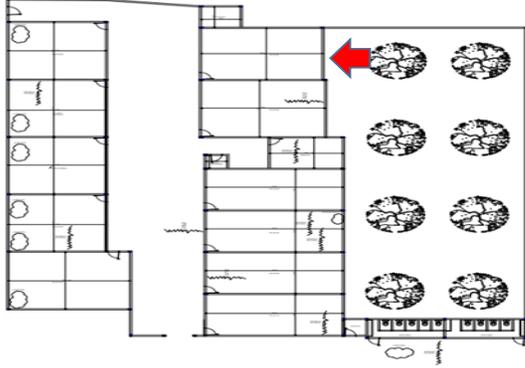
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 3		
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN					
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	SALON N° 3/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO			
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>		
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.		
	CAPILAR			DILATAACION		<b>OXIDACION</b>		
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA		
	CONDENSACION			SOPORTE	X	<b>CORROSION</b>		
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION		
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.		
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.		
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.		
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>		
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES				
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		ENSAYOS	DESTRUCTIV.	MUSGOS		
LEVE		REPARAR		NO DESTRUC.	X	MOHOS		
MODERA.		CORREGIR	X	<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO	<b>CAUSA DE LA LESION</b>		
SEVERO		PROTEGER			REGULAR	X	DIRECTAS	
GRAVE	X	MANTENER			MALO		INDIRECTAS	X
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA		FORENSE	PREVENTIVA		
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO INTERIOR DEL SALON NUMERO 3, ES UNA FISURA REFLEJO DEL SOPORTE DEBIDO A QUE SE DA UNA DISCONTINUIDAD CONSTRUCTIVA POR FALTA DE ADHERENCIA O POR DEFORMACION CUANDO EL SOPORTE ES SOMETIDO A MOVIMIENTO QUE NO PUEDE RESISTIR.</b>								

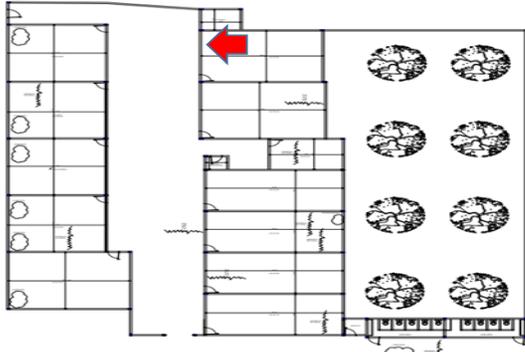
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 4			
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN						
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	SALON N° 3/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO				
									
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>			
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.			
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>			
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA			
	CONDENSACION			SOPORTE	X	<b>CORROSION</b>			
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION			
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.			
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.			
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.			
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>			
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES					
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		QUIMICAS - BIOLOGICAS	MUSGOS				
LEVE		REPARAR			NO DESTRUC.	X	MOHOS		
MODERA.		CORREGIR	X	<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO		<b>CAUSA DE LA LESION</b>		
SEVERO		PROTEGER		REGULAR	X		DIRECTAS		
GRAVE	X	MANTENER		MALO			INDIRECTAS	X	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	FORENSE			PREVENTIVA		
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO INTERIOR DEL SALON NUMERO 3, ES UNA FISURA REFLEJO DEL SOPORTE DEBIDO A QUE SE DA UNA DISCONTINUIDAD CONSTRUCTIVA POR FALTA DE ADHERENCIA O POR DEFORMACION CUANDO EL SOPORTE ES SOMETIDO A MOVIMIENTO QUE NO PUEDE RESISTIR.</b>									

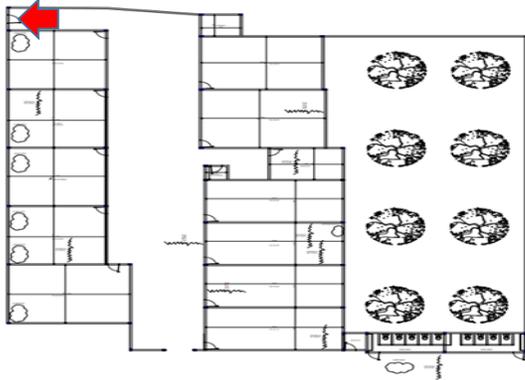
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 5	
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN				
		UBICACIÓN	SALON N° 3/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO		
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION				
							
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE	X	<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LAV. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		DESTRUCTIV.		MUSGOS	
LEVE		REPARAR		NO DESTRUC.	X	MOHOS	
MODERA.	X	CORREGIR	X	<b>CAUSA DE LA LESION</b>			
SEVERO		PROTEGER		BUENO		DIRECTAS	
GRAVE		MANTENER		REGULAR	X	INDIRECTAS	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	MALO		PREVENTIVA	
				FORENSE			
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO INTERIOR DEL SALON NUMERO 3, ES UNA FISURA REFLEJO DEL SOPORTE DEBIDO A QUE SE DA UNA DISCONTINUIDAD CONSTRUCTIVA POR FALTA DE ADHERENCIA O POR DEFORMACION CUANDO EL SOPORTE ES SOMETIDO A MOVIMIENTO QUE NO PUEDE RESISTIR.</b>							

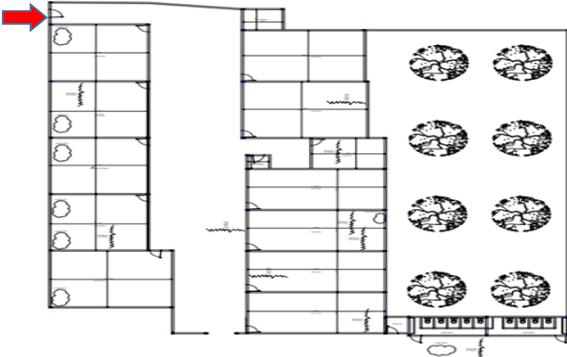
MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 6	
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN				
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	SALON N° 3/ MODUL.2	ELEMENTO	MURO		
							
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION			<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.	X	INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		DESTRUCTIV.		MUSGOS	
LEVE		REPARAR		NO DESTRUC.	X	MOHOS	
MODERA.		CORREGIR	X	<b>CAUSA DE LA LESION</b>		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
SEVERO	X	PROTEGER		BUENO		DIRECTAS	X
GRAVE		MANTENER		REGULAR		INDIRECTAS	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	MALO	X	PREVENTIVA	
				FORENSE			
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO POSTERIOR ENTRE LOS SALONES 2 Y 3, SE EVIDENCIA QUE NO HAY PRESENCIA DE UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, Y SUS CAUSAS SE DERIVAN POR FALTA DE MANTENIMIENTO, CALIDAD DE LOS MATERIALES, EXPOSICION A LA INTERMPERIE Y FLORA INVASIVA EN TODA ESTA AREA.</b>							

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 7		
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN					
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN		LINDERO POST. MOD. 2	ELEMENTO	MURO		
								
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		QUIMICAS - BIOLOGICAS	<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA			EFLORESCEN.	X
	CAPILAR			DILATACION			<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>			PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE			<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO			INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>			AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.			GALVANIC.	
	LAV. DIFEREN.			ACA. X ELE.			INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>			<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES				
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		ENSAYOS	DESTRUCTIV.		MUSGOS	
LEVE		REPARAR		NO DESTRUC.	X	MOHOS	X	
MODERA.		CORREGIR	X	<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>		<b>CAUSA DE LA LESION</b>		
SEVERO		PROTEGER		BUENO		DIRECTAS	X	
GRAVE	X	MANTENER		REGULAR		INDIRECTAS		
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	MALO	X	PREVENTIVA		
				FORENSE				
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO POSTERIOR DEL SALON N° 5, DONDE SE EVIDENCIA PRESENCIA DE LA CAPA VEGETAL INVADIENDO EL MURO LATERAL DE LA FACHADA POSTERIOR DEL MODULO 2, PROVOCANDO UNA HUMEDAD POR FILTRACION, MOHO SOBRE LA SUPERFICIE Y LA PRESENCIA DE SALES.</b>								

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 8	
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN				
LOCALIZACION DE LA LESION		UBICACIÓN	LINDERO POST. MOD. 2	ELEMENTO	MURO		
							
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.		
LEVE		REPARAR			NO DESTRUC.	X	
MODERA.		CORREGIR	X	<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO		
SEVERO		PROTEGER			REGULAR		
GRAVE	X	MANTENER			MALO	X	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	FORENSE		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
					INDIRECTAS		
					PREVENTIVA		
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO POSTERIOR DEL SALON N° 6, ESTA HUMEDAD SE DERIVA COMO CONSECUENCIA DE FACTORES COMO LA LLUVIA, UN MAL MANEJO DE AGUAS, FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, AFECTANDO DIRECTAMENTE EL MATERIAL Y LA ESTETICA DEL ELEMENTO.</b>							

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 9		
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN					
UBICACIÓN		SALON N° 6	ELEMENTO	MURO				
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION					
								
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		QUIMICAS - BIOLOGICAS	<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA			EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION			<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>			PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE			<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO			INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>			AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.			GALVANIC.	
	LAV. DIFEREN.			ACA. X ELE.			INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>			<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES				
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.		MUSGOS	
LEVE		REPARAR	X		NO DESTRUC.	X	MOHOS	
MODERA.	X	CORREGIR		<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
SEVERO		PROTEGER			REGULAR	X	DIRECTAS	X
GRAVE		MANTENER			MALO		INDIRECTAS	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA		FORENSE		PREVENTIVA	
<b>DESCRIPCION: LESION PRESENTE EN EL MURO POSTERIOR DEL SALON N° 6, ESTA HUMEDAD SE DERIVA COMO CONSECUENCIA DE FACTORES COMO LA LLUVIA, UN MAL MANEJO DE AGUAS, FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, AFECTANDO DIRECTAMENTE EL MATERIAL Y LA ESTETICA DEL ELEMENTO.</b>								

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 10		
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN					
UBICACIÓN		FACHADA INTERIOR MOD. 1	ELEMENTO	MURO				
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION					
								
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>		
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.		
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>		
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>		PREVIA		
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>		
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION		
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.		
	DE DEPOSITO			ACA. CONT.		GALVANIC.		
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.		
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>		
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES				
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.			
LEVE		REPARAR	X		NO DESTRUC.	X		
MODERA.	X	CORREGIR		<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO	<b>CAUSA DE LA LESION</b>		
SEVERO		PROTEGER			REGULAR	X	DIRECTAS	X
GRAVE		MANTENER			MALO		INDIRECTAS	
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA		FORENSE		PREVENTIVA	
<b>DESCRIPCION: LA LESION ES UNA HUMEDAD Y SUCIEDAD PRESENTE EN EL MURO DE LA FACHADA PRINCIPAL POR UNA DE LAS VIAS DE ACCESO A LA ESCUELA, ESTAS PARTICULAS ALLI ADHERIDAS SOBRE LA SUPERFICIE DEL MURO SON COMO CAUSA DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO, AGENTE ATMOSFERICOS POR LA CIRCULACION DE AUTOMOTORES Y LAS VARIACIONES CLIMATICAS.</b>								

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 11	
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN				
UBICACIÓN		FACHADA PRINCIPAL	ELEMENTO	MURO			
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION				
							
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>	
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.	
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>	
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>		PREVIA	
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>	
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION	
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.	
	DE DEPOSITO	X		ACA. CONT.		GALVANIC.	
	LAV. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.	
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>	
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES			
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		QUIMICAS - BIOLOGICAS	MUSGOS		
LEVE		REPARAR	X		NO DESTRUC.	X	
MODERA.	X	CORREGIR			BUENO		
SEVERO		PROTEGER			REGULAR	X	
GRAVE		MANTENER			MALO		
PATOLOGI.	GERIATRICA	X	PEADIATRICA	FORENSE		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
						DIRECTAS	X
						INDIRECTAS	
						PREVENTIVA	
<b>DESCRIPCION: LA LESION ES UNA HUMEDAD Y SUCIEDAD PRESENTE EN EL MURO DE LA FACHADA PRINCIPAL POR UNA DE LAS VIAS DE ACCESO A LA ESCUELA, ESTAS PARTICULAS ALLI ADHERIDAS SOBRE LA SUPERFICIE DEL MURO SON COMO CAUSA DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO, AGENTE ATMOSFERICOS POR LA CIRCULACION DE AUTOMOTORES Y LAS VARIACIONES CLIMATICAS.</b>							

MD UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos		LEVANTAMIENTO DE LESIONES				FICHA N° 12			
		PACIENTE	INSTITUCION EDUCATIVA MANUELA BELTRAN						
UBICACIÓN		FACHADA PRINCIPAL	ELEMENTO	MURO					
LOCALIZACION DE LA LESION			IDENTIFICACION DE LA LESION						
FISICAS	<b>HUMEDAD</b>		MECANICAS	<b>GRIETAS</b>		<b>EFLORESCENCIA</b>			
	OBRA			CARGA		EFLORESCIEN.			
	CAPILAR			DILATACION		<b>OXIDACION</b>			
	FILTRACION	X		<b>FISURAS</b>		PREVIA			
	CONDENSACION			SOPORTE		<b>CORROSION</b>			
	ACCIDENTAL			ACABADO		INMERSION			
	<b>SUCIEDAD</b>			<b>DESPRENDIMIENTO</b>		AIR. DIFER.			
	DE DEPOSITO	X		ACA. CONT.		GALVANIC.			
	LA V. DIFEREN.			ACA. X ELE.		INTERREG.			
	<b>EROSION</b>			<b>EROSION</b>		<b>ORGANIS. VEGETAL</b>			
ATMOSFERA		MECANICA		LIQUENES					
<b>ESCALA DE DAÑO</b>		<b>ACCION. CORRECTIV.</b>		<b>ENSAYOS</b>	DESTRUCTIV.		MUSGOS		
LEVE		REPARAR	X		NO DESTRUC.	X	MOHOS		
MODERA.	X	CORREGIR			<b>CALIDAD DEL MATERIAL</b>	BUENO		<b>CAUSA DE LA LESION</b>	
SEVERO		PROTEGER				REGULAR	X	DIRECTAS	X
GRAVE		MANTENER				MALO		INDIRECTAS	
<b>PATOLOGI.</b>	<b>GERIATRICA</b>	X	<b>PEADIATRICA</b>	<b>FORENSE</b>		<b>PREVENTIVA</b>			
<b>DESCRIPCION: LA LESION ES UNA HUMEDAD Y SUCIEDAD PRESENTE EN EL MURO DE LA FACHADA PRINCIPAL POR UNA DE LAS VIAS DE ACCESO A LA ESCUELA, ESTAS PARTICULAS ALLI ADHERIDAS SOBRE LA SUPERFICIE DEL MURO SON COMO CAUSA DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO, AGENTE ATMOSFERICOS POR LA CIRCULACION DE AUTOMOTORES Y LAS VARIACIONES</b>									

*Anexo B Levantamiento Topográfico*

TOPOGRAFÍA



LEVANTAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUELABELTRAN

AUTORES:

TOPOGRAFIA SABADOS 24-1

DIRECTOR

ING. FRANCISCO ANTONIO POMAR ROA

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS - UNIMINUTO SEDE

GIRARDOT

**TOPOGRAFÍA NRC5118**

**2024**

**OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio detallado y exhaustivo del relieve del terreno de la Escuela Manuela Beltrán, ubicada en la ciudad de Girardot – Barrio San Jorge, mediante la aplicación de técnicas topográficas y el uso del software AutoCAD. Este estudio incluirá la generación de curvas de nivel, la elaboración de perfiles topográficos, y el establecimiento de una poligonal cerrada, con el propósito de caracterizar y comprender la configuración del terreno, identificar sus elevaciones y pendientes. Además, se buscará crear una representación precisa y detallada de la superficie del terreno y determinar las medidas de área de las instalaciones. Los datos obtenidos se recopilarán

para llevar a cabo el levantamiento del plano correspondiente y proporcionar un conocimiento exacto de la extensión del terreno.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

❖ Proporcionar información detallada sobre la ubicación geográfica de la Escuela Manuela Beltrán, incluyendo coordenadas geográficas, dirección y referencias relevantes.

❖ Realizar planos de planta precisos para toda el área de la escuela Manuela Beltrán. Estos planos deben incluir medidas exactas de las áreas construidas, distribución de espacios, ubicación de aulas, pasillos y otros elementos relevantes.

❖ Identificar y determinar claramente las áreas construidas (edificios, patios, cancha, cafetería, baños, etcétera) y las áreas libres (jardines, espacios abiertos) de cada plano mencionado anteriormente teniendo en cuenta sus alrededores y los límites del terreno.

❖ Generar curvas de nivel del terreno, realizando mediciones en campo para obtener puntos de cotas de diferentes alturas en toda el área de estudio para procesar los datos obtenidos para generar las curvas de nivel, representando las variaciones de elevación en el terreno.

❖ Elaborar perfiles topográficos, seleccionando las secciones representativas del terreno para obtener perfiles longitudinales, utilizando las mediciones de campo para trazar perfiles que muestren las elevaciones y pendientes a lo largo de las secciones seleccionadas.

❖ Establecer una poligonal cerrada como marco de referencia, identificando puntos de referencia clave y establecer una poligonal cerrada que abarque todo el perímetro del área de estudio.

❖ Crear una representación detallada en AutoCAD, utilizando el software para ingresar y procesar los datos topográficos recolectados y así generar planos detallados que incluyan curvas de nivel, perfiles topográficos y la poligonal cerrada, obteniendo en un plano final coherente y detallado los símbolos pertinentes para facilitar la interpretación del plano por parte de los usuarios.

## INTRODUCCIÓN

La Corporación Universitaria Minuto de Dios ha encomendado a los estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Civil la importante tarea de llevar a cabo el levantamiento topográfico de la Escuela Manuela Beltrán, ubicada en la ciudad de Girardot. Este proyecto representa una valiosa oportunidad para que los universitarios apliquen sus conocimientos teóricos en un contexto práctico.

Durante el proceso de levantamiento, se consideraron meticulosamente las áreas construidas y las áreas libres del terreno. El objetivo principal fue determinar el área de las instalaciones de la escuela y analizar detalladamente el relieve del terreno, identificar sus características topográficas principales y generar una representación precisa de la superficie. Para lograrlo, se realizaron mediciones manuales utilizando instrumentos como flexómetros y decímetros, y se emplearon técnicas avanzadas de topografía y el software AutoCAD para el procesamiento de datos.

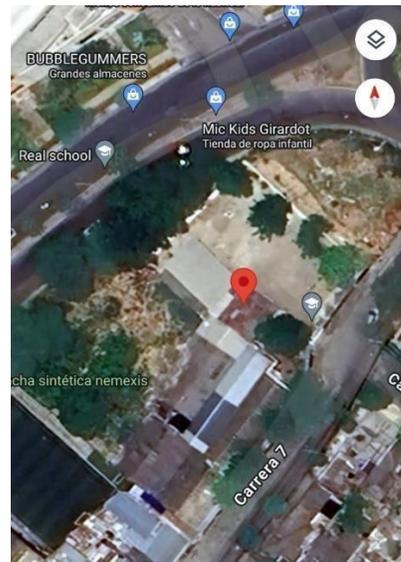
La importancia de este estudio radica en la necesidad de obtener información precisa sobre el terreno donde se ubican estas instituciones educativas, lo cual es fundamental para futuras planificaciones y proyectos relacionados con el desarrollo y mantenimiento de las mismas. La generación de curvas de nivel, la elaboración de perfiles topográficos y el establecimiento de una poligonal cerrada son procesos clave para comprender la configuración del terreno y sus posibles implicaciones en términos de diseño y construcción.

Este informe detallará los resultados obtenidos, destacará la contribución activa de los estudiantes al aplicar sus habilidades técnicas en el campo de la topografía, abordará el proceso de análisis de los datos recolectados, destacando las elevaciones y pendientes identificadas, y presentará una representación gráfica del terreno en forma de plano topográfico generado con el software AutoCAD. Este documento servirá como una herramienta fundamental para la toma de

decisiones informadas respecto al desarrollo y manejo del terreno estudiado. El estudio topográfico realizado tiene como objetivo principal caracterizar y comprender el relieve del terreno mediante técnicas especializadas, con el propósito de proporcionar información valiosa para su adecuado estudio.

## DESCRIPCION DEL AREA DEL TERRENO

### UBICACIÓN GEOGRAFICA



Latitud: 4°30'69.84" Longitud:

74°79'7.67"

### CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

El terreno está ubicado en el barrio San Jorge específicamente en la dirección: Carrera 7 # 33 - 51, Girardot, Cundinamarca, que se encuentra ubicada en el municipio de Girardot, en el departamento de Cundinamarca. El clima en esta región es tropical de sabana, con una temperatura promedio anual de alrededor de 28 °C.

Se presentan dos estaciones principales: una temporada seca donde las condiciones climáticas son calurosas y secas, con una temperatura promedio de alrededor de 30 °C y una

humedad relativa del aire bastante baja. Otra lluviosa, donde el clima tiende a ser más húmedo y las temperaturas pueden ser un poco más frescas, alrededor de los 25-28 °C.

#### ASPECTOS GENERALES

#### UNIDADES DE MEDIDA

Se llama unidad de medida a una referencia convencional que se usa para medir la magnitud física de un determinado objeto, sustancia o fenómeno. En este caso nuestra unidad será metros(m).

#### METRO CUADRADO

Es la unidad principal de medida de superficie en SI, y se representa por  $m^2$

#### MEDIDA DE ÁNGULOS

Es llamado el sistema sexagesimal y su unidad de medida es el grado ° sexagesimal y se define como  $1/360^\circ$  de un Angulo completo.

#### ESCALA

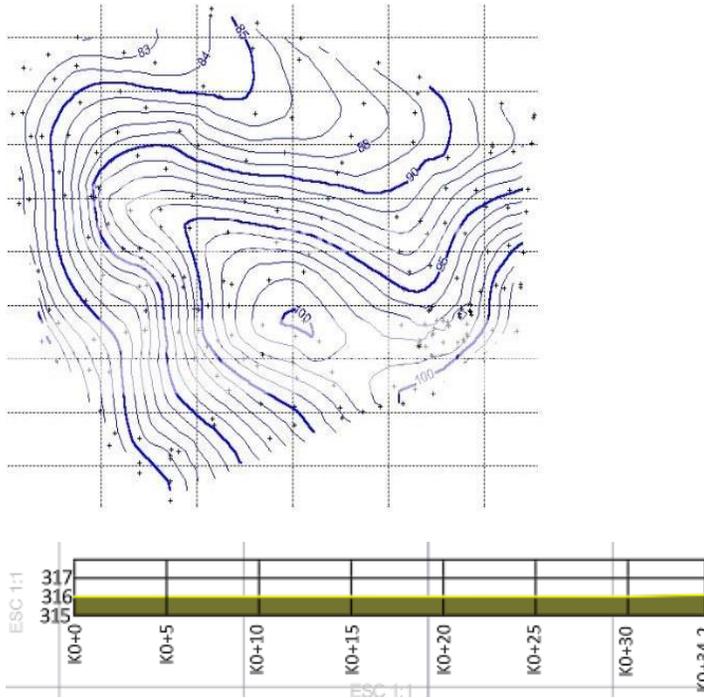
Este coeficiente de reducción, constante para cada plano, se denomina escala y no es más que la relación de semejanza entre la magnitud del objeto que representa el plano y su correspondiente medida en el terreno. Las escalas pueden ser gráficas o numéricas.

#### PLANO

Los planos de planta son dibujos a escala que muestran la relación entre habitaciones, espacios y características físicas vistos desde arriba

#### CURVAS DE NIVEL

Las curvas de nivel son las líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria en dirección horizontal. En ese tenor podemos definir que una línea de nivel representa la intersección de una superficie de nivel con el terreno. En un plano las curvas de nivel se dibujan para representar intervalos de altura que son equidistantes sobre un plano de referencia.



**Esta diferencia de altura entre curvas recibe la denominación de “equidistancia”.**

La topografía se muestra gráficamente por curvas de nivel. Cada curva de nivel es una línea continua, la cual forma una figura cerrada, ya sea dentro o más allá de los límites del mapa o del dibujo (cuando estas líneas cruzan una característica vertical hecha por el hombre, tal como una pared o gradas, esa curva de nivel se superpondrá con esa característica en la el plano). Todos los puntos de la curva de nivel están a la misma elevación y todas las curvas de nivel están separadas en un mapa por el intervalo de la curva, el cual es la diferencia en elevación entre las curvas. Se requiere de dos o más curvas de nivel para indicar una forma tridimensional y la dirección de una pendiente. La dirección de la pendiente es siempre perpendicular a las curvas de nivel y, por lo tanto, cambia de acuerdo al cambio de dirección de las curvas. El agua fluye de manera perpendicular a las curvas de nivel en dirección de bajada.

Generalmente, para la misma escala e intervalo de nivel, el ángulo de la inclinación se incrementa a medida que la distancia entre las curvas de nivel disminuye. Las curvas de nivel

igualmente espaciadas indican una inclinación que se mantiene constante. Las curvas de nivel nunca se cruzan excepto cuando existe un precipicio saliente, un puente natural o alguna forma de tierra similar. Finalmente, en el paisaje natural, las curvas de nivel nunca se dividen o se parten.

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

Las curvas no se cruzan entre sí.

Deben ser líneas cerradas, aunque esto no suceda dentro de las líneas del dibujo.

Cuando se acercan entre sí indican un declive más pronunciado y viceversa.

Las curvas de nivel cortan los caminos con pendiente o cresta según curvas características en forma de U.

La línea litoral o de costa de un lago pequeño constituye una curva de nivel fija, si no se considera la afluencia, el derrame, y los efectos del viento.

Los accidentes orográficos de control para determinar las líneas de nivel son generalmente las líneas de drenaje o escurrimiento.

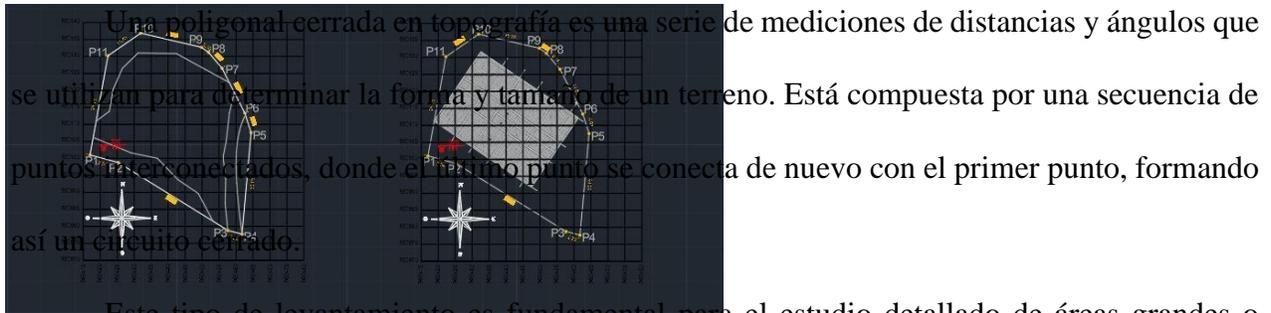
Una simple curva de nivel de una elevación dada no puede existir entre dos curvas de nivel de igual altura de mayor o menor elevación.

#### APLICACIÓN DE LAS CURVAS DE NIVEL

Una vez elaborado el mapa topográfico con la representación gráfica del relieve del terreno por medio de las curvas de nivel, podemos utilizar el mismo de diferentes maneras a la planificación y ejecución de obras civiles.

Un mapa topográfico bien elaborado constituye una base de información indispensable en la planificación y ejecución y control de todo proyecto de un mapa topográfico con curvas de nivel podemos determinar la cota o elevación de cualquier punto sobre el plano la pendiente entre dos puntos, estimar los volúmenes de corte y relleno de material requeridos en la ejecución de una obra

#### POLIGONAL CERRADA



Este tipo de levantamiento es fundamental para el estudio detallado de áreas grandes o pequeñas, ya que proporciona datos precisos sobre la elevación y el contorno del terreno.

En la topografía, las poligonales cerradas se utilizan para establecer puntos de control y para medir distancias y ángulos entre ellos. Esto permite crear mapas detallados y modelos tridimensionales del terreno, lo que es crucial en ingeniería civil, construcción, agricultura y varias otras áreas. La precisión en la realización de una poligonal cerrada es fundamental para garantizar la exactitud de los cálculos y el diseño de proyectos que dependen de la topografía del terreno.

En resumen, una poligonal cerrada en topografía es una herramienta esencial que permite obtener información detallada sobre la forma y las características del terreno, lo que es vital para varios campos profesionales y actividades de ingeniería. Es necesario utilizar equipos especializados y técnicas precisas para lograr mediciones exactas y confiables que permitan un análisis detallado y la planificación eficaz de proyectos.

#### importancia de la poligonal cerrada en topografía

La poligonal cerrada es un elemento crucial en el trabajo topográfico, ya que proporciona un marco de referencia para la medición precisa de terrenos. Esta técnica permite establecer puntos de control que son fundamentales para garantizar la precisión de los cálculos y mediciones topográficas. Al cerrar la poligonal, se puede detectar y corregir cualquier error de medición, lo que garantiza la fiabilidad de los datos obtenidos.

En topografía, la poligonal cerrada permite verificar la precisión de las mediciones y cálculos realizados, lo que es esencial para la elaboración de mapas detallados, planificación de

proyectos de construcción y análisis de terrenos. Al establecer una red de puntos de control interconectados, se facilita la visualización y comprensión de la forma y estructura del terreno, lo que es de vital importancia para numerosas aplicaciones en ingeniería, arquitectura y gestión de recursos naturales.

cómo realizar una poligonal cerrada en topografía

Realizar una poligonal cerrada en topografía es un proceso fundamental para el levantamiento de terrenos. Este procedimiento tiene como objetivo obtener coordenadas precisas de puntos mediante la medición de ángulos y distancias. Para llevar a cabo una poligonal cerrada, es crucial asegurar la precisión en las mediciones y el cálculo de coordenadas, lo que garantizará la fiabilidad de los resultados para cualquier proyecto topográfico.

En la topografía, una poligonal cerrada se compone de una serie de puntos interconectados, donde el último punto se relaciona con el primero, formando un circuito cerrado. Es esencial seguir un protocolo riguroso para el establecimiento de los puntos de control, la toma de medidas y la verificación de errores, con el fin de evitar discrepancias en los datos obtenidos. Asimismo, la utilización de tecnologías avanzadas, como estaciones totales y software de topografía, optimiza el proceso y garantiza la precisión de la poligonal.

Al realizar una poligonal cerrada, es necesario considerar las condiciones del terreno, la visibilidad entre puntos y la distribución estratégica de las estaciones de medición. Además, el conocimiento experto en el manejo de equipos topográficos y la aplicación de métodos matemáticos para el cálculo de coordenadas son aspectos clave para lograr una poligonal cerrada precisa y confiable.

FÓRMULAS MATEMÁTICAS

FÓRMULA DE HERÓN

En geometría plana es elemental la fórmula de Herón, cuya invención se atribuye al matemático griego Herón de Alejandría, da el área de un triángulo conociendo las longitudes de sus tres lados  $a$ ,  $b$  y  $c$ :

$$\text{Área} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

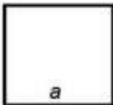
donde  $s$  es el semiperímetro del triángulo:

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

### FORMULAS BÁSICAS GEOMÉTRICAS

FORMA

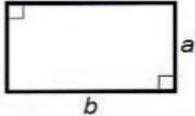
**Cuadrado**



$A = a^2$   
 Fórmula área  
 $P = 4 \cdot a$   
 Fórmula perímetro

FORMA

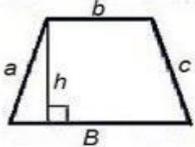
**Rectángulo**



$A = b \cdot a$   
 Fórmula área  
 $P = 2 \cdot (b + a)$   
 Fórmula perímetro

FORMA

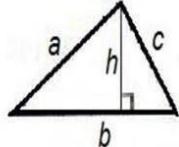
**Trapezio**



$A = \frac{(B + b) \cdot h}{2}$   
 Fórmula área  
 $P = B + b + a + c$   
 Fórmula perímetro

FORMA

**Triángulo**



$A = \frac{b \cdot h}{2}$   
 Fórmula área  
 $P = a + b + c$   
 Fórmula perímetro

TRABAJO DE CAMPO

EQUIPOS UTILIZADOS

### Cinta métrica (Decámetro)

Es una cinta métrica, empleada para medir longitudes mayores a 10mts demucha ayuda para trabajos y proyectos de construcción y topografía



### GPS (Sistema de Posicionamiento Global)



ERMIN : a los topógrafos conocer exactamente su ubicación dentro de un sistema de referencia. que se utiliza para determinar la posición precisa de un punto en el terreno. Esto se logra mediante una combinación de señales de satélites GPS y cálculos matemáticos.

### Marcador



za para escribir en superficies distintas al papel, ya que su punta suele estar hecha rial poroso que resulta más apropiado para dejar sumarca en otras superficies. de apuntes



ienta fundamental para cualquier persona que desee organizar y registrar ra práctica y eficiente. Se trata de un cuaderno o bloc de notas, donde rincipales, y todas las actividades hechas en el campo, como: medidas, graficas, trazos, figuras, etc.

### PERSONAL

La actividad en el campo de trabajo fue desempeñada por el grupo de topografía sábados 24-1 y la guía del docente.

La actividad de la recopilación y obtención de datos, y levantamiento de los planos fue desempeñada por el siguiente grupo de trabajo:

Luis Carlos Peralta Ortégón: ID 896310

Yeisson Alejandro Torres Céspedes: ID892047

Juana Valentina Salas Aguilar: ID 907417

Brayan Alexis Urquijo: ID 884877

Jonatan Alexis Hernández Rosario: ID 895125

Kelly Johanna Betancourt Manrique: ID 889309

Sergio Alexander Perilla Rodríguez: ID 705897

Nikoll Juliana Ramírez Arciniegas: ID 829526

Roberth German Naranjo Romero: ID 898506

Diego Fernando García Rodríguez: ID 884872

Jaider Steven Mosquera Ramírez: ID 802121

Josher Iván González Ramírez: ID 115180

Jaiver Andrés Mayorga Estupiñán ID889220

## METODOLOGIA

**Definición de Objetivos:** Se establecieron claramente los objetivos del estudio, incluyendo la delimitación del área de estudio y los aspectos específicos a analizar.

**Recolección de Información Preliminar:** Se obtuvo información básica sobre el área, incluyendo mapas existentes, documentos técnicos y características relevantes del terreno.

**Ubicación del terreno:** Se realizó un bosquejo parcial para identificar y tomar medidas.

**Ubicación de puntos de referencia:** Se colocaron puntos de referencia a partir de las esquinas de las edificaciones a medir.

**Establecimiento de Puntos de Control:** Se identificaron y establecieron una red de puntos de control en el área utilizando estaciones totales y/o receptores GNSS para obtener coordenadas precisas.

**Toma de medidas:** Se midió de punto a punto según lo estipulado por el docente teniendo en cuenta los detalles de las edificaciones.

**Medición de Detalles Topográficos:** Se realizaron mediciones detalladas de elevaciones y posiciones de puntos de interés utilizando estación total y nivel de topografía.

**Toma geográfica:** Se utilizó el método inteligente de Mapa Satélite y Mapa de coordenadas.

**Recolección de Datos de Elevación:** Se tomaron puntos de cotas en toda el área de estudio de manera sistemática.

**Procesamiento de Datos:** Se utilizó el software especializado (como AutoCAD Civil 3D) para generar curvas de nivel a partir de los datos de elevación recopilados.

**Selección de Secciones Transversales:** Se identificaron secciones representativas del terreno para elaborar perfiles longitudinales.

**Medición y Cálculo de Perfiles:** Se utilizaron los datos de elevación obtenidos para crear perfiles topográficos que representen las variaciones de elevación a lo largo de las secciones seleccionadas.

**Identificación de Puntos de Control Clave:** Se utilizaron los puntos de control establecidos para definir una poligonal cerrada que encierre el área de estudio.

**Ingreso de Datos Topográficos:** Se introdujeron los datos de curvas de nivel, perfiles topográficos y poligonal cerrada en el software AutoCAD.

**Generación de Plano Topográfico:** Se creó un plano detallado que represente visualmente el relieve del área, mostrando curvas de nivel, perfiles y otros detalles topográficos.

**Solución de planteamiento matemático:** Se llevaron a cabo mediciones a diferentes escalas, según las necesidades específicas del levantamiento planimétrico. Además, se aplicaron los procedimientos adecuados para calcular tanto el área del terreno como su perímetro.

**Levantamiento de los planos:** Se elaboraron los planos empleando el Software AutoCAD, utilizando información obtenida en el trabajo de campo y los datos obtenidos mediante los procedimientos matemáticos.

## CONCLUSIONES

Gracias a las mediciones realizadas durante el trabajo de campo, se lograron obtener los planos de planta de la escuela, Además, también se realizaron los planos de los techos.

Con la elaboración de los planos de planta y los planos del terreno correspondientes a la edificación, se determinó el área del terreno de la escuela, su área construida y calculando su área libre

La generación de curvas de nivel a partir de las mediciones en campo proporcionó una representación visual clara de las variaciones de elevación en el terreno. Estas curvas de nivel son fundamentales para comprender la topografía del área y fueron generadas con precisión a partir de los datos recolectados.

Los perfiles topográficos elaborados a partir de secciones representativas del terreno nos permitieron visualizar con detalle las elevaciones y pendientes a lo largo de diferentes transectos. Estos perfiles son esenciales para evaluar la topografía de manera longitudinal.

La poligonal cerrada que establecimos nos proporcionó un marco de referencia confiable para el estudio, asegurando la precisión y coherencia de los datos recopilados. Los puntos de

control identificados fueron clave para definir este marco y garantizarnos la integridad de las mediciones.

La representación detallada del terreno en AutoCAD, integrando curvas de nivel, perfiles topográficos y la poligonal cerrada, nos permitió la creación de un plano final coherente y detallado. La inclusión de símbolos pertinentes facilita la interpretación del plano por parte de los usuarios, proporcionando una herramienta valiosa para futuras aplicaciones y análisis.

### BIBLIOGRAFÍA

Gallego Salguero, Á. y Sánchez Marco, M. (2014). Manual de topografía en ingeniería: ed. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Carmen de la Fuente Blanco, 16 de mayo (2017). Módulo de matemáticas académicas II unidad 5 unidades de medida.

Alcántara García, D. (2014). Topografía y sus aplicaciones: ed. México D.F, Grupo Editorial Patria.

### REFERENCIAS

<https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/57376?page=16>.

<https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/98297?page=144>.

[https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFSWyFlc9I5GEQDAfXdAx.;\\_ylu=Y29sbwNi](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFSWyFlc9I5GEQDAfXdAx.;_ylu=Y29sbwNi)

[ZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1708131846/RO=10/RU=http%](http://ZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1708131846/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.apuntesmareaverde.org.es%2fgrupos%2fmat%2fPERSONAS%2520ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrlCMhvNGdeg.SljfxM-)

[3a%2f%2fwww.apuntesmareaverde.org.es%2fgrupos%2fmat%2fPERSONAS%2520ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrl](http://www.apuntesmareaverde.org.es%2fgrupos%2fmat%2fPERSONAS%2520ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrlCMhvNGdeg.SljfxM-)

[0ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrl](http://www.apuntesmareaverde.org.es%2fgrupos%2fmat%2fPERSONAS%2520ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrlCMhvNGdeg.SljfxM-)

[CMhvNGdeg.SljfxM-](http://www.apuntesmareaverde.org.es%2fgrupos%2fmat%2fPERSONAS%2520ADULTAS%2fAdultas%2520Academicas%2520II.pdf/RK=2/RS=x6BvGZFiDrlCMhvNGdeg.SljfxM-)

<https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-plano-de-planta>

PERFIL 1

ABSCISAS	NORTE	ESTE	COTA	OBSERVACIONES
<b>KO-0</b>	920148	968078	316	
<b>KO-5</b>	920153	968075	316,002	
<b>KO-10</b>	920156	968073	316,002	
<b>KO-15</b>	920161	968068	316,002	
<b>KO-20</b>	920165	968064	316,001	
<b>KO-25</b>	920168	968061	316,003	
<b>KO-30</b>	920170	968059	316,002	
<b>KO-34,2</b>	<b>920170</b>	<b>968058</b>	<b>316,1</b>	

PERFIL 2

ABSCISAS	NORTE	ESTE	COTA	OBSERVACIONES
<b>KO-0</b>	920171	968066	316	
<b>KO-5</b>	920171	968063	316,001	
<b>KO-10</b>	920168	968059	316,002	
<b>KO-15</b>	920164	968057	316	
<b>KO-18,20</b>	920163	968055	316	
<b>KO-20</b>	920160	968052	316,1	
<b>KO-25</b>	920156	968050	316,16	
<b>KO-25,7</b>	920157	968049	316,2	
<b>KO-27,06</b>	920159	968052	316,464	
<b>KO-30,7</b>	920149	968043	316,464	
<b>KO-50,2</b>	920139	968029	316,37	
<b>KO-68,32</b>	<b>920138</b>	<b>968018</b>	<b>316,42</b>	

- TABLA DE ÁREAS

Referencia	Área	Perímetro
Parque	43,417 m <sup>2</sup>	29,491 m
Salón 1	48,639 m <sup>2</sup>	28,853 m
Salón 2	49,415 m <sup>2</sup>	28,253 m
Salón 3	57,816 m <sup>2</sup>	30,632 m
Salón 4	62,723 m <sup>2</sup>	32,136 m
Salón 5	70,032 m <sup>2</sup>	34,152 m
Salón 6	65,942 m <sup>2</sup>	32,549 m
Salón 7	72,112 m <sup>2</sup>	34,167 m
Salón 8	60,936 m <sup>2</sup>	31,859 m
Salón 9	47,66 m <sup>2</sup>	29,845 m
Salón 10	51,914 m <sup>2</sup>	31,407 m

Salón 11	56,811 m2	33,199 m
Pasillo	355,543 m2	189,682 m
Comedor	31,326 m2	23,704 m
Cafetería	22,04 m2	19,748 m
Plazoleta	42,877 m2	31,118 m
Baño 1	31,98 m2	23,455 m
Baño 2	34,181 m2	23,687 m
Cancha de micro	466,964 m2	88,455 m
<b>TOTAL</b>	<b>1672,328 m2</b>	

Referencia	Área	Perímetro
Terreno	2039,202 m2	210 m
Construido	1672,328 m2	209,032 m
Libre	366,874 m2	

PROCEDIMIENTO MATEMATICO

- Cálculo de Areas, Perimetro y Angulos

Formulas:

$$\text{Perimetro} = a + b + c$$

$$\text{Semiperimetro} = \frac{\text{Perimetro}}{2}$$

$$\text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

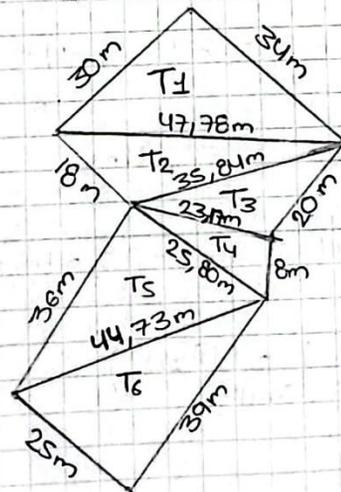
$$\text{Angulos} = \alpha = \cos^{-1} \left( \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \right)$$

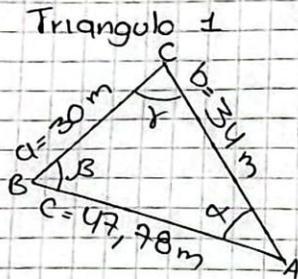
$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \right)$$

$$\gamma = \cos^{-1} \left( \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right) \text{ ó } \gamma = 180^\circ - \alpha - \beta$$

Desarrollo:

ÁREA DE TERRENO





$$P = 30\text{ m} + 34\text{ m} + 47,78\text{ m}$$

$$P = 111,78\text{ m}$$

$$S = \frac{111,78\text{ m}}{2} = 55,89\text{ m}$$

$$A = \frac{\sqrt{55,89\text{ m} (55,89\text{ m} - 30\text{ m}) (55,89\text{ m} - 34\text{ m}) (55,89\text{ m} - 47,78\text{ m})}}{(55,89\text{ m} - 47,78\text{ m})}$$

$$A = 506,83\text{ m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(34\text{ m})^2 + (47,78\text{ m})^2 - (30\text{ m})^2}{2(34\text{ m})(47,78\text{ m})} \right)$$

$$\alpha = 38^\circ 36' 27''$$

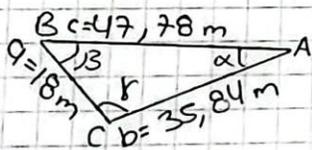
$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(30\text{ m})^2 + (47,78\text{ m})^2 - (34\text{ m})^2}{2(30\text{ m})(47,78\text{ m})} \right)$$

$$\beta = 45^\circ 0' 21''$$

$$\gamma = 180^\circ - 38^\circ 36' 27'' - 45^\circ 0' 21''$$

$$\gamma = 96^\circ 23' 12''$$

Triangulo 2



$$P = 18\text{ m} + 35,84\text{ m} + 47,78\text{ m}$$

$$P = 101,62\text{ m}$$

$$S = \frac{101,62\text{ m}}{2} = 50,81\text{ m}$$

$$A = \frac{\sqrt{50,81\text{ m} (50,81\text{ m} - 18\text{ m}) (50,81\text{ m} - 35,84\text{ m}) (50,81\text{ m} - 47,78\text{ m})}}{(50,81\text{ m} - 47,78\text{ m})}$$

$$A = 274,99\text{ m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(35,84\text{ m})^2 + (47,78\text{ m})^2 - (18\text{ m})^2}{2(35,84\text{ m})(47,78\text{ m})} \right)$$

$$\alpha = 18^\circ 43' 60''$$

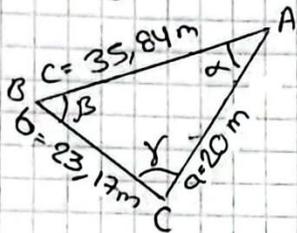
$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(18\text{m})^2 + (47,78\text{m})^2 - (35,84\text{m})^2}{2(18\text{m})(47,78\text{m})} \right)$$

$$\beta = 39^\circ 45' 9''$$

$$\gamma = 180^\circ - 18^\circ 43' 60'' - 39^\circ 45' 9''$$

$$\gamma = 121^\circ 30' 51''$$

Triangulo 3



$$P = 20\text{m} + 23,17\text{m} + 35,84\text{m}$$

$$P = 79,01\text{m}$$

$$S = \frac{79,01\text{m}}{2} = 39,51\text{m}$$

$$A = \sqrt{39,51\text{m}(39,51\text{m} - 20\text{m})(39,51\text{m} - 23,17\text{m})(39,51\text{m} - 35,84\text{m})}$$

$$A = 215,001\text{m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(23,17\text{m})^2 + (35,84\text{m})^2 - (20\text{m})^2}{2(23,17\text{m})(35,84\text{m})} \right)$$

$$\alpha = 31^\circ 9' 2''$$

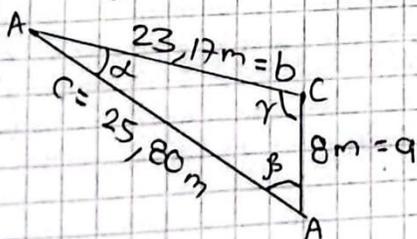
$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(20\text{m})^2 + (35,84\text{m})^2 - (23,17\text{m})^2}{2(20\text{m})(35,84\text{m})} \right)$$

$$\beta = 36^\circ 49' 5''$$

$$\gamma = 180^\circ - 31^\circ 9' 2'' - 36^\circ 49' 5''$$

$$\gamma = 112^\circ 1' 53''$$

Triangulo 4



$$P = 8\text{m} + 23,17\text{m} + 25,80\text{m}$$

$$P = 56,97\text{m}$$

$$S = \frac{56,97}{2} = 28,49\text{m}$$

$$A = \sqrt{28,49\text{m} (28,49\text{m} - 8\text{m}) (28,49\text{m} - 23,17\text{m}) (28,49\text{m} - 25,80\text{m})}$$

$$A = 91,401\text{m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(23,17\text{m})^2 + (25,80\text{m})^2 - (8\text{m})^2}{2(28,49\text{m})(25,80\text{m})} \right)$$

$$\alpha = 17^\circ 46' 35''$$

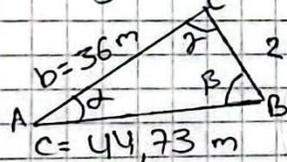
$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(8\text{m})^2 + (25,80\text{m})^2 - (23,17\text{m})^2}{2(8\text{m})(25,80\text{m})} \right)$$

$$\beta = 62^\circ 9' 29''$$

$$\gamma = 180^\circ - 17^\circ 46' 35'' - 62^\circ 9' 29''$$

$$\delta = 100^\circ 3' 55''$$

Triangulo S



$$P = 25,80\text{m} + 36\text{m} + 44,73\text{m}$$

$$P = 106,53\text{m}$$

$$S = \frac{106,53\text{m}}{2} = 53,27\text{m}$$

$$A = \sqrt{53,27\text{m} (53,27\text{m} - 25,80\text{m}) (53,27\text{m} - 36\text{m}) (53,27\text{m} - 44,73\text{m})}$$

$$A = 464,56\text{m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(36\text{m})^2 + (44,73\text{m})^2 - (25,80\text{m})^2}{2(36\text{m})(44,73\text{m})} \right)$$

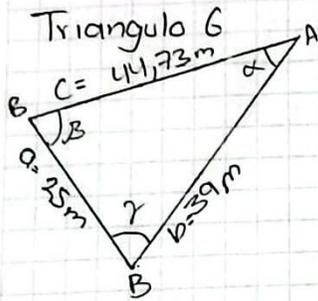
$$\alpha = 35^\circ 12' 59''$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(25,80\text{m})^2 + (44,73\text{m})^2 - (36\text{m})^2}{2(25,80\text{m})(44,73\text{m})} \right)$$

$$\beta = 53^\circ 34' 35''$$

$$\gamma = 180^\circ - 35^\circ 12' 59'' - 53^\circ 34' 35''$$

$$\gamma = 91^\circ 12' 26''$$



$$P = 25\text{ m} + 39\text{ m} + 44,73\text{ m}$$

$$P = 108,73\text{ m}$$

$$S = \frac{108,73\text{ m}}{2} = 54,36\text{ m}$$

$$A = \sqrt{54,36\text{ m} (54,36\text{ m} - 25\text{ m}) (54,36\text{ m} - 39\text{ m}) (54,36\text{ m} - 44,73\text{ m})}$$

$$A = 486,42\text{ m}^2$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{(39\text{ m})^2 + (44,73\text{ m})^2 - (25\text{ m})^2}{2(39\text{ m})(44,73\text{ m})} \right)$$

$$\alpha = 33^\circ 52' 24''$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{(25\text{ m})^2 + (44,73\text{ m})^2 - (39\text{ m})^2}{2(25\text{ m})(44,73\text{ m})} \right)$$

$$\beta = 60^\circ 23' 52''$$

$$\gamma = 180^\circ - 35^\circ 12' 59'' - 53^\circ 34' 35''$$

$$\gamma = 85^\circ 43' 44''$$

$$\begin{aligned} \text{AREA TOTAL} &= 506,83\text{ m}^2 + 274,99\text{ m}^2 + 215,001\text{ m}^2 + 91,401\text{ m}^2 \\ \text{TERRENO} &+ 464,56\text{ m}^2 + 486,42\text{ m}^2 \\ &= 2039,202\text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PERIMETRO} &= 34\text{ m} + 30\text{ m} + 18\text{ m} + 36\text{ m} + 25\text{ m} + 39\text{ m} + 8\text{ m} + \\ \text{TERRENO} &20\text{ m} \\ &= 210\text{ m} \end{aligned}$$

Area total construida =

• Area total construida =  $\Sigma$  Areas de salones + Parque +  $\Sigma$  Pasillo +  
 Cancha de micro + Comedor + Cafeteria +  
 plasoleta +  $\Sigma$  Baños

• Formulas a usar =  $P = \Sigma$  lados

Area =  
 $A_{\square} = (L)^2$

$A_{\square} = b \cdot h$

$A_{\Delta} = \frac{b \cdot h}{2}$

Ángulo =

$\alpha = \text{Tan}^{-1}(A/B)$

$\beta = \text{Tan}^{-1}(B/A)$

Parque =

\* Parque =  $\Sigma \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6$

-  $A_{\Delta 1} = \frac{2,8 \text{ m} \cdot 7,945 \text{ m}}{2}$

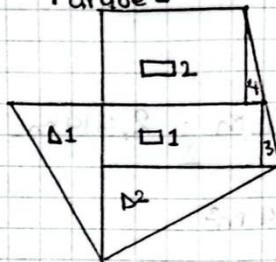
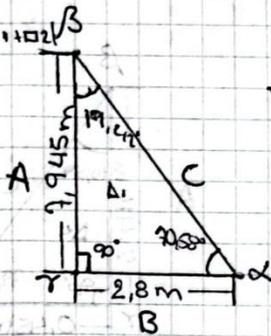
$A_{\Delta 1} = 11,123 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{7,945 \text{ m}}{2,8 \text{ m}}\right)$

$\alpha = 70,58^\circ$

$\beta = 90^\circ + 70,58^\circ - 180^\circ$

$\beta = 19,42^\circ$



-  $A_{\Delta 2} = \frac{4,615 \text{ m} \cdot 6,113 \text{ m}}{2}$

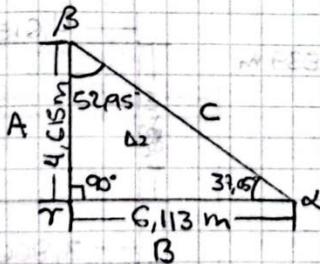
$A_{\Delta 2} = 14,105 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{4,615 \text{ m}}{6,113 \text{ m}}\right)$

$\alpha = 37,05^\circ$

$\beta = 90^\circ + 37,05^\circ - 180^\circ$

$\beta = 52,95^\circ$



$\Sigma A_{\Delta 1} + \Sigma A_{\Delta 2} + \Sigma A_{\Delta 3} + \Sigma A_{\Delta 4} + \Sigma A_{\Delta 5} + \Sigma A_{\Delta 6} = \text{Parque}$

$$-A_{\Delta 3} = \frac{0,346 \text{ m} \cdot 1,839 \text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta 3} = 0,318 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{1,839 \text{ m}}{0,346 \text{ m}} \right)$$

$$\alpha = 79,34^\circ$$

$$\beta = 90^\circ + 79,34^\circ - 180^\circ$$

$$\beta = 10,66^\circ$$

$$-A_{\Delta 4} = \frac{0,451 \text{ m} \cdot 2,414 \text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta 4} = 0,544 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{2,414 \text{ m}}{0,451 \text{ m}} \right)$$

$$\alpha = 79,42^\circ$$

$$\beta = 79,42^\circ + 90^\circ - 180^\circ$$

$$\beta = 10,59^\circ$$

$$-A_{\square 1} = 4,615 \text{ m} \cdot 1,839 \text{ m}$$

$$A_{\square 1} = 8,486 \text{ m}^2$$

$$-A_{\square 2} = 3,866 \text{ m} \cdot 2,414 \text{ m}$$

$$A_{\square 2} = 9,332 \text{ m}^2$$

$$\text{Parque} = 11,123 \text{ m}^2 + 14,105 \text{ m}^2 + 0,318 \text{ m}^2 + 0,544 \text{ m}^2 + 8,486 \text{ m}^2 + 9,332 \text{ m}^2$$

$$= 43,908 \text{ m}^2$$

• Salón 1 =

$$- A_{b1} = \frac{2,898 \text{ m} \cdot 8,062 \text{ m}}{2}$$

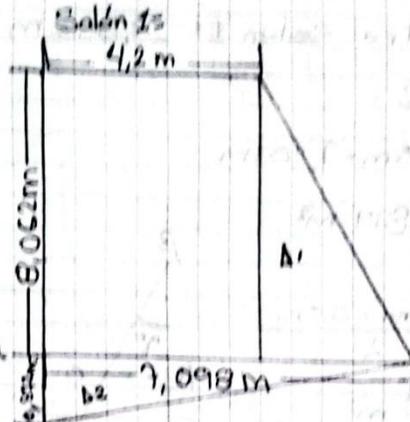
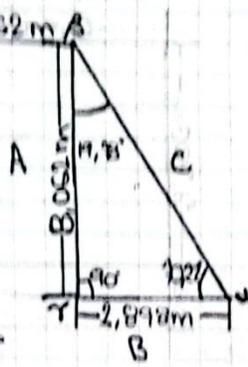
$$A_{b1} = 11,681 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{8,062 \text{ m}}{2,898 \text{ m}} \right)$$

$$\alpha = 70,22^\circ$$

$$\beta = 90^\circ + 70,22^\circ - 180^\circ$$

$$\beta = 19,78^\circ$$



$$- A_{b2} = \frac{0,872 \text{ m} \cdot 7,098 \text{ m}}{2}$$

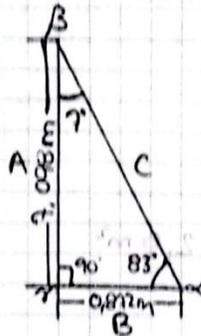
$$A_{b2} = 3,094 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{7,098 \text{ m}}{0,872 \text{ m}} \right)$$

$$\alpha = 83^\circ$$

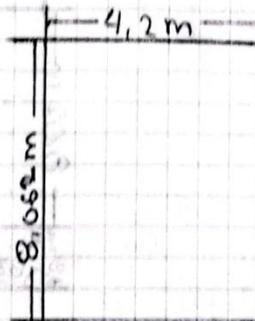
$$\beta = 90^\circ + 83^\circ - 180^\circ$$

$$\beta = 7^\circ$$



$$- A_{\square} = 8,062 \text{ m} \cdot 4,2 \text{ m}$$

$$A_{\square} = 33,860 \text{ m}^2$$



$$- \text{Área total Salón 1} = 11,681 \text{ m}^2 + 3,094 \text{ m}^2 + 33,860 \text{ m}^2$$

$$= 48,639 \text{ m}^2$$

- Perímetro Salón 1 = 28,253 m

• Salón 2 =

-  $A_{\square} = 6,5m \cdot 7,203m$

$A_{\square} = 46,819 m^2$

-  $A_{\Delta} = \frac{0,8m \cdot 6,5m}{2}$

$A_{\Delta} = 2,6 m^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{6,5m}{0,8m}\right)$

$\alpha = 83^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 83^{\circ} - 180^{\circ}$

$\beta = 7^{\circ}$

- Área salón 2 =  $46,819 m^2 + 2,6 m^2$   
 $= 49,419 m^2$

- Perímetro Salón 2 = 28,253 m

• Salón 3 =

-  $A_{\square} = 6,85m \cdot 8,02m$

$A_{\square} = 54,937 m^2$

-  $A_{\Delta} = \frac{0,841m \cdot 6,85m}{2}$

$A_{\Delta} = 2,88 m^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{6,85m}{0,841m}\right)$

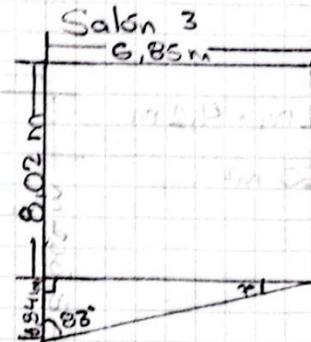
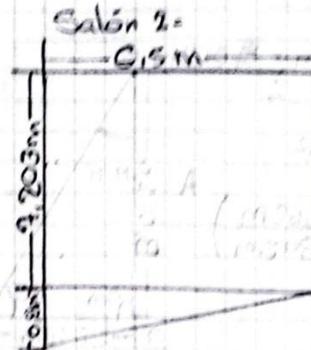
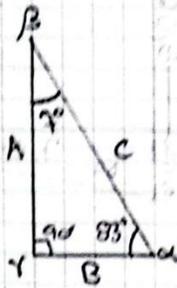
$\alpha = 83^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 83^{\circ} - 180^{\circ}$

$\beta = 7^{\circ}$

- Área Salón 3 =  $54,937 m^2 + 2,88 m^2$   
 $= 57,816 m^2$

- Perímetro Salón 3 = 30,632 m



• Salón 4 =

-  $A_{\square} = 6,749 \text{ m} \cdot 8,879 \text{ m}$   
 $A_{\square} = 59,924 \text{ m}^2$

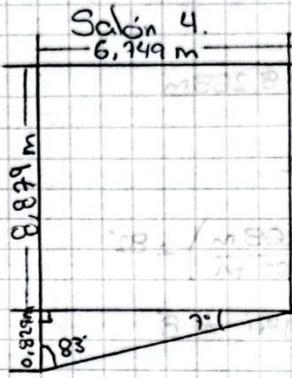
-  $A_{\Delta} = \frac{6,749 \text{ m} \cdot 0,829 \text{ m}}{2}$   
 $A_{\Delta} = 2,799 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{6,749 \text{ m}}{0,829 \text{ m}} \right)$   
 $\alpha = 83^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 83^{\circ} - 180^{\circ}$   
 $\beta = 7^{\circ}$

- Área Salón 4 =  $59,924 \text{ m}^2 + 2,799 \text{ m}^2$   
 $= 62,723 \text{ m}^2$

- Perímetro Salón 4 =  $32,136 \text{ m}$



• Salón 5 =

-  $A_{\square} = 6,9 \text{ m} \cdot 9,726 \text{ m}$   
 $A_{\square} = 67,109 \text{ m}^2$

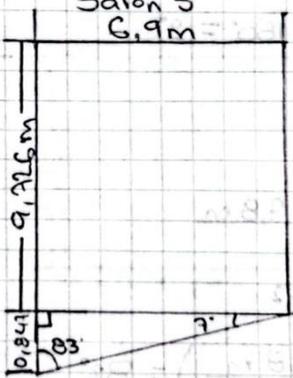
-  $A_{\Delta} = \frac{0,842 \text{ m} \cdot 6,9 \text{ m}}{2}$   
 $A_{\Delta} = 2,9 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{6,9 \text{ m}}{0,842 \text{ m}} \right)$   
 $\alpha = 83^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 83^{\circ} - 180^{\circ}$   
 $\beta = 7^{\circ}$

Área Salón 5 =  $67,109 \text{ m}^2 + 2,9 \text{ m}^2$   
 $= 70,032 \text{ m}^2$

Perímetro Salón 5 =  $34,152 \text{ m}$



**Salón 6**

• Salón 6 =

-  $\Delta_1 = \frac{1,162 \text{ m} \cdot 8,268 \text{ m}}{2}$

$\Delta_1 = 4,807 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{8,268 \text{ m}}{1,162 \text{ m}} \right) = 82^\circ$

$\beta = 90^\circ + 82^\circ + 180^\circ = 8^\circ$

-  $\Delta_2 = \frac{0,268 \text{ m} \cdot 7,514 \text{ m}}{2}$

$\Delta_2 = 1,006 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{7,514 \text{ m}}{0,268 \text{ m}} \right) = 88^\circ$

$\beta = 90^\circ + 88^\circ - 180^\circ = 2^\circ$

-  $A_{\square} = 8 \text{ m} \cdot 7,514 \text{ m}$

$A_{\square} = 60,112 \text{ m}^2$

- Área Salón 6 =  $4,807 \text{ m}^2 + 1,006 \text{ m}^2 + 60,112 \text{ m}^2 = 65,942 \text{ m}^2$

- Perímetro S. 6 =  $32,549 \text{ m}$

**Salón 7**

• Salón 7 =

-  $A_{\Delta} = \frac{1,096 \text{ m} \cdot 7,8 \text{ m}}{2}$

$A_{\Delta} = 4,274 \text{ m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{7,8 \text{ m}}{1,096 \text{ m}} \right) = 82^\circ$

$\beta = 90^\circ + 82^\circ - 180^\circ = 8^\circ$

-  $A_{\square} = 7,8 \text{ m} \cdot 8,697 \text{ m}$

$A_{\square} = 67,836 \text{ m}^2$

- Área salón 7 =  $4,274 \text{ m}^2 + 67,836 \text{ m}^2 = 72,112 \text{ m}^2$

- Perímetro Salón 7 =  $34,167 \text{ m}$

• Salón 8 =

$$-A_{\Delta} = \frac{0,906\text{ m} \cdot 6,449\text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta} = 2,921\text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{6,449\text{ m}}{0,906\text{ m}}\right) = 82^{\circ}$$

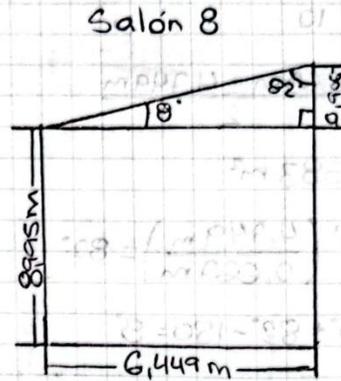
$$\beta = 90^{\circ} + 82^{\circ} - 180^{\circ} = 8^{\circ}$$

$$-A_{\square} = 6,449\text{ m} \cdot 8,995\text{ m}$$

$$A_{\square} = 58,008$$

$$- \text{Área Salón 8} = 2,921\text{ m}^2 + 58,008\text{ m}^2 = 60,936\text{ m}^2$$

$$- \text{Perímetro Salón 8} = 31,859\text{ m}$$



Salón 9 =

$$-A_{\Delta} = \frac{0,653\text{ m} \cdot 4,65\text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta} = 1,518\text{ m}^2$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{4,65\text{ m}}{0,653\text{ m}}\right) = 82^{\circ}$$

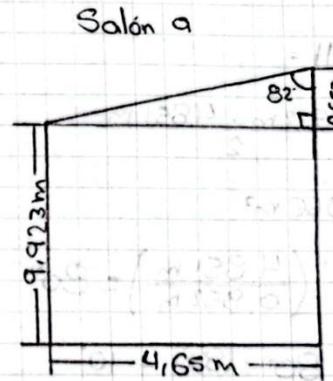
$$\beta = 90^{\circ} + 82^{\circ} - 180^{\circ} = 8^{\circ}$$

$$-A_{\square} = 4,65\text{ m} \cdot 9,923\text{ m}$$

$$A_{\square} = 46,142\text{ m}^2$$

$$- \text{Área salón 9} = 1,518\text{ m}^2 + 46,142\text{ m}^2 = 47,660\text{ m}^2$$

$$- \text{Perímetro Salón 9} = 29,845\text{ m}$$



**Salón 10**

-  $A_{\Delta} = \frac{0,667\text{m} \cdot 4,749\text{m}}{2}$

$A_{\Delta} = 1,583\text{m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{4,749\text{m}}{0,667\text{m}} \right) = 82^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 82^{\circ} - 180^{\circ} = 8^{\circ}$

-  $A_{\square} = 4,749\text{m} \cdot 10,593\text{m}$

$A_{\square} = 50,325\text{m}^2$

- Área Salón 10 =  $1,583\text{m}^2 + 50,325\text{m}^2 = 51,908\text{m}^2$

- Perímetro Salón 10 =  $31,409\text{m}$

**Salón 11**

-  $A_{\Delta} = \frac{0,852\text{m} \cdot 4,851\text{m}}{2}$

$A_{\Delta} = 2,066\text{m}^2$

$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{4,851\text{m}}{0,852\text{m}} \right) = 80^{\circ}$

$\beta = 90^{\circ} + 80^{\circ} - 180^{\circ} = 10^{\circ}$

-  $A_{\square} = 4,851\text{m} \cdot 11,286\text{m}$

$A_{\square} = 54,748\text{m}^2$

- Área Salón 11 =  $2,066\text{m}^2 + 54,748\text{m}^2 = 56,814\text{m}^2$

- Perímetro Salón 11 =  $33,199\text{m}$

• Comedor =

-  $A_{\square} = 3,979 \text{ m} \cdot 7,873 \text{ m}$   
 $A_{\square} = 31,326 \text{ m}^2$

- Perímetro =  $23,704 \text{ m}$



• Cafeteria =

-  $A_{\square 1} = 3,579 \text{ m} \cdot 1,93 \text{ m}$   
 $A_{\square 1} = 6,907 \text{ m}^2$

-  $A_{\square 2} = 3,979 \text{ m} \cdot 4,565 \text{ m}$   
 $A_{\square 2} = 18,164 \text{ m}^2$

- Área Cafeteria =  $6,907 \text{ m}^2 + 18,164 \text{ m}^2$   
 $= 22,040 \text{ m}^2$

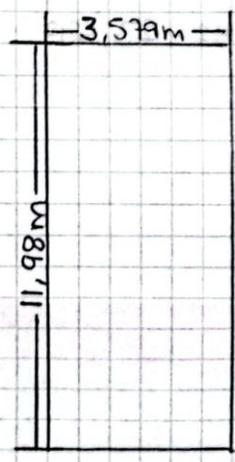
- Perímetro Cafeteria =  $19,748 \text{ m}$



• Plazoleta

-  $A_{\square} = 3,579 \text{ m} \cdot 11,98 \text{ m}$   
 $A_{\square} = 42,877 \text{ m}^2$

- Perímetro =  $31,118 \text{ m}$



• Baños #1 =

$$-\Delta_1 = \frac{0,694 \text{ m} \cdot 4,035 \text{ m}}{2}$$

$$\Delta_1 = 1,4 \text{ m}^2$$

$$-\Delta_2 = \frac{0,630 \text{ m} \cdot 7,659 \text{ m}}{2}$$

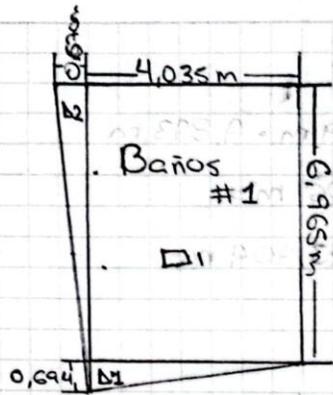
$$\Delta_2 = 2,565$$

$$-A_{\square} = 4,035 \text{ m} \cdot 6,965 \text{ m}$$

$$A_{\square} = 28,103 \text{ m}^2$$

$$-\text{Área baños \#1} = 1,4 \text{ m}^2 + 28,103 \text{ m}^2 = 31,98 \text{ m}^2$$

$$-\text{Perímetro baños \#1} = 23,455 \text{ m}$$



• Baño #2 =

$$-A_{\Delta} = \frac{0,596 \text{ m} \cdot 6,815 \text{ m}}{2}$$

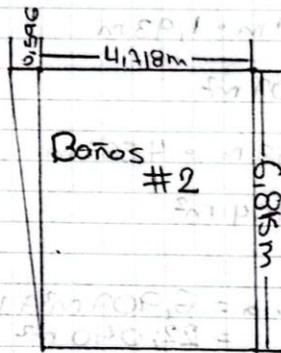
$$A_{\Delta} = 2,030 \text{ m}^2$$

$$-A_{\square} = 4,718 \text{ m} \cdot 6,815 \text{ m}$$

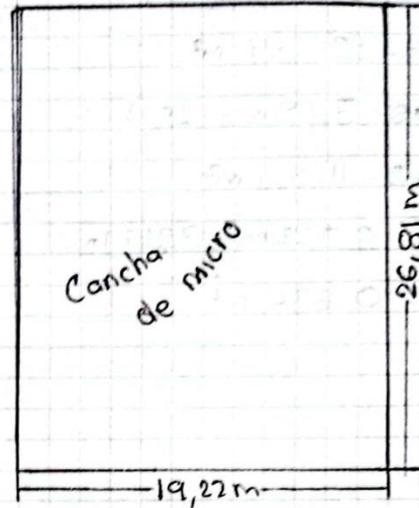
$$A_{\square} = 32,153 \text{ m}^2$$

$$-\text{Área Baño \#2} = 2,030 \text{ m}^2 + 32,153 \text{ m}^2 = 34,181 \text{ m}^2$$

$$-\text{Perímetro baño \#2} = 23,687$$



- Cancha de micro =
- $A_{\square} = 19,22 \text{ m} \cdot 26,81 \text{ m}$
- $A_{\square} = 466,964 \text{ m}^2$
- Área de C. de micro =  $466,964 \text{ m}^2$
- Perímetro de C. de micro =  $88,455 \text{ m}$



• Pasillo =

$$A_{\square 1} = 13,91 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m}$$

$$A_{\square 1} = 20,865 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 2} = 15,348 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m}$$

$$A_{\square 2} = 23,022 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 3} = 9,15 \text{ m} \cdot 5,47$$

$$A_{\square 3} = 39,110 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 4} = 14 \text{ m} \cdot 9,219 \text{ m}$$

$$A_{\square 4} = 101,066 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 5} = 2,06 \text{ m} \cdot 16,214$$

$$A_{\square 5} = 33,400 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 6} = 15,481 \text{ m} \cdot 6,132 \text{ m}$$

$$A_{\square 6} = 94,929 \text{ m}^2$$

$$A_{\Delta} = \frac{0,997 \text{ m} \cdot 13,59 \text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta} = \frac{13,549 \text{ m}^2}{2} = 6,774 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 7} = 3,942 \text{ m} \cdot 7,6 \text{ m}$$

$$A_{\square 7} = 29,959 \text{ m}^2$$

$$A_{\square 8} = 3,68 \text{ m} \cdot 2,992$$

$$A_{\square 8} = 11,010 \text{ m}^2$$

$$A_{\Delta} = \frac{0,322 \text{ m} \cdot 3,942 \text{ m}}{2}$$

$$A_{\Delta} = 0,634 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Área pasillo} &= \sum A_{\square 1} \square 2 \square 3 \square 4 \square 5 \square 6 \\
 &\quad \Delta 1 \square 7 \square 8 \Delta 2 \\
 &= 355,543 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{- Perímetro pasillo} = 189,682 \text{ m}$$

*Anexo C Chequeo de Asentamientos*

TOMA DE NIVELES CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA

Se llevó a cabo el proceso de toma de niveles ya que es un Test no Destructivo que nos permite conocer los desniveles existentes entre puntos que se hallan a distintas alturas y diferentes puntos.



Fuente: propia fuente: propia

NIVEL TOPOGRAFICO Y TRIPODE REGLA DE TOPOGRAFIA

Punto de Armado

Cota: 280 M.S.N.M

COORDENADAS

4° 18' 25" N 74° 47' 48" O

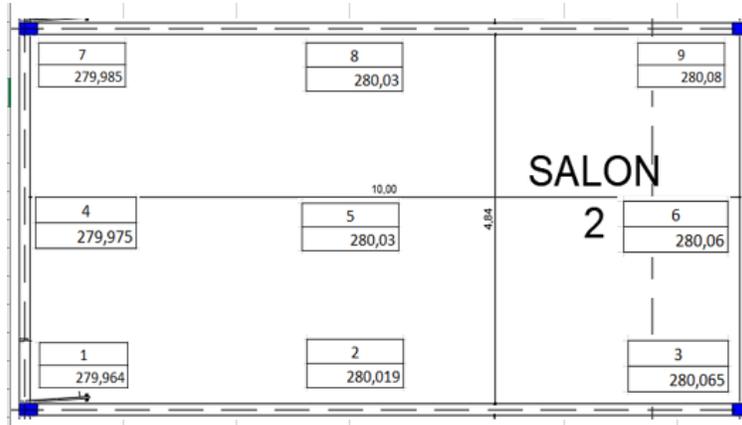
ZONA DE REFERENCIA: Via de Acceso al Bloque de salones



Fuente: Propia

SALON 2				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,505		281,505	280
1		1,54		279,965
2		1,486		280,019
3		1,44		280,065
4		1,53		279,975
5		1,475		280,03
6		1,445		280,06
7		1,52		279,985
8		1,475		280,03
9		1,425		280,08

Fuente: Propia

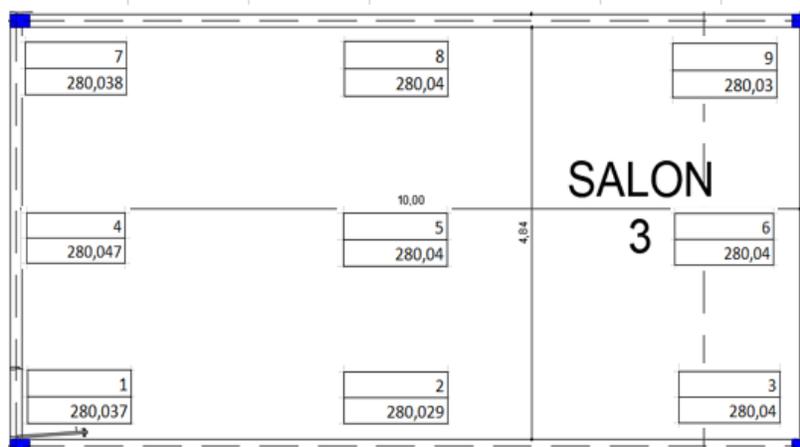


Fuente: Propia

Se evidencia que en los puntos tomados con el equipo topográfico hay una Diferencia promedio

SALON 3				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,555		281,555	280
1		1,518		280,037
2		1,526		280,029
3		1,515		280,04
4		1,508		280,047
5		1,515		280,04
6		1,515		280,04
7		1,517		280,038
8		1,515		280,04
9		1,525		280,03

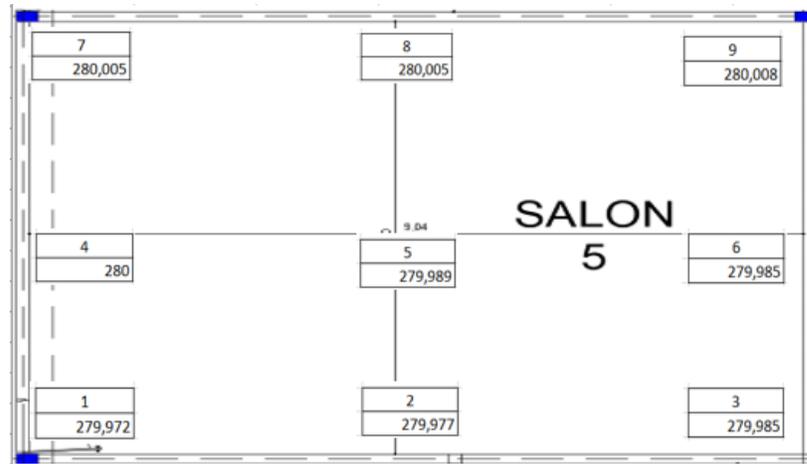
Fuente: Propia



Fuente: Propia

SALON 5				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,525		281,525	280
1		1,553		279,972
2		1,548		279,977
3		1,54		279,985
4		1,525		280
5		1,536		279,989
6		1,54		279,985
7		1,52		280,005
8		1,52		280,005
9		1,517		280,008

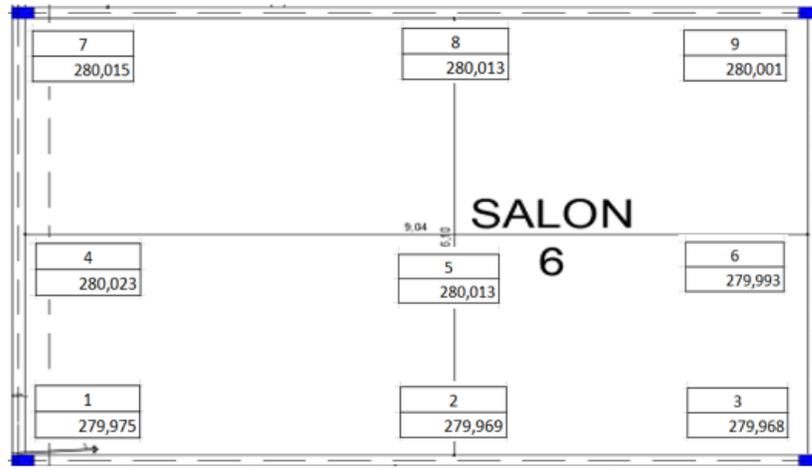
Fuente: Propia



Fuente: Propia

SALON 6				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,523		281,523	280
1		1,548		279,975
2		1,554		279,969
3		1,555		279,968
4		1,5		280,023
5		1,51		280,013
6		1,53		279,993
7		1,508		280,015
8		1,51		280,013
9		1,522		280,001

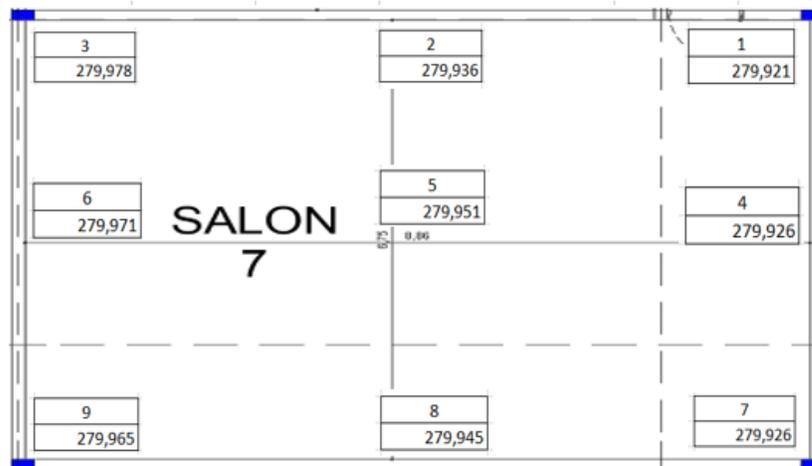
Fuente: Propia



Fuente: Propia

SALON 7				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,526		281,491	279,965
1		1,57		279,921
2		1,555		279,936
3		1,513		279,978
4		1,565		279,926
5		1,54		279,951
6		1,52		279,971
7		1,565		279,926
8		1,546		279,945
9		1,526		279,965

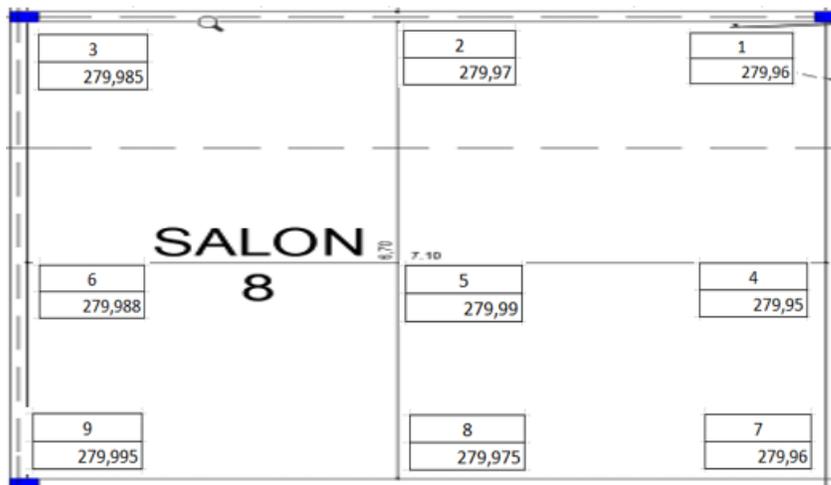
Fuente: Propia



Fuente: Propia

SALON 8				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,53		281,53	280
1		1,57		279,96
2		1,56		279,97
3		1,545		279,985
4		1,58		279,95
5		1,54		279,99
6		1,542		279,988
7		1,57		279,96
8		1,555		279,975
9		1,535		279,995

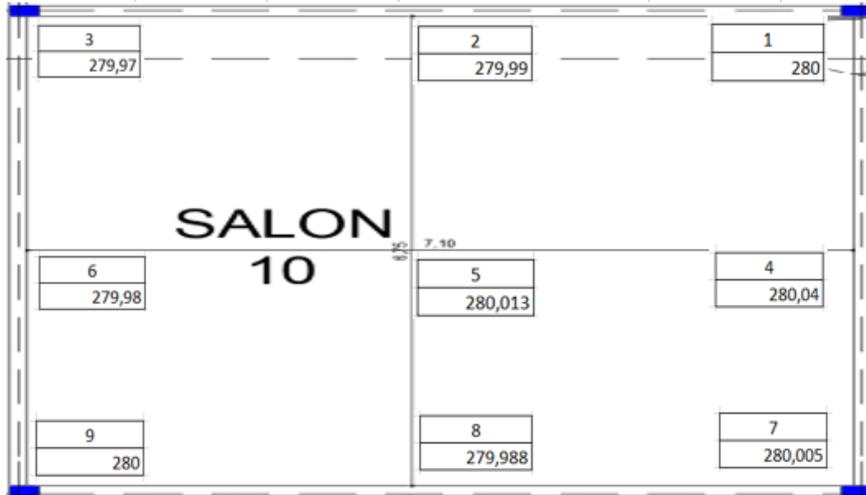
Fuente: Propia



Fuente: Propia

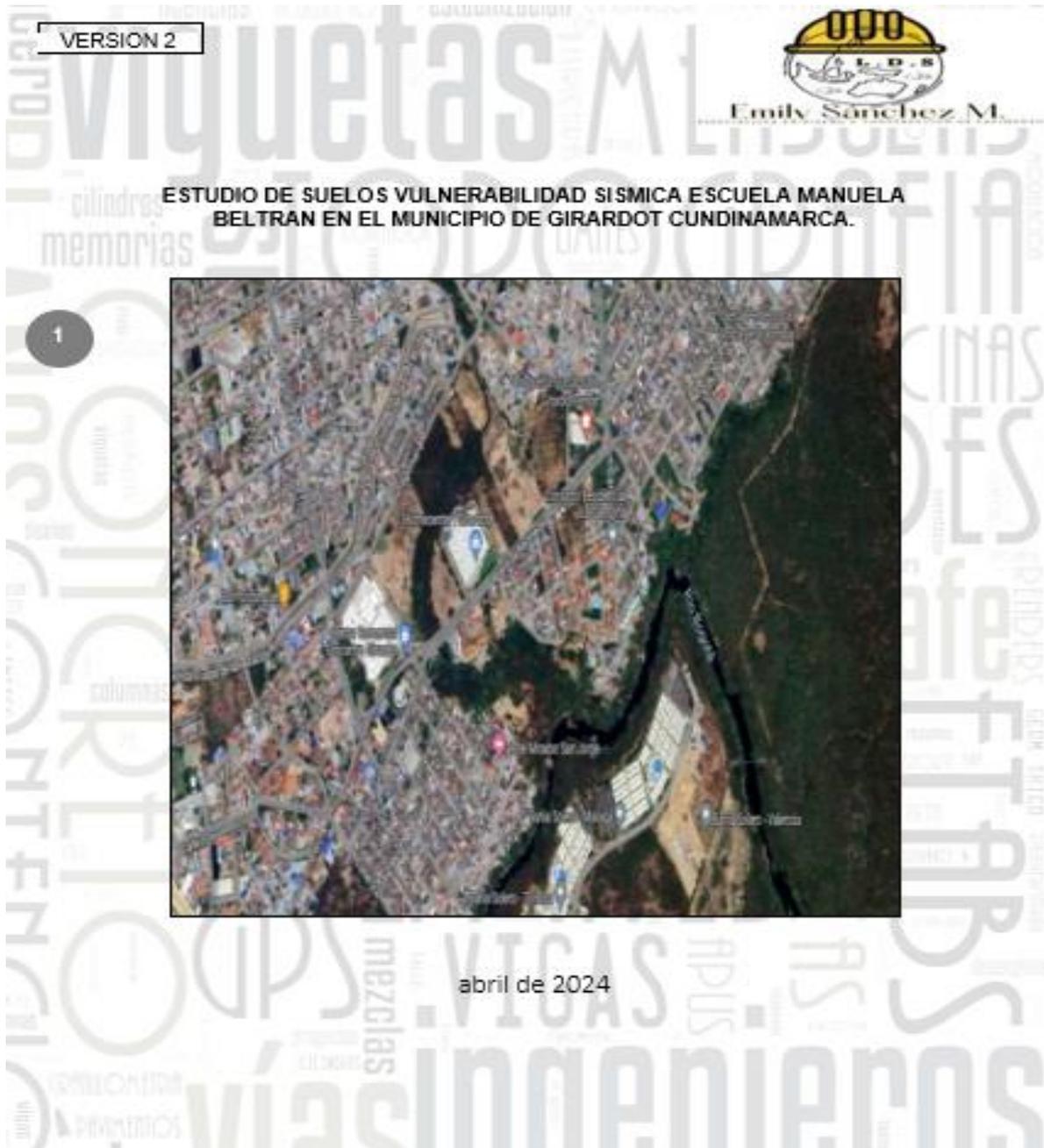
SALON 10				
CAMBIO	VISTA +	VISTA -	ALTURA INSTRUMENTAL	COTA
	1,52		281,52	280
1		1,52		280
2		1,53		279,99
3		1,55		279,97
4		1,48		280,04
5		1,507		280,013
6		1,54		279,98
7		1,515		280,005
8		1,532		279,988
9		1,52		280

Fuente: Propia



Fuente: Propia

*Anexo D Estudio de Suelos*



VERSION 2



Emily Sánchez M.

GIRARDOT, abril de 2024

### MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Señores:

REF.: ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SISMICA UBICACA EN LA ESCUELA MANUELA BELTRAN EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA.

2

Cordial saludo,

Adjunto al presente les estamos enviando los resultados del estudio geotécnico, para el diseño del proyecto en referencia correspondientes al estudio de suelos para VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ESCUELA MANUELA BELTRAN del municipio de GIRARDOT, los cuales fueron realizados cumpliendo con los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010, Decreto 92 de 2011 y Decreto 0340 de 2012, y los ensayos bajo los parámetros de la norma INVIAS13, NSR-10 título H.

En consecuencia de lo expresado en el párrafo anterior esta oficina y en su nombre el profesional responsable del estudio, y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero Geotecnista" [Título H, Capítulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de Los Estudios], asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las Autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5 y 6: Responsabilidad de los Diseños]; en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Atentamente,

**ING. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA**  
ESP. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS  
Mat. 25202-323085 CND  
JEFE GEOTECNIA

VERSION 2



Emily Sanchez M.

abril de 2024

### CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Yo, Ing. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.105.682.849 de ESPINAL departamento de Girardot Cundinamarca, Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. 25202-323065 del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería de CERTIFICO: Que realizó los ensayos de laboratorio del proyecto "ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ESCUELA MANUELA BELTRAN EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA".

- NTC 1493 — Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318)
- NTC 1494 — Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318)
- NTC 1495 — Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216)
- NTC 1504 — Suelos. Clasificación para propósitos de ingeniería. (ASTM D 2487)
- NTC 1522 — Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado NTC 1527.
- NTC 1528 — Suelos. Ensayo para determinar la masa unitaria en el terreno. Método del balón de caucho. (ASTM D2167)
- NTC 2121 — Suelos. Obtención de muestras para probetas de ensayo. Método para tubos de pared delgada. (ASTM D1587)
- NTC 4630 — Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.
- ASTM D 2166 del departamento 06 — Suelos. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión ~~inconfiada~~.

Atentamente

**ING. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA**  
ESP. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS  
Mat. 25202-323065 CND  
JEFE GEOTECNIA

VERSION 2

  
Emily Sánchez M.

### CEDULA Y MATRICULA PROFESIONAL

**REPUBLICA DE COLOMBIA**  
**IDENTIFICACION PERSONAL**  
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO: **1.105.682.849**

**SANCHEZ MORA**

APELLIDO

**EMILY ANDREA**

SEXO





FECHA DE NACIMIENTO: **10-MAR-1992**

**SALDANA**  
(TOLIMA)

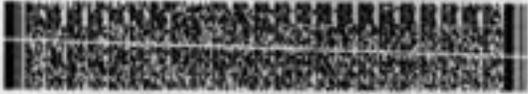
LUGAR DE NACIMIENTO

**1.70** ESTATURA    **A+** G.S. Pm    **F** SEXO

**11-MAR-2016** ESPECIAL

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION: **BOGOTÁ**

REGISTRADOR NACIONAL  
SALDANA EMILY ANDREA TORRES



A-2904000-00700705-F-1109082849-2010-0620    0044701710A 1    41110274

**COPNIA** CONSEJO NACIONAL DE PROFESIONES

Matricula Profesional No. **38282-333965 CND**  
Fecha de Expedición: **12/02/2014**

Nombre:  
**EMILY ANDREA  
SANCHEZ MORA**

Cédula:  
**C.C. 1109082849**

Profesión:  
**INGENIERA CIVIL**

Institución:  
**UNIMINUTO - CORPORACION UNIV.  
MINUTO DE DIOS**



VERSION 2



Emily Sánchez M.

## 1. ESTUDIO DE SUELOS GEOTÉCNICO

### 1.1. GENERALIDADES

El presente estudio de suelos tiene por objeto dar a conocer los resultados, conclusiones y recomendaciones para estudios de suelos vulnerabilidad sísmica **UBICADA EN LA ESCUELA MANUELA BELTRAN EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA.**

10

Las construcciones en nuestro país Colombia son víctimas de diferentes daños o lesiones que afectan la funcionalidad y la estética de la construcción.

La construcción de vivienda en nuestro país Colombia son víctimas de diferentes daños o lesiones que afectan la funcionalidad y la estética de la construcción.

La construcción **UBICADA EN LA ESCUELA MANUELA BELTRAN EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA**, no presenta grietas que afectan la estructura, por lo cual se procedió a realizar el estudio de suelos con el equipo manual (spt), se debe realizar también un estudio de patología para obtener resultados detallado de la estructura en cada uno de los elementos estructurales (vigas, columnas, placas), y así poder analizar y determinar las posibles causas y su sintomatología, adicional se debe realizar la vulnerabilidad de la estructura bajo los lineamientos de la NSR – 10.

Para este proyecto que es el reforzamiento estructural del albergue se realizará una exploración del terreno con sondeo o perforación equipo SPT, pruebas de laboratorios e investigación del mapa geológico del terreno.

Con los datos obtenidos podemos determinar la estratigrafía del terreno, las propiedades del suelo, parámetros con el cual se calcula la capacidad portante y así saber el tipo de cimentación más acorde con la vulnerabilidad.

Todos los ensayos realizados en campo, y los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo la metodología de trabajo de las normas NTC e INVIAS 2013.

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indica su ubicación y se dan recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Se presentan en forma sucinta, las características físicas e hidráulicas del suelo, y los parámetros de resistencia al corte y a la deformación utilizados en el diseño al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a tipo, profundidad y

VERSION 2



Emily Sánchez M.

cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, magnitud de la profundidad de socavación, valor de la capacidad portante.

Se dan recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Se anexa la memoria de cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé claridad al estudio, incluyendo como mínimo:

11

- Esquema de la localización de las perforaciones.
- Registros de perforaciones debidamente referenciados.
- Resultados de ensayos de laboratorio e in situ.
- Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias.
- Fotografías del sitio en estudio.

## 1.2. OBJETIVO DE ESTUDIO

El objetivo principal del estudio de suelo es determinar las características del suelo, para definir un tipo de cimentación adecuada y así garantizar la estabilidad del proyecto.

Además, se incluye la información correspondiente a los trabajos de campo desarrollados para el conocimiento del subsuelo, los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras y los cálculos considerados para el análisis del sistema de cimentación. Todo lo anterior en cumplimiento de la norma sismo resistente NSR-10.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Girardot es la segunda ciudad más importante del departamento de Cundinamarca, después de la capital con más de 150.000 habitantes. Se encuentra localizado en el centro del país, a orillas del río Magdalena en las desembocaduras de los Río Bogotá, Sumapaz y Coello; en la provincia del Alto Magdalena. Girardot se encuentra conturbado con el municipio de Flandes (Tolima) y el municipio de Ricaurte (Cundinamarca) con una población de más de 180.000 habitantes. Limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Ricaurte y el Río Bogotá.

VERSION 2



Emily Sánchez M.

Figura 1.  
Ubicación del municipio de GIRARDOT departamento Cundinamarca.



Fuente: Google Earth.

## 2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El terreno se encuentra ubicada en la escuela manuela Beltrán en el municipio de Girardot Cundinamarca. En la figura muestra la localización general del sitio del proyecto con relación al entorno urbano de la ciudad.

VERSION 2



Emily Sánchez M.

## 2.2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para poder ejecutar el estudio de suelo se recopiló toda la información geotécnica del suelo, las condiciones del sitio y las características del proyecto.

Se realizó por medio de 1 sondeos: 0.00 de 6.00 m. de profundidad, perforados con un equipo de barreno manual de 4 pulgadas de diámetro. A lo largo de los sondeos se realizaron ensayos de penetración con un martillo de 140 libras. Adicionalmente, de los mantos que se consideró necesario, se tomaron muestras alteradas en bolsa para su inspección visual y posterior envío al laboratorio para ensayos de dispersión, humedad natural, límites de ~~Atterberg~~ ~~Atterberg~~, pesos unitarios y clasificación AASHO y USC.

14

VERSION 2



Emily Sánchez M.

### 3. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA

#### 3.1 GEOLOGIA DE LA ZONA

##### 3.1.1 FORMACION GUADALUPE. (KG).

Esta formación está constituida esencialmente por arcillolitas, limonitas, abigarrada sin tercaladas con areniscas del paleoceno inferior.

15

##### 3.1.2 FORMACION SAN JUAN DE RIO SECO O GUALANDAY (TISJ2).

Esta unidad está dividida de más antigua a joven en los miembros Armadillos, Almacigos y la Cruz, el inferior y el superior con predominio de gravas y conglomerados y el intermedio de lutitas rojas. La edad de la formaron es del Oligoceno (38 millones de años)

##### 3.1.3 GRUPO HONDA (T6, T6A).

La unidad está constituida por alternancia de gravas, areniscas y lutitas rojas, la unidad descansa discordantemente sobre el infravecente y presenta espesores hasta de 100metros. Las rocas sedimentarias del grupo honda, constituido por intercalaciones de areniscas y arcillolitas, está cubierta por vegetación arbusto baja y rastrojos, con taludes desprotegidos. Los procesos de remoción en masa identificados en esta unidad son desprendimientos y desplomes de bloques de areniscas ocasionados, en la mayoría de los casos por

Socavación y pérdida de soporte.

##### 3.1.4 DEPOSITOS RECIENTES Y TERRAZAS (Q).

Pertenece al cuaternario y están compuestos por arenas, gravas, limos, arcillas, terrazas, coluvios, deslizamientos, morrenas y efluvo glaciares, las terrazas están conformadas por abanicos procedentes de la cordillera central que contiene material andesítico (cantos y Tobas) en abundancia

VERSION 2



Emily Sanchez M.

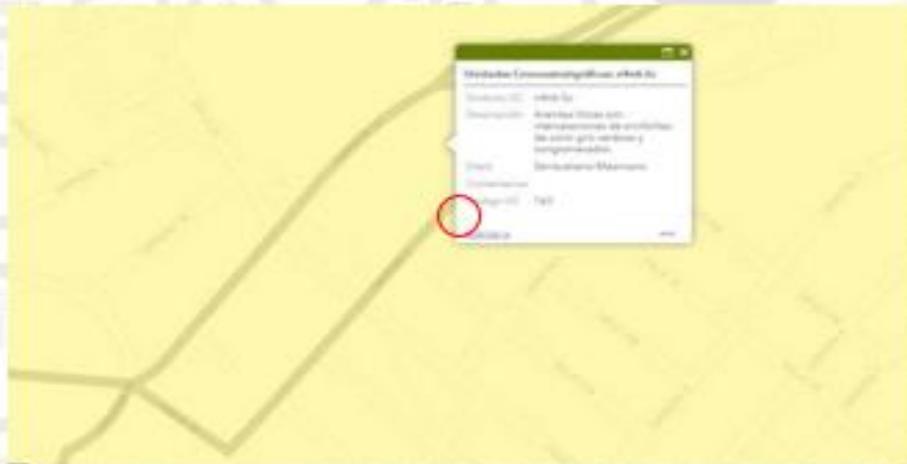
### Entorno Geológico Regional del Proyecto

En el cuadro de a continuación se detalla el sector de perforación, el tipo de suelo, según la NTC 15041 y la U.S.C.

16



FUENTE: MAPAGEOLOGICO COLOMBIANO 2023



FUENTE: MAPAGEOLOGICO COLOMBIANO 2023