

**SEMINARIO INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO- UNAM**

**PATOLOGIA ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUEVA GRANADA
MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS**

JEHOVANY ANDRÉS CAMPIÑO SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PEREIRA - RISARALDA
2018**

**SEMINARIO INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO- UNAM**

**PATOLOGIA ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUEVA GRANADA
MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS**

JEHOVANY ANDRÉS CAMPIÑO SÁNCHEZ

**ASESOR:
Ing. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PEREIRA - RISARALDA
2018**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. OBJETIVOS.....	9
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
5. MARCOS DE REFERENCIA.....	10
5.1 MARCO GEOGRÁFICO.....	10
5.2 MARCO TEÓRICO.....	11
5.3 MARCO CONCEPTUAL.....	22
5.4 MARCO DE ANTECEDENTES.....	24
5.5 MARCO LEGAL.....	27
6. METODOLOGÍA.....	28
6.1 ENFOQUE INVESTIGACIÓN Y TIPO DE ESTUDIO.....	28
6.2 MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
6.3 FASES Y RESULTADOS.....	29
7. ALCANCE DE INVESTIGACIÓN.....	30
8. RESULTADOS.....	31
8.1 PLANO EDIFICACIÓN.....	31
8.2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL.....	38
8.3 RESULTADOS VISITAS DE CAMPO.....	48
8.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	72
9. RECOMENDACIONES.....	73
10. CONCLUSIONES.....	74
11. BIBLIOGRAFÍA.....	76

RESUMEN

En esta investigación se realiza un estudio de patología estructural en la institución educativa Nueva Granada, construida en el año de 1965 y debido al paso del tiempo ha sufrido deterioro lo cual es habitual en cualquier tipo de edificación; con esta investigación se pretende identificar las patologías o problemas estructurales que tiene la institución educativa.

Se encuentra ubicada en el municipio de Dosquebradas en el barrio Granada carrera 22^a con calle 51, presta servicios desde grado 1 a 11 y tiene modalidad de estudio para personas mayores. El estudio patológico de esta edificación nace de la necesidad de saber en qué estado se encuentra la edificación para que pueda seguir brindando el servicio para el cual fue construida.

La investigación se divide en dos (2) diferentes fases en la primera de ellas se realizan dos (2) visitas de campo en las cuales se recolecta información de la edificación; se realiza registro fotográfico, levantamiento de la misma, se procede a una identificación o estudio visual donde se buscan daños visibles como fisuras o grietas, aceros expuestos, daños en elementos estructurales u otros que muestren una patología estructural, posteriormente a esto se realizaron pruebas de ferroscañon para determinar acero de refuerzo y el estado interior de los elementos estructurales de la edificación. En la siguiente fase de la investigación se realiza el dibujo o delineamiento de planos, para posteriormente proceder a realizar una modelación en el software ETABS con el fin de apreciar fallas de diseño estructural.

Con los resultados de la parte investigada se pudieron determinar las patologías presentes y dar posibles soluciones a las mismas. Lo anterior es de gran importancia ya que al ser una institución educativa pertenece al grupo III de la NSR-10, lo cual indica que es una edificación esencial por lo cual bajo ninguna circunstancia puede colapsar.

Palabras clave: Patología, Estructura.

ABSTRACT

In this research, a study of structural pathology is carried out in the educational institution Nueva Granada which was built in the year of 19xx and due to the passage of time has suffered deterioration which is usual in any type of building; This research aims to identify the pathologies or structural problems that the educational institution has.

The educational institution is located in the municipality of Dosquebradas in the neighborhood Granada carrera 22a with calle 51, currently in this building exists from grade 1 to 11 and has study modality for seniors. The pathological study of this building arises from the need to know in what state the building is located and that can continue to provide the service for which it was built.

The investigation is divided into two (2) different phases in the first of which two (2) field visits are made in which information of the building was collected; photographic record was made, the photographic survey was carried out, an identification or visual study was carried out, looking for visible damages such as cracks or crevices, exposed steels, damage to structural elements or others that showed a structural pathology, after this They performed ferroskan tests to determine the state of the steel and the internal state of the structural elements of the building. In the next phase of the investigation, the drawing or drawing of plans is made, and then proceeding to carry out a modeling in the ETABS software in order to be able to appreciate structural design faults.

With the results of the research part it was possible to determine the present pathologies and to give possible solutions to them. The aforementioned is of great importance since, being an educational institution, it belongs to group III of the NSR-10, which indicates that it is an essential building, and under no circumstances can it collapse.

Keywords: Pathology, Structure.

1. INTRODUCCIÓN

Un estudio de patología estructural tiene el fin de poder observar y evaluar el verdadero estado estructural de una edificación en este caso se aplica a la institución educativa Nueva Granada.

En este análisis se evalúa toda la información existente, como planos estructurales, arquitectónicos, memorias de cálculo, visitas en sitio realizadas a la edificación y registros fotográficos tomado en el sitio, los cuales son la base fundamental para calificar el estado actual, su comportamiento estructural, determinando las fallas particulares.

Existe la problemática que con el paso del tiempo las estructuras se van deteriorando y viéndose comprometida su estabilidad, de este deterioro surge la inquietud en qué estado estructural se encuentra la edificación. A esta problemática se da respuesta al realizar estudios de patología estructural con el fin de identificar el estado estructural de la edificación.

Los estudios de patología estructural a nivel nacional se comienzan a aplicar en 1970, tomando decisiones como estructuras reforzadas, con recalzamiento y ensanchamiento de elementos estructurales y en otros casos más agresivos donde existe la necesidad de construir elementos estructurales y en casos más extremos se decide demoler edificaciones por la gran amenaza que representaban.

En la edificación se realizan inspecciones visuales con el fin de determinar las falencias estructurales que muestra la edificación. Posteriormente se realizan ensayos con ferro escáner y modelación estructural, para comparar el estado de la edificación con la NSR – 10.

Esta propuesta investigativa continúa el lineamiento de estudios patológicos en instituciones educativas del municipio de Dosquebradas y da pie a futuras investigaciones; también muestra el verdadero estado de la edificación y basados en esta información se pueden tomar medidas a tiempo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Departamento de Risaralda está situado en una zona de sismicidad alta del país, lo cual hace que una edificación construida en esta zona deba cumplir con unos parámetros más exigentes que en otras zonas del país.

Las edificaciones construidas antes de la Norma Sismo Resistente NSR-10 son más propensas a presentar fallencias estructurales y/o que los procesos constructivos utilizados no sean los adecuados haciendo la estructura más vulnerable en caso de un evento sísmico. Lo anterior se debe a la poca regulación que existía en esos momentos en el país para las diferentes construcciones.

Factores como el uso, el paso del tiempo y la falta de mantenimiento hacen que una edificación se deteriore más rápidamente, aunque es indispensable evaluar el interior de una edificación para conocer su estado y fallencias.

El paso del tiempo genera estragos en cualquier edificación y esto plantea la necesidad de conocer el verdadero estado estructural en que se encuentra la institución educativa, realizando un estudio donde se indique la realidad de la edificación y poder tomar medidas en caso de ser necesario. Es importante conocer el estado de una estructura y mucho más cuando esta es indispensable según la clasificación de la NSR – 10.

Una edificación con problemas estructurales es más vulnerable ante la ocurrencia de un evento sísmico y puede desencadenar pérdidas de vidas humanas y materiales. Por tanto, es necesario tomar medidas a tiempo.

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante ya que revela el verdadero estado estructural de la institución educativa Nueva Granada.

Conocer el estado estructural de las edificaciones esenciales es de gran importancia ya que son estas estructuras las que deben servir de apoyo ante la ocurrencia de un evento sísmico y no deben colapsar bajo ninguna circunstancia. Entre estas edificaciones se encuentra la institución educativa Nueva Granada.

Este estudio puede ser aplicado a cualquier edificación que se desee por lo cual es una herramienta de gran utilidad para disminuir las afectaciones en el caso de ocurrencia de un evento natural.

En diferentes estudios de vulnerabilidad estructural que ha participado la Universidad Libre en el sector educativo se ha podido comprobar que las diferentes edificaciones presentan problemas estructurales.

Actualmente no se conoce el verdadero estado estructural de las Instituciones Educativas del municipio de Dosquebradas y al desarrollar un estudio de patología estructural se puede iniciar con un proceso de realización de estos estudios.

Al realizar este estudio el municipio de Dosquebradas recibe una herramienta para la toma de decisiones en las edificaciones indispensables.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un diagnóstico patológico en la institución educativa nueva granada del municipio de Dosquebradas, con el fin de conocer el estado estructural de la edificación.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

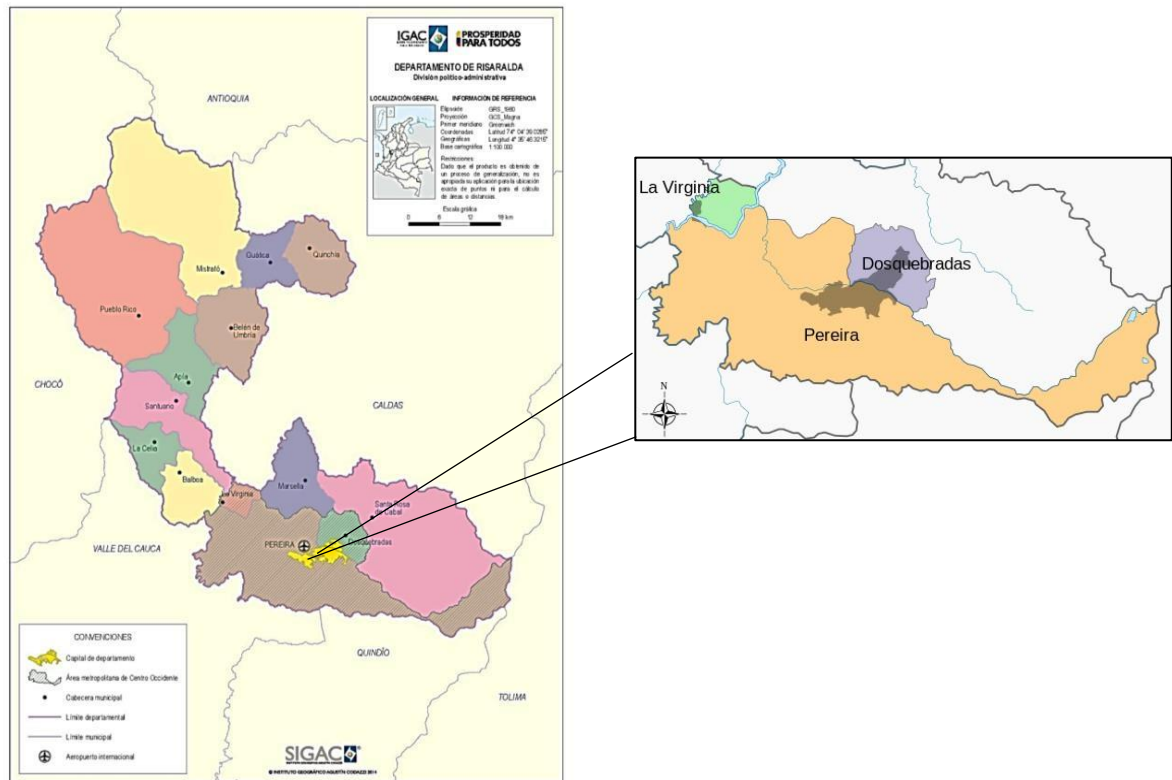
- Realizar un estudio a la estructura mediante recorridos de observación, registro fotográfico, y revisión con ferro escáner.
- Determinar si la estructura cumple con la norma NSR-10 de acuerdo con modelización a realizar en el programa ETABS.
- Plantear estrategias para el mejoramiento y reforzamiento de la estructura en caso de ser necesario.

5. MARCOS DE REFERENCIA

5.1 MARCO GEOGRÁFICO

DOSQUEBRADAS ¹

El municipio de Dosquebradas pertenece al Área Metropolitana Centro Occidente (AMCO), está localizado al sur oriente del Departamento, su cabecera municipal limita con la de la Ciudad de Pereira. El área del municipio es de 80 km², con una zona urbana tiene alrededor de 13 km². En la figura 1, se muestra la ubicación del municipio de Dosquebradas en el departamento de Risaralda.



Fuente: 1

Este municipio fue fundado el 6 de diciembre de 1972, mediante ordenanza número 012, donde el municipio se desagrega de Santa Rosa de Cabal e inicia su vida administrativa autóctono y soberano sobre presupuestos y decisiones de carácter municipal otorgados por la ley colombiana. Limitando así con los

¹ RÍOS OROZCO Luis Carlos, POSSO ECHEVERRI Rafael. Estudio Socioeconómico Dosquebradas – Colombia 2016. CÁMARA DE COMERCIO DE DOSQUEBRADAS. Dosquebradas – Colombia, 2016.

municipios de Pereira, Marsella y Santa Rosa. El nombre del municipio se debe a la existencia de dos ríos: Santa Teresita y Las Garzas.

El clima de Dosquebradas es un clima muy variable y agradable, su altitud está entre los 1450 y 2150 msnm, pero su casco urbano tiene un promedio de altura de 1520 msnm, y su temperatura oscila entre los 18°C y los 30°C, es frecuentada por lluvias, sobre todo en horas de las tardes, debido a que es una ciudad pie de cordillera. Las mañanas son frescas, con tardes tibias y noches frías.

Este municipio cuenta con 27 microcuencas que hacen de este un verdadero santuario de aguas, 27 veredas y 250 barrios, en 12 comunas donde se destaca el crecimiento diario del municipio, como alternativa de crecimiento de sus municipios vecinos. La población del municipio de Dosquebradas según el último censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística es de 204.737 habitantes.

5.2 MARCO TEÓRICO

5.2.1 PATOLOGÍA ESTRUCTURAL²

Es una rama de la Ingeniería la cual se encarga de realizar todos los estudios pertinentes a una edificación, la patología estructural se realiza normalmente en construcciones las cuales presentan problemas en su estructura la cual con el pasar del tiempo pueden afectar la resistencia de la estructura en estudio.

Se ha designado la palabra patología estructural, el campo de la ingeniería que estudia todos los orígenes, formas en que se manifiesta, consecuencias y cualquier mecanismo de ocurrencia de las fallas y sistemas de daños en las estructuras.

En pocas palabras se puede decir que la patología estructural es el estudio de las deficiencias, accidentes o fallas en cualquier estructura, estas fallas pueden ocurrir en algunas fases del proyecto como por ejemplo; planteamiento, construcción, materiales, proyecto y el uso al que esté sometida dicha edificación.

² MONROY MARTIN Raúl Nicolás. Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque Saval. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile, 2007. Tesis de grado.

5.2.2 PATOLOGÍAS EN LAS EDIFICACIONES³

La diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita; además de ser un tema muy complejo. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras; en muchos casos ni siquiera la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera. Por ejemplo, las causas de aparición de una grieta en una edificación, pueden ser múltiples; algunas veces es posible identificarlas fácilmente, pero otras veces no lo es. Una manera sencilla de clasificar las patologías que se presentan en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen.

5.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS SEGÚN SU ORIGEN⁴

Las patologías se pueden según su origen en: lesiones químicas, físicas y mecánicas.

Lesiones químicas: Es el resultado de la exposición de los materiales a sustancias corrosivas que provienen del exterior o del interior. La corrosión puede generarse por:

- Corrosión química: reacción de metales con gases.
- Corrosión electroquímica: corrosión de metales por un medio electrolítico.
- Corrosión metálica: metales en contacto con agua.
- Corrosión por erosión: es el desgaste en la sección de los metales.
- Corrosión por incrustación: por deposición de sarro y barro.
- Corrosión general: deterioro por acción del medio ambiente.

Lesiones físicas: Se dan comúnmente por la acción de los agentes climáticos como la lluvia, la lluvia ácida, el viento, el calor, los rayos ultra violetas, la nieve entre otros. Dando las siguientes lesiones:

- Humedad.
- La suciedad.
- La erosión.

³ FLORENTÍN SALDAÑA María Mercedes, GRANADA ROJAS Rubén Darío. Patologías constructivas en los edificios. Prevenciones y soluciones. Facultad de Arquitectura, diseño y arte, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo – Paraguay, Junio del 2009

⁴ FLORENTÍN SALDAÑA María Mercedes, GRANADA ROJAS Rubén Darío. Patologías constructivas en los edificios. Prevenciones y soluciones. Facultad de Arquitectura, diseño y arte, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo – Paraguay, Junio del 2009

- La dilatación.
- La deformación.
- La rigidización.
- La fragilidad.
- El resecamiento.
- Aumento de volumen por absorción de humedad.

Lesiones mecánicas: Pueden generarse por acción de tensiones no estabilizadas, por falta de coordinación de las obras civiles. Dando las siguientes lesiones:

- Grietas.
- Fisuras.
- Deformaciones
- Desprendimientos.

5.2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS SEGÚN EL ÁREA AFECTADA⁵

Las patologías se pueden según el área afectada en:

Patologías de acabados, o lesiones menores. Son aquellas que afectan a los revestidos, maderas, pinturas, pisos, revoques, entre otros. Pueden provenir estas patologías de los sustratos, estructuras o muros, así como también originarse por causas propias a los materiales de acabados, como por ejemplo la mala colocación de los mismos, por no conocer las especificaciones técnicas del material, o por causas externas como por ejemplo la acción de los agentes climáticos.

Patologías de la Madera pueden deberse a su exposición a condiciones climáticas adversas como: exposición a rayos solares, erosiones diversas, defectos propios del material: fibras, nudos; o bien a una instalación anómala: falta de tratamiento con pinturas, lustre o barnices, falta de mantenimiento; las cuales producen alteraciones superficiales que afectan el aspecto decorativo de la misma y facilitan la entrada de agentes destructivos tales como hongos e insectos.

Patologías de los suelos: son las características propias de los suelos los que incidirán o afectarán a las construcciones, como por ej.: las bajas resistencias, inundables, anegadizos, rellenados, desmoronarles, o aquellos

⁵ SALDAÑA CORTEZ Eduardo Antonio. Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro albañilería del mercado buenos aires, distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, región Áncash, septiembre 2016. Chimbote – Perú, Septiembre 2016.

suelos expansivos. Dichas características deberán ser tenidas en cuenta en el diseño, el cálculo y el sistema constructivo, a fin de prevenir las patologías que surjan de ellos.

Patologías de las instalaciones: son aquellas causadas por desperfectos en las instalaciones, pero que también generan perjuicios en los acabados. Un ejemplo muy común es la humedad originada por la rotura de tuberías.

Patologías de los elementos estructurales o lesiones mayores: Consistentes en: fisuras, grietas, deformaciones, desprendimientos, coqueas (huecos), debilitamiento de armaduras, colapso.

5.2.5 TIPOS DE INSPECCION PATOLÓGICAS⁶

Dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección a una edificación, se hará necesario desarrollar a menor o mayor profundidad una evaluación que permita comprender la naturaleza de las afectaciones. En cualquier caso se requiere suficientes conocimientos y criterio de parte del profesional que efectúa la evaluación puesto que de la fundamentación y responsabilidad de sus apreciaciones podrán derivar procesos de mayor o menor intervención con los consiguientes efectos sobre la edificación.

De acuerdo con el alcance que se desee señalar en una investigación, podemos distinguir las siguientes clases de inspección que desarrollaremos enseguida: Inspección Preliminar, inspección Detallada, inspección Especial e inspección Rutinaria o de mantenimiento.

5.2.5.1 INSPECCIÓN PRELIMINAR⁷

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

⁶ CAMPOS GARCÍA Ana, ARANGO TOBÓN Jesús Humberto, CARDONA ARANGO Omar Darío. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Tercera Edición – Colombia, 2011.

⁷ CAMPOS GARCÍA Ana, ARANGO TOBÓN Jesús Humberto, CARDONA ARANGO Omar Darío. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Tercera Edición – Colombia, 2011.

y mediante una fundamentada observación formarse una idea clara y precisa del estado general, evaluar el tipo de problemas que la afectan con lo cual, se determina si es necesario pasar a una inspección más rigurosa.

Puede ocurrir, sin embargo que la inspección preliminar determine la necesidad de una investigación detallada y rigurosa como se verá enseguida pero la Inspección Preliminar representa una muy buena oportunidad para conocer sobre el estado de las edificaciones y probablemente algún daño por incipiente que parezca descubierto en esta etapa evitara un mayor costo de la reparación que si se determina tardíamente.

Esta Inspección Preliminar se realiza sin ningún tipo de equipo y se excluye la ejecución de pruebas puesto que solamente derivado de la inspección preliminar se procederá a formular una inspección más profunda o detallada.

En algunos casos el alcance de una Inspección Preliminar puede avanzar a profundizar aspectos relacionados con la capacidad estructural y eventual requerimientos de reforzamiento.

5.2.5.2 INSPECCIÓN DETALLADA ⁸

Cuando la Inspección preliminar lo recomienda o la evidencia de los daños lo hace necesaria, se realiza un tipo de Inspección que se llamara inspección detallada por cuanto las condiciones y circunstancias presentes en la edificación exijan una exhaustiva investigación. A ella está referida el presente capítulo.

INVESTIGACION DOCUMENTAL

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. sin descartar los antecedentes que puedan existir inclusive sobre comportamiento de las edificaciones aledañas.

⁸ CAMPOS GARCÍA Ana, ARANGO TOBÓN Jesús Humberto, CARDONA ARANGO Omar Darío. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Tercera Edición – Colombia, 2011.

5.2.5.3 INSPECCIÓN VISUAL DETALLADA ⁹

El propósito de realizar un detallado inventario de los daños mediante un levantamiento, es el determinar el grado de compromiso de la estructura por tales efectos además de permitir la cuantificación de la rehabilitación.

La realización de esta etapa implica las labores previas de la ejecución de planos de la estructura a escala y ahora preferiblemente en medio magnético para el posterior manejo de la información gráfica. Con los planos se realiza un detallado levantamiento de daños transcribiendo en ellos todas las afectaciones que presente la edificación.

Se deben efectuar las anotaciones lo más precisas posibles indicando el área afectada, la longitud que cubre el daño, tamaño de las fisuras, características principales, zonas de humedades y manifestaciones externas de daño.

RECUESTO FOTOGRAFICO

Se debe realizar un recuento fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños mediante fotografías que sustenten cada patología con una breve descripción de ella señalando como referencia el lugar que le corresponde dentro del área en consideración.

PLANEAMIENTO Y DEFINICIÓN DE ENSAYOS ¹⁰

Como punto de partida dentro de un estudio de Patología presentes en una edificación es necesario el pleno conocimiento del inmueble de manera que antes de realizar cualquier actividad, se debe recorrer repetidas veces la edificación con el fin de formarse una idea clara de su condición y de acuerdo con esto señalar las áreas de los trabajos de inspección.

⁹ CAMPOS GARCÍA Ana, ARANGO TOBÓN Jesús Humberto, CARDONA ARANGO Omar Darío. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Tercera Edición – Colombia, 2011.

¹⁰ MONJO CARRIO Juan, MALDONADO RAMOS Luis, Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid – España.

La planeación consiste en la selección del tipo de pruebas y ensayos que deben realizarse con el fin de definir la causa de los daños y conociendo la causa proceder a formular una metodología de reparación o rehabilitación. No existe una regla fija que permita señalar el número de pruebas necesarias pero en algunos casos se deben ampliar el número de ellas para confirmar el diagnóstico.

5.2.5.4 INSPECCIÓN ESPECIAL ¹¹

La inspección Especial está recomendada como un 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 como por ejemplo, la evacuación de un edificio por daños causados por la construcción en la vecindad, daños por acciones terroristas, por efecto de un sismo, etc. Podría decirse que corresponde a una parte de la Inspección detallada.

5.2.5.5 INSPECCIÓN RUTINARIA O DE MANTENIMIENTO¹²

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, entre otros.

5.2.6 SISTEMAS ESTRUCTURALES

5.2.6.1 SISTEMAS DE CONCRETO REFORZADO ¹³

Son aquellos en los cuales los elementos estructurales están conformados por concreto reforzado con barras longitudinales y transversales de acero. De acuerdo con su configuración se clasifican, a su vez en:

¹¹ MUNERAS TORRES Rafael Eduardo, VILLAMIZAR ROA Jhon Jairo. Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo. Facultad de ingenierías. Universidad francisco de paula Santander. Cúcuta – Colombia, 2013.

¹² CHÁVEZ GODOY Alex, UNQUEN VILLANUEVA Alexis. Método de evaluación de patologías en edificaciones de hormigón armado en punta arenas. Universidad de Magallanes. Punta Arenas - Chile, Marzo de 2011.

¹³ CASAVILCA VARGAS Richard Armengol. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en cerco perimétrico del estado regional municipal Hugo Sotil Yeren, distrito Carmen alto, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Católica de los ángeles Chimbote. Chimbote – Perú, 2016. Tesis de grado.

Sistema de pórticos: Sistema conformado exclusivamente por un conjunto de columnas y vigas que se encargan de la transferencia de cargas verticales y horizontales hasta la cimentación. Sus intersecciones entre vigas y columnas, es decir, los nudos del sistema, son los responsables de transmitir las fuerzas a través de todos los elementos hasta la cimentación, incluyendo fuerzas gravitacionales y fuerzas laterales de sismo y de viento.

Sistema de muros: Es el sistema constituido por muros de concreto que son los responsables de transmitir todas las cargas, incluyendo las verticales y las horizontales.

Sistema dual o combinado: En estos sistemas coexisten los pórticos con los muros, o los pórticos sin arriostramiento con los pórticos arriostrados.

Sistema prefabricado: Son sistemas constituidos por elementos vaciados individualmente, en fábrica o en obra, y colocados en su sitio ensamblándolos entre sí para conformar alguno de los sistemas anteriores.

5.2.6.2 SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA ¹⁴

Son aquellos en los cuales los elementos estructurales están conformados con bloques o ladrillos de concreto o de arcilla cocida, unidos entre sí con mortero de cemento. De acuerdo con su constitución se clasifican, a su vez en:

Sistema de mampostería confinada: Sistema de muros de mampostería confinados perimetralmente por elementos de concreto reforzado con el mismo ancho del muro.

Sistema de mampostería reforzada: Es el sistema constituido por muros de mampostería cuyas unidades tienen perforaciones verticales en las cuales se colocan las barras de acero de refuerzo. Las perforaciones en las que se coloca acero se inyectan con concreto. El refuerzo horizontal se coloca tanto en las juntas como en cavidades horizontales rellenas de concreto.

Sistema de mampostería no reforzada no confinada: Este sistema está constituido por muros sin refuerzo alguno. Las unidades pueden ser de piedra,

¹⁴ CASAVILCA VARGAS Richard Armengol. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en cerco perimétrico del estado regional municipal Hugo Sotil Yeren, distrito Carmen alto, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Católica de los ángeles Chimbote. Chimbote – Perú, 2016. Tesis de grado.

de arcilla cocida o de concreto, macizas, o huecas. Este sistema está prohibido en zonas de amenaza sísmica intermedia o alta, para construcciones nuevas.

5.2.6.3 SISTEMAS DE METAL ¹⁵

Son aquellos en los cuales los elementos estructurales están conformados con acero o aluminio. De acuerdo con su constitución se clasifican, a su vez en:

Sistema de pórticos resistentes a momentos: Sistema conformado exclusivamente por un conjunto de columnas y vigas que se encargan de la transferencia de cargas verticales y horizontales hasta la cimentación.

Sistema de pórticos arriostrados: Es el sistema de pórticos en el cual la estabilidad lateral se logra por medio de elementos diagonales o con muros de concreto o mampostería.

5.2.6.4 SISTEMAS DE MADERA ¹⁶

Son aquellos en los cuales los elementos estructurales están conformados en su mayoría con madera. Generalmente, los elementos de madera, colocados muy cerca entre sí, conforman un comportamiento estructural como el de los sistemas de muros. Sin embargo, se pueden encontrar armaduras y pórticos arriostrados de madera.

5.2.6.5 OTROS SISTEMAS ¹⁷

La NSR-10 incluye otros sistemas estructurales, basados en la combinación de sistemas de pórticos con sistemas de muros: el sistema combinado y el sistema dual. Sin embargo, para efectos de evaluación de estructuras basta con anotar que los sistemas de pórticos y de muros pueden combinarse en una sola edificación.

¹⁵ GÁLVEZ MEJIA José John. Propuesta de recuperación estructural de un edificio. Universidad Nacional de Colombia. Manizales – Colombia, Febrero del 2002.

¹⁶ MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Estudio de patologías en la edificación de viviendas básicas 2006 – 2007. Gobierno de Chile. Chile, 2006.

¹⁷ MUÑOZ MARTINEZ Harold Alberto. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. Instituto del concreto ASOCRETO. Bogotá – Colombia, 2001.

5.2.6.6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES ¹⁸

Todos los elementos arquitectónicos, mecánicos o de otra índole, que no participan activamente en la transmisión de las solicitaciones, desde su punto de aplicación, hasta las cimentaciones, y que solamente son responsables por su propio peso y por acciones directamente aplicadas sobre ellos, se clasifican como elementos no estructurales. En esta categoría se incluyen muros de fachada e interiores, ventanas y puertas, ascensores, tuberías de toda índole, equipos de acondicionamiento de aire, acabados, entre otros.

5.2.7 ELEMENTOS ESTRUCTURALES ¹⁹

5.2.7.1 Columna: Es una barra apoyada verticalmente, cuya función es la de soportar cargas o el peso de otras partes de la estructura. Los principales esfuerzos que soporta son de compresión y pandeo.

5.2.7.2 Viga: Es una pieza o barra horizontal, con una determinada forma en función del esfuerzo que soporta. Están sometidas a esfuerzos de flexión. Están constituidas generalmente en acero, concreto, pretensado, postensado y madera.

5.2.7.3 Losa o placa: Elemento horizontal en el que una dimensión es pequeña con relación a las otras dos, esto es, el espesor es pequeño respecto a su superficie.

5.2.7.4 Cimentación: Es el elemento encargado de soportar y repartir en la tierra todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes. Los materiales de los que se compone son hormigón armado y sin armar, mampostería, acero, entre otros

¹⁸ VELASCO GONZALES Edward Hernando. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y puente nacional de Santander. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia, Diciembre de 2014.

¹⁹ RAMÍREZ CORTÉS Alejandro. Evaluación de patologías y desempeño estructural en viviendas afectadas en la localidad de Jocotepec, Jalisco, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes – México, 2015. Tesis doctoral.

5.2.8 ESFUERZOS A LOS QUE ESTÁN SOMETIDOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.²⁰

Esfuerzo de compresión: Es cuando se aplican dos fuerzas intentando a cortar el elemento, reducir su longitud, un elemento está sometido al esfuerzo de compresión cuando actúan sobre él dos fuerzas que poseen: la misma dirección, sentido contrario, son convergentes; es decir, están dirigidas hacia un mismo punto.

La forma del elemento, su sección y su longitud, influye en el comportamiento a compresión de un elemento, concretamente el factor denominado esbeltez. La esbeltez es la relación que existe entre la longitud del elemento y la superficie que hay en un corte perpendicular.

Esfuerzo de tracción: Este esfuerzo hace que se separen entre sí las distintas partículas que componen un elemento, tendiendo a alargarla. Por ejemplo, cuando se cuelga un elemento de una cuerda, la cuerda queda sometida a un esfuerzo de tracción, tendiendo a aumentar su longitud.

Esfuerzo de corte: Es el esfuerzo que actúa tangente a la sección. Se produce cuando se aplican fuerzas perpendiculares al elemento, haciendo que las partículas del material tiendan a resbalar o desplazarse las unas sobre las otras. Los puntos sobre los que apoyan las vigas están sometidos a corte o cizallamiento. A diferencia del esfuerzo normal, es más difícil de apreciar en las vigas ya que su efecto es menos evidente.

Esfuerzo de torsión: Las fuerzas de torsión son las que hacen que un elemento tienda a retorcerse sobre su eje central. Torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo y genera un esfuerzo cortante.

Flexión: Es una combinación de compresión y de tracción. Mientras que las fibras superiores de la pieza sometida a un esfuerzo de flexión se alargan, las inferiores se acortan, o viceversa.

Las tensiones: Las Tensiones Admisibles con las que cada material se opone a la deformación y/o rotura bajo la sollicitación de las Cargas de Servicio, son la que

²⁰ BUSTAMANTE MARTELO Gerardo Luis, CASTILLO BRIEVA Jorge Luis. Evaluación y diagnóstico patológico de la iglesia Santo Toribio de mogrovejo de Cartagena de Indias. Universidad de Cartagena. Cartagena – Colombia, 2012.

en definitiva determinarán el porte y el comportamiento de una estructura; en función del material escogido y de acuerdo a su Tensión Admisible.

5.3 MARCO CONCEPTUAL ²¹

Acero de refuerzo: El acero de refuerzo es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento.

Amenaza sísmica: la amenaza sísmica es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia de cierta intensidad sísmica en un determinado sitio, durante un período de tiempo.

Análisis Estructural: Es la parte de la mecánica que estudia las estructuras, consistiendo este estudio en la determinación de los esfuerzos y deformaciones a que quedan sometidas, por la acción de agentes externos.

Cimentación: son las bases que sirven de sustentación al edificio; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias del edificio y otras cargas.

Concreto: Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

Daño: Condición y grado de deterioro que presenta un elemento estructural después de algún evento o a causa del uso del inmueble.

Deriva: Desplazamiento relativo entre niveles contiguos.

Deterioro: Degradación debida al uso o el transcurso del tiempo, de las características y condiciones inicialmente establecidas y aceptadas en la construcción de una edificación, sea esto que afecte a la totalidad de la misma o a un elemento de ella y que perjudica su calidad.

²¹ HERRERA VALDIVIESO Julieta. Estudio de las patologías en elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador, 2016. Tesis de Maestría.

Diagnóstico: Es el resultado de un estudio previo que determina el grado de afectación y las causas del proceso patológico en relación con su estabilidad, funcionalidad, seguridad y aspecto en una edificación.

Estructura: Es un ensamblaje de elementos que mantiene su forma y su unidad. Sus objetivos son: resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a un cuerpo, obra civil o máquina.

Falla: Defecto o deterioro visible y dimensionable que presentan los elementos o componentes de una edificación.

Fisura: Una fisura es una abertura superficial en el muro o su revestimiento. También es la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad.

Grietas: Una grieta es una abertura que abarca todo o casi todo el espesor del muro.

Hinchamiento: Aumento de las dimensiones de una pieza por causa del incremento de su contenido de humedad u por otro elemento.

Microzonificación sísmica: la microzonificación sísmica consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento similar durante un sismo, de manera que puedan definirse allí, recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones sismo resistentes.

Patología estructural: Es la ciencia dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando el origen o las causas y consecuencias de ellos para que, mediante la formulación de procesos, se generen las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura.

Reforzamiento de una Estructura: Se refiere a los trabajos que se realizan para aumentar la capacidad de carga de una construcción, o para darle la resistencia sísmica que no poseía.

Reparación: Proceso de remplazar o corregir materiales, componentes o elementos de una estructura, los cuales se encuentran dañados, deteriorados o defectuosos.

Sismo: Es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas.

5.4 MARCO DE ANTECEDENTES

En la tabla 1 se muestran las investigaciones con alguna referencia a la patología.

Tabla 1: Antecedentes

Titulo	Autor	Importancia
Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del barrio san Antonio en Bogotá según NSR - 10	Natalia María Sánchez López y Maicol Josue Benavidez ²²	Esta investigación muestra diferentes análisis a estructuras y se toma como referencia para los análisis estructurales.
Evaluación, diagnostico, patología y propuesta de intervención del puente sobre el caño el zapatero a la entrada a la escuela naval almirante padilla	María Fernanda Serpa Ariarte y Lina María Samper Pertuz ²³	Es importante ya que muestra el contexto de análisis y se toma como referencia la propuesta de intervención realizada.
Determinación y evaluación del nivel de incidencia en las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y puente nacional del departamento de Santander	Edward Hernando Velasco Gonzales ²⁴	Esta investigación muestra las diferentes patologías que le dan al concreto y las formas de intervenirlas; estos procesos se toman como referencia.

²² SÁNCHEZ LÓPEZ Natalia María, JOSUE BENAVIDES Maicol. Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del barrio san Antonio en Bogotá según NSR – 10. Universidad Católica de Colombia. Bogotá – Colombia, 2015.

²³ SERPA IRIARTE María Fernanda, SAMPER PERTUZ Lina María. Evaluación, diagnostico, patología y propuesta de intervención del puente sobre el caño el zapatero a la entrada de la escuela naval almirante padilla. Universidad de Cartagena. Cartagena – Colombia, 2014.

²⁴ VELASCO GONZALES Edward Hernando. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y puente nacional de Santander. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia, Diciembre de 2014.

Patología, diagnóstico y propuesta de la rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón	Bayron Efrén Parra Samaniego y Pablo Gustavo Vásquez Flores ²⁵	Se toma como base la propuesta de rehabilitación y las patologías aplicadas.
Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro de albañilería del mercado buenos aires, distrito de nuevo Chimbote, provincia del santa, región Áncash, septiembre 2016	Eduardo Antonio Saldaña Cortez ²⁶	Esta investigación es importante ya que se toma referencia a los análisis y procedimientos realizados a los elementos estructurales.
Patología en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque saval	Raúl Nicolás Monroy Martin ²⁷	Esta investigación está enfocada a las patologías del concreto y se toma como referencia los procesos de ensayo y las patologías encontradas.
Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial	Lizzett Salamanca Nonzoque ²⁸	Esta investigación es importante por los procedimientos realizados en ella.

²⁵ PARRA SAMANIEGO Bayron Efrén, VÁSQUEZ FLORES Pablo Gustavo. Patología, diagnóstico y propuestas de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón. Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador, 2014

²⁶ SALDAÑA CORTEZ Eduardo Antonio. Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro albañilería del mercado buenos aires, distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, región Áncash, septiembre 2016. Chimbote – Perú, Septiembre 2016.

²⁷ MONROY MARTIN Raúl Nicolás. Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque Saval. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile, 2007. Tesis de grado

²⁸ SALAMANCA NONZOQUE Lizzett. Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia, Diciembre de 2015.

Propuesta de recuperación estructural de un edificio	José John Gálvez Mejía ²⁹	Esta investigación es importante por la propuesta estructural y sus enfoques que pueden servir a cualquier tipo de proyecto donde se requiera intervenir una edificación.
Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia	Patricia Díaz Barreiro ³⁰	Esta investigación es de gran importancia por el protocolo patológico aplicado a Colombia.

²⁹ GÁLVEZ MEJIA José John. Propuesta de recuperación estructural de un edificio. Universidad Nacional de Colombia. Manizales – Colombia, Febrero del 2002.

³⁰ DÍAZ BARREIRO Patricia. Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá – Colombia, 2014.

5.5 MARCO LEGAL

Basados en los requisitos legales aplicados a la patología estructural se obtiene el siguiente marco, el cual se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Normas de Referencia

Norma	Descripción	Importancia Norma
NSR-10	Reglamento sismo resistente de colombiano.	Es la norma con que se realizan las verificaciones estructurales y el cumplimiento de los parámetros sismo resistentes.
Ley 400 de 1997	Es el inicio de las Construcciones Sismo-Resistentes.	Dicta los parámetros de las construcciones sismo resistente en el país.
Metodologías de Patología Estructural	Las metodologías de patología estructurales es un campo muy grande ya que existen infinidad de métodos como técnicas. Sin embargo el conocer las diferentes metodologías ayuda a orientar la investigación	Indica formas y procedimientos de realizar esta investigación patológica.
Norma ASTM – E632/82	Es una metodología para la predicción de la vida útil de los elementos constructivos de una edificación	Tiene la finalidad de evaluar que tanta vida útil le queda a un material o a un elemento de una edificación.
Norma ACI – 318/2011	Esta norma es una guía técnica de inspección de los diferentes materiales de una edificación y busca garantizar la calidad de los mismos.	Sirve como base de comprobación de si fueron realizados correctamente los procesos constructivos de la edificación a evaluar.
Norma ACI – 546R-96	Es una guía sobre selección y utilización de materiales y técnicas para el fortalecimiento y reparación de una estructura.	Sirve como guía al momento de realizarse las posibles intervenciones de la edificación.

6. METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE INVESTIGACIÓN Y TIPO DE ESTUDIO.

ENFOQUE INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación es el estudio patológico de la institución educativa Nueva Granada la cual se encuentra ubicada en el municipio de Dosquebradas de acuerdo a las consideraciones de la NSR – 10.

TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es descriptivo ya que describe las características patológicas que presente la institución educativa, analizando el comportamiento y el porqué de la aparición de cada patología.

6.2 MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO

La matriz de diseño metodológico se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Diseño Metodológico

Objetivos Específicos	Producto	Técnica	Instrumento
Realizar un estudio a la estructura mediante recorridos de observación, registro fotográfico, y revisión con ferro escáner.	Patologías de la edificación	Observación, ensayo ferro escáner	Fichas y equipo de Ferro escáner
Determinar si la estructura cumple con la norma NSR-10 de acuerdo con modelización en ETABS.	Estructura Modelada	Modelación en Software	Programa ETABS
Plantear estrategias para el mejoramiento y reforzamiento de la estructura en caso de ser necesario.	Medidas de Intervención	Análisis de patologías y sus causas	Computador

6.3 FASES Y RESULTADOS

Para el desarrollo de una investigación es necesario el conocer las fases de esta y determinar qué resultados se obtendrán por cada fase.

6.3.1 FASES

Como se menciona anteriormente este proyecto se guía por las siguientes fases:

Fase 1. Visitas de campo: en esta fase se realizan las visitas de campo a la edificación acompañadas de los ensayos no destructivos.

Fase 2. Cumplimiento con la NSR - 10: Se realiza un modelo estructural de la Institución Educativa y se verifica si cumple con los índices de deriva e índices sobre esfuerzo y de deriva

Fase 3. Mejoramiento y reforzamiento estructural: En caso de ser necesario se indicaran medidas de mejoramiento y/o reforzamiento de la estructura como recalza miento de elementos estructurales o mantenimiento.

6.3.2 RESULTADOS

Los resultados de las fases mencionadas anteriormente son los siguientes:

Resultados Fase 1: Se obtienen las patologías existentes en la edificación.

Resultados Fase 2: Se obtiene la edificación modelada en el programa ETABS y el verdadero estado estructural y si cumple o no con la norma sismo resistente NSR – 10.

Resultados Fase 3: El resultado de esta fase son las medidas de acondicionamiento de la estructura para garantizar su función.

7. ALCANCE DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realiza en la institución educativa Nueva Granada centrándose en uno de sus bloques, en el cual se realizan todos los ensayos e inspecciones visuales. A continuación se habla acerca de la edificación.

La institución educativa Nueva Granada está ubicada en el municipio de Dosquebradas, en el barrio Granada carrera 22^a Calle 5, esta edificación cuenta con dos niveles, fue construida en el año 1965.

Esta edificación cuenta con alrededor de 312 estudiantes entre las diferentes jornadas que existen en la institución los cuales son: mañana, nocturna, tarde, fin de semana. Se dicta desde grado primero a 11, la Directora de esta institución es la señora Alba Lucia Correa Obando.

El sistema estructural que se aprecia en esta edificación es de pórticos combinado con sistema en mampostería, lo que se conoce comúnmente como sistema dual; cuenta con columnas con dimensiones de 0.4 m x 0.4 m hasta los 0.6 m x 0.6 m; y vigas de 0.3 m x 0.4 m hasta 0.35 m x 0.6 m. Lo cual indica que posee una estructura robusta. Durante el terremoto de 1999 que azotó el eje cafetero esta edificación no sufrió daños por lo cual no fue necesario realizar intervenciones sobre la misma.

Figura 2: Fachada de la Institución



Fuente: Google Imágenes

8. RESULTADOS

8.1 PLANO EDIFICACIÓN

Los planos son detalles de los elementos y de la conformación que tiene una estructura esto es de gran importancia para la realización de la modelación estructural. La importancia de los planos es la siguiente:

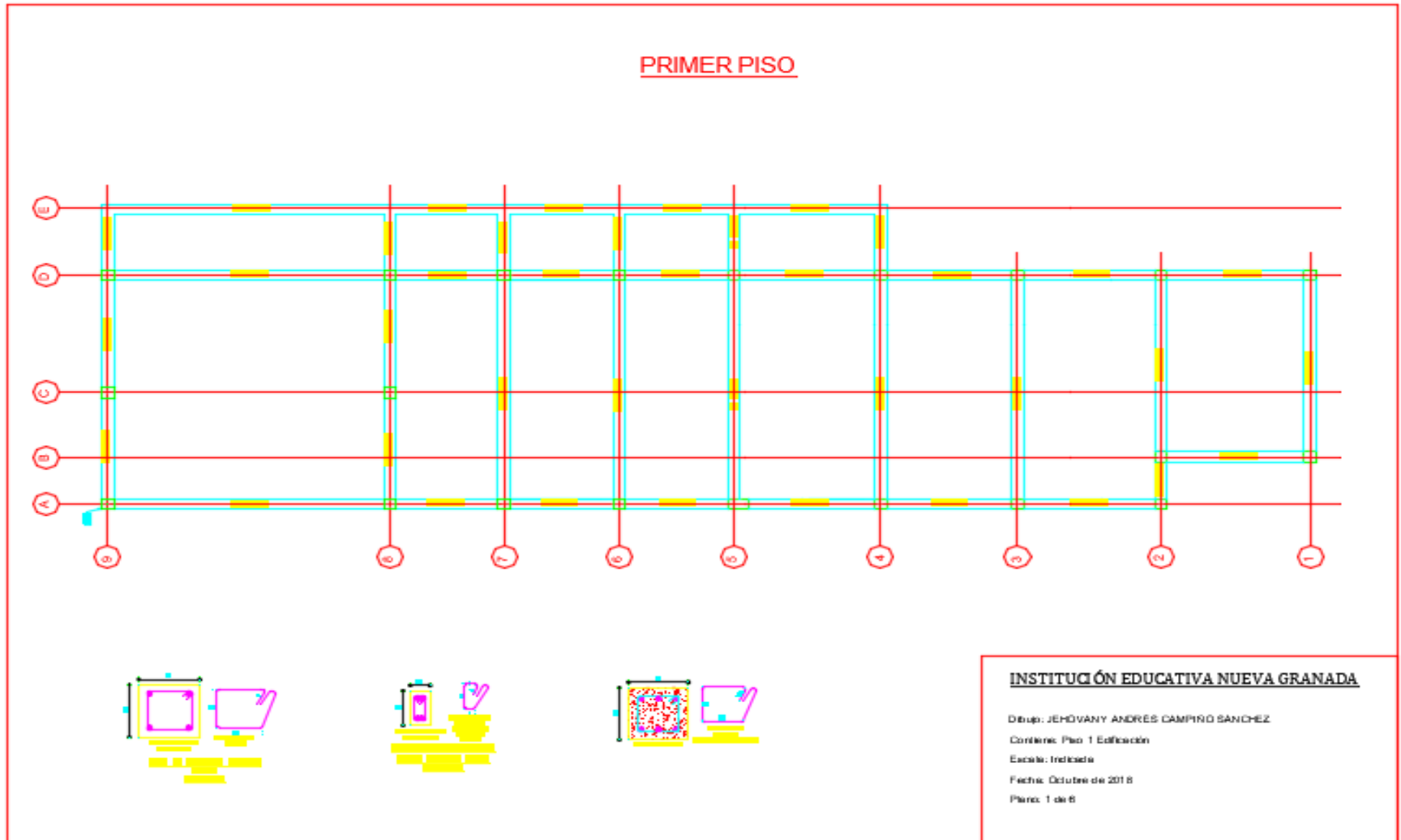
- Muestra los detalles de las secciones de los elementos de una estructura.
- Da los detalles de las diferentes dimensiones en planta de la edificación.
- Los diferentes programas de modelación estructural trabajan con los detalles en planta de una edificación.
- La base de la modelación estructural es el diseño arquitectónico o estructural de una edificación.
- Son los planos donde se registra la información de arquitectónica y estructural de una edificación.

Para el levantamiento de los planos se procede de la siguiente manera:

- ❖ Se procede a desplazarse al sitio y se realiza una identificación inicial de la estructura a levantar.
- ❖ Por medio de un decámetro y un metro se procede a tomar medida de cada elemento y de cada vano de la estructura; estos datos se anotan en papel y se delinear en un block de dibujo.
- ❖ Con la información anteriormente reunida se procede a delinear en el programa AutoCAD.
- ❖ Se continua organizando detalles, grosores de línea y capaz de trabajo.
- ❖ Finalmente se crea una mancheta para cada plano.

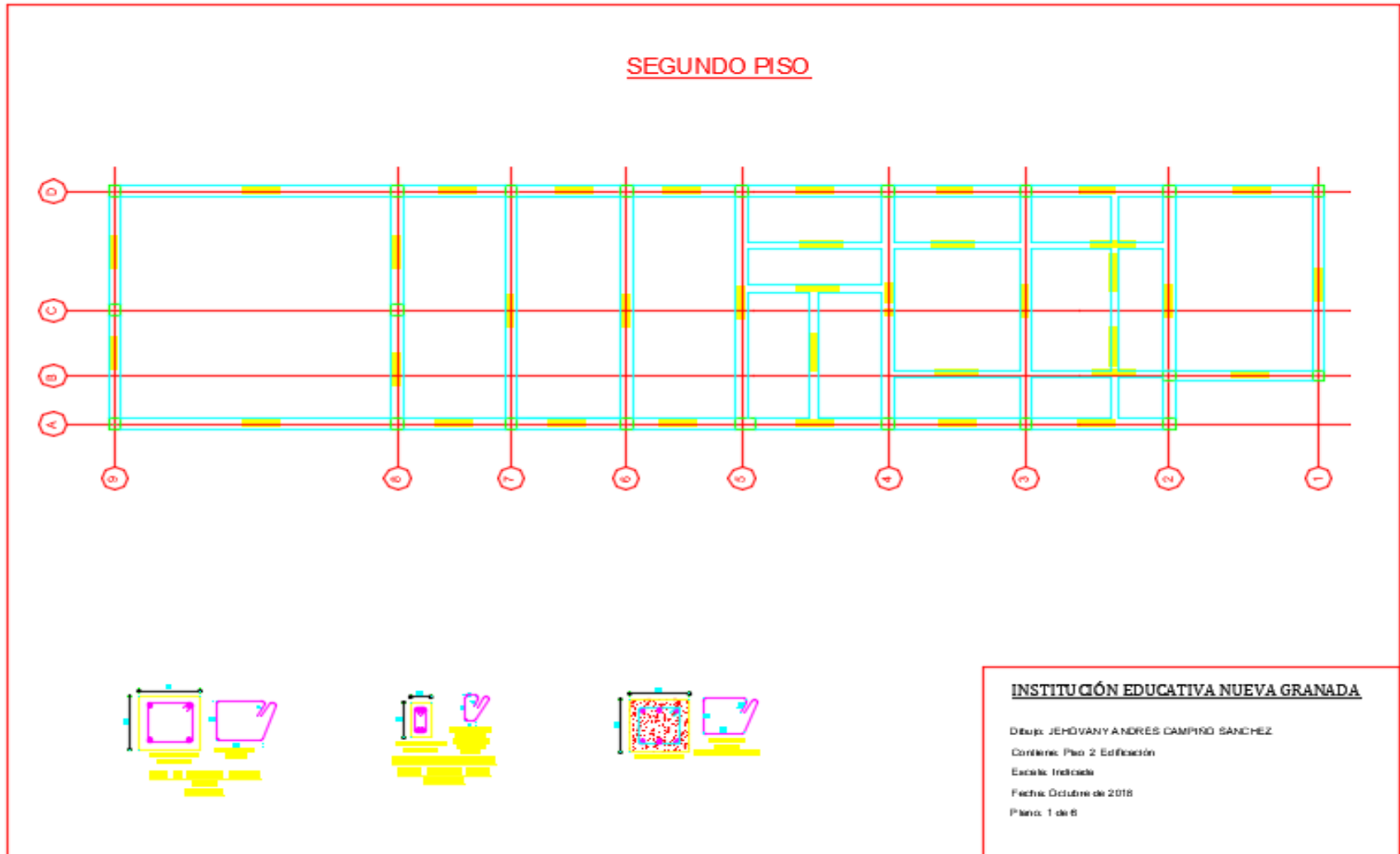
A continuación se muestran los planos levantados en la Institución Educativa Nueva Granada

Figura 3: Primer piso institución educativa Nueva Granada



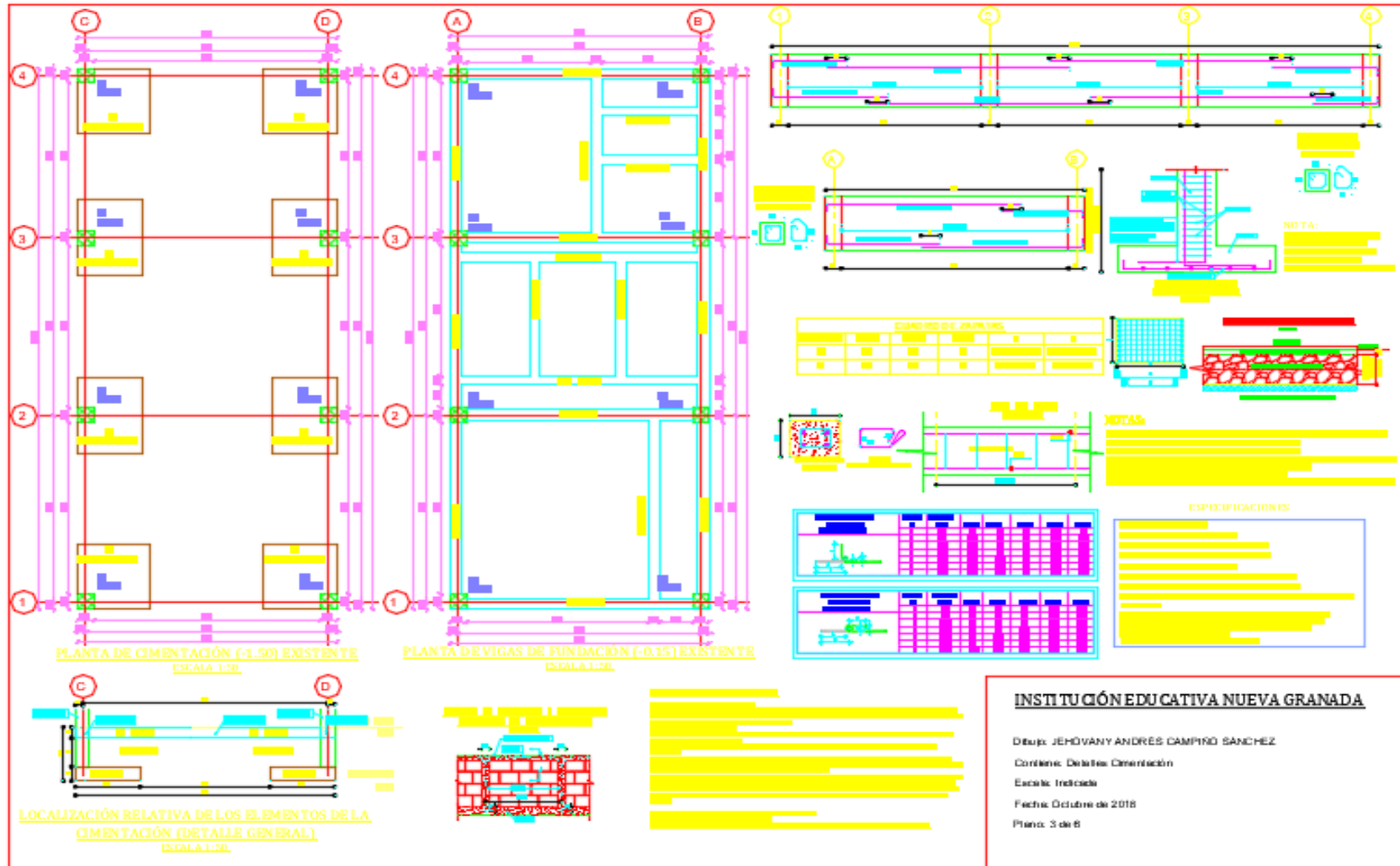
Fuente: Propia

Figura 4: Segundo piso institución educativa Nueva Granada



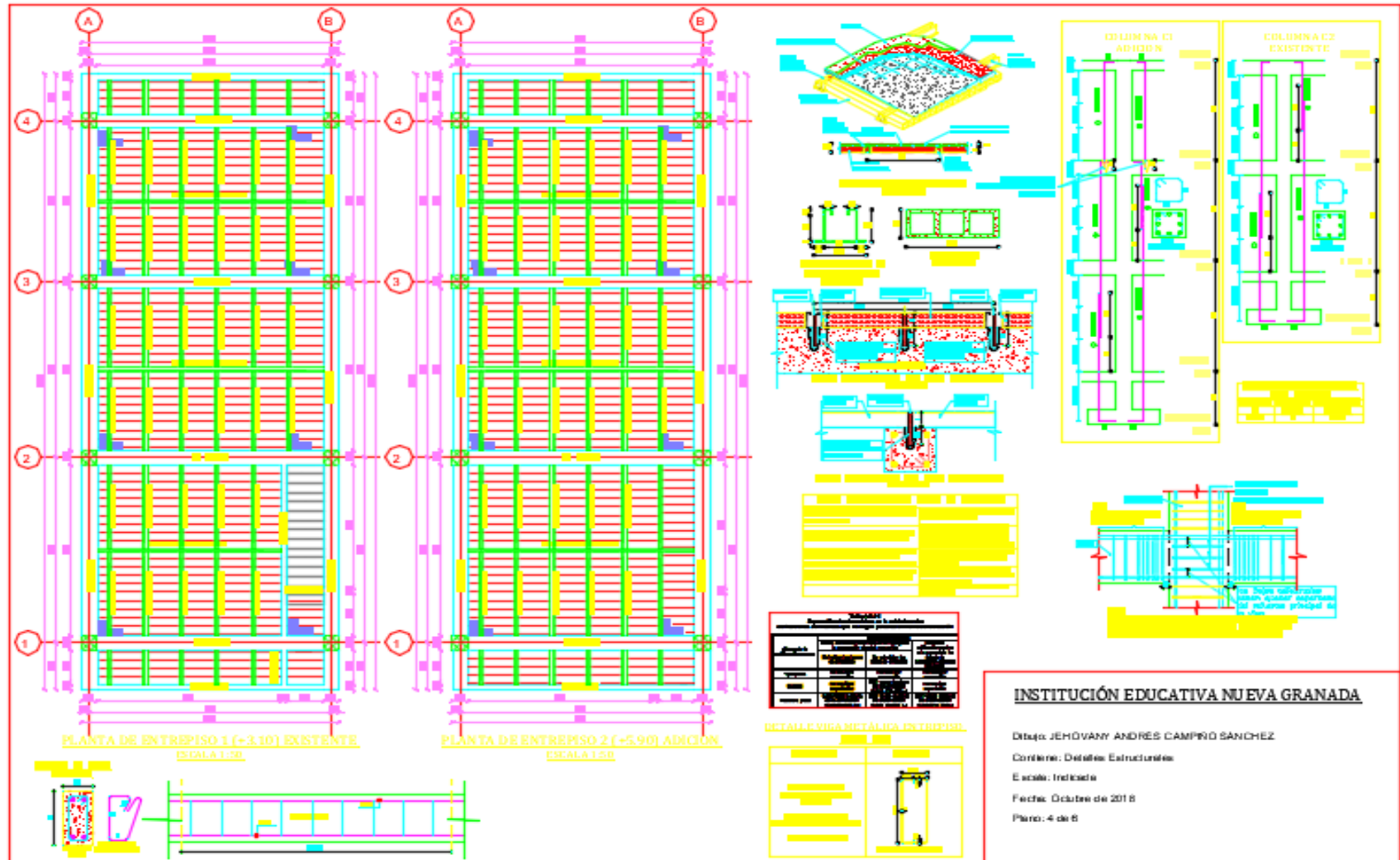
Fuente: Propia

Figura 5: Detalles Cimentación



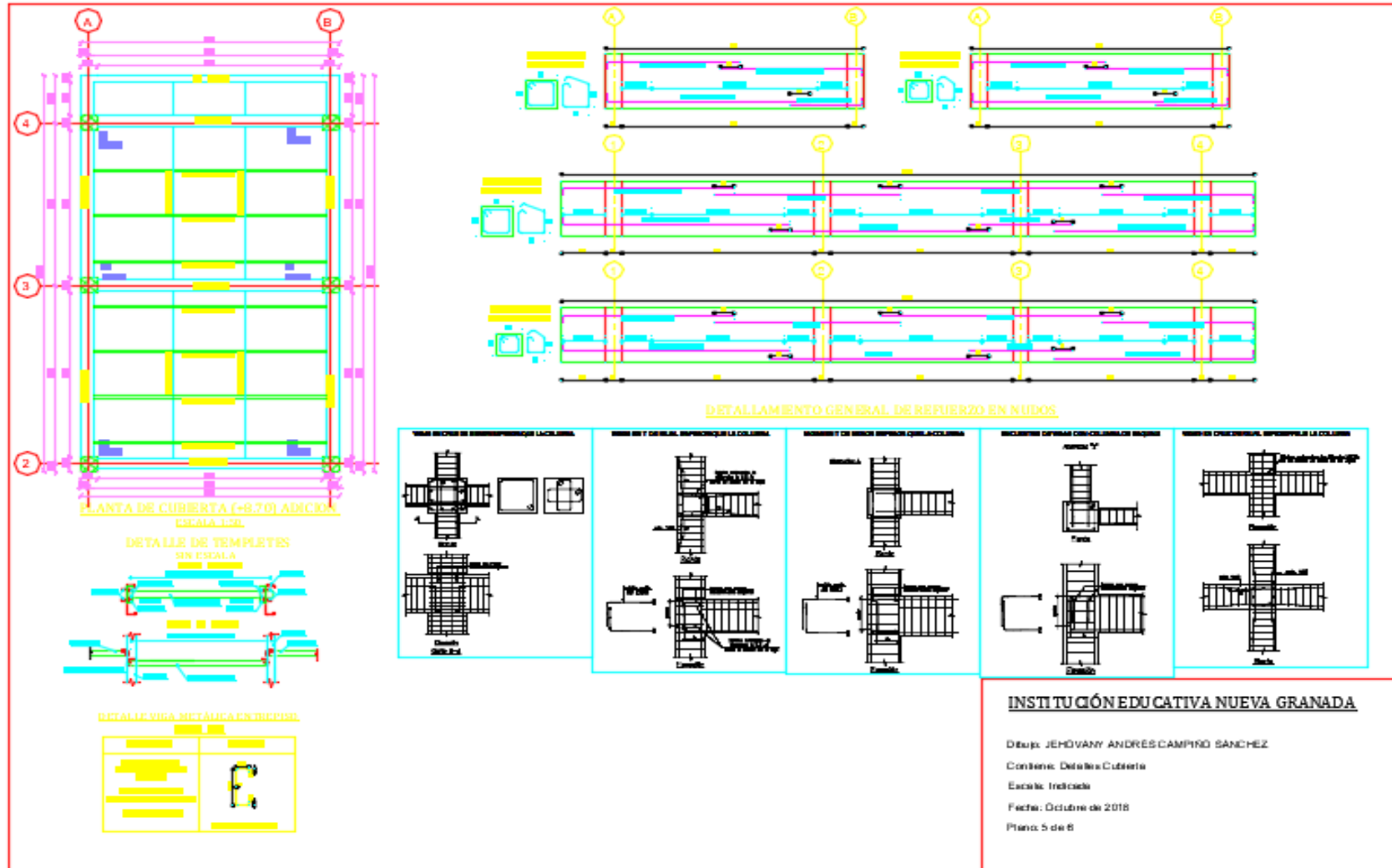
Fuente: Propia

Figura 6: Detalles Estructurales



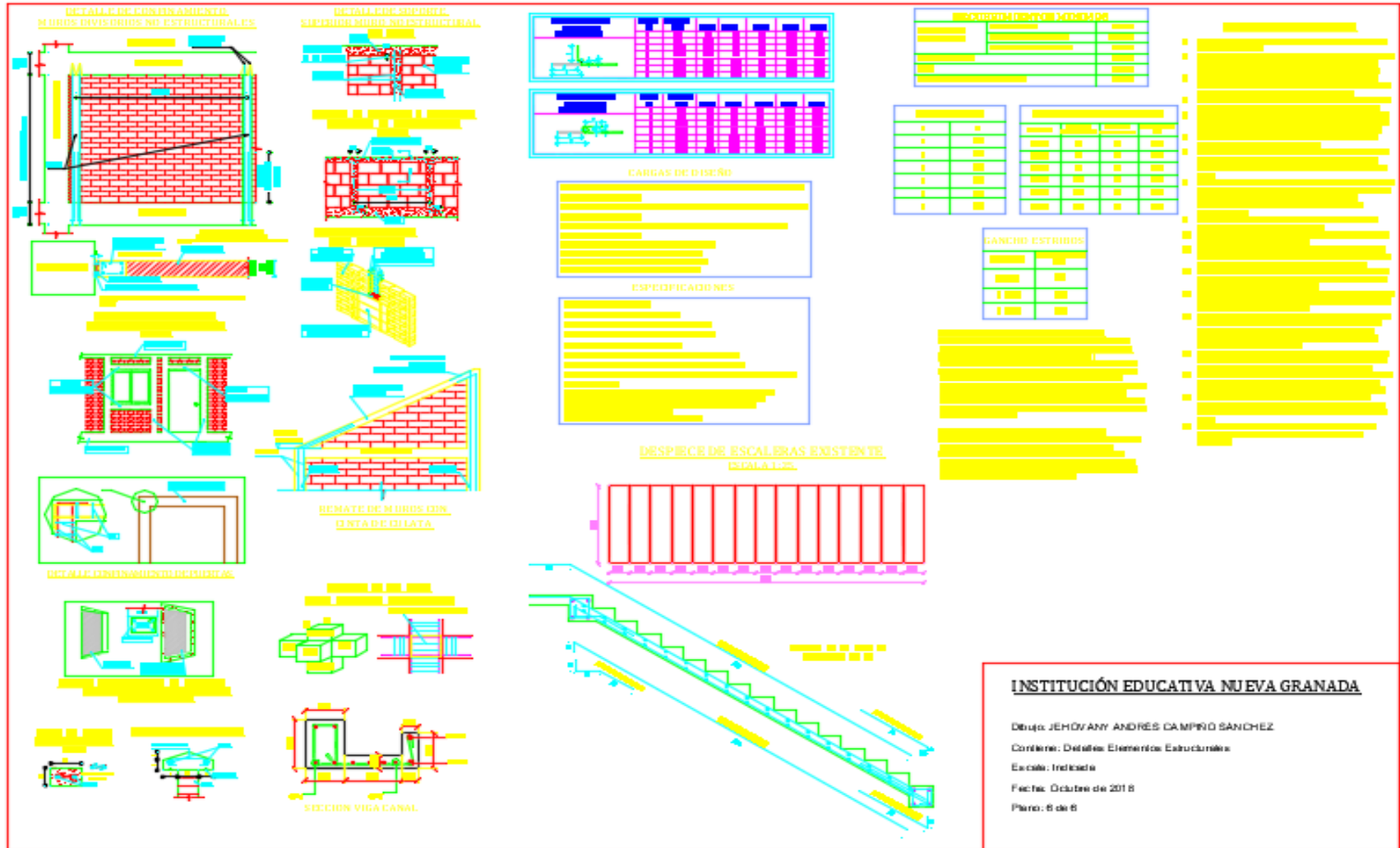
Fuente: Propia

Figura 7: Detalles Cubierta



Fuente: Propia

Figura 8: Detalles Elementos Estructurales



Fuente: Propia

8.2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL

La modelación estructural se realiza por medio del programa ETABS y para realizar este proceso es necesario tener los planos de la edificación, conocer su ubicación y tener definido parámetros estructurales. Para realizar la modelación estructural se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se determina parámetros iniciales los cuales se muestran en la tabla 4

Tabla 4: Parámetros iniciales estructura.

Sistema Estructural utilizado	Pórticos resistente a momentos que deben tener capacidad especial de disipación de energía (DES)
Sistema de entrepiso:	Losa maciza $e=0.15$ m
Área construida	872.39m ²
Ubicación	Dosquebradas, Risaralda
Zona de Sísmica	Alta
Perfil de Suelo	Tipo E
No. de pisos	2 pisos altura de 2.8m
Altura total del edificio	5.60m
Método utilizado para el análisis	Análisis Dinámico Elástico Espectral

2. Se determinan los parámetros de aceleración del suelo. Los cuales se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Parámetros de aceleración de suelo.

Zona de Amenaza Sísmica	Alta
Fa	1.76
Fv	2.57

Aa	0.25
Av	0.25
Perfil de Suelo	Tipo E
Coefficiente de Importancia	1.00

3. Se calculan las cargas de servicio para la edificación, las cuales se muestran en la tabla 6.

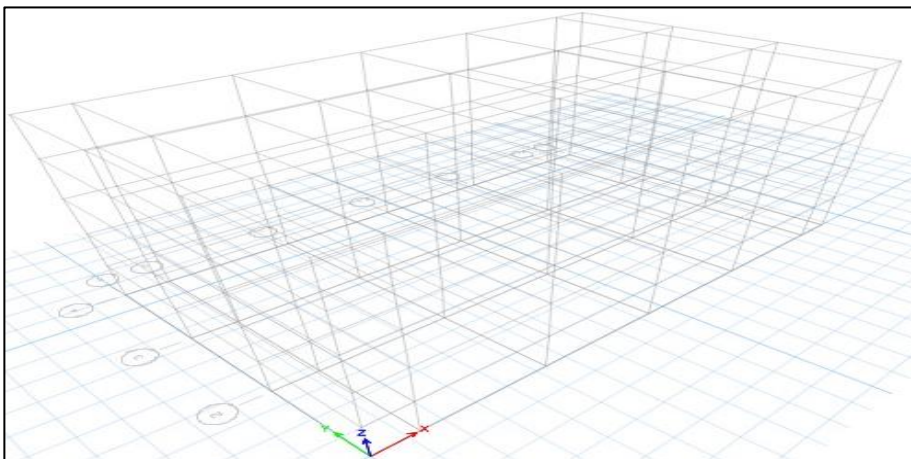
Tabla 6: Cargas de servicio.

Carga muerta entrepiso	6.41 KN
Carga muerta cubierta	0.78 KN
Carga viva	1.8 KN
Carga viva balcones	5 KN

Los siguientes pasos serán realizados en el programa ETABS.

4. Se procede a crear un nuevo modelo y se ingresan las dimensiones y la separación de luces del bloque estructural de la institución educativa Nueva Granada, como se muestra en la figura 9.

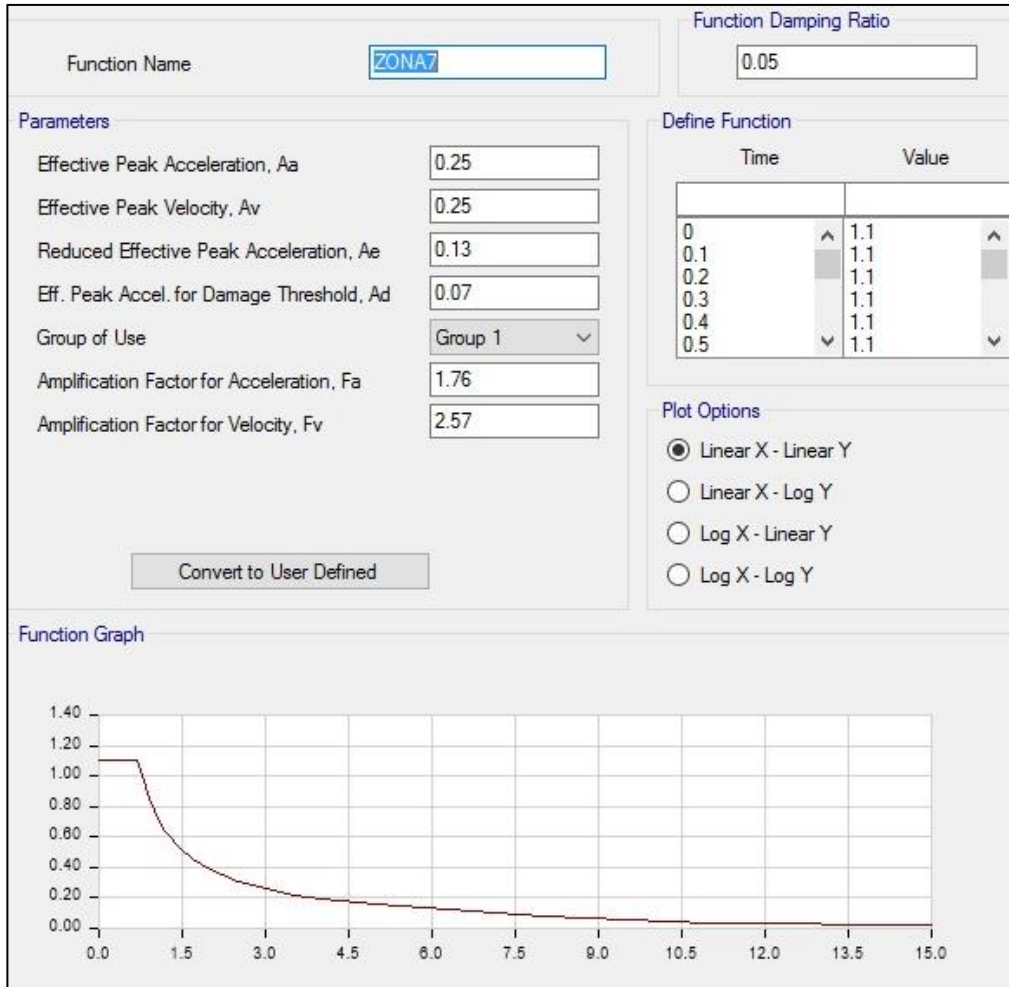
Figura 9: Bloque estructural



Fuente: Propia

5. Se ingresan los parámetros de aceleración del suelo, como se observa en la figura 10.

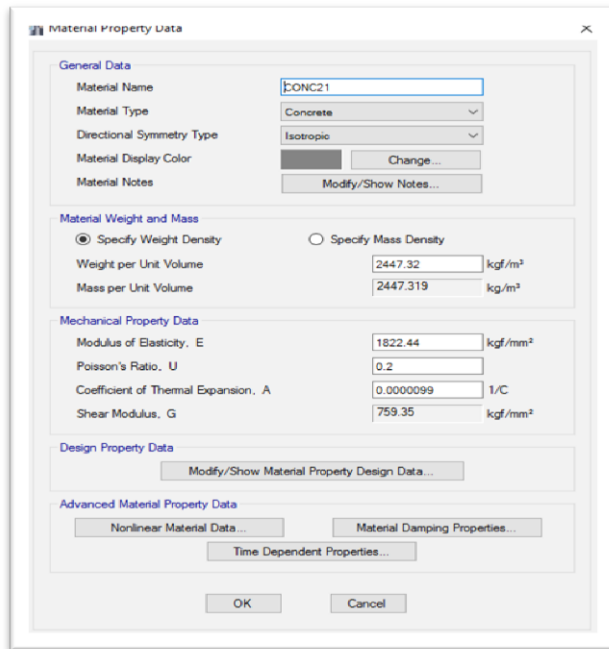
Figura 10: Aceleración del suelo.



Fuente: Propia

6. Se ingresa el material que llevarán los elementos estructurales el cual se define como un concreto de 21 MPa, como se muestra en la figura 11.

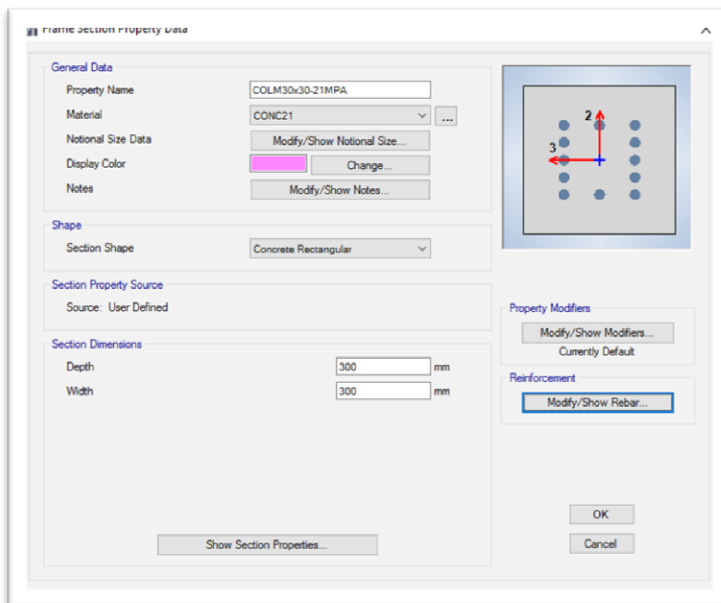
Figura 11: Concreto 21 MPa.



Fuente: Propia

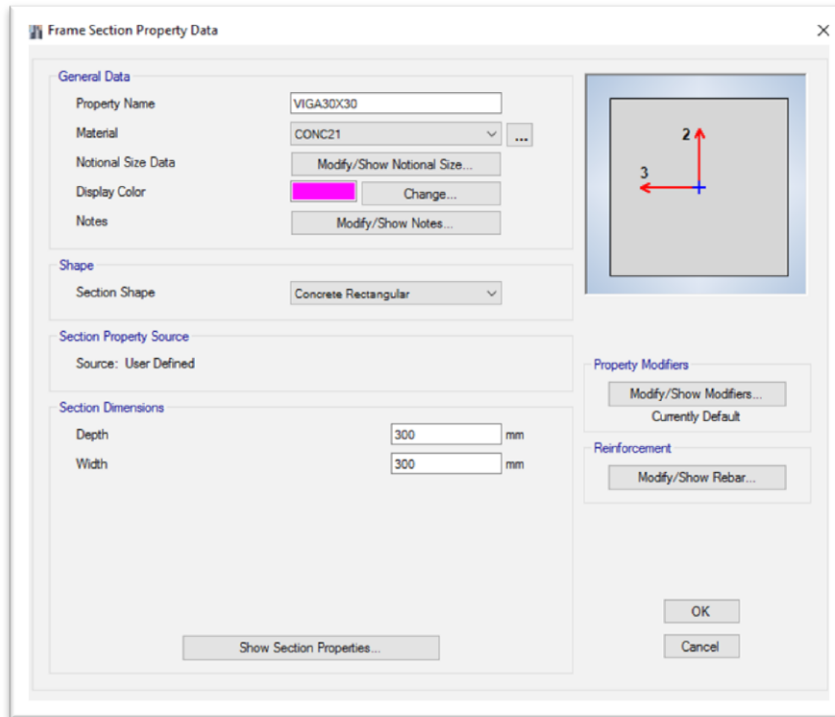
7. Se procede a crear los diferentes elementos estructurales, como se muestra en las figuras 12, 13 y 14.

Figura 12: Columnas



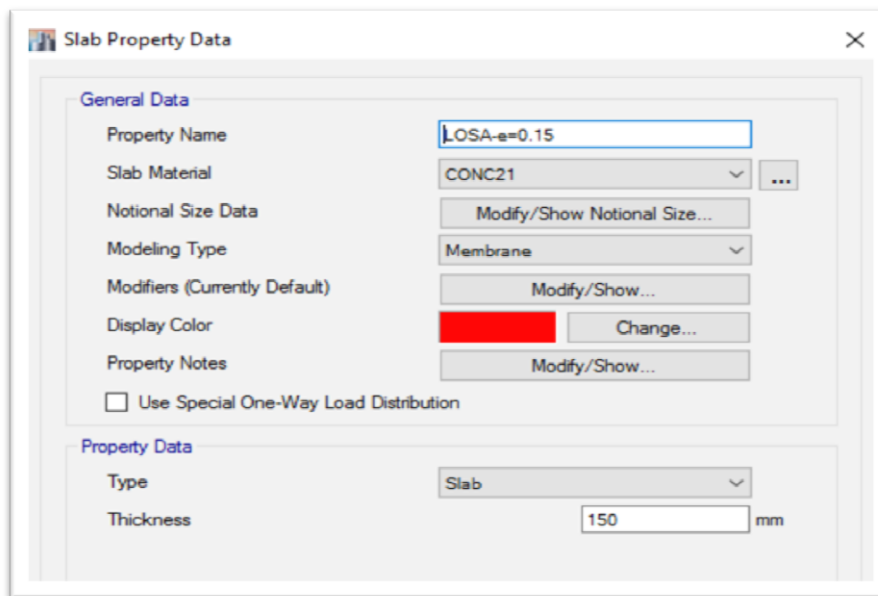
Fuente: Propia

Figura 13: Vigas



Fuente: Propia

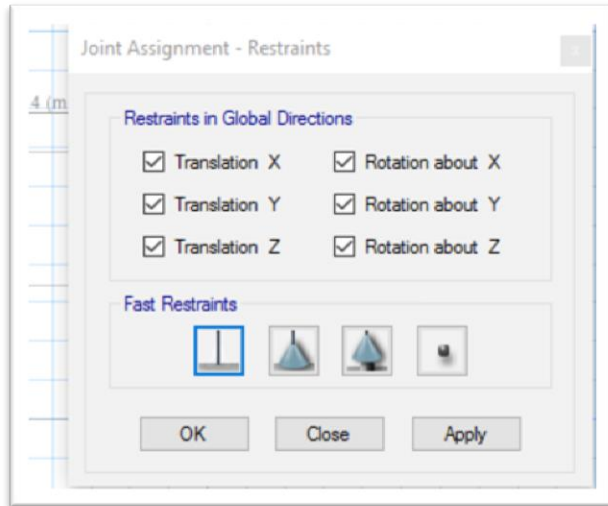
Figura 14: Entrepiso o Losa



Fuente: Propia

8. Se procede a asignar los apoyos de la estructura.

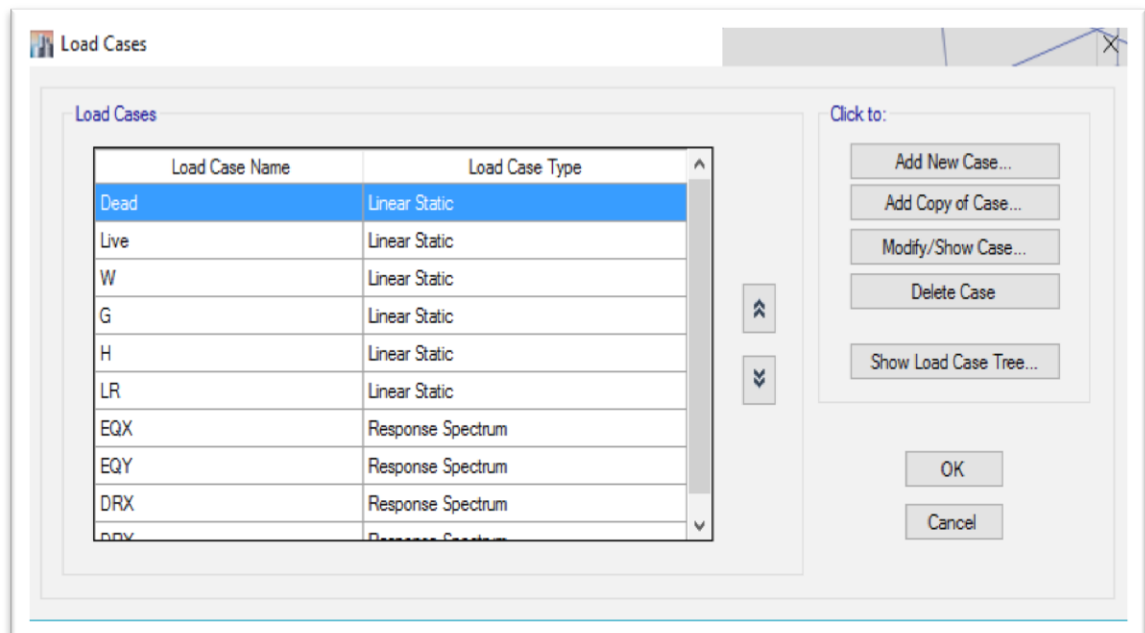
Figura 15: Apoyos de estructura.



Fuente: Propia

9. Se asignan los diferentes casos de carga para la estructura.

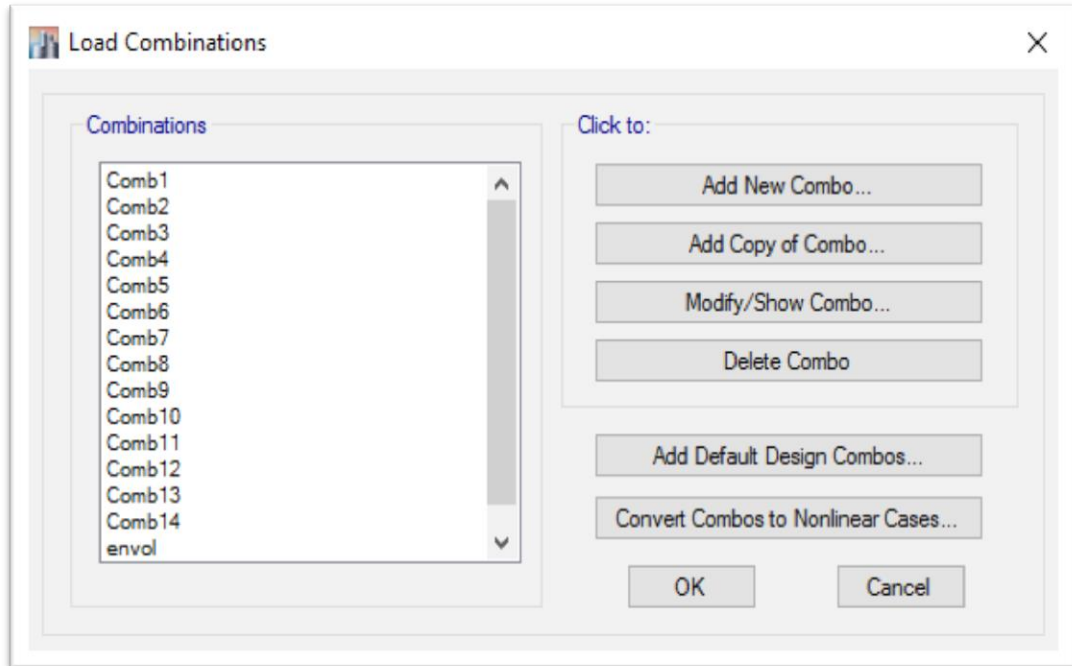
Figura 16: Casos de carga



Fuente: Propia

10. Se definen las combinaciones de carga que debe resistir la edificación.

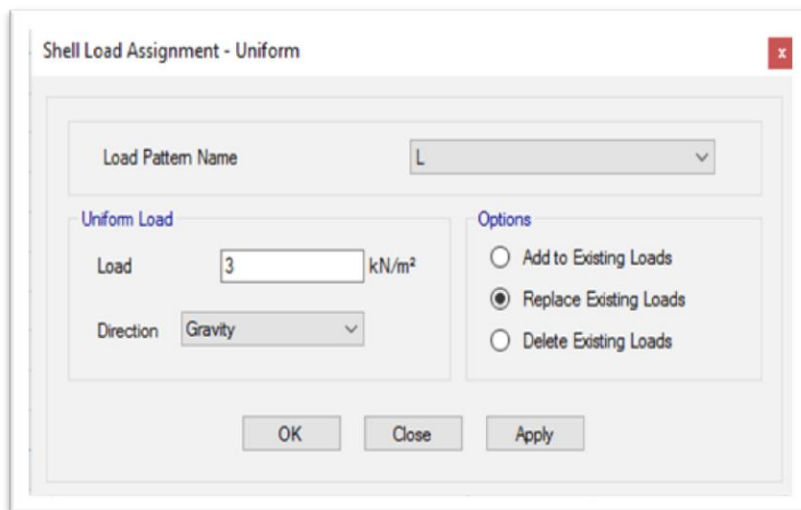
Figura 17: Combinaciones de carga.



Fuente: Propia

11. Se asignan las cargas previamente calculadas al entrepiso.

Figura 18: Asignación de cargas.



Fuente: Propia

12. Se procede a analizar la estructura, dando los resultados que se muestran en las figuras 19 y 20

Figura 19: Resultados estructura.

Load Case/Combo	FX kN	FY kN	FZ kN
Dead	0	0	20138.52
Live	0	0	3696
W	0	0	0
G	0	0	0
H	0	0	0
LR	0	0	231
EQX Max	3087.7531	0.0003	0
EQY Max	0.0003	3082.6112	0
DRX Max	19451.8095	0.002	0
DRY Max	0.0019	19419.136	0

Fuente: Propia

Figura 20: Resultados derivas.

EQX		EQY	
Function	Scale Factor	Function	Scale Factor
ZONA7	3629.94	ZONA7	3517.9

DRX		DRY	
Function	Scale Factor	Function	Scale Factor
ZONA7	22867.17	ZONA7	22161.27

Fuente: Propia

13. Se procede a corregir reacciones, en la figura 21, tabla 7, 8 y 9 se muestra los resultados de la modelación y que la estructura cumple con la deriva e índice de sobre esfuerzo.

Figura 21: Resultados reacción estructura ajustados.

Load Case/Combo	FX kN	FY kN	FZ kN
Dead	0	0	20138.52
Live	0	0	3696
W	0	0	0
G	0	0	0
H	0	0	0
LR	0	0	231
EQX Max	2813.0066	0.0003	0
EQY Max	0.0003	2813.0021	0
DRX Max	17721.9202	0.0018	0
DRY Max	0.0017	17721.9167	0

Fuente: Propia

Tabla 7: Cumple deriva

CUMPLE DERIVA				
Story	Load Case/Combo	Label	Item	Drift
Cubierta	DRX Max	15	Max Drift X	0.31%
Cubierta	DRX Max	25	Max Drift Y	0.01%
Cubierta	DRY Max	21	Max Drift X	0.01%
Cubierta	DRY Max	24	Max Drift Y	0.36%
Piso2	DRX Max	25	Max Drift X	0.92%
Piso2	DRX Max	24	Max Drift Y	0.08%
Piso2	DRY Max	28	Max Drift X	0.07%
Piso2	DRY Max	28	Max Drift Y	0.76%
Piso1	DRX Max	20	Max Drift X	0.60%
Piso1	DRX Max	20	Max Drift Y	0.04%
Piso1	DRY Max	12	Max Drift X	0.05%
Piso1	DRY Max	20	Max Drift Y	0.63%

Fuente: Propia

Tabla 8: Información Estructura

Name	Height mm	Elevation mm	Master Story	Similar To	Splice Story
Cubierta	5600	5600	No	None	No
Piso2	2800	2800	No	None	No
Base	0	0	No	None	No

Fuente: Propia

Tabla 9: Reacciones.

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
Dead	0	0	2829.1373	23340.3828	-39607.9224	0	0	0	0
Live	0	0	376.8871	3109.3186	-5276.4195	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LR	0	0	23.5554	194.3324	-329.7762	0	0	0	0
EQX Max	395.1809	0	0	0	3858.3166	3554.7644	0	0	0
EQY Max	0	395.1812	0	3761.1311	0	6031.2434	0	0	0
DRX Max	2489.6408	0	0	0	24307.4053	22395.0258	0	0	0
DRY Max	0	2489.6407	0	23695.1166	0	37996.8186	0	0	0
Comb1	0	0	3960.7922	32676.536	-55451.0913	0	0	0	0
Comb2	0	0	4009.7619	33080.5354	-56136.6661	0	0	0	0
Comb3	0	0	3997.9841	32983.3692	-55971.778	0	0	0	0
Comb4	0	0	3771.8519	31117.778	-52805.9263	0	0	0	0
Comb5	0	0	3432.6535	28319.3913	-48057.1488	0	0	0	0
Comb6	0	0	3771.8519	31117.778	-52805.9263	0	0	0	0
Comb7	0	0	3394.9648	28008.4594	-47529.5069	0	0	0	0
Comb8	0	0	3783.6296	31214.9442	-52970.8144	0	0	0	0
Comb9	0	0	3771.8519	31117.778	-52805.9263	0	0	0	0
Comb10 Max	395.1809	118.5544	3771.8519	32246.1173	-48947.6097	5364.1375	0	0	0
Comb10 Min	-395.1809	-118.5544	3771.8519	29989.4387	-56664.2429	-5364.1375	0	0	0
Comb11 Max	118.5543	395.1812	3771.8519	34878.9091	-51648.4313	7097.6728	0	0	0
Comb11 Min	-118.5543	-395.1812	3771.8519	27356.6469	-53963.4213	-7097.6728	0	0	0
Comb12	0	0	2546.2236	21006.3446	-35647.1301	0	0	0	0
Comb13 Max	395.1809	118.5544	2546.2236	22134.6839	-31788.8135	5364.1375	0	0	0
Comb13 Min	-395.1809	-118.5544	2546.2236	19878.0052	-39505.4468	-5364.1375	0	0	0
Comb14 Max	118.5543	395.1812	2546.2236	24767.4757	-34489.6352	7097.6728	0	0	0
Comb14 Min	-118.5543	-395.1812	2546.2236	17245.2134	-36804.6251	-7097.6728	0	0	0
envol Max	395.1809	395.1812	4009.7619	34878.9091	-31788.8135	7097.6728	0	0	0
envol Min	-395.1809	-395.1812	2546.2236	17245.2134	-56664.2429	-7097.6728	0	0	0
zapatas	0	0	3206.0244	26449.7014	-44884.3419	0	0	0	0

Fuente: Propia

8.3 RESULTADOS VISITAS DE CAMPO

8.3.1 PRIMERA VISITA DE CAMPO

Se realiza una primera visita a la Institución Educativa Nueva Granada donde se realiza una inspección visual detallada con el fin de detectar problemas estructurales.

8.3.1.1 Deterioro estructura metálica.

Descripción: En la figura 22 se aprecia el deterioro de pata de la columna metálica y el pedestal de concreto.

Figura 22: Deterioro



Fuente: Propia

Explicación: Este deterioro se presenta por los materiales estar expuestos al interperismo lo cual genera la oxidación en la estructura metálica y las manchas en el concreto.

8.3.1.2 Deterioro estructura metálica corredor.

Descripción: En la figura 23 se aprecia el mismo problema de la figura 22, pero aplicado a las demás columnas de esta sección; también se aprecia desbordados en el bordillo de los ladrillos.

Figura 23: Deterioro estructura metálica



Fuente: Propia

Explicación: Este deterioro se presenta por la estructura metálica estar expuesta a condiciones climáticas húmedas y no haber sido tratada con un producto para evitar la oxidación; los desbordados se deben al uso diario que tiene la edificación.

8.3.1.3 Bajante de Agua lluvia mal ubicado.

Descripción: En la figura 24 se puede observar un bajante de agua lluvia cuya salida es el pedestal de una columna metálica de una cubierta. Lo anterior causa deterioro del elemento metálico lo cual debilita los apoyos de la cubierta.

Figura 24: Bajante de aguas lluvias.



Fuente: Propia

Explicación: Este deterioro se presenta por la mala ubicación del bajante o por la falta de accesorios que comuniquen el agua lluvia a una caja recolectora.

8.3.1.4 Deterioro Estructura metálica y edificación.

Descripción: En la figura 25 se aprecia el deterioro de la cercha metálica de la cubierta y el deterioro de algunos de la estructura como lo son los muros de alrededor de la estructura.

Figura 25: Deterioro



Fuente: Propia

Explicación: Este deterioro se debe a la falta de mantenimiento de estos elementos y el que esté expuestos a condiciones ambientales, como la lluvia y el sol.

8.3.1.5 Aguas lluvias mal conducidas

Descripción: En la figura 26 se aprecia nuevamente el deterioro de la estructura metálica de cubierta y que la canalización de las aguas lluvias no se está haciendo de manera correcta ya que se presente deterioro de los elementos que la componen.

Figura 26: Canal aguas lluvias deteriorado.



Fuente: Propia

Explicación: Se aprecia un desprendimiento y cambio de color en algunas zonas de la canal en concreto lo anterior se debe a que no se está realizando adecuadamente la recolección de las aguas lluvias lo cual hace que se produzcan estos deterioros.

8.3.1.6 Grietas en gradas.

Descripción: En la figura 27 se muestra que las gradas de la cancha de la institución educativa Nueva Granada presentan fisuras a lo largo y ancho.

Figura 27: Grietas en gradas.



Fuente: Propia

Explicación: Estas grietas se pueden deber a asentamientos del terreno, malos procesos constructivos o materiales de mala calidad.

8.3.1.7 Desgastes en elementos edificación.

Descripción: En la figura 28 se muestra que algunos elementos como los muros, malla de la cancha, ladrillos, bordillos de los muros presentan desgaste.

Figura 28: Desgaste Edificación.



Fuente: Propia

Explicación: Estos desgastes se deben al poco mantenimiento de los mismos y al uso que hacen recibido estos.

8.3.1.8 Corrosión en Elementos metálicos.

Descripción: Como ya se ha mencionado anteriormente, en la figura 29 se observa el desgastes y la corrosión que presenta la estructura metálica de la cubierta.

Figura 29: Corrosión en Elementos metálicos.



Fuente: Propia

Explicación: Esta corrosión se debe a la presencia de agua en este elemento metálico.

8.3.1.9 Fisuras en escalas de Concreto

Descripción: En la figura 30 se observan fisuras y grietas en sentido x y y de las escalas en concreto.

Figura 30: Fisuras y Grietas escalas en concreto.



Fuente: Propia

Explicación: Estas fisuras y grietas se deben a asentamientos en el terreno y a malos procesos constructivos.

8.3.1.10 Cielo raso en mal estado

Descripción: En la figura 31 se observan una parte del cielo raso de la entrada del aula 7 donde hace falta un pedazo del mismo, esto lleva a que por este agujero pueden ingresar animales y hacer nidos o se produzcan humedades.

Figura 31: Cielo raso sin una parte



Fuente: Propia

Explicación: El pedazo faltante de cielo raso se puede deber al uso de la edificación como tal, cabe aclarar que es un problema grave.

8.3.1.11 Fisuras en muros perimetrales de cancha.

Descripción: En la figura 32 se observan fisuras alrededor del muro y como esta se está separando en varias partes.

Figura 32: Fisuras en alfajías y muros de cancha



Fuente: Propia

Explicación: Estas fisuras pueden ser ocasionadas por malos procesos constructivos y asentamientos que ha sufrido el terreno.

8.3.1.12 Escala cancha de futbol.

Descripción: En la figura 33 se observan varias patologías como lo es el desgaste de los elementos de la escalera, el cambio de color, elementos corroídos y golpeados.

Figura 33: Escala cancha de futbol



Fuente: Propia

Explicación: Estas patologías se deben al uso que ha recibido esta escalera y al estar expuesta a condiciones ambientales como lo es el sol y la lluvia.

8.3.1.13 Humedad en cielo falso.

Descripción: En la figura 34 se puede apreciar que existe un embombamiento en el cielo falso por presencia e agua también se observan algunos detalles en muros.

Figura 34: Humedad cielo falso



Fuente: Propia

Explicación: La humedad en el cielo falso puede deberse a infiltración de agua sobre este.

8.3.1.14 Grietas en Cancha

Descripción: En la figura 35 se puede mirar que en la cancha de la institución educativa nueva granada existen grietas que atraviesan la cancha.

Figura 35: Grietas en cancha.



Fuente: Propia

Explicación: Estas grietas pueden deberse a asentamientos de la estructura.

8.3.1.15 Muros Fachada

Descripción: En la figura 36 se puede apreciar que los muros de la fachada lateral presente cambio de color y problemas de humedades en las vigas que los unen.

Figura 36: Muros Fachada.



Fuente: Propia

Explicación: Estas patologías se deben a que este muro está expuesto a condiciones de interperismo.

8.3.2 SEGUNDA VISITA DE CAMPO

Se realiza una segunda visita a la Institución Educativa Nueva Granada donde por medio del Ferroskan se determina el acero de refuerzo que tiene la edificación. Este ensayo se realiza en 3 columnas diferentes.

El Ferro scanner arroja un resultado de los diámetros en pulgadas el cual debe convertirse en pulgadas y posteriormente de acuerdo a la tabla 10 se convierte en un numero de varilla de acero.

Tabla 10: Tabla Acero de Refuerzo.

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Fuente: NSR-10

8.3.2.1 Columna # 1.

En la tabla 11 se muestran los datos recolectados por medio del Ferroskan en la columna número 1.

Tabla 11: Datos iniciales columna 1.

Ítem	Cantidad	Profundidad	Diámetro (plg)
Acero Longitudinal	1	2.52	0.72
	1	2.24	0.73
Flejes	1	1.66	0.84
	1	1.8	1.08
	1	1.44	0.86
	1	1.56	0.91
	1	1.72	0.77
Separación Flejes	20 cm		

Fuente: Propia

En la tabla 12 se puede apreciar el número equivalente a la barra de acero de la columna 1.

Ítem	Promedio ϕ Acero Longitudinal	Promedio ϕ Acero flejes
Diámetro Ferro Scan	0.725	0.892
Diámetro mm	3.91	4.81
Equivalencia Barra de Acero		
Diámetro de referencia en pulgadas	1/4"	1/4"

8.3.2.2 Columna # 2.

En la tabla 13 se muestran los datos recolectados por medio del Ferroskan en la columna número 2.

Tabla 13: Datos iniciales columna 2.

Ítem	Cantidad	Profundidad	Diámetro (plg)
Acero Longitudinal	1	1.2	0.66
	1	1.44	0.86
Flejes	1	1.36	1.54
	1	1.62	1.62
	1	1.65	1.62
	1	1.36	1.57
	1	1.62	2.08
Separación Flejes	18 cm		

Fuente: Propia

En la tabla 14 se puede apreciar el número equivalente a la barra de acero de la columna 2.

Ítem	Promedio ϕ Acero Longitudinal	Promedio ϕ Acero flejes
Diámetro Ferro Scan	0.76	1.686
Diámetro mm	4.05	8.986
<i>Equivalencia Barra de Acero</i>		
Diámetro de referencia en pulgadas	1/4"	3/8"

8.3.2.3 Columna # 3.

En la tabla 15 se muestran los datos recolectados por medio del Ferroskan en la columna número 3.

Tabla 15: Datos iniciales columna 3.

Ítem	Cantidad	Profundidad	Diámetro (plg)
Acero Longitudinal	1	1.96	1.62
	1	1.76	1.64
	1	2	1.62
Flejes	1	2.04	1.58
	1	2.36	1.59
	1	2.2	1.63
	1	2.28	1.58
	1	2.08	1.65
Separación Flejes	15 cm		

Fuente: Propia

En la tabla 16 se puede apreciar el número equivalente a la barra de acero de la columna 3.

Ítem	Promedio ϕ Acero Longitudinal	Promedio ϕ Acero flejes
Diámetro Ferro Scan	1.63	1.606
Diámetro mm	8.688	8.559
Equivalencia Barra de Acero		
Diámetro de referencia en pulgadas	3/8"	3/8"

8.3.3 TERCERA VISITA DE CAMPO

Se realiza una tercera visita a la Institución Educativa Nueva Granada donde se realiza el ensayo con el esclerómetro con el fin de determinar la resistencia a compresión en hormigones.

Para realizar este ensayo se realizan varias muestras y se toma el promedio este valor se compara en la tabla 17 en la casilla "Rm" (índice de rebote) el cual indica la fuerza compresiva en Mpa. Se realizan 4 ensayos en dos columnas y dos vigas.

Tabla 17: Fuerza Compresiva

Rm	Compressive strength (Mpa)														
	Carbonation depth (mm)														
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	≥6.0	Compressive strength (Mpa)	
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22.3	21.5	20.6	20.1	19.2	18.3	17.2	39.8	41.2
33	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22.6	21.7	20.9	20.3	19.4	18.5	17.4	40	41.6
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22.9	22	21.2	20.5	19.6	18.7	17.6	40.2	42
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	23.1	22.3	21.4	20.7	19.8	18.9	17.8	40.4	42.4
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	23.3	22.6	21.7	20.9	20	19.1	18	40.6	42.8
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	23.5	22.8	21.9	21.1	20.2	19.3	18.2	40.8	43.3
34	30	29.1	28	26.8	25.6	24.6	23.7	23	22.1	21.3	20.4	19.5	18.3	41	43.7
34.2	30.3	29.4	28.3	27	25.8	24.8	23.9	23.2	22.3	21.5	20.6	19.7	18.4	41.2	44.1
34.4	30.7	29.8	28.6	27.2	26	25	24.1	23.4	22.5	21.7	20.8	19.8	18.6	41.4	44.5
34.6	31.1	30.2	28.9	27.4	26.2	25.2	24.3	23.6	22.7	21.9	21	20	18.8	41.6	45
34.8	31.4	30.5	29.2	27.6	26.4	25.4	24.5	23.8	22.9	22.1	21.2	20.2	19	41.8	45.4
35	31.8	30.8	29.6	28	26.7	25.8	24.8	24	23.2	22.3	21.4	20.4	19.2	42	45.9
35.2	32.1	31.1	29.9	28.2	27	26	25	24.2	23.4	22.5	21.6	20.6	19.4	42.2	46.3
35.4	32.5	31.5	30.2	28.6	27.3	26.3	25.4	24.4	23.7	22.8	21.8	20.8	19.6	42.4	46.7
35.6	32.9	31.9	30.6	29	27.6	26.6	25.7	24.7	24	23	22	21	19.8	42.6	47.2
35.8	33.3	32.3	31	29.3	28	27	26	25	24.3	23.3	22.2	21.2	20	42.8	47.6
36	33.6	32.6	31.2	29.6	28.2	27.2	26.2	25.2	24.5	23.5	22.4	21.4	20.2	43	48.1
36.2	34	33	31.6	29.9	28.6	27.5	26.5	25.5	24.8	23.8	22.6	21.6	20.4	43.2	48.5
36.4	34.4	33.4	32	30.3	28.9	27.9	26.8	25.8	25.1	24.1	22.8	21.8	20.6	43.4	49
36.6	34.8	33.8	32.4	30.6	29.2	28.2	27.1	26.1	25.4	24.4	23	22	20.9	43.6	49.4
36.8	35.2	34.1	32.7	31	29.6	28.5	27.5	26.4	25.7	24.6	23.2	22.2	21.1	43.8	49.9
37	35.5	34.4	33	31.2	29.8	28.8	27.7	26.6	25.9	24.8	23.4	22.4	21.3	44	50.4
37.2	35.9	34.8	33.4	31.6	30.2	29.1	28	26.9	26.2	25.1	23.7	22.6	21.5	44.2	50.8
37.4	36.3	35.2	33.8	31.9	30.5	29.4	28.3	27.2	26.5	25.4	24	22.9	21.8	44.4	51.3
37.6	36.7	35.6	34.1	32.3	30.8	29.7	28.6	27.5	26.8	25.7	24.2	23.1	22	44.6	51.7
37.8	37.1	36	34.5	32.6	31.2	30	28.9	27.8	27.1	26	24.5	23.4	22.3	44.8	52.2
38	37.5	36.4	34.9	33	31.5	30.3	29.2	28.1	27.4	26.2	24.8	23.6	22.5	45	52.7
38.2	37.9	36.8	35.2	33.4	31.8	30.6	29.5	28.4	27.7	26.5	25	23.9	22.7	45.2	53.2
38.4	38.3	37.2	35.6	33.7	32.1	30.9	29.8	28.7	28	26.8	25.3	24.1	23	45.4	53.6
38.6	38.7	37.5	36	34.1	32.4	31.2	30.1	29	28.3	27	25.5	24.4	23.2	45.6	54.1
38.8	39.1	37.9	36.4	34.4	32.7	31.5	30.4	29.3	28.5	27.2	25.8	24.6	23.5	45.8	54.6
39	39.5	38.2	36.7	34.7	33	31.8	30.6	29.6	28.8	27.4	26	24.8	23.7	46	55
39.2	39.9	38.5	37	35	33.3	32.1	30.8	29.8	29	27.6	26.2	25	24	46.2	55.5
39.4	40.3	38.8	37.3	35.3	33.6	32.4	31	30	29.2	27.8	26.4	25.2	24.2	46.4	56
39.6	40.7	39.1	37.6	35.6	33.9	32.7	31.2	30.2	29.4	28	26.6	25.4	24.4	46.6	56.5

Fuente: NSR-10

8.3.3.1 Columna # 1.

En la tabla 18 se muestran los datos recolectados para el ensayo del esclerómetro en la columna 1.

Tabla 18: Datos Iniciales Columna 1

Datos Iniciales	Datos Ordenados	Se elimina el Mayor y el menor	Promedio
30	30		32.25
32	31	31	
32	31	31	
32	32	32	
31	32	32	
32	32	32	
34	32	32	
34	34	34	
31	34	34	
38	38		

Fuente: Propia

En la figura 37 se puede apreciar cómo se compara el promedio de la columna 1 con el valor de profundidad de carbonatación 0 dando un valor de 27.9 Mpa

Figura 37: Comparación Columna 1.

Rm	Compressive Carbonation						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22
33	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	22
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	22
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	22

Fuente: Propia

8.3.3.2 Columna # 2.

En la tabla 19 se muestran los datos recolectados para el ensayo del esclerómetro en la columna 2.

Tabla 19: Datos Iniciales Columna 2

Datos Iniciales	Datos Ordenados	Se elimina el Mayor y el menor	Promedio
35	30		33.14
30	30	30	
36	31	31	
33	31	31	
30	33	33	
33	33	33	
39	33	33	
31	36	36	
33	35	35	
31	39		

Fuente: Propia

En la figura 38 se puede apreciar cómo se compara el promedio de la columna 2 con el valor de profundidad de carbonatación 0 dando un valor de 28.6 Mpa

Figura 38: Comparación Columna 2.

Rm	Compressive Carbonation						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22
33	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	22
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	22
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	22

Fuente: Propia

8.3.3.3 Viga # 1.

En la tabla 20 se muestran los datos recolectados para el ensayo del esclerómetro en la viga 1.

Tabla 20: Datos Iniciales Viga 1

Datos Iniciales	Datos Ordenados	Se elimina el Mayor y el menor	Promedio
30	30		32.17
33	30		
30	30		
33	31	31	
33	31	31	
37	32	32	
31	33	33	
30	33	33	
37	33	33	
34	34	34	
31	37		
32	37		

Fuente: Propia

En la figura 39 se puede apreciar cómo se compara el promedio de la viga 1 con el valor de profundidad de carbonatación 0 dando un valor de 28.6 Mpa

Figura 39: Comparación Viga 1.

Rm	Compressive Carbonation						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22.4
33	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22.5
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22.8
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	23.1
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	23.3
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	23.5

Fuente: Propia

8.3.3.4 Viga # 2.

En la tabla 21 se muestran los datos recolectados para el ensayo del esclerómetro en la viga 2.

Tabla 20: Datos Iniciales Viga 2

Datos Iniciales	Datos Ordenados	Se elimina el Mayor y el menor	Promedio
32	32		33.75
37	33	33	
35	33	33	
34	33	33	
33	34	34	
33	34	34	
37	34	34	
34	34	34	
34	35	35	
33	37		
34	37		

Fuente: Propia

En la figura 40 se puede apreciar cómo se compara el promedio de la viga 2 con el valor de profundidad de carbonatación 0 dando un valor de 29.6 Mpa

Figura 39: Comparación Viga 1.

Rm	Compressive Carbonation						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24	23.2	22.5
33	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22.8
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	23.1
33.4	28.9	28	27.1	26	24.9	24	23.5
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	23.8
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	24
34	30	29.1	28	26.8	25.6	24.6	24.2
34.2	30.3	29.4	28.3	27	25.8	24.8	24.5

Fuente: Propia

8.4 ANALISIS DE RESULTADOS

En las visitas de campo se puede comprobar que la edificación presenta deterioro y desgastes en algunos elementos estructurales; tales como las columnas y vigas; lo anteriormente debido al paso del tiempo y al uso de la edificación.

Se pudo comprobar que la edificación presenta un sistema estructural solido que no representa un problema y que puede garantizar el funcionamiento de la estructura.

Al realizar el ensayo de ferroscañ se pudo comprobar que existen varillas de refuerzo de 1/4" y 3/8" valores de varillas por debajo para el tipo de elementos estructurales, sin embargo estos resultados no son de peso ya que el día que se realizó el ensayo el equipo presentaba fallas técnicas.

El ensayo con el esclerómetro revelo que no se ha producido afectación al hormigón de los elementos estructurales lo cual es un dato que revela que la edificación se encuentra en buen estado estructural.

Al realizar la modelación estructural se pudo comprobar que la edificación cumple las derivas y los índices de sobre esfuerzo.

De acuerdo a lo anteriormente dicho y los demás puntos se puede considerar que la institución Educativa Nueva Granada cumple según los parámetros de la NSR - 10.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda a Secretaria de Educación, Gobernación y Alcaldía del Municipio de Dosquebradas adelantar estudios de patología estructural para las demás Instituciones educativas del Municipio.

Se recomienda invertir en el estado de las Institución ya que refleja mucho deterioro y en caso de seguir así puede verse afectada su funcionalidad.

Se recomienda aplicar nuevamente el ensayo de Ferroskan ya que sus resultados están dando por debajo de lo esperado y el equipo mostro inconvenientes a la hora de realiza el ensayo.

Se recomienda vigilar y hacerle seguimiento a la Institución Educativa para que pueda seguir prestando su función.

Por la edad de la edificación que fue construida en 1965, se recomienda realizar un mantenimiento de esta ya que como se muestra en las imágenes es evidente que esta edificación necesita un manteamiento.

10. CONCLUSIONES

Con esta investigación se logra identificar las patologías presentes en la Institución Educativa Nueva Granada ubicada en el Municipio de Dosquebradas, lo cual permitió mostrar las condiciones físicas de la estructura. A partir de la metodología planteada.

Se logra valorar el estado actual de la edificación el cual se puede indicar como bueno ya que la parte estructural no presenta falencias sin embargo la parte estética de la edificación presenta deterioros.

Si se toman acciones acerca de las problemáticas identificadas en la edificación se puede garantizar el buen funcionamiento de la institución y que esta pueda servir prestando el servicio para el cual fue concebida.

La inspección visual por sí sola no es diagnóstico del estado de los elementos de la estructura, puesto que con esta no se conocen las propiedades mecánicas de los elementos. Debido a lo anterior se plantean ensayos no destructivos como lo son prueba con el esclerómetro y ferroskan, con estos se determinarían la resistencia del hormigón y profundidad del recubrimiento del refuerzo respectivamente. Dando una visión del estado estructural de la edificación.

Este trabajo está basado en la conservación de la Institución Educativa Nueva Granada y determinar en qué estado se encuentra, durante el estudio patológico se encontraron resultados esperados, las patologías encontrados van acorde con las condiciones a las que está sometida la Institución Educativa, en los elementos se encontraron fisuras, grietas; en elementos no estructurales.

En la Institución Educativa Nueva Granada se pudo observar un deterioro de la edificación dado por la falta de mantenimiento e inversión en esta. Aunque no se encontraron daños en los elementos estructurales si se encuentran daños en los elementos no estructurales como lo son andenes, pasillos y placas del patio; estas últimas presentando fisuras que también disminuye la funcionalidad de la edificación.

Este tipo de estudio sirve como modelo a ingenieros y personas interesadas en el área de la patología de estructuras en la ciudad de Pereira y el país, ya que cuenta con un modelo de evaluación y diagnóstico para este tipo de estructura, además cuenta con un soporte científico.

Al realizar la inspección visual inicial se obtuvo una idea general del estado de la edificación y debido a esto se pudo obtener un horizonte de trabajo y de las medidas a tomar a lo largo del estudio.

Se debe garantizar la funcionalidad de la Institución Educativa Nueva Granada y para esto es necesario realizar un mantenimiento preventivo a los elementos no estructurales de la misma, con el fin de garantizar y prevenir un deterioro de los elementos estructurales.

11. BIBLIOGRAFÍA

AVEDAÑO RODRIGUEZ Elizabeth. Detención, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. Universidad de Costa Rica. San José – Costa Rica, Mayo de 2006.

BUSTAMANTE MARTELO Gerardo Luis, CASTILLO BRIEVA Jorge Luis. Evaluación y diagnóstico patológico de la iglesia Santo Toribio de mogrovejo de Cartagena de Indias. Universidad de Cartagena. Cartagena – Colombia, 2012.

CAMPOS GARCÍA Ana, ARANGO TOBÓN Jesús Humberto, CARDONA ARANGO Omar Darío. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Tercera Edición – Colombia, 2011.

CASAVILCA VARGAS Richard Armengol. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en cerco perimétrico del estado regional municipal Hugo Sotil Yeren, distrito Carmen alto, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Católica de los ángeles Chimbote. Chimbote – Perú, 2016. Tesis de grado.

CIRO FLOREZ Rubiel, JIMÉNEZ BEJARANO Wilber Yezid. Estudio patológico en vivienda familiar municipio de Gachala Cundinamarca. Especialización en patología de la construcción. Bogotá – Colombia, 2017. Tesis de grado.

DÍAZ BARREIRO Patricia. Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá – Colombia, 2014.

FLORENTÍN SALDAÑA María Mercedes, GRANADA ROJAS Rubén Darío. Patologías constructivas en los edificios. Prevenciones y soluciones. Facultad de Arquitectura, diseño y arte, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo – Paraguay, Junio del 2009

GÁLVEZ MEJIA José John. Propuesta de recuperación estructural de un edificio. Universidad Nacional de Colombia. Manizales – Colombia, Febrero del 2002.

HERRERA VALDIVIESO Julieta. Estudio de las patologías en elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador, 2016. Tesis de Maestría

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Estudio de patologías en la edificación de viviendas básicas 2006 – 2007. Gobierno de Chile. Chile, 2006.

MONJO CARRIO Juan, MALDONADO RAMOS Luis, Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid – España.

MONROY MARTIN Raúl Nicolás. Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque Saval. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile, 2007. Tesis de grado.

MUNERAS TORRES Rafael Eduardo, VILLAMIZAR ROA Jhon Jairo. Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo. Facultad de ingenierías. Universidad francisco de paula Santander. Cúcuta – Colombia, 2013.

MUÑOZ MARTINEZ Harold Alberto. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. Instituto del concreto ASOCRETO. Bogotá – Colombia, 2001.

PARRA SAMANIEGO Bayron Efrén, VÁSQUEZ FLORES Pablo Gustavo. Patología, diagnóstico y propuestas de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón. Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador, 2014

PRIANO Carla. Estado de conservación de hormigones estructurales en ambientes urbanos, rurales y marinos de la ciudad de bahía blanca y su zona de influencia. Universidad nacional del sur. Bahía Blanca – Argentina, 2011. Tesis doctoral.

RAMÍREZ CORTÉS Alejandro. Evaluación de patologías y desempeño estructural en viviendas afectadas en la localidad de Jocotepec, Jalisco, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes – México, 2015. Tesis doctoral.

RÍOS OROZCO Luis Carlos, POSSO ECHEVERRI Rafael. Estudio Socioeconómico Dosquebradas – Colombia 2016. CÁMARA DE COMERCIO DE DOSQUEBRADAS. Dosquebradas – Colombia, 2016.

SALAMANCA NONZOQUE Lizzett. Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia, Diciembre de 2015.

SALDAÑA CORTEZ Eduardo Antonio. Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro albañilería del mercado buenos aires, distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, región Áncash, septiembre 2016. Chimbote – Perú, Septiembre 2016.

SÁNCHEZ LÓPEZ Natalia María, JOSUE BENAVIDES Maicol. Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del barrio san Antonio en Bogotá según NSR – 10. Universidad Católica de Colombia. Bogotá – Colombia, 2015.

SERPA IRIARTE María Fernanda, SAMPER PERTUZ Lina María. Evaluación, diagnóstico, patología y propuesta de intervención del puente sobre el caño el zapatero a la entrada de la escuela naval almirante padilla. Universidad de Cartagena. Cartagena – Colombia, 2014.

VELASCO GONZALES Edward Hernando. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y puente nacional de Santander. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia, Diciembre de 2014.