

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO 2018**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA GABO, DEL MUNICIPIO DE CARTAGO, VALLE**

CARLOS AUGUSTO AGUDELO ZAMORANO

CRISTIAN CAMILO GOMEZ AGUDELO

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

PEREIRA

2018

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO 2018**

**CARLOS AUGUSTO AGUDELO ZAMORANO
CRISTIAN CAMILO GOMEZ AGUDELO**

**ASESOR:
ING. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA CIVIL
PEREIRA
2018**

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, ya que ha sido el instrumento vital para cada paso que he dado este proceso, su amor y presencia siempre han sido y seguirán siendo incondicionales en mi vida. A mis padres por ser el apoyo incondicional en cada momento, por su paciencia y valores infundidos, porque con su ejemplo me han logrado enseñar lo que soy ahora, por creer en mí a cada momento y porque con su esfuerzo todo este proceso ha sido posible. A mi hijo y madre de mi hijo, porque han infundido en mí, enseñanzas que cada día voy a agradecer, permitiendo que crezca cada vez más como ser humano, su amor ha sido fundamental en todo este proceso. A mis hermanos por sus experiencias e insistencia, por enseñarme el valor de nunca rendirme y siempre contar con su apoyo cuando más los he necesitado.

Carlos Augusto Agudelo Zamorano

Dedico esta meta cumplida principalmente a Dios nuestro guía, tu amor y bondad no tiene fin. Ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor. A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. A nuestros profesores, compañeros y amigos que nos acompañaron en el transcurso de esta etapa.

Cristian Camilo Gómez Agudelo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su presencia, por siempre estar ahí cuando más lo he necesitado, por brindarme todas estas oportunidades con las que cuento y he contado. A mis padres porque ni con todas las palabras del mundo puedo llegar a expresar cuando los amo, admiro y podré agradecer. A mi hijo y madre de mi hijo, porque con su amor incondicional me han llenado de fuerza, valor y motivos para continuar en cada batalla. A mis hermanos por sus enseñanzas y siempre estar ahí cuando los he necesitado. Agradezco al Ing. Adán por tanta paciencia y por abrirnos la posibilidad de realizar ese maravilloso viaje en el que aprendimos muchas cosas, no solo académicas. Agradezco a la universidad y a mis compañeros por todos los momentos buenos que me brindaron durante toda la universidad, hicieron que esta etapa de mi vida fuera digna de recordar por siempre.

Carlos Augusto Agudelo Zamorano

Agradezco a Dios, quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores. Eres quien guía el destino de mi vida. A todos los docentes por las asesorías y el tiempo dedicado, al ingeniero Adán Silvestre Gutiérrez por el acompañamiento y la información brindada para sacar adelante este trabajo.

Cristian Camilo Gómez Agudelo

CONTENIDO

1.	Introducción	10
2.	Problema.....	11
3.	Justificación.....	12
4.	Objetivos	13
4.1	Objetivo General	13
4.2	Objetivos Específicos.....	13
5.	Marcos de referencia	14
5.1	Marco de antecedentes	14
5.2	Marco teórico	18
5.3.	Marco legal	28
5.4	Marco geográfico	30
6.	Marco metodológico	32
6.1.	Enfoque de la investigación	32
6.2.	Matriz de diseño metodológico.....	32
6.3.	Fases y resultados de la investigación.....	33
7.	Patologías registradas en la inspección visual de la institución educativa.....	34
7.1.	Exposición.....	34
7.2.	Humedades.....	36
7.3.	Corrosión.....	37

7.4. Mal proceso constructivo	37
7.5. Fallas	41
7.6. Instalaciones	42
8. Procedimiento de la modelación en ETBS de las Aulas (15,16,17,18,19,20)	47
9. Propuestas para la solución y recomendación para los problemas encontrados	57
9.1. Regatas en el concreto.....	57
9.2. Exposición del acero de refuerzo	57
9.3. Humedades.....	57
9.4. Corrosión.....	58
9.5. Malos procesos.....	58
9.6. Cubierta.....	59
9.7. Grietas	59
9.8. Sistema eléctrico	60
10. Conclusiones	61
11. Recomendaciones.....	62
12. Bibliografía.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano arquitectónico. Planta 1° piso, 2005.	15
Figura 2. Plano arquitectónico. Planta 2° piso, 2005.	16
Figura 3. Plano eléctrico. 2017.	17
Figura 4. Ubicación de la institución educativa GABO. Plano de zona de amenaza urbana del plan de ordenamiento territorial del municipio de Cartago.	30
Figura 5. Ubicación de la institución educativa GABO.	30
Figura 6. Entrada de la institución educativa GABO.	31
Figura 7. Plantel de estudio (Aula 15,16,17,18,19,20).	31
Figura 8. Hierro expuesto en columna Fuente Propia.	34
Figura 9. Hierro expuesto en vigas Fuente Propia	35
Figura 10. Hierro expuesto en vigas Fuente Propia	35
Figura 11. Humedades en cielo rasos Fuente Propia	36
Figura 12. Humedades en paredes Fuente Propia	36
Figura 13. Hierro corroído en vigas Fuente Propia.	37
Figura 14. Vano de puerta Fuente Propia.	37
Figura 15. Columnas Fuente Propia.	38
Figura 16. Columna y vigas Fuente Propia	38
Figura 17. Columna y vigas hormigueadas Fuente Propia	39
Figura 18. Columna corta Fuente Propia	39
Figura 19. Viga y losa Fuente Propia.	40
Figura 20. Cubierta 2 piso Fuente Propia.	40
Figura 21. Deterioro de Columnas Fuente Propia.	41

Figura 22. Viga Fuente Propia	41
Figura 23. Cielo raso en icopor Fuente Propia.....	42
Figura 24. Tubería de agua lluvia y eléctrica Fuente Propia.....	42
Figura 25. Conexión de Toma Corriente Fuente Propia	43
Figura 26. Prueba en columna con ferroskan. Fuente Propia.....	44
Figura 27. Prueba en columna con esclerómetro Fuente Propia	44
Figura 28. Prueba en viga con ferroskan Fuente Propia.....	45
Figura 29. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	47
Figura 30. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	48
Figura 31. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	48
Figura 32. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	49
Figura 33. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	50
Figura 34. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	50
Figura 35. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	51
Figura 36. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	51
Figura 37. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	52
Figura 38. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	53
Figura 39. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	53
Figura 40. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	54
Figura 41. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	55
Figura 42. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	55
Figura 43. Pantallazo del programa etbs Fuente Propia.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Referencias de antecedentes.....	14
Tabla 2. Matriz de diseño metodológico.....	32
Tabla 3. Fase I. Inspección visual del estado actual de la Institución Aquilino	33
Tabla 4. Pruebas – Ferroskam	33
Tabla 5. Plan de soluciones	33
Tabla 6. Análisis ferroskam.....	45
Tabla 7. Análisis esclerómetro.....	46

1. Introducción

En la siguiente monografía se realiza el estudio patológico de la institución educativa GABO, ubicado en la Ciudad de Cartago, Valle, aplicando los conocimientos adquiridos en la pasantía internacional en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El objetivo es conocer a profundidad el problema desde todos los aspectos que intervienen, desde lo general a lo particular, para poder comprenderlo y brindar una patología adecuada; Esta investigación es de gran importancia ya que permite generar una advertencia al tener en cuenta los riesgos que se presentan al conocer sobre los mismos, también genera información de las posibles causas para lograr mitigarlas.

2. Problema

Las escuelas, además de ser el lugar donde niños y jóvenes aprenden, también son el sitio donde pasan más tiempo después de su hogar. Por ello, una parte importante a considerar para el desarrollo de la educación es la infraestructura con la que operan los centros educativos (SM, 2014).

Las instituciones educativas de Cartago tienen una trayectoria de más de 50 años, esto da a entender que sus estructuras y materiales han quedado obsoletas a través del tiempo, haciendo necesario un estudio y reforzamiento aplicando la normativa vigente.

La institución Educativa GABO no es ajena a esta situación, pertenece a uno de los colegios más antiguos de la ciudad de Cartago, ya que fue fundado en el año 1962; a lo largo de los años no se le ha realizado ninguna clase de patología ni reforzamiento estructural, desconociendo su estado y por esto, el riesgo para la comunidad educativa.

3. Justificación

La institución Educativa GABO presenta una serie de deterioros que se evidencian a simple vista, por esto, el estudio se justifica una vez se identifican las fallas estructurales o deterioro de esta, permitiendo establecer el grado de falla en que se encuentra la comunidad educativa (estudiantes, docentes, administrativos y familiares), quienes concurren en la instalación frecuentemente.

El diagnóstico de las patologías de elementos estructurales de la Institución educativa GABO, permite aplicar los conocimientos adquiridos en la pasantía internacional en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) sobre patologías del concreto.

El diagnóstico permite a la institución educativa tener prioridad sobre las obras más requeridas, con el fin de ofrecer una mejor infraestructura a la comunidad educativa, y un ambiente en el cual se sientan seguros, según el Banco de Desarrollo de América Latina (LATINA, 2016) “Está comprobado que tener escuelas en buen estado es determinante para lograr que los alumnos obtengan los resultados académicos esperados”.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico de las diversas patologías que presenta la institución educativa GABO sede principal, del municipio de Cartago en el departamento del Valle del Cauca.

4.2 Objetivos Específicos

- Establecer el estado actual de la edificación y comparar el sistema constructivo con la Norma Sismo Resistente NSR-10.
- Establecer las alternativas que pueden dar solución a los problemas patológicos encontrados en el diagnóstico.
- Realizar una simulación en ETABS del módulo de estudio para determinar a la luz de la Norma NSR-10 el cumplimiento de esta.

5. Marcos de referencia

5.1 Marco de antecedentes

En la tabla siguiente se encuentran los estudios que se usaron de referencia investigativa para cumplir los objetivos propuestos.

Tabla 1. Referencias de antecedentes

Titulo	Autor	Documento	Año
Manual de patología de la edificación	Ventura Rodríguez	Manual	2014
Proyecto disminución de la vulnerabilidad de viviendas que pueden ser afectadas por fenómenos naturales adversos en el barro florida	Colegio mayor de Antioquia	Estudio	2012
Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de vivienda de mampostería	Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica	Manual	2001
Enciclopedia Broto de patologías de la construcción	Broto	Libro	s.f.

Fuente: Propia

Para la elaboración del trabajo se tuvo la colaboración del Rector, Francisco Quiñonez y la coordinadora, María Oneida Pérez, de la Institución Educativa GABO quienes dieron acceso a las instalaciones para la inspección del plantel y a la documentación necesaria, así como también de la Secretaria de Educación al facilitar los planos de dicho plantel educativo.

En las figuras 1 y 2 se aprecian los planos arquitectónicos de la planta baja y alta de la edificación, administrados por la secretaria de educación, los planos se encuentran desactualizados. En la figura 3 se aprecia la fotografía de un plano físico actualizado, suministrado por la institución educativa.

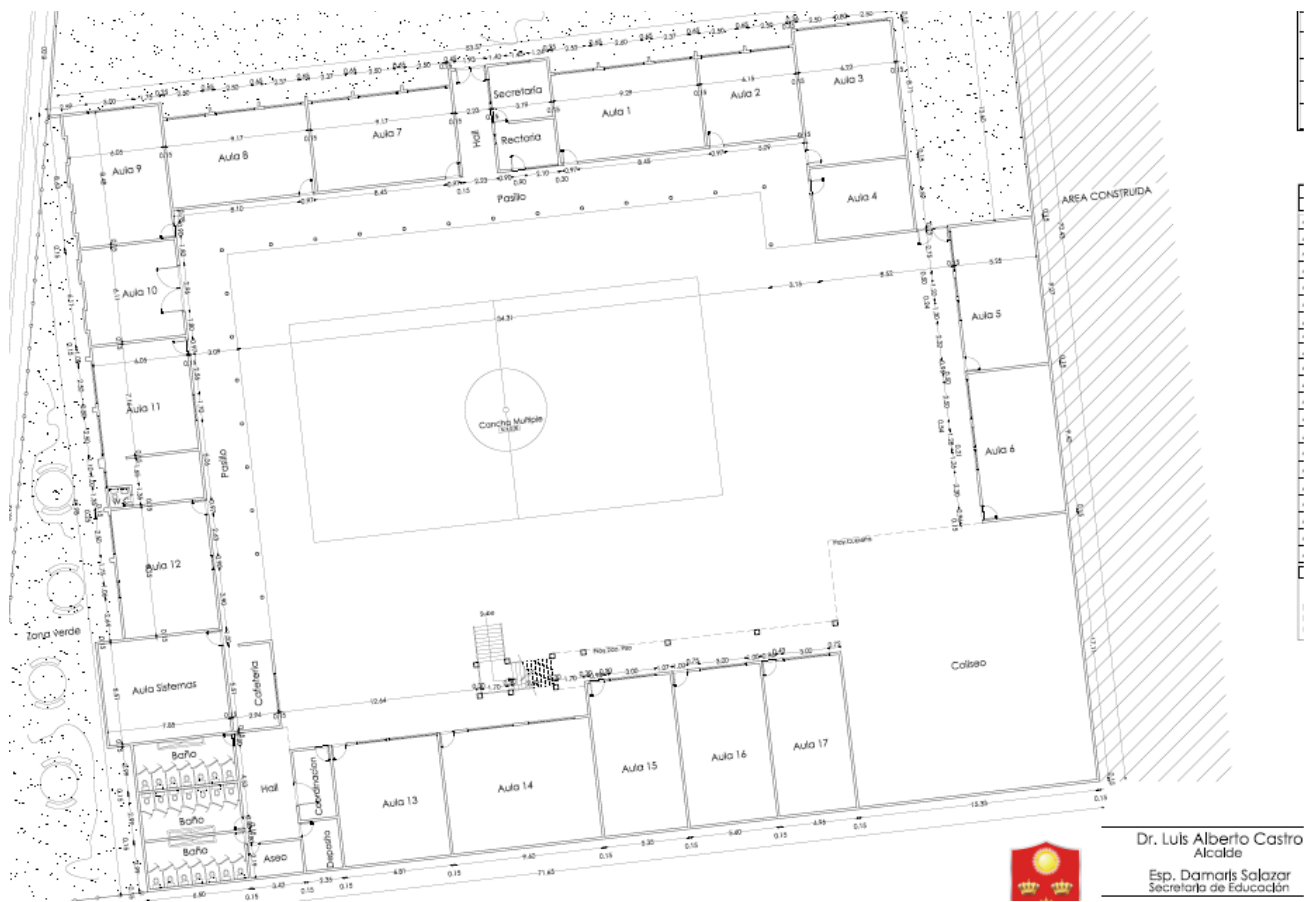


Figura 1. Plano arquitectónico. Planta 1° piso, 2005.

Fuente: (Castro, 2013)

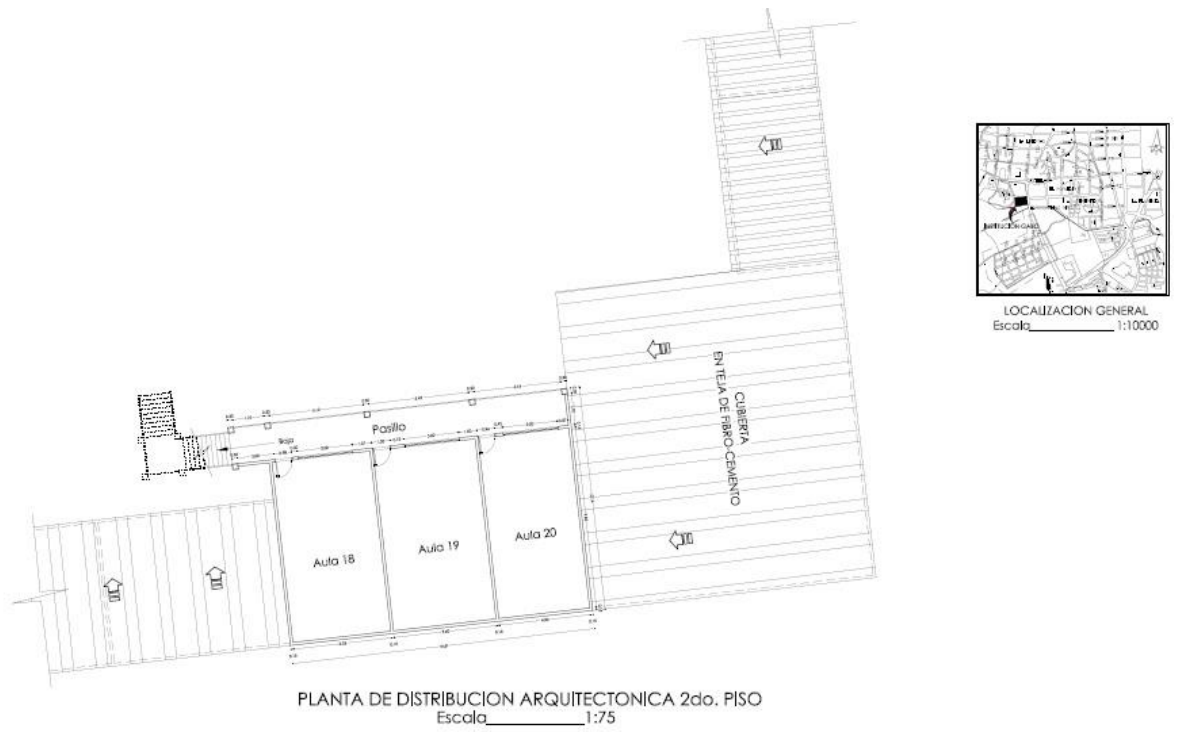


Figura 2. Plano arquitectónico. Planta 2º piso, 2005.

Fuente: (Castro, 2013)



Dr. Luis Alberto Castro Alcalde	COLOMBIA Código No. 07024 GOBIERNO DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA	ESCALA 1:75
Esp. Daricelis Salazar Secretaria de Educación Centro Educativo		CONTEXTO URBANO

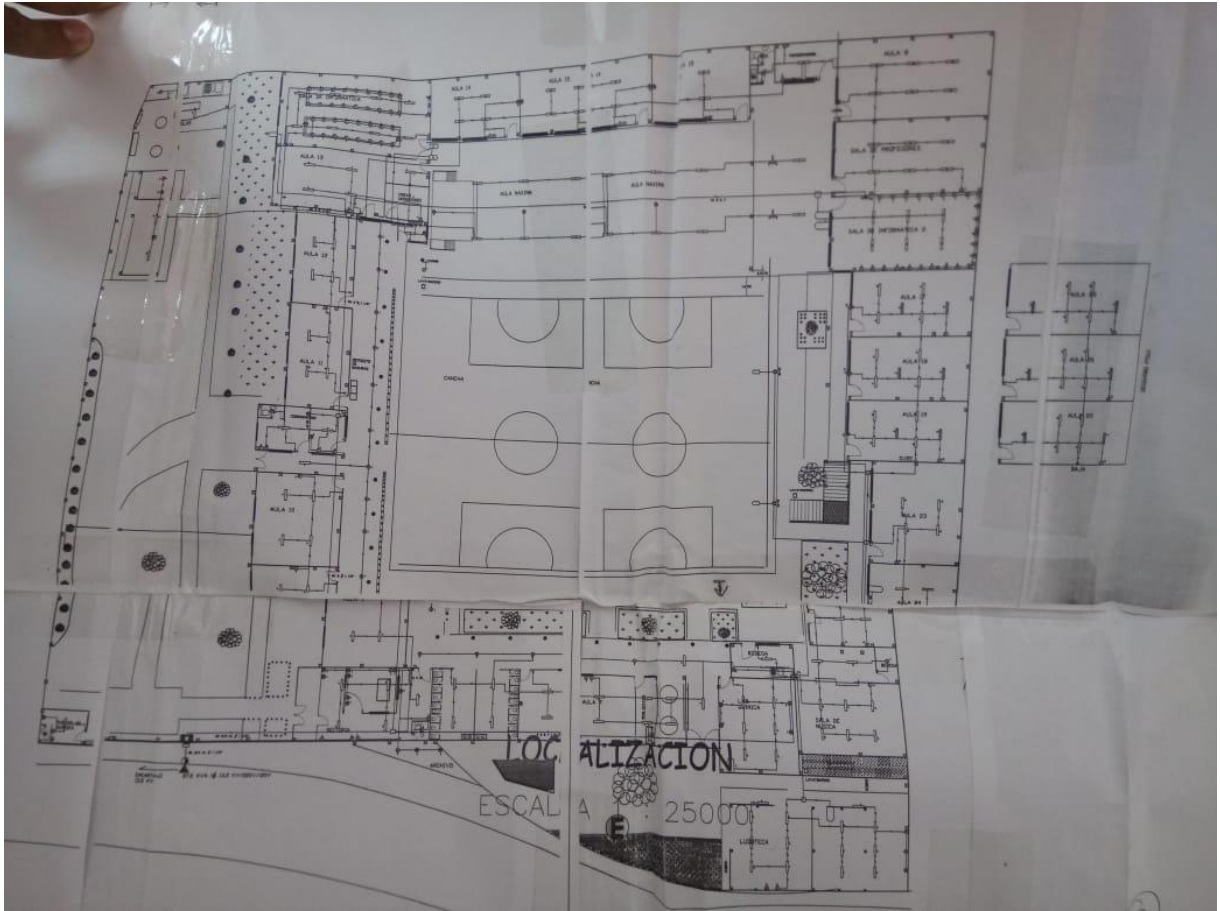


Figura 3. Plano eléctrico. 2017.

Fuente: (Castro, 2013)

5.2 Marco teórico

5.2.1. Patología de las edificaciones. Rodríguez define la patología de la siguiente manera:

La palabra (patología) conforme al diccionario de la Real Academia procede de la palabra griegas “pathos”, que quiere decir enfermedad o afección y “logos” que significa estudio o tratamiento y en castellano se define como la parte de la medicina que trata el estudio de las enfermedades. La adaptación del vocablo al mundo de la construcción nos hace definirlo como el estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y los elementos constructivos. (RODRIGUEZ, 2004, pág. 16)

5.2.2. Fuente de las lesiones en las edificaciones. Rodríguez lo define:

Debemos entender la patología de la edificación como un fallo en el proceso edificatorio puesto que el resultado no ha sido el correcto, al producirse una diferencia entre lo que se pretendía o esperaba con la construcción y lo que realmente se ha conseguido.

El ámbito genérico de los fallos hay que localizarlos en tres grandes periodos del ciclo vital del edificio, como son el diseño y proyecto, la construcción y su puesta en funcionamiento y uso de este. Los procesos de deterioro, por otra parte, pueden surgir por disfunciones en un sistema o reacciones viciadas entre sistemas, por involución natural de los productos o por la injerencia de agentes externos imprevistos en el ciclo vital de la edificación. (RODRIGUEZ, 2004, pág. 17)

5.2.3. Fase de estudio. Según el Manual de la Patología de la Edificación Tomo de Ventura

Rodríguez para hacer el estudio patológico se debe seguir el siguiente orden.

En esta fase se trata de examinar organolépticamente o con el auxilio de instrumentos que nos ayuden en el análisis, la patología presentada para establecer los siguientes parámetros:

Detección de la lesión, anomalías de funcionamiento o patología de la forma más inmediata posible a su aparición para evitar daños continuados o acciones que pudiesen agravarse en el tiempo.

Acotación del área de influencia del problema determinado el elemento o sistema constructivo afectado y delimitando la zona o zonas del edificio que se encuentren afectadas.

Análisis detallado de la lesión para establecer la etiología o fuente de la lesión. Para este análisis nos basaremos en la sintomatología que nos presente la lesión. El síntoma es el signo vivo y visible de un proceso patológico que nos permite la detección y nos ayuda en la lectura de la lesión. (RODRIGUEZ, 2004, pág. 23)

5.2.4. Toma de datos: Para la toma de los datos para el estudio patológico la

Enciclopedia de Broto la estructura de la manera siguiente:

Una vez identificado y aislada la lesión, se inicia el proceso de la TOMA DE DATOS, en el que tenemos que aplicar al máximo la metodología.

Ello implica, en ocasiones, un mínimo repetido de visitas; en otros casos la aplicación y seguimiento de la serie de instrumentos de análisis y evolución de la lesión, en ocasiones, el uso de aparatos diversos de medidas, y siempre, la utilización de fotografías que nos permitan plasmar gráficamente la lesión (el síntoma) en un momento determinado, tanto para poder seguir su evolución, como para poder continuar el análisis.

De este modo, podemos obtener una serie de datos físicos, e incluso muestras de material, que son elementales para proceder al análisis posterior.

Como se menciona al inicio de esta sección, la patología constructiva es la ciencia que estudia los daños constructivos de los edificios o de sus partes y su evolución en el tiempo. Para abordar el estudio previo de los edificios, la metodología debe desarrollarse en fases.

Cuando hay que intervenir en un edificio, lo primero que se hace es una visita de INSPECCION PREVIA, en la que se recoge el máximo de datos referentes a la propiedad, al diseñador del edificio y al inmueble. Se trata de deducir su estado actual de conservación y mantenimiento, con especial atención a los daños existentes y a los posibles procesos patológicos por él sufridos. Conviene realizar croquis y reportajes fotográficos.

Para recabar todos los datos históricos, administrativos, urbanísticos, etc., que podamos obtener del edificio es necesario constar con una completa DOCUMENTACIÓN.

En ocasiones puede ser conveniente llevar a cabo esta fase con anterioridad a esa primera visita al edificio. Con posterioridad hay que proceder al LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO del edificio incluyendo planta, alzados, secciones, detalles constructivos mapas de lesiones, etc.

En principio, los tres bloques anteriores deben ser suficientes para elaborar un anteproyecto. En caso contrario se procede a realizar INSPECCIONES TÉCNICAS, que suponen la realización de análisis, ensayos y pruebas de carga. Para ello es imprescindible el apoyo de técnicos especializados (BROTO, pág. 40).

5.2.5. Fase de dictamen. Para esta fase Ventura Rodríguez plantea lo siguiente.

En esta fase se efectúa el diagnóstico del tipo de lesión y clasificación de la importancia que puede tener a los afectos de la gravedad de la repercusión sobre el edificio. Es evidente que si todas las actuaciones del proceso patológico, que se ha venido estudiando, teniendo en cuenta su importancia, sin duda el momento especialmente delicado del proceso es aquel en que basados en el reconocimiento del problema y tras su análisis se emite el diagnóstico sobre las causas que lo generan y los agentes implicados en el mismo. Es la fase del proceso que se conoce como diagnóstico o dictamen del problema.

Un error o incorrecta apreciación del problema en cualquiera de sus aspectos puede condicionar el resto del proceso e invalidar en todo o en parte las actuaciones posteriores, con lo que no sólo no se ha solucionado el problema, sino que ha perdido el tiempo y el dinero. Dentro de la fase diagnóstica se han de establecer dos parámetros, resultado de la interpretación de la sintomatología:

1. Determinar la etiología del problema en cuanto a la causa específica que lo ha causado y el agente que lo genera, así como establecer la fase del proceso en la que se ha fraguado su origen, mediante la elaboración de una hipótesis diagnóstica. Para corroborar y afianzar esta hipótesis se deben emplear, en virtud de la trascendencia de la patología que se esté estudiando, las pruebas diagnósticas o ensayos que permitan su validación.
2. Clasificar el nivel de gravedad de la lesión que es la última parte de la fase diagnóstica y equivalente en importancia, en cuanto a posibles repercusiones posteriores, que la elaboración de la hipótesis en cuanto a las causas y agentes de la patología estudiada. La clasificación que se plantea es válida para cualquier elemento aislado, sistema constructivo o parte del edificio y puede responder a los siguientes niveles:

Estado de confianza, puede considerarse cuando después del análisis de la patología de que se trate y emitida la hipótesis con el diagnóstico correspondiente, no se aprecien situaciones de ningún tipo de riesgos ni para el elemento en cuestión afectado ni para el edificio.

Estado de precariedad, se establece cuando se detectan carencias en el sistema que disminuyen las garantías de seguridad por debajo de un nivel considerado

adecuado, pero sin llegar a poner en peligro la estabilidad del sistema constructivo o del edificio y por lo tanto su funcionalidad y habilidad.

Estado de peligro. De las deficiencias detectadas se puede deducir que es insuficiente para soportar la acciones a que puede verse sometida en su utilización normal, tales como sobrecargas de uso o acciones naturales como viento, nieve, etc.

Estado de ruina física. Se produce cuando debido a la gravedad de las patologías, el edificio pierde su identidad como tal y como consecuencia las condiciones básicas (RODRIGUEZ, 2004, págs. 24,25).

5.2.6. Lesiones físicas. Según Broto en su enciclopedia afirma que: “son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. Y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos” (BROTO, s.f, pág. 32).

5.2.6.1. Causas de lesiones físicas. En la enciclopedia de Broto se hace mención a las más comunes las cuales son:

- Humedad: “se producen cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento construido. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. En función de la causa podemos distinguir cinco tipos distintos de humedad” (BROTO, pág. 32).
- De obra: “es la generada durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera” (pág. 32).
- Humedad capilar: “es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales” (pág. 32).

- Humedad de filtración: “es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachada o cubierta” (pág. 32).
- Humedad de condensación: “es la producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión del vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores” (pág. 32).
- Humedad accidental: “es la producida por roturas de conducciones y cañerías y suelo provocar focos muy puntuales de humedad” (pág. 32).
- Erosión: “es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial” (pág. 32).
- Erosión atmosférica: “es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos. Generalmente se trata de la METEORIZACIÓN de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación. Rompe láminas superficiales del material constructivo” (pág. 32).

5.2.6.2.Lesiones mecánicas. En la Enciclopedia de Patologías de la Construcción de Broto lo definen de la siguiente manera: “Aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas, suelen considerarse un grupo aparte debido a su importancia. Definimos como lesión mecánica aquéllas en las que predomina un factor mecánico que provoca movimiento, desgaste, abertura o separaciones de materiales o elementos constructivos” (BROTO, pág. 33).

1. Deformaciones: “son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento y que son consecuencia de esfuerzo

mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando ésta entra en carga” (pág. 33).

Este tipo de lesión se divide en cuatro subgrupos:

- Flecha: “son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debido a un exceso de cargas verticales o transmitida desde otros elementos a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento” (pág. 33).
 - Pandeo: “se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical” (pág. 33).
 - Desplomes: “son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales” (pág. 33).
 - Alabeo: “son consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente, a esfuerzos horizontales” (pág. 33).
2. Grietas: “se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento” (pág. 33).

Se distinguen dos grupos los cuales son:

- Por exceso de carga: “son las grietas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento al ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados. Este tipo de grietas requieren, generalmente, un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva” (pág. 33).
- Por dilataciones y contracciones higrotérmicas: “son las grietas que afectan sobre todo a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación” (pág. 33).

3. Fisuras: “son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos” (pág. 34).

Hay dos tipos de fisura las cuales son:

- Reflejo del soporte: “es la fisura que se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una junta, por falta de adherencia o por deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir” (pág. 34).
 - Inherente al acabado: “en este caso la fisura se produce por movimiento de dilatación-contracción, en el caso de los chapados y de los alicatados, y por retracción, en el caso de morteros” (pág. 34).
4. Desprendimiento: “es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedad, deformaciones o grietas” (pág. 34).
 5. Erosiones mecánicas: “son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer erosiones en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en la parte alta y cornisas, debido a las partículas que trasportan el viento” (pág. 34).

5.2.6.3.Lesiones químicas “son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque éste no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde” (BROTO, pág. 34).

La causa de las lesiones químicas se suele presentar debido a sales, álcalis y provocan la descomposición este tipo de lesiones se divide en cuatro grupos:

- Eflorescencias: “se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalización en la superficie del material” (pág. 34).
- Oxidaciones y corrosiones: “son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo porque son prácticamente simultáneos y tienen una sintomatología muy similar” (pág. 35).
- Organismos: “tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar a afectar a la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también afectan al material en su estructura física” (pág. 35).
- Erosiones: “las de tipo químico 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” (pág. 35).

5.2.7. Pruebas con ferroskan.

El ferroskan es un equipo utilizado para el diagnóstico estructural o inspecciones no destructivas, permite determinar la corrosión en barras de acero o deterioro de recubrimiento de hormigón, evaluar la protección contra fuego de barras de acero, verificar el diámetro de barras de acero para una verificación de carga por cambio

de uso de la estructura y perforar los elementos de hormigón de forma rápida y segura. (Civilgeeks.com, 2018)

5.2.8. Pruebas con Esclerómetro.

El Esclerómetro está provisto de una pesa tensada con un muelle; funciona cuando la pesa tensada es lanzada contra la superficie para medir su rebote.

A pesar de que no se considera un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido. Proporciona valores aproximados y se lo emplea principalmente como método de comprobación, siendo menos usado que el ensayo de compresión.

En el año 1950 fue diseñado el primer esclerómetro para la medición no destructiva del hormigón. Se lo patentó con el nombre SCHMIDT; su valor de rebote "R" permite medir la dureza de este material y se ha convertido en el procedimiento más usado a nivel mundial, para el control no destructivo en hormigón. (<https://www.construmatica.com>, 2018)

5.3. Marco legal

NSR 98- Antigua Norma Sismo Resistente. Ley N° 400 del 19 de agosto de 1997 para la cual se adoptan normas sobre construcción sismo resistente .

El objeto de la presente ley establece criterios y requisitos mínimos para 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 puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que estas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del estado y de los ciudadanos. (Sísmica, 2018)

NSR 10- Norma Sismo Resistente, Reglamento Colombiano para la construcción.

Fue promulgada por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

La norma fue sometida a evaluación durante 3 años, hasta que obtuvo la aprobación por parte de los Ministerios de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, de Transporte y del Interior. Uno de los puntos más relevantes de esta versión es el nuevo mapa de sismicidad elaborado por la Red Sismológica Nacional adscrita al INGEOMINAS, que permite identificar de manera más acertada zonas de amenaza sísmica. Este permite hacer variaciones en los diseños estructurales, dependiendo de si la zona es alta, intermedia o baja. Para realizar este mapa se registraron entre 1995 y el 2009 alrededor de 22.000 eventos adicionales (a los 13 mil que crearon la versión NSR-98) que permitieron realizar un mejor estimativo. (Universidad Nacional De Santo Tomás, 2018)

RETIE- Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas. RETIE

Fue creado por el Decreto 18039 de 2004, del Ministerio de Minas y Energía. El objetivo de este reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminado los riesgos de origen eléctrico. (codensa, 2018) CODENSA

5.4 Marco geográfico

La Institución Educativa GABO sede principal, se encuentra ubicada en el municipio de Cartago, Valle del Cauca, en la calle 16 con carrera 11.

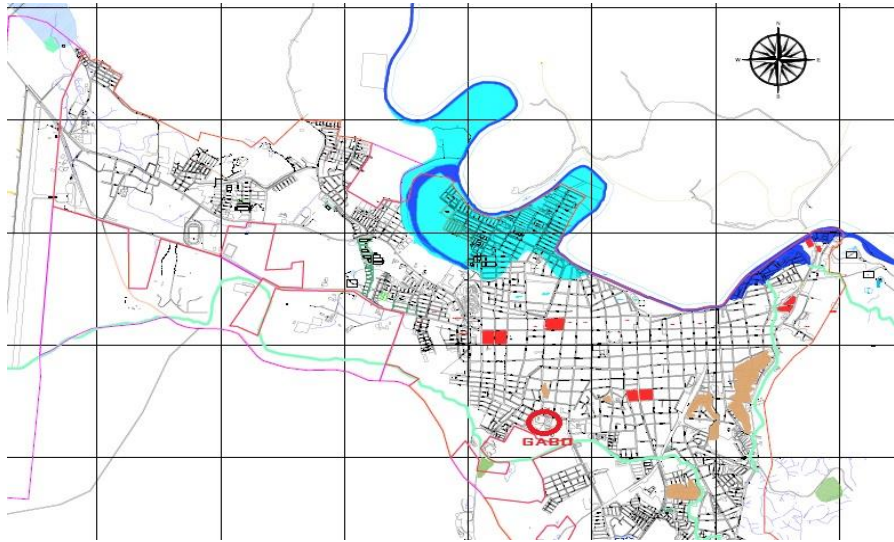


Figura 4. Ubicación de la institución educativa GABO. Plano de zona de amenaza urbana del plan de ordenamiento territorial del municipio de Cartago.

Fuente: (Castro, 2013)

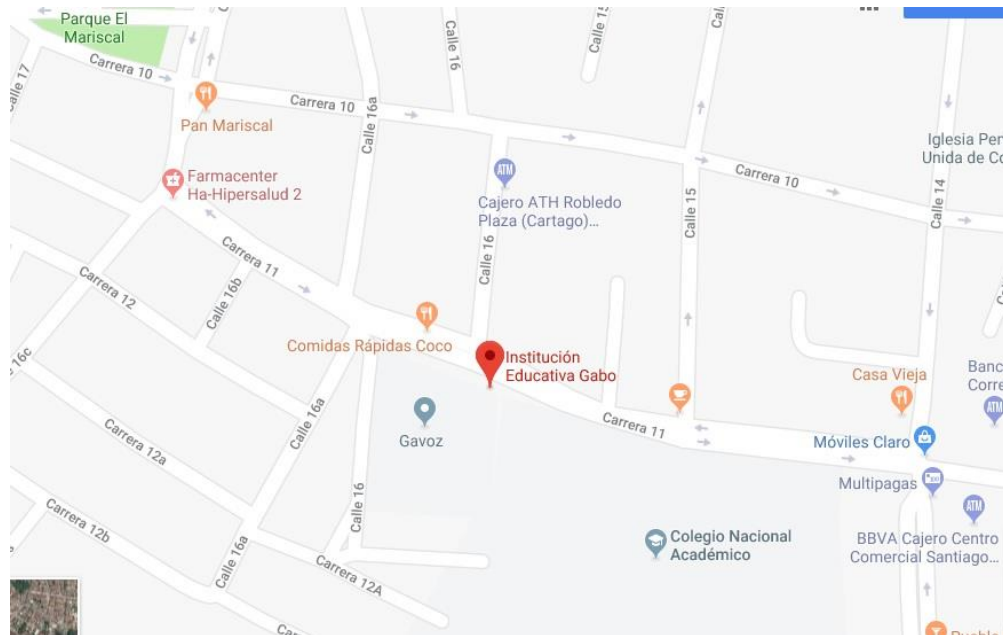


Figura 5. Ubicación de la institución educativa GABO.

Fuente: (MAPS, GOOGLE MAPS, 2013)



Figura 6. Entrada de la institución educativa GABO.

Fuente: (MAPS, GOOGLE MAPS, 2013)



Figura 7. Plantel de estudio (Aula 15,16,17,18,19,20).

Fuente: Propia

6. Marco metodológico

6.1. Enfoque de la investigación

El trabajo plantea una investigación de tipo descriptiva, de acuerdo con Salkind, es aquella en la que reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno de estudio, basada principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental. (BERNAL, 2010)

Una de las principales funciones es la capacidad de seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto. (BERNAL, 2010)

A partir de la investigación descriptiva, además de caracterizar, se plantean diseños, modelos, prototipos, guías, entre otros. (BERNAL, 2010)

6.2. Matriz de diseño metodológico

Tabla 2 Matriz de diseño metodológico

Objetivo general: Realizar un diagnóstico de las patologías de elementos Estructurales de la Institución Educación GABO, del municipio de Cartago, Valle.			
Objetivos específicos	Metodología	Instrumentos	Variables
Establecer mediante la inspección visual el estado Actual de la estructura del colegio GABO.	Cualitativa	Inspección visual	Patologías estructurales
Determinar la separación de Hierros y flejes de la estructura del Colegio GABO, mediante el uso del ferrosan.	Experimental	ferrosan	
Proponer un plan de soluciones acorde a los problemas encontrados.	Cualitativa	Aplicación de conocimientos adquiridos	

Fuente: Elaboración de los autores

6.3. Fases y resultados de la investigación

Para el logro del objetivo se plantearon tres fases:

Tabla 3 Fase I. Inspección visual del estado actual de la Institución Aquilino

Objetivo	Actividades
Establecer mediante la inspección visual el estado actual de la estructura del colegio GABO	Visita de inspección a la Institución Educativa. Registro fotográfico Análisis de información Informe de inspección visual

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 4 Pruebas – Ferroscañ

Objetivo	Actividades
Determinar la separación de hierros y flejes de la estructura del Colegio GABO, mediante el uso del ferroscañ.	Recolección de información Procesamiento de información Resultados

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 5 Plan de soluciones

Objetivo	Actividades
Proponer un plan de soluciones acorde a los problemas encontrados	Priorización de daños Priorización de intervención Sugerencia de plan de soluciones

Fuente: Elaboración de los autores

7. Patologías registradas en la inspección visual de la institución educativa

El 8 de noviembre del 2018 se realiza la visita para inspeccionar el estado de las instalaciones de la Institución Educativa GABO, en el cual se efectúa una revisión general de toda la Institución y se evidencia con registro fotográfico cada una de las fallas identificadas. Posteriormente se determina que el lugar más crítico es la zona de las aulas 15,16 y 17 y los salones del segundo piso 18,19 y 20 a los cuales se les hace una revisión más detallada.

A continuación, se presentan los resultados que arroja la inspección visual del estado de las instalaciones de la Institución Educativa GABO.

7.1. Exposición

Se puede observar en la figura 7 las barras de los aceros longitudinales de una columna expuestas a la intemperie, por lo que se encuentran con corrosión y esto favorece a que el problema penetre y perjudique el acero de toda la columna.



Figura 8. Hierro expuesto en columna Fuente Propia

En la figura 9 se puede apreciar los aceros expuestos en las vigas, esto se debe a una insuficiente vibración en el momento de vaciar el concreto y una mala granulometría de los agregados ya que se pueden ver grandes tamaños del mismo.



Figura 9. Hierro expuesto en vigas Fuente Propia

En la figura 10 se puede apreciar la viga del segundo piso de la institución educativa la cual presenta los flejes a la vista, esto se debe una mala colocación del acero en la formaleta en el momento del vaciado del concreto por lo cual no se dejó recubrimiento, para evitar la exposición del acero a los efectos del medio ambiente.



Figura 10. Hierro expuesto en vigas Fuente Propia

7.2. Humedades

Se pueden identificar humedades en varias zonas de la institución educativa, en la figura 11 se muestran humedades en los cielos rasos por falta de impermeabilización y mala ubicación de los desagües.



Figura 11. Humedades en cielo rasos Fuente Propia

En la figura 12, se pueden apreciar humedades por capilaridad en la parte inferior de los muros debido al agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.



Figura 12. Humedades en paredes Fuente Propia

7.3. Corrosión

En la figura 13 se puede identificar aceros a la vista con corrosión, esto se debe a un recubrimiento insuficiente dejando el acero expuesto a las acciones agresivas del medio ambiente.

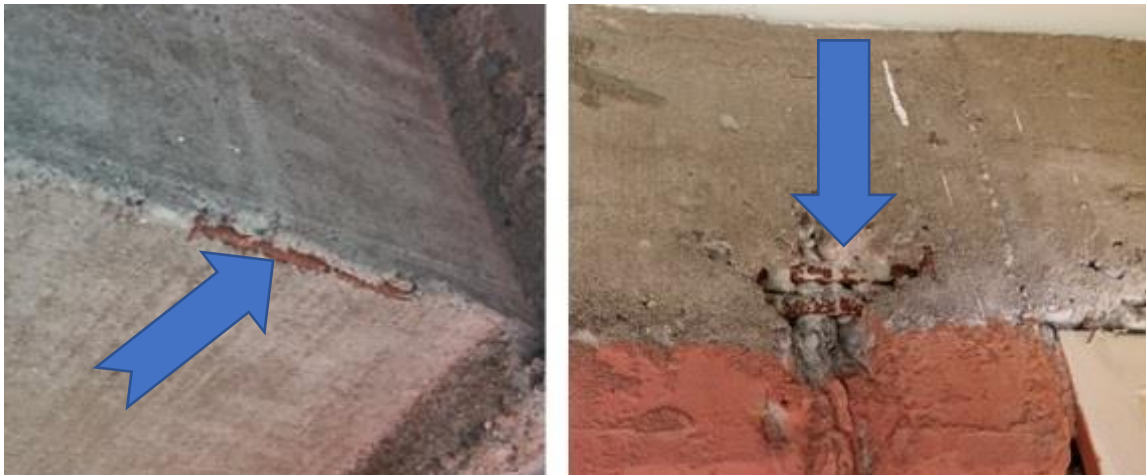


Figura 13. Hierro corroído en vigas Fuente Propia

7.4. Mal proceso constructivo

Se puede identificar en la figura 14 una separación del marco de la puerta al muro, esto se debe a que no se usaron columnetas de confinamiento para los bordes de los vanos.



Figura 14. Vano de puerta Fuente Propia

Se aprecia en la figura 15 dos columnas innecesarias en el muro de uno de los salones de clase, las cuales no están cargando ningún tipo de elemento.



Figura 15. Columnas Fuente Propia

En la figura 16 se puede apreciar una columna en la cual las vigas que soporta no ocupan toda su área por lo cual esto genera unas fuerzas a las que no está diseñado este elemento.



Figura 16. Columna y vigas Fuente Propia

En la figura 17 se pueden identificar graves problemas de hormiguo en columnas y vigas dentro de los salones de clase, por mal vibrado y una pobre granulometría de los agregados.



Figura 17. Columna y vigas hormigueadas Fuente Propia

En la figura 18 se observa una columna con dos vanos a los dos lados del muro sin los espaciamientos mínimos de 50 cm que determina la Norma, lo cual es un grave error en la construcción ya que causa el famoso efecto de columna corta, el cual, en el momento de un sismo, puede fallar muy fácil debido a que el movimiento de la columna en la parte de los vanos va a ser diferente a la parte donde se encuentra el muro



Figura 18. Columna corta Fuente Propia

En la figura 19 se observa la viga del 2 piso, sobre la cual se encuentra una placa de steel deck, en medio de estos dos elementos se encuentra separados por una grieta horizontal, esto se debe a que en el momento de vaciar la placa no se usó una imprimación para unir concreto en diferentes edades por lo cual hizo falta un punteo de adherencia.



Figura 19. Viga y losa Fuente Propia

En la figura 20 se observa la cubierta del segundo piso de la institución educativa que esta soportada por cerchas metálicas y guadua lo cual puede representar un riesgo, ya que tienen grandes luces y está soportando una cubierta de teja de barro que genera mucho peso para este sistema de soporte.



Figura 20. Cubierta 2 piso Fuente Propia

7.5. Fallas

En la figura 21 se pueden apreciar grietas y astillamiento en las columnas dentro de los salones de clase como en los corredores de la Institución Educativa.

Es normal que aparezcan fisuras en una estructura de concreto reforzado cuando es sometida a las cargas de servicio, cargas muertas (peso propio y cargas permanentes) y la carga viva (peso de los enseres y las personas). Siempre y cuando no se supere unos anchos de fisuras estipulados (ACI 224R). Se acepta que esta situación es normal.



Figura 21. Deterioro de Columnas Fuente Propia

En la figura 22 se observan dos grietas en la parte superior de las dos esquinas de la viga, lo cual evidencia una flexión de la columna que causo este tipo falla.



Figura 22. Viga Fuente Propia

7.6. Instalaciones

Se puede evidenciar en la figura 23 el mal estado de los cielos rasos en icopor en los salones de clase



Figura 23. Cielo raso en icopor Fuente Propia

Como se puede apreciar en la figura 24, tuberías de agua lluvia y de energía tienen una ubicación inadecuada, en este caso se encuentra dentro de un salón de clase, lo cual representa un riesgo para los estudiantes y docentes en caso de daño por fractura.

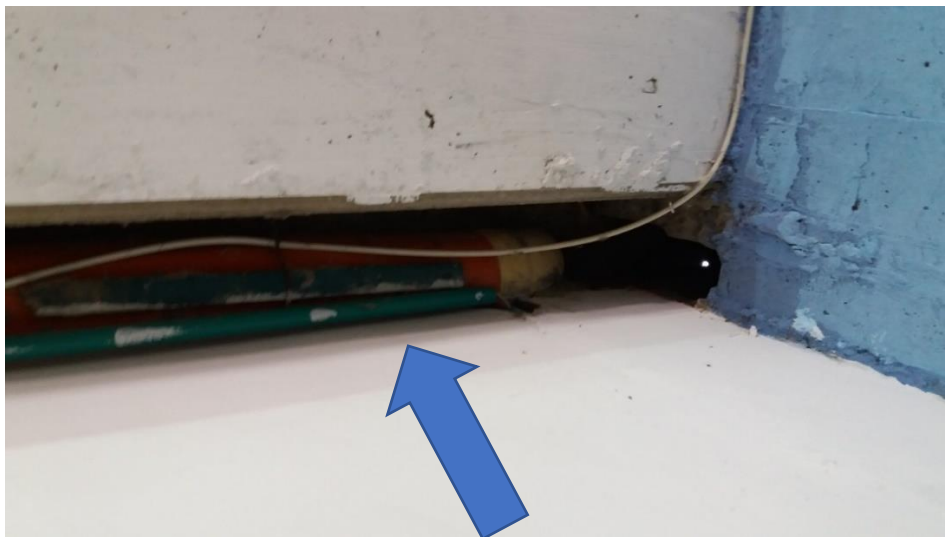


Figura 24. Tubería de agua lluvia y eléctrica Fuente Propia

En la figura 25 se observa el mal estado de una conexión de tomacorriente, con cables de cobre a la vista, lo cual representa un riesgo.



Figura 25. Conexión de Toma Corriente Fuente Propia

Se programa una nueva visita en la Institución Educativa GABO en la cual se realizan pruebas no invasivas con ferroskan, para un análisis más en detalle de los hierros que componen las estructuras de concreto. Y con el esclerómetro para tener una medida de la resistencia del concreto aproximada.

En la figura 26, se observa el uso del ferroskan para determinar la separación de los flejes y barras longitudinales, el diámetro de estos y el recubrimiento de concreto.



Figura 26. Prueba en columna con ferroskan. Fuente Propia

En la figura 27, se observa el uso del esclerómetro que es un ensayo no destructivo para determinar la resistencia a la compresión del concreto.



Figura 27. Prueba en columna con esclerómetro Fuente Propia

En la figura 28, se realiza el estudio de la viga que sostiene la losa del segundo piso con ferroscaan, la cual nos revela a simple vista los flejes de la misma, ya que tiene carencia de recubrimiento y se puede evidenciar que se uso barras lisas en vez de las corrugadas que exige la norma sismo resistente.



Figura 28. Prueba en viga con ferroscaan Fuente Propia

En la tabla número 5 se presentan los análisis de las columnas y las vigas realizadas con el ferroscaan:

Tabla 6. Análisis ferroscaan

Elemento	Separación flejes	Diámetro de los hierros	Recubrimientos
Columnas de 30 x 30 2.7m de altura	Tienen un promedio de 20 cm	Barras longitudinales de 5/8`` Flejes de 1/4``	Varían en todas las caras de la columna 2.28,0.92,1.28 cm
Viga 35x30	Flejes lisos distribuidos cada 16 cm	Acero de los extremos 3/4`` Acero medio 5/8`` Flejes 3/4``	Recubrimiento acero longitudinal 0.92 cm Flejes 0 cm

Observaciones: En el estudio con el ferroskan se pudo identificar los siguientes problemas

- Recubrimientos insuficientes
- Distancia entre fleje diferente por lo que no cumple ningún tipo de diseño
- Mal procedimiento de encofrado
- Espesores de recubrimiento discontinuos

En la Tabla número 3 se presentan las pruebas de las columnas echas con el esclerómetro:

Tabla 7. Análisis esclerómetro

Elemento	N. de toma	Medida	Promedio
Cara 1 de Columna 1	1	37	35.3 MPa
	2	<u>31</u>	
	3	35	
	4	36	
	5	38	
	6	35	
	7	33	
	8	<u>39</u>	
	9	37	
	10	32	
Cara 2 de Columna 1	1	34	34.2 MPa
	2	37	
	3	33	
	4	33	
	5	36	
	6	31	
	7	<u>39</u>	
	8	<u>30</u>	
	9	34	
	10	35	
Cara 1 de Columna 2	1	36	33.2 MPa
	2	31	
	3	34	
	4	30	
	5	33	

	6	35	
	7	31	
	8	38	
	9	31	
	10	33	
	1	32	
	2	31	
	3	36	
	4	36	
Cara 2 de Columna 2	5	31	32.8 MPa
	6	31	
	7	32	
	8	36	
	9	32	
	10	31	

Observaciones: con las pruebas del esclerómetro se pudo identificar que el concreto usado para esta obra tiene una buena resistencia a la compresión.

8. Procedimiento de la modelación en ETABS de las Aulas (15,16,17,18,19,20)

Se procedió abrir el programa ETABS 2016, posteriormente se seleccionan las unidades a utilizar Kip, ft, F.

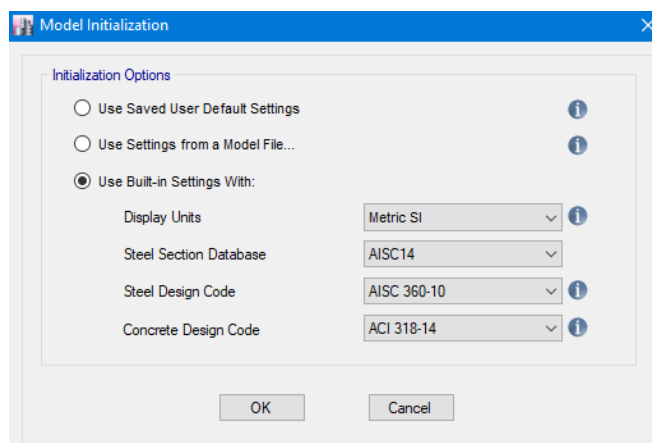


Figura 299. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Se modifica un espacio de trabajo teniendo en cuenta los ejes de la estructura y las distancias.

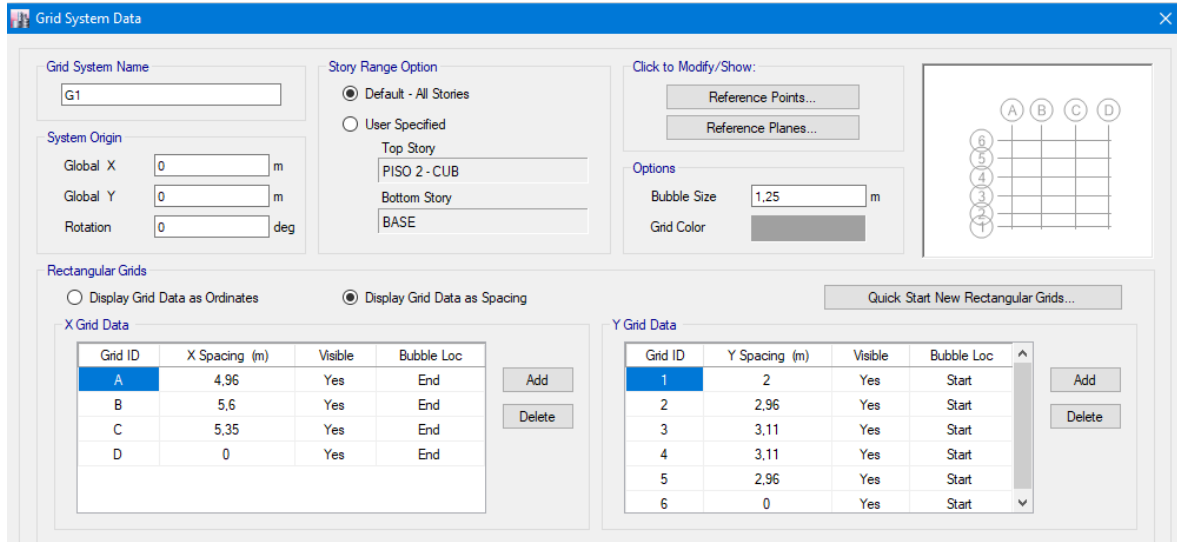


Figura 3030. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Luego pasamos a Editar la altura entre cada piso de la edificación.

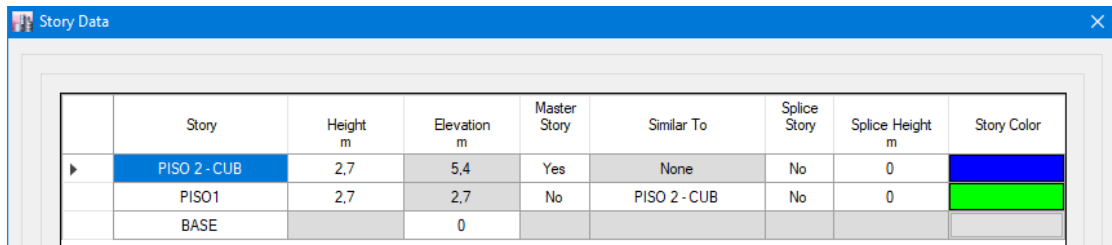


Figura 3131. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Materiales, concreto de 28Mpa y de 21Mpa

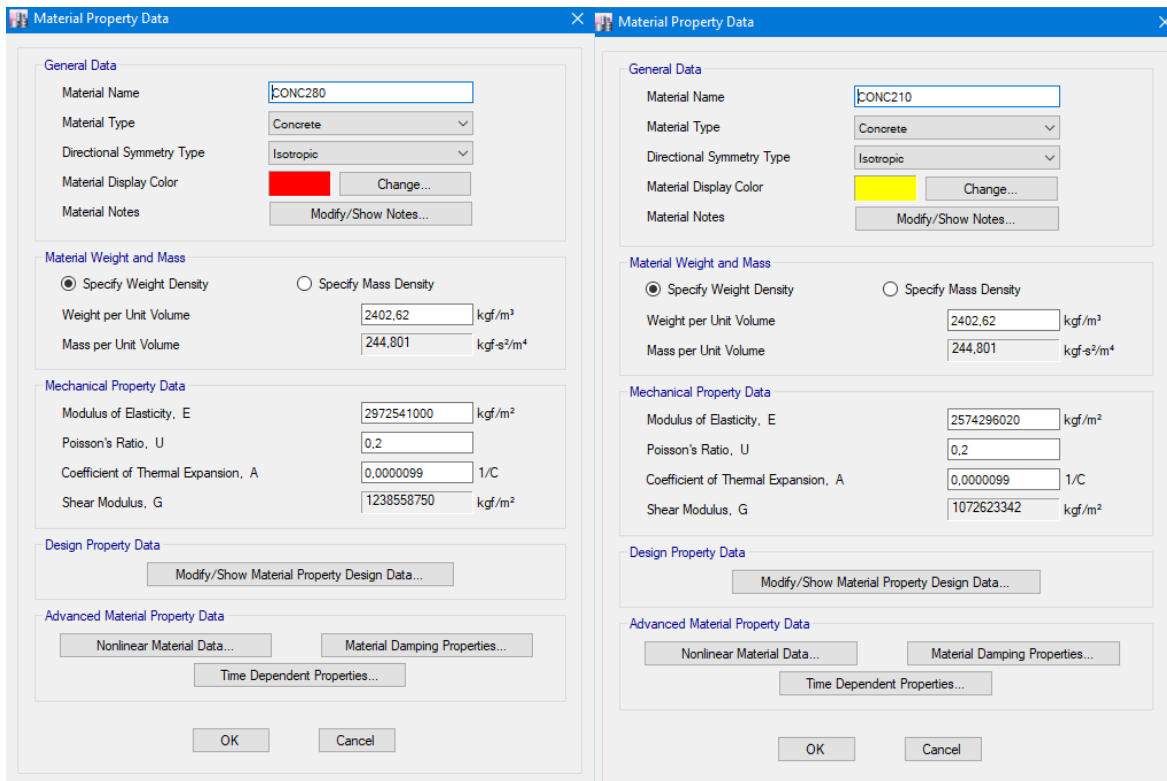


Figura 3232. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Seleccionamos ADD NEW SECTION

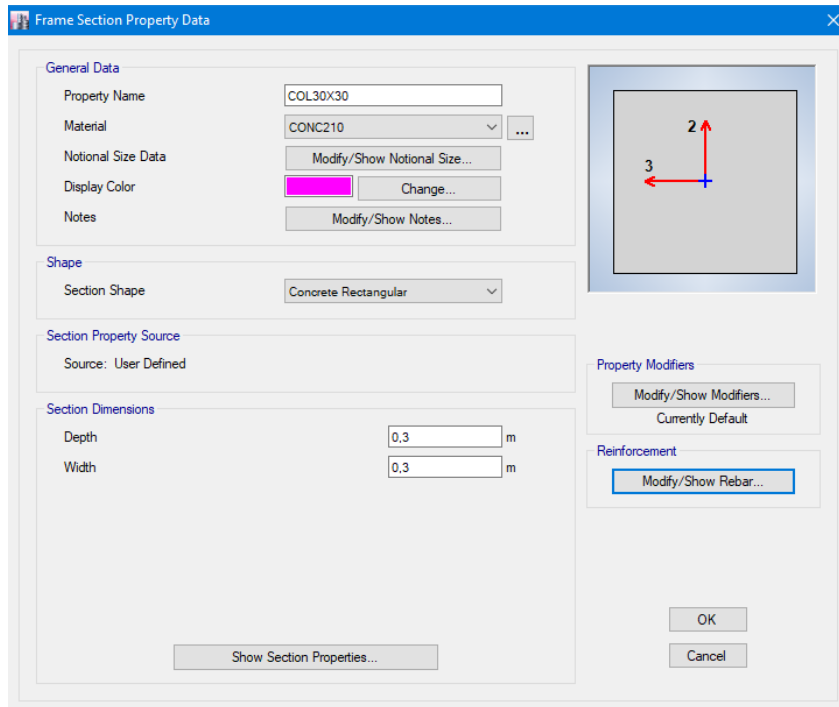


Figura 3333. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

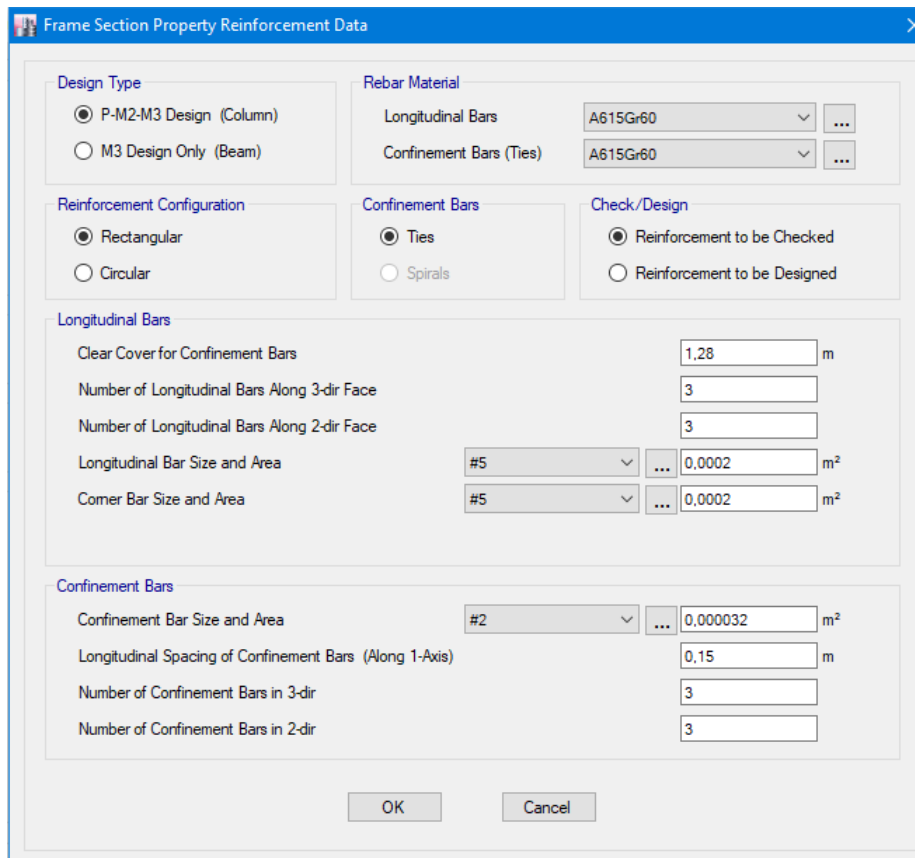


Figura 3434. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Se genera una sección de columna de 30 x 30, y luego se añade el refuerzo
Se realiza lo mismo con la sección de viga 30 x 35.

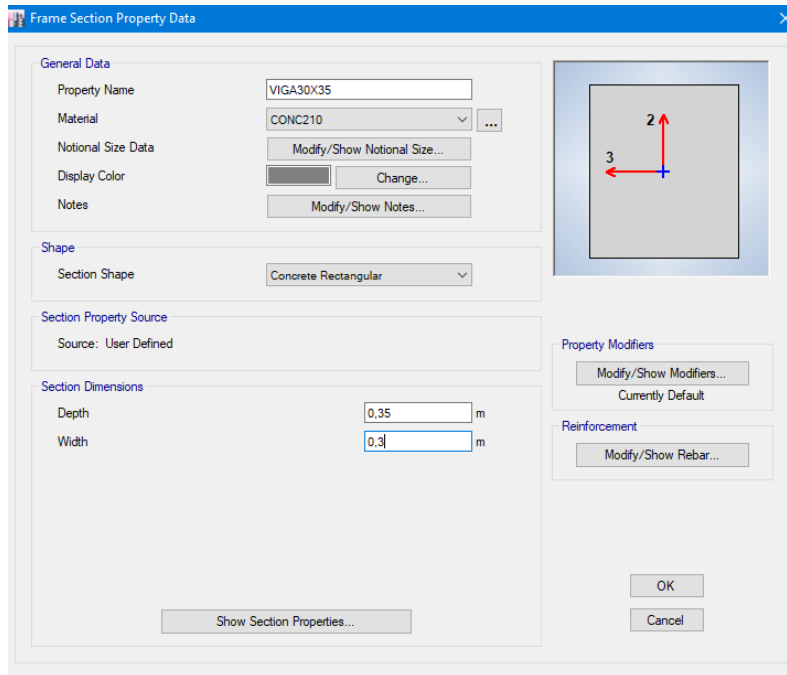


Figura 3535. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

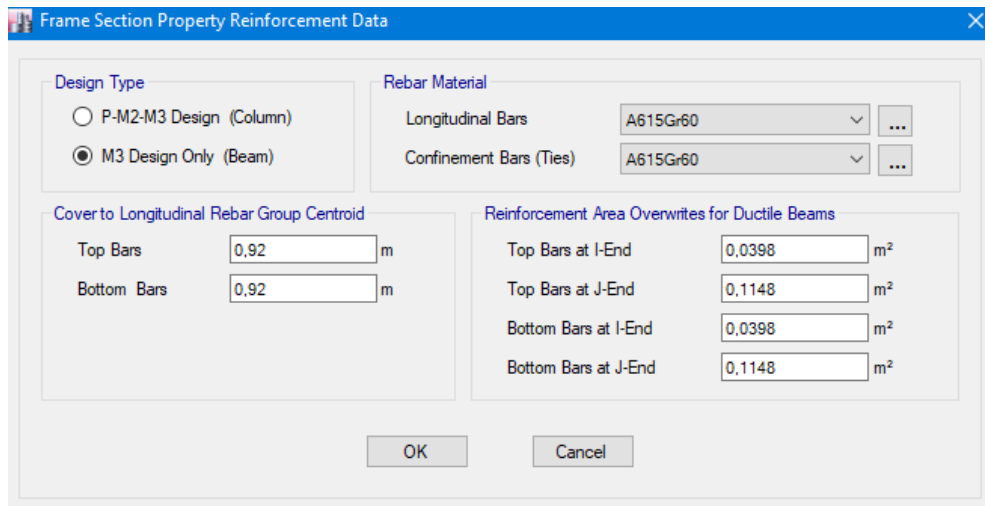


Figura 3636. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Se crea un tipo de material para la Losa

Material Property Data

General Data

Material Name: MEMBRCARGA

Material Type: Other

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [magenta] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 0 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2150000000 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0,2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0,0000099 1/C

Shear Modulus, G: 895833333,33 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 3737. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Peso y densidad del Material = 0

Luego se crea una sección de losa tipo Shell, con el material creado anteriormente, y de una dimensión pequeña, esta sección solo nos sirve para aplicar cargas encima de él.

Donde se aplican las cargas muertas, sobre impuestas y vivas.

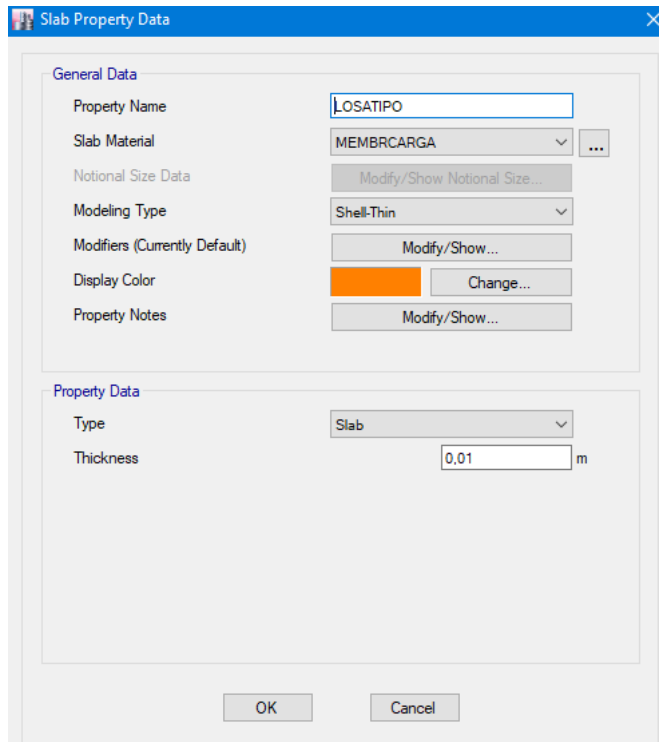


Figura 38. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Se realiza la modelación de la estructura y luego se aplican las cargas

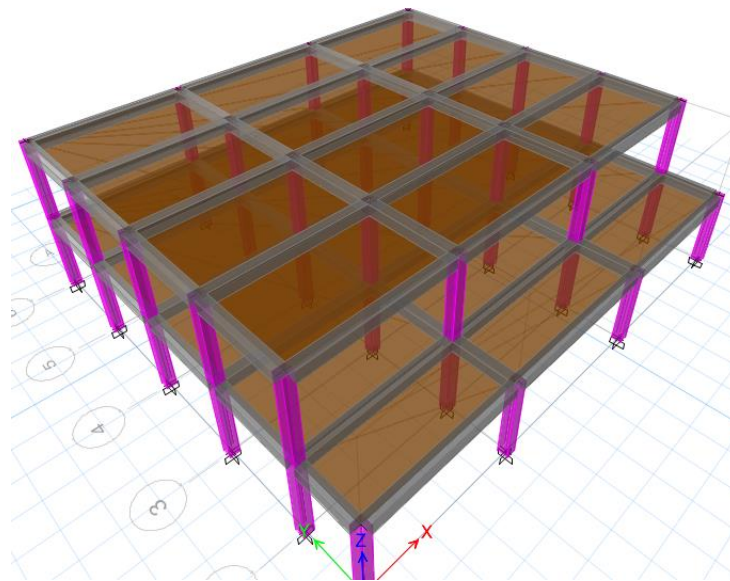


Figura 3939. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Las cargas seleccionadas para el corredor de los salones son: 200 kg/m² para la muerta y 300 kg/m² para la viva.

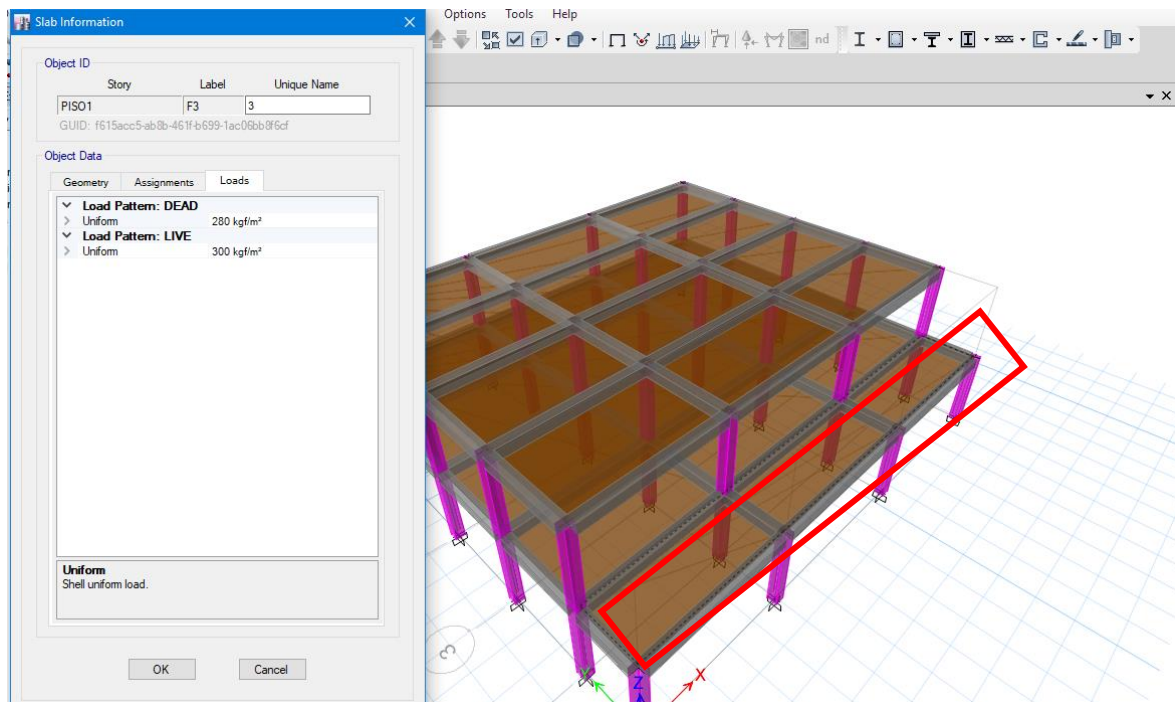


Figura 4040. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Las cargas según la NSR10 para los salones son: 280 kg/m² para la muerta, 120 kg/m² para la sobre impuesta y 200 kg/m² para la viva.

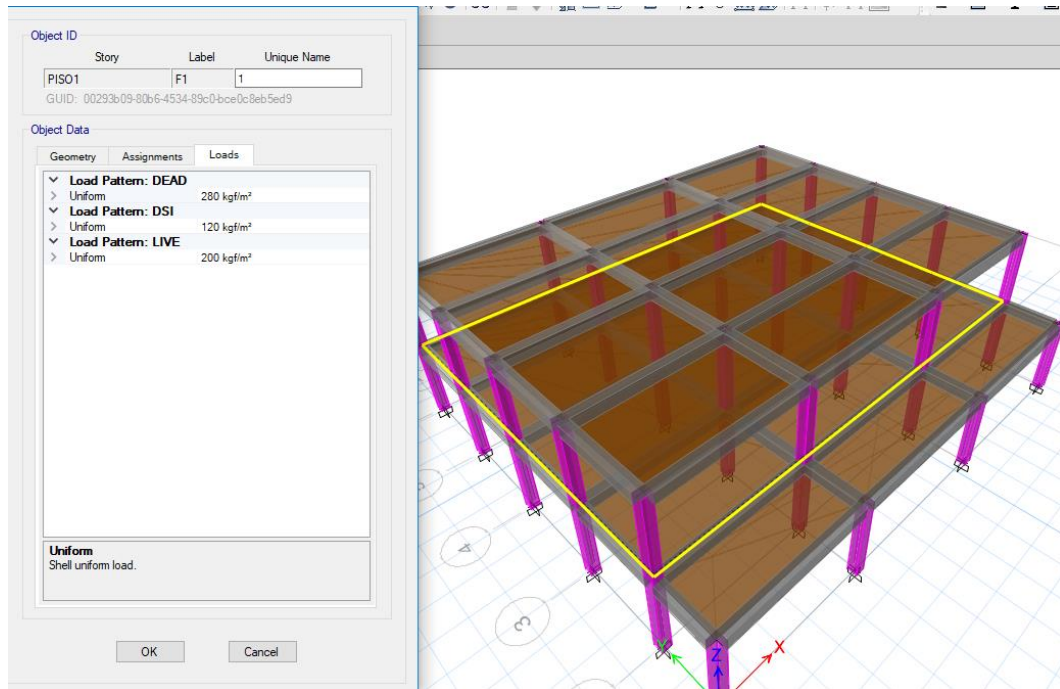


Figura 4141. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Las cargas para la cubierta son: muerta 150 kg/m² y viva 50 kg/m²

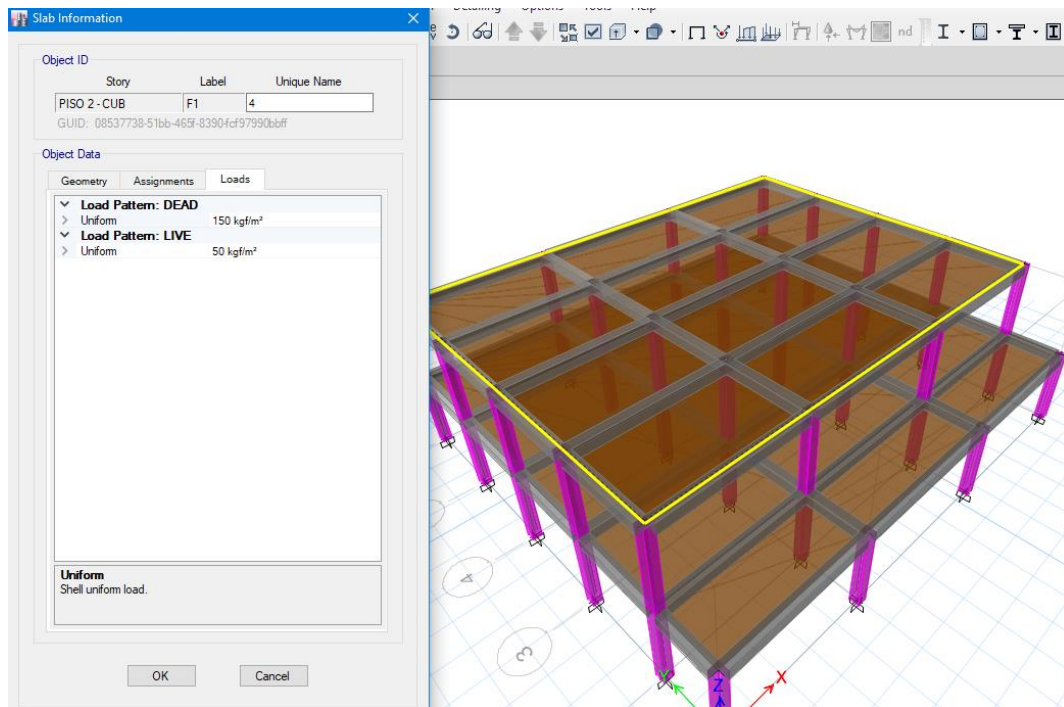


Figura 4242. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Se aplica un espectro para el Colegio el cual se muestra a continuación:

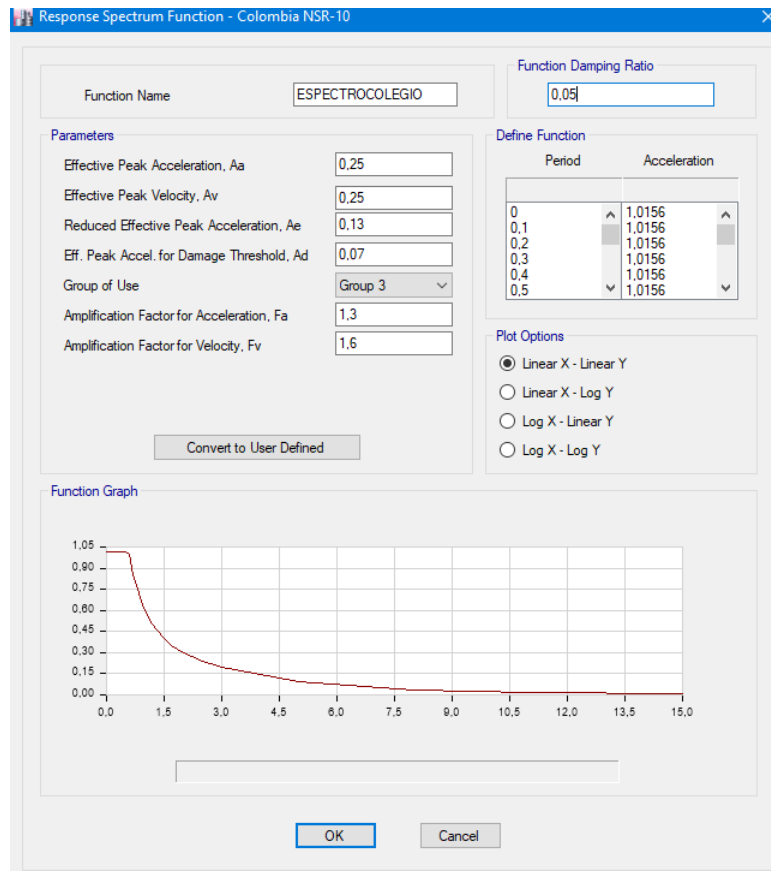


Figura 4343. Pantallazo del programa ETABS Fuente Propia

Observaciones: para la modelación de la estructura, se toma en cuenta toda la información de las mismas tomadas en campo, como las dimensiones del acero, de las columnas y vigas, la forma y distribución geométrica de los elementos. Para la resistencia a la compresión del concreto, se modelo con 21 MP, mucho menor al que arrojo la prueba del esclerómetro, ya que este instrumento da una lectura indirecta. Las cargas en el modelo se toman del título B de la norma sismo resistente (NSR-10). Y en conclusión al correr el modelo, arroja que a nivel sísmico tiene una buena capacidad de resistencia, pero hay que tener en cuenta que este modelo se hace en unas condiciones ideales, no se están teniendo en cuenta factores por malas prácticas en la construcción o por deterioro de los elementos estructurales.

9. Propuestas para la solución y recomendación para los problemas encontrados

9.1. Regatas en el concreto

En el caso de las columnas y vigas que se encuentran con el acero expuesto se recomienda antes de cualquier reparación, realizar regatas para dejar el acero a la vista y antes de 24 horas realizar prueba con fenolftaleína e identificar si presenta carbonatación y revisar que otros daños ha causado a la columna el estar expuesta a la intemperie en un tiempo prolongado

9.2. Exposición del acero de refuerzo

Se pueden apreciar varias zonas en las que se encuentra el acero expuesto. Para las barras de acero que salen de las columnas (figura 7), se recomienda retirar oxido con un cepillo de alambre de acero o mediante solvente y luego aplicar pigmentos de recubrimiento anticorrosivo para varilla expuesta a la intemperie para evitar que entre en proceso de oxidación y que penetre por toda la estructura.

Para los elementos estructurales con hormiguo y con aceros expuestos (figura 8 y 9) se recomienda primero una limpieza de la zona y del acero de refuerzo con cepillo de alambre o mediante solvente y luego aplicar un mortero cementoso para reparación en elementos estructurales de concreto.

9.3. Humedades

En las humedades de los cielos rasos (figura 10) se recomienda una inspección más a fondo para identificar la raíz del problema, los cuales pueden ser, pendientes incorrectas, taponamiento de las canaletas, falta de impermeabilización, tejas dañadas o mal puestas. Por lo cual es de gran importancia actuar con prontitud para la localización y solución del problema que provocan estás

humedades, ya que estas patologías se expanden llegando a otros elementos y causando diversas enfermedades en las estructuras.

Para las humedades ascendentes de los muros de la figura 11, se recomienda eliminar el revoque afectado hasta llegar al ladrillo del muro, y aplicar producto para crear una barrera repelente al agua que bloquee la humedad ascendente en el futuro y luego aplicar un revoque hidrófugo para que el muro respire.

9.4. Corrosión

El caso de los elementos que tienen corrosión como los de la figura 12, se recomienda hacer una limpieza manual con cepillo de alambre o química con solvente para el acero, después la zona debe estar totalmente libre de polvo y cualquier otra contaminante como grasas y aplicar producto para hacer un puente de adherencia entre concreto fresco a concreto endurecido y aplicar un mortero de reparación para elementos estructurales.

9.5. Malos procesos

En las aberturas en los muros como en la figura 13 se sugiere hacer columnetas y dintel alrededor de los mismos, ya que la NRS 10 en el en el apéndice E.3.4.3, menciona “se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismo y la longitud total en planta de los vanos debe ser menos que la mitad de la longitud total en planta del muro” (NSR-10, págs. E-12). De esta forma amarramos los muros para evitar que en un sismo se puedan desplomar.

Se recomienda para el caso de la figura 17 hacer continuidad en el muro a los dos lados de la columna como recomienda la NSR-10 de 50 cm como mínimo debido a que en un sismo puede hacer fallar fácilmente la columna si el muro no está completo en toda la altura. Esta situación se

le conoce como “efecto de columna corta” dado que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de la columna que no tiene muro.

9.6. Cubierta

En el caso de la cubierta de la figura 19 se recomienda reforzar la estructura y tomar ensayos electrolíticos de corrosión para identificar el tiempo de vida útil de estos elementos, y también se sugiere lijar la superficie metálica con el fin de eliminar el óxido, limpiar la superficie y aplicar un anticorrosivo para superficies de acero expuestas a condiciones atmosféricas en ambientes de baja agresividad.

9.7. Grietas

La razón principal para sellar las fisuras en una estructura de concreto es la durabilidad de esta, Por las fisuras pueden ingresar los agresores del medio ambiente hacia los aceros de refuerzo (humedad, dióxido de carbono, etc.) las fisuras son como las heridas abiertas por donde entran las enfermedades. Cuando los agresores del medio ambiente alcanzan las barras de acero de refuerzo empiezan un proceso de corrosión. El óxido que aparece en la barra de refuerzo es el producto de la corrosión. Estos productos de la corrosión ejercen una fuerza de tensión en el concreto circundante logrando fracturarlo al cabo de cierto tiempo.

Se pueden inyectar fisuras como en el caso de la figura 20 y 21, con un ancho mínimo de 0.15mm y con un ancho máximo de 6mm aproximadamente (para el caso de resinas epóxica, acrílicas inyectadas a presión). El ancho de la fisura determina la viscosidad del producto a utilizar, siendo menos viscoso para fisuras pequeñas y más viscosas para las fisuras más anchas. Para anchos superiores a 6 mm se recomienda materiales cementosos tipo grout.

9.8. Sistema eléctrico

Para las instalaciones eléctricas se recomienda revisar los tomacorrientes que se encuentran en mal estado como es el caso de la figura 24, y mejorar la seguridad en todas las instalaciones que manejan energía, ya que se puede observar en la visita, cajas que contenían sistema eléctrico abiertas, siendo un riesgo para la comunidad estudiantil y docente.

10. Conclusiones

Una de las principales causas en los daños de la estructura de la Institución Educativa Gabo, es la antigüedad de esta, por tal motivo no cuenta con las normas y diseños requeridos.

Se concluye que la zona intervenida para la inspección visual de la Institución Educativa Gabo se encuentra en mal estado debido a la falta de mantenimiento en sus instalaciones, teniendo en cuenta que es una construcción antigua, situación que genera riesgo en la integridad de alumnos y docentes.

Un gran porcentaje de las patologías estructurales en la institución pueden haberse evitado con inspecciones realizadas a su debido tiempo y por personal calificado.

La Institución Educativa Gabo, es uno de los colegios más antiguos de la ciudad de Cartago, sin embargo, a lo largo de su existencia no se le ha realizado ningún reforzamiento estructural.

Los daños estructurales de la Institución Educativa Gabo son un riesgo para la comunidad educativa, toda vez que no cumple ninguna norma de diseño, se observan enfermedades en el acero por exposición a la intemperie, grietas en muros y fallas en columnas.

Los entes gubernamentales, responsables de las instituciones educativas, no asignan un presupuesto para el análisis de las patologías estructurales ni para un plan de mejoramiento de estas.

11. Recomendaciones

Realizar núcleos en las columnas y vigas con el fin de tener un valor de la resistencia a la compresión, y así mismo poder tener más certeza sobre los materiales del concreto. Estos ensayos pueden dar más seguridad sobre si es necesario realizar algún tipo de reforzamiento estructural.

Emplear la monografía realizada sobre patología estructural, como base para la solución de algunos de los problemas presentados por el deterioro en la estructura.

12. Bibliografía

- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá.
- BROTO. (s.f). *ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN*.
Barcelona, España.
- Castro, L. A. (2013). *Planos*.
- Civilgeeks.com. (14 de septiembre de 2018). *Civilgeeks.com*. Obtenido de Civilgeeks.com:
<http://civilgeeks.com/2013/09/25/detector-de-armaduras-acero-ferroscan/>.
- CODENSA. (16 de septiembre de 2018). Obtenido de codensa:
<https://www.codensa.com.co/preguntas-frecuentes/Residencial/Energia/Normatividad-y-seguridad/Que-es-el-RETIE>
- CODENSA. (16 de septiembre de 2018). Obtenido de CODENSA:
<https://www.codensa.com.co/preguntas-frecuentes/Residencial/Energia/Normatividad-y-seguridad/Que-es-el-RETIE>
- educación, S. d. (2013). *Planos I.E GABO*.
<https://www.construmatica.com>. (10 de diciembre de 2018). *construmatica*. Obtenido de construmatica: <https://www.construmatica.com/construpedia/Esclerómetro>
- LATINA, B. D. (Octubre de 2016). *La importancia de tener una buena infraestructura escolar*.
Obtenido de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/10/la-importancia-de-tener-una-buena-infraestructura-escolar/>
- MAPS, G. (2013). *GOOGLE MAPS*. Obtenido de GOOGLE MAPS.
- MAPS, G. (s.f.). *GOOGLE MAPS*. Obtenido de GOOGLE MAPS.
- NSR-10. (s.f.).

RODRIGUEZ, V. (2004). *Manual de patología de la edificación, El lenguaje de las grietas patología y recalces de las cimentaciones, T1*. Madrid.

Sísmica, A. C. (16 de septiembre de 2018). *CURADURÍA URBANA N°1 San José de Cúcuta*.

Obtenido de CURADURÍA URBANA N°1 San José de Cúcuta:

<https://curaduriaunocucuta.org/wp-content/uploads/2017/05/Ley-400-de-1997.pdf>

SM, E. (2014). *Como la infraestructura influye en la calidad educativa*. Obtenido de [En línea]:

<http://ediciones-sm.com.mx/?q=blog-como-la-infraestructura-escolar-influye-en-la-calidad-educativa>

Universidad Nacional de Santo Tomás. (16 de septiembre de 2018). Obtenido de

http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-tecnicasconstructivas-2/norma_nsr10.html