

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO
INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**

ANDRES FELIPE BOTERO MURILLO

ID: 000168949

SUPERVISOR DE LA EMPRESA

Msc. Ing. HERNAN DAVID FLOREZ OLIVARES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

BUCARAMANGA

2014



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO
INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**

ANDRES FELIPE BOTERO MURILLO

ID: 000168949

PRESENTADO A

PhD. GUSTAVO ANDRES OSPINA

DOCENTE UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

BUCARAMANGA

2014



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



NOTA DE ACEPTACION

DIRECTOR DE LA PRÁCTICA

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FLORIDABLANCA JUNIO DE 2014



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



AGRADECIMIENTOS

A mis padres Luis Manuel Botero S. y Miryam Murillo Castillo, quienes estuvieron siempre apoyando mi formación profesional con sus sacrificios, consejos, palabras de aliento, amor y acompañamiento en tan importante etapa de mi vida.

A mi hermana Paula Andrea Botero Murillo, por ser mi norte y quien me impulsa a ser alguien mejor para que me tome como modelo a seguir.

A Nubia López, quien fue mi compañía y apoyo en el desarrollo de las prácticas empresariales en esa nueva ciudad, sin el acompañamiento de ella en ese proceso, no hubiera resistido los cambios que afronte ni las decisiones que tome.

A Hernán David Flores Olivares, por creer en mis destrezas, aptitudes, conocimientos, y brindarme la oportunidad de ingresar a S.P.C. S.A.S. para fortalecer y afianzar los conocimientos adquiridos durante mi periodo universitario.

Por último a todos los que me acompañaron de una u otra forma en el proceso de formación y afianzamiento de los conocimientos adquiridos en toda mi etapa de formación, familiares, amigos, allegados, jefes y compañeros, porque sin su ayuda no hubiera sido tan provechoso el aprendizaje que aún sigo adquiriendo.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo General.	15
2.2. Objetivos Específicos.	15
3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	16
3.1. Planeación estratégica de la empresa.	17
3.1.1. Misión.	17
3.1.2. Visión.	17
3.1.3. Política de calidad.	18
3.1.4. Estructura organizacional SPC S.A.S.	18
3.2. Planeación estratégica del departamento de patología.	19
3.2.1. Propósito.	19
3.2.2. Alcance.	19
3.2.3. Estructura organizacional del departamento de Patología.	19
4. DESCRIPCION GENERAL DEL CARGO	21
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.	23
5.1. Trabajos realizados como apoyo de la empresa.	23
5.1.1. Vía al Antiguo Matadero.	23
5.1.2. Remodelación Cancha La Victoria.	26
5.1.3. Modernización de la piscina de la sede recreacional CAFABA.	28
5.1.4. Estudio de suelos para la construcción de un Dique como estructura de contención.	29

5.1.5.	Determinación de usos para material extraído de río.	30
5.1.6.	Informe final de INSUMOS.....	31
5.1.7.	Estudio de suelos y concretos para la ESSA.	32
5.1.8.	Extracciones de núcleos de pavimento flexible.	33
5.2.	Actividades realizadas de estudio patológico estructural.....	34
5.2.1.	Reconocimiento del sitio a estudiar “Antiguo Colegio Inmaculada Concepción”.	34
5.2.2.	Levantamiento estructural en planta del primer y segundo nivel de la estructura.	50
5.2.3.	Verificación del tipo y estado de cimentación de la estructura en algunos puntos.	52
5.2.4.	Estudio de suelos por ensayo de penetración estándar (S.P.T.).	53
5.2.5.	Zonificación y distribución de las áreas de la estructura.	54
5.2.6.	Verificación de materiales y estado de los elementos de la estructura.....	57
6.	APORTE AL CONOCIMIENTO.....	65
7.	RECURSOS DISPONIBLES.....	67
8.	CONCLUSIONES.....	69
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
10.	ANEXOS.....	72

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema organizacional de SPC S.A.S (Autor).....	18
Figura 2: Esquema organizacional del departamento de Patología (Autor)..	20
Figura 3. Localización del proyecto (Google Maps).	24
Figura 4. Sección transversal tipo para la vía (Autor).....	25
Figura 5. Ubicación general cancha del barrio La Victoria (Google Maps).....	26
Figura 6. Localización de Sondeos Cancha Barrio La Victoria (Autor).....	27
Figura 7. Localización de los Barrios Campo Hermoso, Coviba, 20 de Enero (Estudio Integral).....	30
Figura 8: Planos de las plantas del Colegio Inmaculada Concepción (Autor).	51
Figura 9: Ubicación puntos de verificación de zapatas (Autor).....	53
Figura 10: Planta y distribución del primer nivel (Autor).	56
Figura 11: Planta y distribución del segundo nivel (Autor).....	56
Figura 12: Seccion transversal tipica de vigas (Autor)..	61
Figura 13: Epicentros sísmicos en Barrancabermeja (Ingeominas.goc.co).....	64

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Toma de briquetas y temperatura para control de calidad (Autor)....	31
Ilustración 2: Extracción de núcleos y trabajos de regatas en vigas y columnas de la Planta Cascada (Autor).	32
Ilustración 3: Pesaje de núcleos de pavimento flexible (Autor)..	34
Ilustración 4: Localización general del antiguo Colegio Inmaculada Concepción (Autor).	35
Ilustración 5: Vista de la fachada del edificio principal (Autor).....	36

Ilustración 6: interior de la estructura (Autor).....	37
Ilustración 7: interior de la estructura (Autor).....	37
Ilustración 8: Interior de la estructura (Autor).	38
Ilustración 9: Humedad en techos y paredes de la estructura (Autor).....	39
Ilustración 10: Lesion por esosion el columna del segundo piso (Autor).	40
Ilustración 11: Eses de murcielago y palomas en la estructura (Autor).	41
Ilustración 12: Flecha presente en dintel del segundo piso (Autor).	42
Ilustración 13: Grieta en muro divisorio (Autor).	43
Ilustración 14: Fisura en el salon 9 del segundo nivel (Autor).	44
Ilustración 15: Desperendimiento de capa de pintura sobre una columna (Autor). 45	
Ilustración 16: Erosion mecanica en la placa del primer nivel de la estructura (Autor).	46
Ilustración 17: Eflorescencia en salon 10 (Autor).	47
Ilustración 18: Oxidacion y corrosion en el acero de refuerzo (Autor).	48
Ilustración 19: Erosion quimica en viga de cubierta (Autor).	49
Ilustración 20: Tronco de mango naciendo de la placa de cubierta (Autor).	50
Ilustración 21: Zapata sobre viga de cimentacion perimetral (1), Zapata cental (2) (Autor).	52
Ilustración 22: Estudio de suelos por S.P.T (Autor)..	54
Ilustración 23: Extraccion de nucleo en columna del segundo nivel (Autor).	57
Ilustración 24: Erosion quimica de mortero de junta (Autor).	62
Ilustración 25: Viguetas bajo placa segundo piso en avanzado estado de oxidacion y corrosion (Autor).	63



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



TABLA DE ANEXOS

ANEXO A: PLANO ESTRUCTURAL PRIMER PISO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION.

ANEXO B: PLANO ESSTRUCTURAL SEGUNDO PISO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION.

ANEXO C: FORMATO DE RESULTADOS COMPRESION DE CILINDROS.

ANEXO D: FORMATO DE RESULTADOS ESCLEROMETRIA.

ANEXO E: REGISTRO HISTORICO SISMICIDAD INGEOMINAS.



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.

AUTOR(ES): Andrés Felipe Botero Murillo.

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): PhD. Gustavo Andrés Ospina Idarraga.

RESUMEN

El proyecto presenta la labor que se asignó al auxiliar de ingeniería en el departamento de patología. Este consiste en la evaluación del estado estructural en que se encuentra el edificio donde funcionaba el colegio Normal de Señoritas el cual se encuentra actualmente en estado de abandono, con el fin de pasar una propuesta a la alcaldía municipal para hacer la recuperación y habilitación de la estructura. Las labores realizadas fueron básicamente exploración y reconocimiento de la estructura, identificación de patologías, ensayos destructivos y no destructivos y en paralelo, análisis de resultados de los datos recolectados en campo. Debido a que el departamento de patología no cuenta con una cantidad considerable de proyectos, se le asignó como prioridad al auxiliar de ingeniería la labor de apoyo en las actividades que estuviera llevando a cabo la empresa y que los demás profesionales de los otros departamentos no pudieran cubrir. Durante este proceso se elaboraron controles de calidad a los diferentes insumos empleados en la industria de la construcción de acuerdo con las normativas vigentes y según lo especifique el campo de acción para las mismas, visitas de campo, asesorías en patología asociada a la construcción, y el remplazo de un tramo de una vía urbana del municipio de Barrancabermeja.

**PALABRAS
CLAVES:**

Patología, Control, Calidad, Inmaculada Concepción, Barrancabermeja, Construcción.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: STRUCTURAL PATHOLOGICAL STUDY OF THE OLD TOWN SCHOOL OF IMMACULATE CONCEPTION BARRANCABERMEJA

AUTHOR(S): Andres Felipe Botero Murillo

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: PhD. Gustavo Andrés Ospina Idarraga.

ABSTRACT

The project presents the work that was assigned to engineering assistant in the department of pathology. This is the assessment of the structural condition of the building where the a girls school which is currently in a state of neglect, in order to pass a proposal to the municipal government for the recovery and empowerment of lies structure. The tasks performed were basically exploration and survey of the structure, identification of diseases, destructive and non-destructive tests in parallel, analysis of results of data collected in the field. Because the pathology department does not have a considerable amount of projects, priority was given to the auxiliary engineering support work on activities that were carried out by the company and other professionals in other departments could not cover. During this process quality controls to different inputs used were developed in the construction industry in accordance with current legislation and as specified in the scope for the same, field visits, assessments in pathology associated with the construction and the replacement of a section of an urban road in the municipality of Barrancabermeja.

KEYWORDS:

Pathology, Control, Quality, Immaculate Conception, Barrancabermeja, Construction.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

El actual territorio colombiano fue descubierto y colonizado por Alfonso de Ojeda, entre 1499 y 1500 D.C, quien pertenecía a la compañía exploradora a que estaba bajo el mando de Cristóbal Colon, la cual por orden de los Reyes Católicos de España, salía en búsqueda de una nueva ruta para llegar a regiones de Asia oriental haciendo su curso de navegación en dirección oeste de las costas españolas.

En 1536, el Licenciado Don Gonzalo Jiménez de Quesada recibió por parte de Fernández Lugo, el nombramiento de “General” de las fuerzas destinadas a descubrir las cabeceras del Rio Magdalena. El 6 de abril del mismo año partió de Santa Marta la primera expedición conquistadora del Nuevo Reino de Granada siguiendo la línea paralela del Rio Grande de la Magdalena. Dicha expedición la integraban 600 hombres de a pie y 70 de a caballo bajo la dirección de Quesada, y 180 marinos en siete embarcaciones bajo el mando del Capitán Diego Hernández de Gallegos y tenía como punto de encuentro Tamalameque según ordenes de Quesada. Las embarcaciones tuvieron problemas en su curso, tres naufragaron, dos regresaron a Santa Marta y posteriormente se reunieron con las dos restantes que habían seguido lo dictado por Quesada. La tropa que recorría el territorio de la Nueva Granada de igual manera se vio enfrentada a difíciles situaciones por parte de la naturaleza, las enfermedades, el agotamiento físico y el hambre hacia que las tropas perdieran el ánimo.

Luego de 192 días de navegar en el larguísimo trecho del magdalena, habían realizado el recorrido sin encontrar un asilo acogedor, hasta que al superar una



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



curva que formaba el río descubren el anhelado refugio. Altas barrancas de color bermejo son avistadas por Diego Hernández de Gallegos, comandante de una de las embarcaciones, quien regresa a gran marcha a darle la buena noticia a Quesada que lo esperaba aguas abajo del río.

Inmediatamente emprenden su viaje a estas nuevas tierras prometedoras, y la particular característica del primer avistamiento de los navegantes le da el nombre a esta región, siendo esta una de las primeras ciudades conformadas en el interior de la Nueva Granada.

Con el pasar de los años Barrancabermeja fue un pueblo que perdía progresivamente su importancia al surgir rutas internas de movilización para los habitantes de esta época y no fue sino hasta que el 17 de diciembre de 1869 cuando José Joaquín Bohórquez extrae de La Cira Infantas las primeras muestras de petróleo de la región.

Posterior a este importante hallazgo, Barrancabermeja se convierte en un importante municipio de la región, por sus grandes aportes a la economía del país y ser foco de empleos bien remunerados.

Con la extracción de los primeros miles barriles de petróleo, llega a Barrancabermeja el concreto reforzado. Un sistema constructivo novedoso en el país y que se empieza a usar en esta región por sus grandes virtudes en resistencia, durabilidad, uso y seguridad.





**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



Con este sistema se construyeron varias edificaciones como la Capilla San Luis Beltrán, el Centro Juvenil, el Hospital de Caridad, el Hotel Pipatón, el Palacio Municipal el Colegio Inmaculada Concepción, entre otros a principios del siglo XIX.

El colegio Inmaculada Concepción se construyó en 1934 por el Hermano Luis Antonio Gómez como el primer centro educativo de señoritas del municipio, que estaba a cargo de las Hermanas de María Inmaculada y Santa Catalina de Siena.

En la actualidad el edificio se encuentra abandonado, luego de que en 1998 dejara de funcionar en este lugar la sede de la Escuela Normal de Señoritas. Quiriendo hacer de este importante edificio un monumento para la región, se realizara el estudio patológico estructural del inmueble, para así identificar los síntomas y lesiones que por el uso, el paso del tiempo y el abandono se hayan generado en la estructura durante los casi 80 años de la edificación.

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

2. OBJETIVOS

De acuerdo al tiempo establecido para el desarrollo de las prácticas empresariales, y la función cumplida dentro de la empresa, se establecieron los siguientes objetivos para ser cumplidos durante el periodo de prácticas.

2.1. Objetivo General.

- ✓ Realizar el estudio patológico estructural del antiguo Colegio Inmaculada Concepción, ubicado en el municipio de Barrancabermeja, Santander.

2.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el levantamiento Arquitectónico y estructural de la edificación Colegio Inmaculada Concepción.
- Desarrollar estudios patológicos de campo y laboratorio en los elementos estructurales del Colegio Inmaculada Concepción.
- Determinar la condición actual de la estructura Colegio Inmaculada Concepción identificando en ella los síntomas y las lesiones existentes.
- Elaborar un plan de acción para la recuperación y preservación de la estructura existente como centro cultural de la región.



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**





3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. es una empresa dedicada a realizar estudios de suelos, consultorías, auditorías y control de calidad de los insumos empleados para la construcción de cualquier tipo de obra civil, proporcionando seguridad de que los proyectos se están llevando a cabo con los más altos estándares de calidad en sus materiales y en algunos casos métodos constructivos. Cuenta con profesionales competentes para el desempeño de las funciones que le competan al departamento que pertenezca.

SPC S.A.S. es uno de los laboratorios más reconocidos de la región y cuenta con más de cinco años de experiencia en las labores de control de calidad, en los cuales su política de ejecución de trabajos es estrictamente ceñida a las normas técnicas que sean requeridas en las actividades.

Con el fin de fortalecerse y consolidarse más en la región, la empresa hace permanentemente una inversión en equipos, calibraciones, maquinarias, capacitaciones para el personal profesional y técnico, entre otros, para la ejecución apropiada de las labores y así garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

3.1. Planeación estratégica de la empresa.

3.1.1. Misión.

SPC S.A.S. es una empresa con sentido social, contribuye a la productividad de sus clientes y al desarrollo de las personas, ofreciendo productos competitivos y rentables para garantizar un desarrollo sostenible, a través de servicios eficientes, técnicamente especializados y de elevada calidad, para el sector público y privado en áreas de: INTERVENTORIA, CONSULTORIA, CONSTRUCCION Y DISEÑO DE OBRAS CIVILES, ESTUDIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETOS Y ASFALTOS. Todos estos servicios respaldados a través del uso de personal competente y calificado, manteniendo la integridad de las personas y el buen estado de la infraestructura de la empresa, garantizando desarrollo para el país.

3.1.2. Visión.

A través del mejoramiento continuo, especialmente de su grupo humano e infraestructura, SPC S.A.S. elevará permanentemente la calidad de su gestión para consolidarse para el año 2015 dentro del grupo de las cinco mejores empresas de interventoría, consultoría y de construcción del Departamento de Santander, y para el 2018 ser reconocida a nivel nacional por la calidad de sus servicios y prevención de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y prevención de la contaminación.

3.1.3. Política de calidad.

Dada su función como auditores de calidad, interventores, constructores y determinadores de propiedades de suelos, SPC S.A.S. cuenta con el equipo idóneo para llevar a cabo con la labor que sea contratada, y de igual manera cuenta con el personal técnico y profesional capacitado e idóneo para la ejecución de las actividades que se le requiera. Adicionalmente las labores las ejecutan con sentido de pertenencia y bajo el estricto seguimiento de las normas técnicas o documentos que relacionen el proceder para la ejecución de los trabajos.

3.1.4. Estructura organizacional SPC S.A.S.

SPC S.A.S. es una empresa en crecimiento, y ha establecido unos rangos y lineamientos para optimizar la transición de información dependiendo del área que la requiera, por esto cuenta con cuatro departamentos especializados de ciertas áreas, las cuales cubre la consultoría, interventoría y control de calidad de los mismos. En la figura 1 se muestra el esquema organizacional de la empresa.

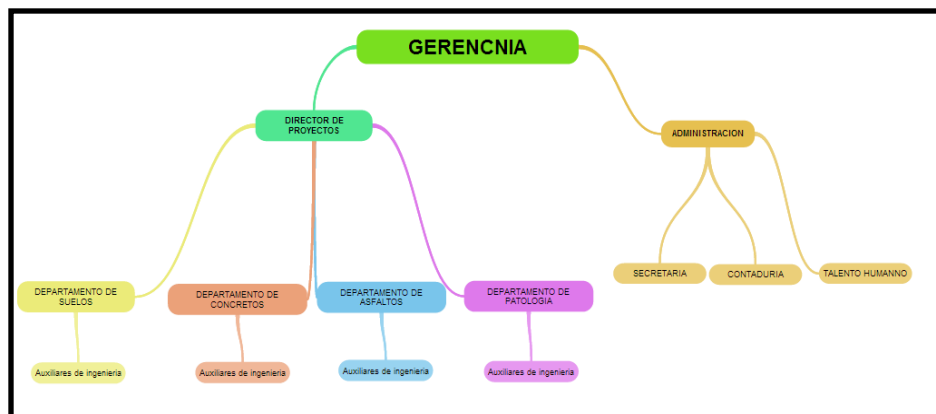




Figura 1: Esquema organizacional de SPC S.A.S (Autor)..

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

3.2. Planeación estratégica del departamento de patología.

3.2.1. Propósito.

Con el fin de garantizar la seguridad, estabilidad y durabilidad de los contratantes, ejecutantes y usuarios de las obras civiles el propósito de este departamento es la evaluación del estado estructural y de los materiales que componen una obra civil, a través de la observación patológica, ensayos destructivos y ensayos no destructivos. La empresa pretende afianzar este departamento y agregarlo al portafolio de servicios ofrecidos a sus clientes, ya que quiere ser pionera en este tipo de estudios en la región y departamentos aledaños.

3.2.2. Alcance.

EL departamento de patología es fundamentalmente el gestor de estimaciones de riesgo y recuperaciones de las estructuras civiles, por esto, su alcance está estrictamente ligado al alcance del contrato estipulado entre la entidad contratante y SPC S.A.S. sugiriendo siempre que el estudio sea integral para garantizar la calidad del resultado final de los trabajos.

3.2.3. Estructura organizacional del departamento de Patología.

El departamento de patología no cuenta con un profesional experto en este campo, pero lo lidera un profesional que esta por culminar su especialización en este interesante tema. En la figura 2 se muestra el esquema organizacional del departamento.



Universidad
Pontificia
Bolivariana

ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.

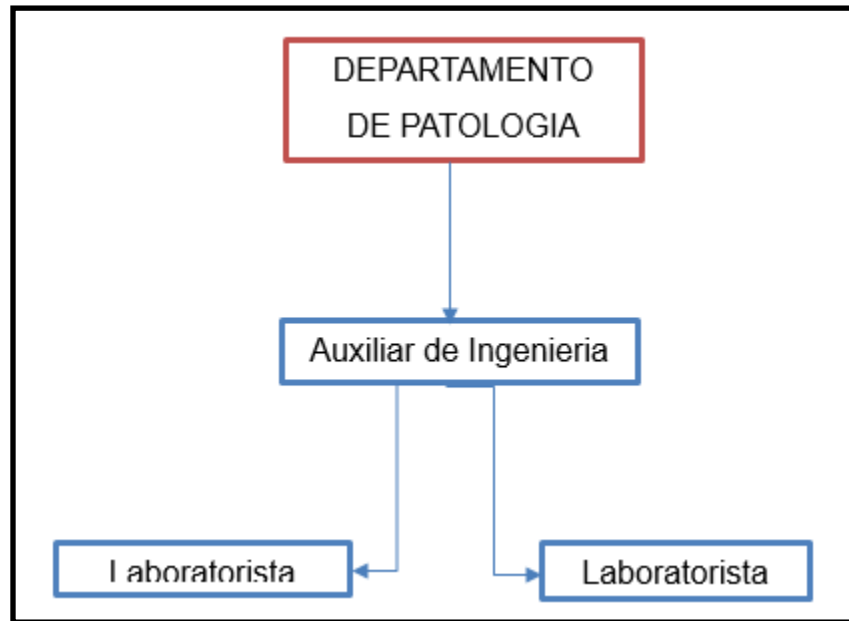




Figura 2: Esquema organizacional del departamento de Patologia (Autor)..

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

4. DESCRIPCION GENERAL DEL CARGO.

El auxiliar ingeniera del departamento de patología tiene como función principal realizar visitas a los proyectos para el reconocimiento de las afecciones estructurales y patológicas presentes en estas. Esta labor se asignó durante la duración de las prácticas empresariales la cual se proyectó a seis (6) meses, con la siguiente intensidad laboral.

Jornada Laboral.

Lunes a Viernes (7am – 6pm)

Sábado (7am – 12pm)

Esta intensidad laboral fue modificada tan pronto transcurrió una semana del contrato, ya que la empresa tenía varias actividades pendientes por entregar y requería que se desarrollaran en el menor tiempo posible, para lo que se invirtieron horas extra en su elaboración.

El auxiliar de ingeniería del departamento de patología es el encargado de realizar el análisis de las lesiones y generar un plan de acción para cubrir los trabajos requeridos para el proyecto que se esté adelantando. Adicionalmente es el encargado de realizar ensayos y procesar los datos que estos arrojen para generar un informe preliminar con los elementos afectados, las lesiones identificadas, ensayos realizados y datos obtenidos de los mismos, para que el ingeniero encargado realice el análisis e informe final con las consideraciones que su criterio le amerite.





**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



A pesar de la vinculación con el departamento de patología, se estableció que es prioridad los estudios, diseños y labores que la empresa esté realizando para otros clientes y que presenten retrasos en su ejecución o culminación, por lo tanto se dejó claro que la función complementaria y prioritaria es la de apoyar a los profesionales de los otros departamentos en la ejecución de trabajos de campo, toma de datos, análisis de resultados e informes.

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.

Debido a que la función principal del auxiliar de ingeniería en S.P.C. S.A.S. es apoyar y elaborar los estudios de laboratorio o consultoría que esté realizando y hayan asignado asignados la empresa, no se pudo avanzar significativamente en el centro del plan de trabajo, objeto de la práctica empresarial. Sin embargo, teniendo en cuenta que el objeto de la práctica empresarial son los estudios de patología, se dio la disposición de tiempo y recursos para poder realizar dichas funciones a partir del 22 de febrero del 2014.

Para tener claridad sobre los trabajos realizados durante el tiempo de la práctica empresarial, se dividieron las actividades de la siguiente manera:

5.1. Trabajos realizados como apoyo de la empresa.

A demás de las supervisiones del personal en campo y siguiendo las órdenes del supervisor del proceso de trabajo de grado, se han elaborado y entregado a satisfacción la mayoría de las siguientes actividades:

5.1.1. Vía al Antiguo Matadero.

El proyecto de consultoría No. 056 DE 2013 “CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA ANTIGUO MATADERO PROYECTO TERRAZAS DEL PUERTO EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA” fue un proyecto que abarcaba varias disciplinas de la

ingeniería, para lo que se tenía un encargado especialista en el tema. En mi caso, se me dio la oportunidad de realizar el presupuesto y las especificaciones técnicas para esta consultoría, para lo que se me suministro una base de datos y precios actualizada de la cual se debían extraer los valores y procesos constructivos para llevar a cabo el presupuesto. En la figura 3 se puede ver la ubicación de la vía a intervenir.



Figura 3. Localización del proyecto (Google Maps).

El proyecto era de baja complejidad, pero se pretendía que fuera una vía proyectada para la importante expansión de urbanismo que se espera en este sitio. Se diseñó una vía de 1.3 Km de longitud, con doble calzada de siete metros (7 m) con dos carriles cada uno de tres metros y medio (3.5m), un separador de cuatro metros (4m), andenes a la izquierda y derecha de la vía de tres metros treinta centímetros (3.3m) y tres metros cincuenta centímetros (3.5m), respectivamente, y una ciclo ruta de dos metros veinte centímetros (2.2m) en el andén izquierdo. En la figura 4 se muestra la sección transversal tipo del proyecto.

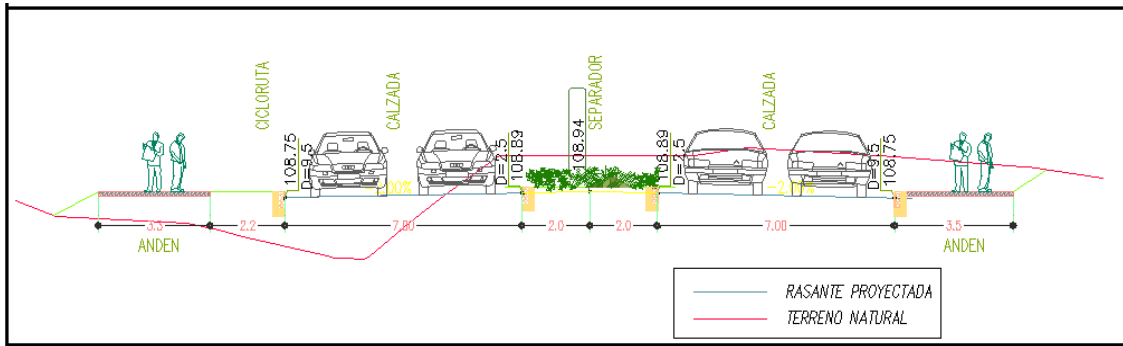


Figura 4. Sección transversal tipo para la vía (Autor)..

En el reconocimiento del área se pudo apreciar algunas diferencias de nivel significativas, para lo cual se consideró dentro el diseño la inclusión de muros de contención y estructuras hidráulicas para el funcionamiento apropiado de la vía.

Cuando ingresé a la empresa, este proyecto ya tenía ítems que estaban siendo adelantados por otros profesionales, por lo cual se me asignó el presupuesto y especificaciones técnicas que era la actividad que estaba pendiente por desarrollar. Para esto se me dio un plazo de 30 días calendario, dado que ese límite se debía entregar el informe final y hacer la entrega oficial del proyecto. La consultoría se elaboró para la EMPRESA DE DESARROLLO URBANO Y FONDO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL DE BARRANCABERMEJA - EDUBA, a quien se le entregó dicho proyecto el día 07 de enero del 2014, dando así por terminada mi participación en este proyecto.

5.1.2. Remodelación Cancha La Victoria.

El Estudio de suelos para el contrato de prestación de servicios No. 09-13 “ESTUDIO DE SUELOS PARA LA REMODELACION CANCHA LA VICTORIA”, tuvo lugar entre Carrera 21 entre Calle 42 y Calle 41 Barrancabermeja-Santander. Para el presente contrato, se elaboró el estudio de suelos para la remodelación de la cancha ubicada en el barrio la victoria de Barrancabermeja, Santander. En la figura 5 se puede apreciar la ubicación del proyecto.



Figura 5. Ubicación general cancha del barrio La Victoria (Google Maps).

El alcance del contrato comprendía únicamente el estudio de suelos del sector, para lo cual se efectuaron 4 sondeos realizados con el ensayo de penetración estándar (S.P.T.) a una profundidad promedio de 10 metros ya que se evidenciaron taludes en el área a intervenir. En la figura 6, se muestra la ubicación de los sondeos y la proyección de la remodelación a efectuar.

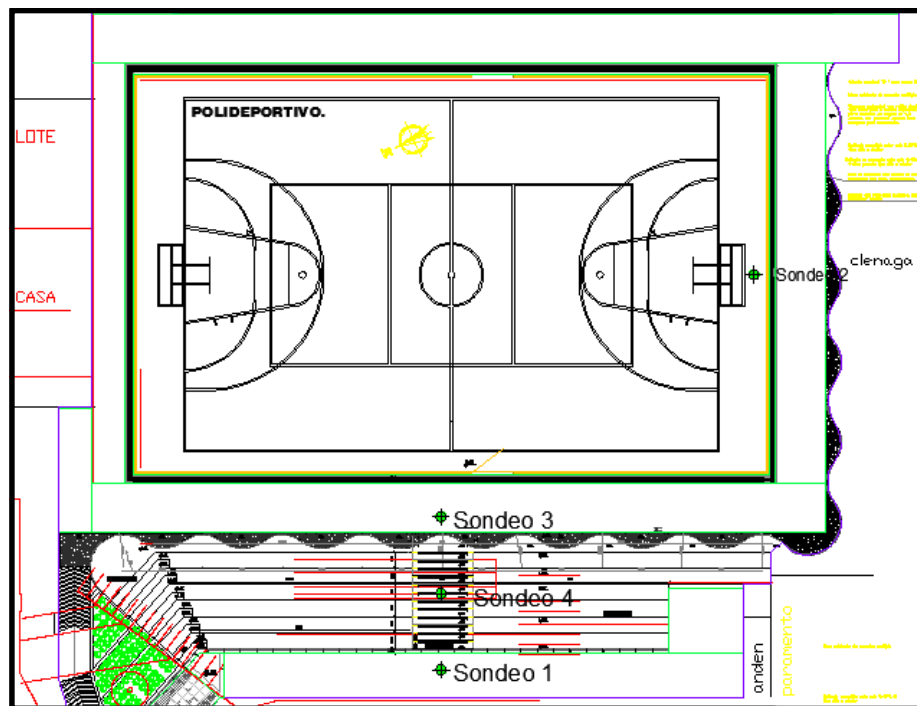


Figura 6. Localización de Sondeos Cancha Barrio La Victoria (Autor).

La complejidad de este proyecto era baja, ya que solo se requirió y elaborara la estructura del informe con las generalidades, análisis de resultados del laboratorio, supervisión de actividades de campo y ensayos de laboratorio. Este trabajo se me asigno mientras me encontraba realizando las ultimas correcciones y

modificaciones del proyecto de la vía al matadero el día 28 de diciembre del 2013, y se me dio un plazo de 15 días calendario para la entrega de lo anterior mente mencionado. El proyecto se encuentra en revisión por parte del Ingeniero Supervisor de la empresa Hernán David Flórez Olivares desde el día 11 de enero del 2014.

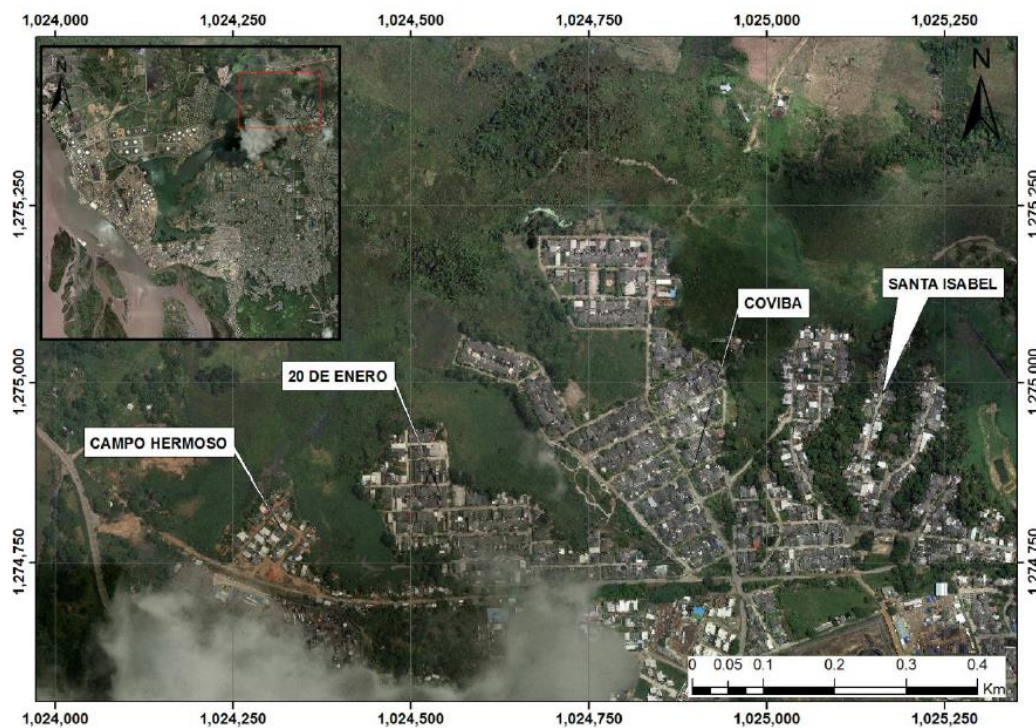
5.1.3. Modernización de la piscina de la sede recreacional CAFABA

La empresa desarrollo el Estudio de suelos y estructural para el contrato de prestación de servicios No. 013-2013 ESTUDIO DE SUELOS Y ESTRUCTURALES PARA MODERNIZACIÓN DE PISCINAS DE LA SEDE RECREACIONAL JOSÉ JOAQUÍN BOHÓRQUEZ DE LA CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DE BARRANCABERMEJA-CAFABA. El alcance de éste contrato contempla el estudio de suelos y diseño estructural de los elementos de contención para la piscina del centro recreacional CAFABA.

La complejidad de este proyecto era baja, ya que solo se requirió yo elaborara la estructura del informe con las generalidades, análisis de resultados del laboratorio, supervisión de actividades de campo y ensayos de laboratorio. Se realizaron 3 sondeos por el ensayo de penetración estándar (S.P.T.) con profundidad promedio de 7 m en los sitios indicados por el cliente. Al ejecutar lo requerido, nos percatamos que la información suministrada por CAFABA del diseño arquitectónico de la piscina estaba incompleta, por lo que se lo silicito la información nuevamente para proseguir con el diseño estructural que desarrolla un profesional especialista en estructuras, sin embargo hasta la fecha no se ha recibido información del plano arquitectónico por lo que el proyecto se encuentra pendiente por entregar. Este proyecto se me asigno el 11 de enero del 2014 y se me dieron 15 días calendario para la ejecución de las actividades.

5.1.4. Estudio de suelos para la construcción de un Dique como estructura de contención.

La empresa desarrollo el Estudio de suelos y sugerencia de diseño para el contrato de prestación de servicios No. 013-210 “EL DISEÑO CONCEPTUAL DE UN DIQUE PARA EVITAR INUNDACIONES EN LOS BARRIOS COVIBA, 20 DE ENERO Y CAMPO HERMOSO EN BARRANCABERMEJA, SANTANDER” El alcance de este contrato contempla el estudio de suelos y recomendación de la estructura de contención para los barrios Coviba, 20 de Enero y campo hermoso en Barrancabermeja, Santander ya que se encuentran en zonas aledañas a la Ciénaga Palotal y la Ciénega San Silvestre lo cual causa inundaciones en tiempos de invierno. En la figura 6 se puede apreciar la localización del sitio a intervenir.



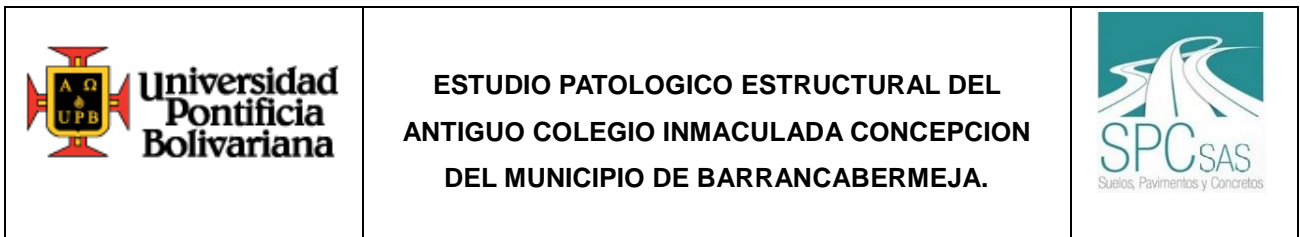


Figura 7. Localización de los Barrios Campo Hermoso, Coviba, 20 de Enero (Estudio Integral).

La complejidad de este proyecto era baja, ya que solo se requirió que elaborara la estructura del informe con las generalidades, análisis de resultados del laboratorio, supervisión de actividades de campo y ensayos de laboratorio. Se realizaron 13 sondeos en la zona perimetral de los barrios por el ensayo de penetración estándar (S.P.T.) con profundidad promedio de 11 m en los sitios indicados por el cliente. Adicionalmente, se recibió información del estudio hidrológico y el levantamiento topográfico para realizar el trazado del dique y posterior a este, unas secciones transversales con el mejor tipo de estructura de contención, pero en la revisión de estos datos, se encontró inconsistencias en las cotas de inundación de los documentos recibidos. Por tal motivo se le pidió a la firma MAGISTER LTDA la aclaración de la información para proceder con las secciones transversales. Actualmente estamos a la espera de la información definitiva para proseguir con el estudio.

5.1.5. Determinación de usos para material extraído de río.

La firma PHD contrato a la empresa SPC S.A.S. para la elaboración de ensayos de laboratorio del material proveniente del dragado del Río Magdalena, con el objeto de determinar si este material es apto para ser empleado en la industria de la construcción.

Se realizaron granulometrías y límites según las normas del INVIAS para determinar la clasificación S.U.C.S. y poder establecer cuál uso se le puede dar. Los trabajos de laboratorio iniciaron el 17 de Febrero de 2014 y el informe final con entrega de resultados se presentó el día 24 de febrero de 2014 y fue recibido a satisfacción por la empresa contratante.

5.1.6. Informe final de INSUMOS.

La empresa SPC S.A.S. fue contratada por el municipio de Barrancabermeja para elaborar el control de calidad para los materiales empleados en la reposición de la malla vial del municipio. Dicho contrato inició en Abril del 2013 y se programaron actas parciales cada dos meses o según se dé un avance considerable en el proyecto. Debido a que la persona encargada del proyecto ya no está vinculada a la empresa, se me asignó la elaboración de acta final y de liquidación de los trabajos realizados desde Diciembre de 2013 hasta febrero del 2014. En la ilustración 1 se muestran algunos de los trabajos realizados.



Ilustración 1: Toma de briquetas y temperatura para control de calidad (Autor).

El acta fue entregada el 22 de Febrero de 2014 al Municipio de Barrancabermeja y fue recibida a satisfacción.

5.1.7. Estudio de suelos y concretos para la ESSA.

La empresa ESSA contrato a SPC S.A.S. para realizar trabajos del análisis de vulnerabilidad sísmica que están desarrollando en algunas de las plantas más antiguas de la región Santandereana. SPC S.A.S. realizo trabajos en dos plantas.

La primera Planta Eléctrica Cascada, ubicada en San Gil donde se realizaron cuatro (4) perforaciones con SPT a ocho metros (8.00 m) de profundidad, cinco (5) extracciones de núcleos de concreto en vigas y columnas, 10 regatas para verificar diámetro y estado de los elementos de refuerzo y profundidad de carbonatación. Los trabajos de campo en esta planta se iniciaron el 25 de Febrero de 2014 y se terminaron el 1 de Marzo de 2014. La segunda fue la Planta Eléctrica Palmas, ubicada en Lebrija, donde se realizaron tres (3) perforaciones con SPT a ocho metros (8.00 m), seis (6) extracciones de núcleos de concreto en vigas y columnas, nueve (9) regatas para verificar diámetro y estado de los elementos de refuerzo y profundidad de carbonatación. Los trabajos de campo en esta planta se iniciaron el 2 de Marzo de 2014 y se finalizaron el 6 de Marzo de 2014. En la ilustración # se muestran los trabajos realizados en las plantas eléctricas.



Ilustración 2: Extracción de núcleos y trabajos de regatas en vigas y columnas de la Planta Cascada (Autor).

Se elaboró un informe geotécnico para el estudio de suelos y un informe del análisis realizado a los elementos estructurales de las edificaciones según los

requerimientos del cliente. Este informe se entregó el día 14 de Marzo de 2014 y fue recibido a satisfacción por el cliente.

5.1.8. Extracciones de núcleos de pavimento flexible.

La empresa MONTINPETROL contrato a SPC S.A.S. para la extracción de ocho (8) núcleos de pavimento flexible ya que presentaba problemas de ahuellamiento y deterioro de la capa superficial siendo este pavimento relativamente joven al tener solo un mes desde su extendida y compactación según lo especificado en el diseño. Estos trabajos se realizaron en una planta de almacenamiento y procesamiento de crudo ubicado en Campo Casabe Sur en el Municipio de Yondo, Antioquia. Dicha planta pretende ponerse en servicio en pocos meses y debe ser entregada a Ecopetrol con los más altos estándares de calidad en todos sus elementos. Se realizaron ensayos de Densidad, Estabilidad y flujo, Extracción de asfalto, granulometría y se realizó la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio con el diseño Marshall suministrado por la empresa contratada. En la ilustración 3 se muestran los especímenes en el laboratorio.



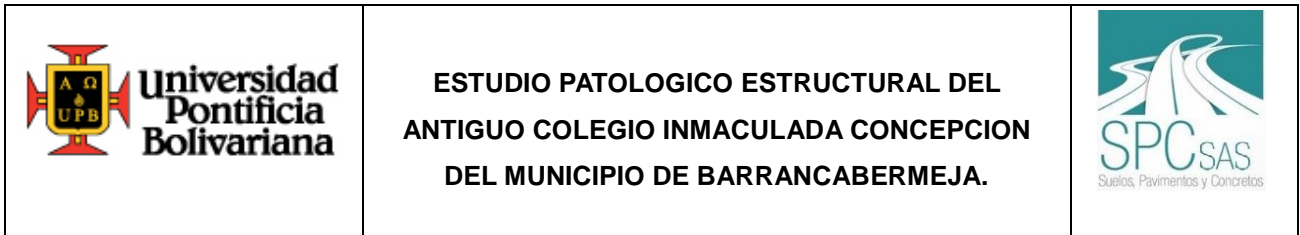


Ilustración 3: Pesaje de núcleos de pavimento flexible (Autor)..

Los trabajos de campo iniciaron y finalizaron el día 14 de Marzo de 2014, y los resultados e informe final se entregaron al cliente el día 19 de Marzo el cual fue recibido a satisfacción.

5.2. Actividades realizadas de estudio patológico estructural.

Durante la ejecución de las prácticas empresariales en SPC S.A.S., solo se desarrolló un proyecto de estudio patológico, ya que este servicio no se ha incluido dentro de la oferta de actividades establecidas por parte de S.P.C. S.A.S. Con la culminación y resultados de este, se pretende analizar la posibilidad de incluir la patología a la lista de actividades que la empresa podría realizar de ser necesario por algún cliente.

De las actividades de patología adelantadas en el Antiguo Colegio Inmaculada concepción, a se realizó el siguiente trabajo:

5.2.1. Reconocimiento del sitio a estudiar “Antiguo Colegio Inmaculada Concepción”.

El proyecto se encuentra ubicado junto a la iglesia Sagrado Corazón de Jesús en el sector comercial de la ciudad, sitio donde se desarrolló inicialmente la población se asentó y potencializo el crecimiento del municipio de Barrancabermeja.

La estructura fue construida en 1932, y posteriormente tuvo adiciones e integraciones de las estructuras aledañas para ampliar el servicio de educación.

En la ilustración 4 e ilustración 5 se muestran la localización general del sitio a intervenir, donde el cuadro naranja es la estructura a conservar y los cuadros rojos son las estructuras posteriores.



Ilustración 4: Localización general del antiguo Colegio Inmaculada Concepción (Autor).



Ilustración 5: Vista de la fachada del edificio principal (Autor).

Se pretende rescatar la estructura central por su bella arquitectura, su importancia para el desarrollo de la región ya que se encuentra ubicada en una zona que se desea establecer como un punto histórico, cultural y turístico, además de esto es uno de los primeros centros educativos presentes en la ciudad lo cual le da su valor agregado correspondiente, que a futuro se articulará con una serie de construcciones y remodelaciones para generar el ambiente deseado para dicho sector. Para ello se realizó una inspección del interior de la estructura, donde se pudo evidenciar el abandono y decadencia en la que se encuentra la edificación. Paredes ralladas, con excremento de animales, humedad, hongos, grietas, fisuras, entre otros. En la ilustración 6, 7 y 8 se muestran el interior de la estructura.



Ilustración 6: interior de la estructura (Autor).



Ilustración 7: interior de la estructura (Autor).



Ilustración 8: Interior de la estructura (Autor).

Un estudio patológico comprende el analizar las causas y consecuencias de los daños posteriores a la etapa de construcción. Las lesiones son cada una de las manifestaciones al final del proceso constructivo, y es de vital importancia clasificar la lesión según su tipo para establecer el tratamiento indicado y darle un tratamiento apropiado. De manera general podemos clasificar las lesiones en tres grandes grupos, lesiones físicas, lesiones mecánicas y lesiones químicas, haciendo salvedad que aparece otro tipo de lesiones dependiendo del material empleado en la construcción de los elementos. (Carles, 2006)

- Lesiones Físicas: son todas aquellas que ocurre por fenómenos físicos como heladas, condensaciones, entre otros, y su evolución se da dependiendo de la repetición de los mismos.
 - Las lesiones físicas más comunes encontramos las lesiones por humedad, que ocurre cuando se encuentra un porcentaje mayor al naturalmente considerado dentro de un elemento estructural. Este exceso de agua genera presiones adicionales en los elementos que recubren el concreto, por lo cual se presenta rupturas y pérdidas de

los mismos en los sitios afectados. En la ilustración 9 se muestran algunos problemas de humedad identificados en la estructura. (Carles, 2006)



Ilustración 9: Humedad en techos y paredes de la estructura (Autor).

- También hacen parte de las lesiones físicas las que ocurren por pérdida o transformación superficial de algún material, este puede ser en su totalidad o de manera parcial y se denominan lesiones por erosión. En la estructura de la antigua Normal de Señoritas se evidenciaron lesiones por erosión en columnas, vigas, muros y placas de cubierta. En la ilustración 10 se muestran algunas de estas lesiones.



Ilustración 10: Lesion por esosion el columna del segundo piso (Autor).

- El tercer tipo de lesión física es producida por el abandono o falta de higiene de las edificaciones, a este se le denomina lesión por suciedad, y afecta los componentes superficiales de la estructura por las diferentes reacciones que se pueden presentar entre el elemento que recubre la estructura y el agente contaminante. En la figura 11 se muestra el abandono de la estructura, la presencia de eses de animales, desechos humanos, entre otros. (Carles, 2006)



Ilustración 11: Eses de murcielago y palomas en la estructura (Autor).

- Lesiones Mecánicas: son todas aquellas anomalías que aparecen por acciones mecánicas como movimientos sísmicos, sobre cargas de uso, asentamientos diferenciales, y demás acciones sobre la estructura que generen movimientos, desgaste, aberturas o separaciones. (Carles 2006)
 - Dentro de las lesiones mecánicas encontramos las lesiones por deformación, las cuales son las variaciones en la forma del material sufrido por los elementos estructurales y no estructurales que componen la edificación. En la ilustración 12 se muestra la flecha sufrida por un dintel en la estructura.



Ilustración 12: Flecha presente en dintel del segundo piso (Autor).

- De igual manera encontramos dentro de las lesiones mecánicas a las grietas. Las grietas son lesiones que afectan la totalidad del elemento estructural, o de cerramiento. Cabe aclarar que las grietas son diferentes a las fisuras, ya que estas últimas solo comprometen la parte superficial de los elementos, mientras que las grietas atraviesan la totalidad del elemento (Carles 2006).

En la ilustración 13 se muestra una grieta ubicada en un muro divisorio sobre una puerta en el salón 3.



Ilustración 13: Grieta en muro divisorio (Autor).

- También se encuentran dentro de las lesiones mecánicas las fisuras, las cuales son aberturas presentes en acabados o elementos materiales de recubrimiento de elementos estructurales. También se pueden encontrar sobre vigas, columnas y placas, pero para que sean clasificadas como fisuras se debe analizar la profundidad y amplitud de la fisura. En la ilustración 14 se evidencia una fisura desde el marco de una ventana hasta la placa del segundo piso. (Carles, 2006)



Ilustración 14: Fisura en el salon 9 del segundo nivel (Autor).

- El desprendimiento es otro tipo de lesión mecánica, y surge por la pérdida de adherencia entre el elemento de acabado y el soporte sobre el que esta aplicado. Esta lesión es producto de otras como humedad, grietas y deformaciones. En la ilustración 15 se puede evidenciar el desprendimiento de la capa de pintura sobre una columna en el segundo piso de la estructura. (Carles, 2006)



Ilustración 15: Desperdicio de capa de pintura sobre una columna (Autor).

- Dentro de las lesiones mecánicas también encontramos las erosiones mecánicas. Las erosiones mecánicas son producidas por golpes o rozaduras por el uso continuo de la estructura lo que produce pérdidas de material en las zonas afectadas. En la ilustración 16 se evidencia la pérdida del mortero en la placa del primer piso por el uso del mismo y deterioro de los materiales que lo componen. (Carles, 2006)



Ilustración 16: Erosion mecanica en la placa del primer nivel de la estructura (Autor).

- Lesiones Químicas: las lesiones químicas son producto del contacto entre los materiales utilizados en la construcción de la estructura y sales, ácidos o álcalis, que provocan la descomposición del material y comprometen la resistencia e integridad del material. (Carles, 2006)
 - Dentro de las lesiones químicas encontramos las eflorescencias que son producto del contacto de los materiales con sales solubles que se mezclan con el agua y son arrastradas por el agua hacia el exterior durante el proceso de evaporación. Por lo general aparecen donde se evidencia huellas de humedad. En la ilustración 17 se muestra el salón 10 con presencia de humedad y eflorescencias en el techo.



Ilustración 17: Eflorescencia en salon 10 (Autor).

- Las oxidaciones y corrosiones son otro tipo de lesión química, y son un conjunto de reacciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida del material en la superficie de los elementos metálicos. A pesar de que la oxidación y corrosión tienen procesos químicos diferentes, se consideran para la patología como una misma lesión porque ocurren simultáneamente y su sintomatología es similar (Carles 2006). En la ilustración 18 se evidencia la oxidación y corrosión del acero de refuerzo en una viga del segundo piso.



Ilustración 18: Oxidación y corrosión en el acero de refuerzo (Autor).

- Dentro de las lesiones químicas también aparecen procesos erosivos de tipo químico y son producto del contacto de sustancias químicas que reaccionan con los materiales empleados en la construcción y producen cambios moleculares en la superficie de los materiales. Estos procesos son típicos en placas de cubierta y entresijos pero también se evidencian en los demás elementos estructurales (Carles, 2006). En la ilustración 19 se muestra una viga con pérdida de material, ya que se logran ver los agregados pétreos y su superficie es irregular.



Ilustración 19: Erosion química en viga de cubierta (Autor).

- Los organismos son otro tipo de lesión química. Se considera lesión química ya que es producida por los organismos animales y vegetales que se llegan a encontrar en los materiales en la elaboración de los elementos estructurales o los que se depositan en los mismos con el paso del tiempo. Este proceso es químico por las reacciones que generan dichos organismos en los materiales ya que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan. En la cubierta de la edificación se encontraron especies vegetales nacientes de las grietas de la placa, también se encontraron plagas de murciélagos, cucarachas, ratones, palomas y abejas en el interior de la edificación (Carles 2006). En la ilustración 21 se muestra materia vegetal viva en la cubierta.



Ilustración 20: Tronco de mango naciendo de la placa de cubierta (Autor).

5.2.2. Levantamiento estructural en planta del primer y segundo nivel de la estructura.

Posterior al reconocimiento de la estructura, se realizó el levantamiento de los elementos estructurales como vigas, columnas y muros de carga identificados en la estructura. En este proceso, se encontraron anomalías como la falta de linealidad entre algunas columnas, lo que genera más pórticos de los que serían necesarios para esta edificación y lo cual dificulta el la predicción del comportamiento estructural de la edificación. Dada la antigüedad de la construcción y la particularidad del sistema constructivo, se estableció que los muros perimetrales y la mayoría de los muros internos forman parte del sistema

estructural. En la Figura 7, se muestran los planos generados a partir de los datos obtenidos en campo.

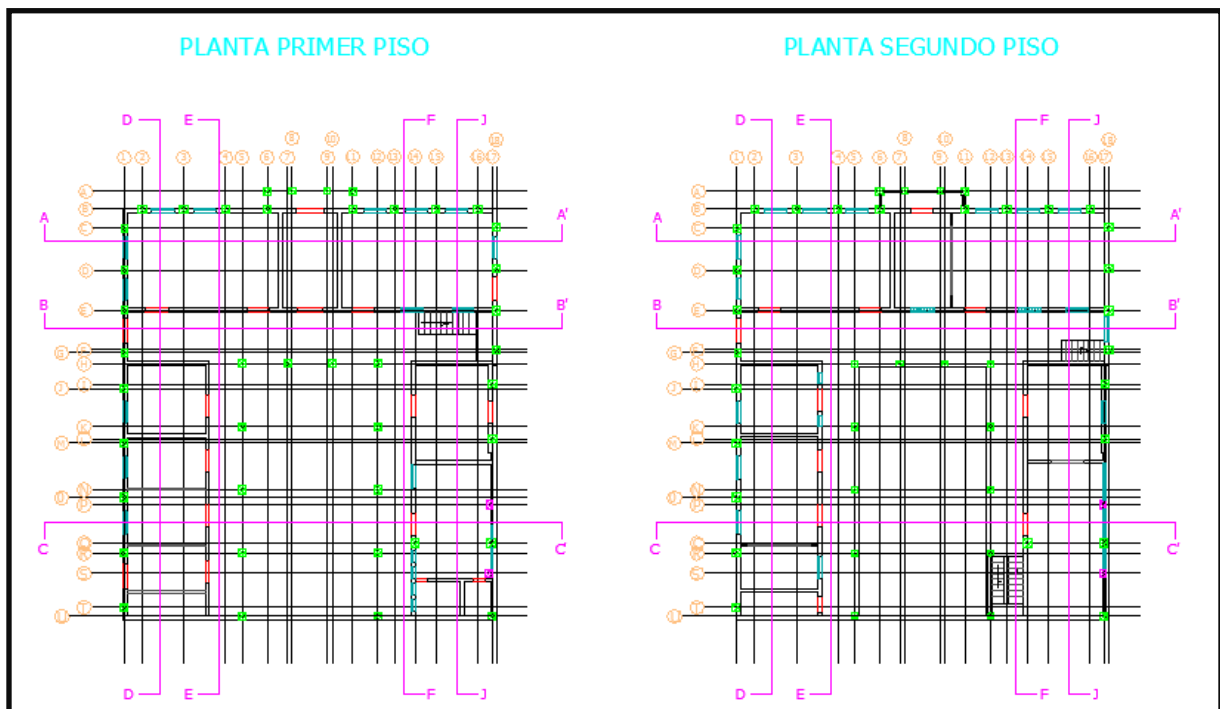


Figura 8: Planos de las plantas del Colegio Inmaculada Concepción (Autor).

5.2.3. Verificación del tipo y estado de cimentación de la estructura en algunos puntos.

Para la verificar el tipo y estado de la cimentación se establecieron puntos que guardarán relación y donde se esperaba encontrar elementos de soporte. Para esto, se realizaron apiques de exploración, y se procedía a la toma de las dimensiones y tipo de cimentación encontrados.

De estos trabajos podemos resaltar que en las columnas perimetrales se encontraron zapatas apoyadas en viga de cimentación, y en las centrales se encontró zapatas cuadradas con diferente profundidad de cimentación y altura, esto se presume que ocurrió por las limitaciones para la construcción de la época. En la ilustración 22 se muestran dos tipos de cimentación típica de la estructura.



Ilustración 21: Zapata sobre viga de cimentación perimetral (1), Zapata central (2) (Autor).

En los elementos perimetrales de la estructura se evidencio un cambio en la profundidad de cimentación a pesar de que la estructura se encuentra horizontalmente aceptable. En las zapatas de las columnas centrales, se encontraron vigas de amarre unidireccionales, dependiendo de la configuración lineal de las mismas. En la figura 6 se muestran los puntos auscultados para la verificación de zapatas.

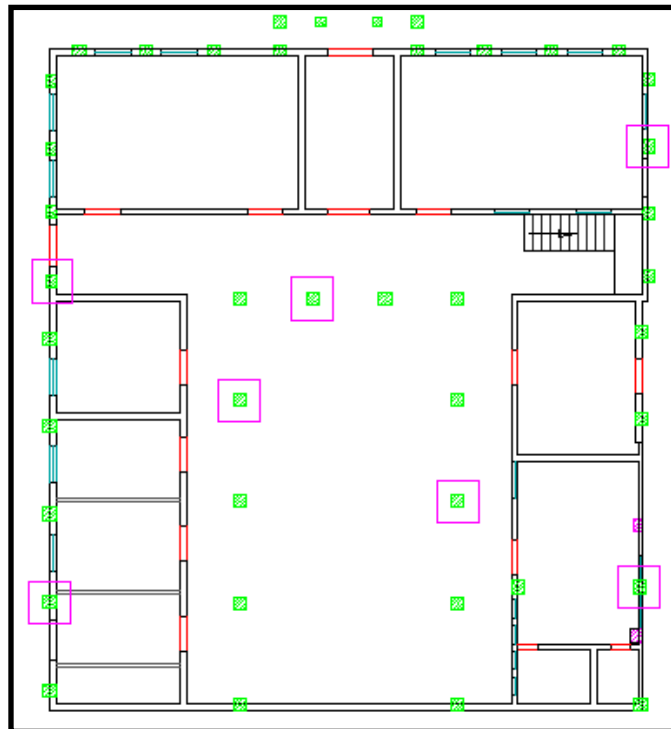


Figura 9: Ubicación puntos de verificación de zapatas (Autor)..

5.2.4. Estudio de suelos por ensayo de penetración estándar (S.P.T.).

Con el objeto de obtener información de los suelos directamente en campo, la

ejecución de los sondeos en sitio a intervenir se realizó mediante ensayo dinámico de penetración conocido como ensayo normal de penetración (SPT) en suelos granulares y en suelos finos se realizó la extracción de muestras tipo shelby (muestras de tubo de pared delgada) para los ensayos de laboratorio. En la ilustración 22 se muestra la ejecución de los trabajos exploratorios del suelo.



Ilustración 22: Estudio de suelos por S.P.T (Autor)..

Se realizaron seis (6) sondeos de aproximadamente siete metros (7.00 m) según lo establece la norma sismo resistente NSR-10 en el título H.

5.2.5. Zonificación y distribución de las áreas de la estructura.

En este ítem se organizaron los espacios existentes según la distribución actual de la estructura en lo que se consideraba era el uso durante el funcionamiento de colegio hasta 1998 donde se trasladó la sede de la Escuela Normal de Señoritas a su nueva sede.

Posterior a este traslado, se dejó en estado de abandono la estructura, y ha sido un lugar propicio para una serie de plagas, nueva vegetación, espacio para el vandalismo, entre otros elementos que comprometen la estructura.

En el primer nivel se establecieron generalidades para los espacios como siete salones, tres corredores, un acceso a escalera, una cocina y un baño. En el segundo nivel se identificaron cinco salones, un oratorio, un balcón, un lavadero, un baño, dos accesos de escaleras y tres corredores. En la placa, se considera que hubo esculturas religiosas para la admiración, sin embargo, como no se puede corroborar la información no se ha marcado en los planos de cubierta. En las figuras 7 y 8, se ve la zonificación según los espacios actuales del primer y segundo nivel respectivamente.





Figura 10: Planta y distribución del primer nivel (Autor).



Figura 11: Planta y distribución del segundo nivel (Autor).

5.2.6. Verificación de materiales y estado de los elementos de la estructura

Con el fin de establecer los problemas que pudiera tener la estructura en cuanto a resistencia de materiales se refiere, se realizó una inspección y levantamiento de lesiones según la distribución previamente establecida, con el fin de abordar la exploración por áreas y hacer el trabajo en los elementos con optimización de recursos y tiempo.

Para determinar la resistencia de los materiales que componen la estructura, se propuso una serie de ensayos de acuerdo a las lesiones identificadas en las zonas afectadas y establecer un patrón de resistencia para el análisis estructural y comportamiento ante eventualidades sísmicas. En la ilustración 23 se muestra una extracción de núcleo.



Ilustración 23: Extracción de núcleo en columna del segundo nivel (Autor).



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



Adicionalmente se realizaron ensayos de esclerometría para determinar la densidad y resistencia aproximada del concreto, carbonatación para determinar cuál era la profundidad de pérdida del material cementante y protección del acero, auscultación con el ferrosaner, aparato utilizado para examinar elementos estructurales y saber si tiene acero de refuerzo, conocer su estado y dimensión. En la tabla 1 se muestran los elementos analizados, los ensayos realizados y resultados obtenidos.

TABLA 1: Resumen estudios realizados.

RESUMEN DE TRABAJOS									
Elemento a analizar		Dimensiones [m]				Ensayos y verificaciones			
Elemento	Nodo	a	b	h	d	Esclerometria[Psi]	Núcleos [Psi]	Ferrosan	Carbonatación
Zapata	H-7	0,74	0,68	0,32	0,83	-	-	N.P.	Carbonatado
Zapata	N-12	0,70	0,70	0,45	1,05	-	N.A.	N.P.	Carbonatado
Zapata	k-5	0,72	0,70	0,40	0,72	-	-	N.P.	Carbonatado
Zapata	D-18	0,66	0,45	0,35	1,54	-	-	N.P.	Carbonatado
Zapata	G-1	0,45	0,42	0,32	0,40	-	N.A.	N.P.	Carbonatado
Zapata	R-1	0,39	0,52	0,41	0,56	-	N.A.	N.P.	Carbonatado
Zapata	O-17	37,00	0,42	0,29	0,12	-	-	N.P.	Carbonatado
Columna	T-17	0,43	0,45	3,20	-	-	2201,98	N.P.	Carbonatado
Viga	X-Y-20	0,35	4,50	0,60	-	-	1818,89	3/8@0.20m	Carbonatado
columna	R-5	0,45	0,44	3,28	-	2285,71	-	N.P.	Carbonatado
Columna	B-2	0,49	0,52	3,20	-	2428,75	-	N.P.	Carbonatado
Viga	N-R-5	0,33	3,43	0,66	-	1714,29	-	3/8@0.14m	Carbonatado
Viga	B-E-3	0,42	5,14	0,59	-	1971,43	-	3/8@0.28m	Carbonatado

El ensayo de Esclerometria se realizó según lo establece la NTC-4325 y se pretendía establecer la resistencia promedio de los elementos estructurales sin realizar perforaciones y no debilitar la estructura. Se realizaron cuatro ensayos de esclerometria a dos vigas y dos columnas y los resultados del ensayo se encuentran en la tabla 1.

Las extracciones de núcleos se hicieron siguiendo los lineamientos de la NTC-3658. Se realizaron cinco extracciones de núcleos, pero por las condiciones del concreto, tres de las cinco muestras se desintegraron durante el ensayo. Las dos muestras integrales resultantes del ensayo se llevaron al laboratorio, se cortaron las caras irregulares y se procedió a hacer el ensayo de compresión simple según la NTC-673.

LA verificación del acero se realizó con un ferro-scanner marca BOSH, y este muestra la profundidad a la que se encuentra el acero de refuerzo en las columnas, vigas y placas que se desee. Se encontró en las vigas acero liso como refuerzo, y contaba con refuerzo longitudinal y transversal. El longitudinal encontrado fue de $\frac{1}{2}$ pulgadas y se encontraron seis barras de acero, una por vértice de viga. En la figura 12 se muestra la sección transversal típica de las vigas encontradas.

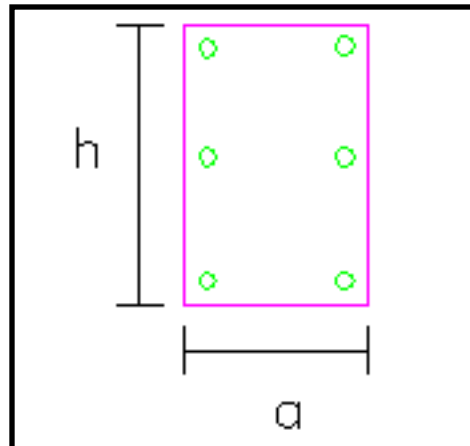


Figura 12: Sección transversal típica de vigas (Autor)..

El refuerzo transversal encontrado es de 3/8 de pulgada en acero liso, la separación promedio se encuentra en la tabla 1.

En el ensayo de carbonatación por el método de la fenoftaleina se realizó según los parámetros de la NTC-4773, y la constante fue encontrar todos los elementos ensayados con un alto grado de carbonatación, ya que en promedio a 15 centímetros de profundidad no se encontraba presencia del material cementante que protege el acero de refuerzo de la acción corrosiva del ambiente. No se penetra más de 15 centímetros para no poner en riesgo la integridad del elemento estructural analizado.

También se evidenció pérdida de material cementante y adherente en los muros de mampostería, se presume que esto haya ocurrido por erosión química, debido a que en los puntos donde esto ocurre se encontró alta presencia de plagas

animales y filtraciones de agua. En la ilustración 24 se muestra un muro de divisorio con pérdida total de mortero de junta entre algunos de los elementos de mampostería.



Ilustración 24: Erosion química de mortero de junta (Autor).

Las filtraciones de agua lluvia y los componentes químicos que en ella se encuentran son el factor más significativo para la deterioración de la estructura, ya que esta se encuentra ubicada muy cerca de la refinería de crudos de Ecopetrol en el municipio de Barrancabermeja. No se realizó el ensayo para medir el pH del agua lluvia de la zona, debido a que esta fue una consideración que se hizo el primero de abril del 2014 y cuando se quiso analizar este factor no ocurrieron precipitaciones en la zona.

La placa de entrepiso y de cubierta tiene un sistema de viguetas metálicas que ayudan a la transferencia y soporte de cargas la cual se ve sometido este elemento estructural. Estas viguetas metálicas se encuentran en un avanzado estado de oxidación y corrosión, lo cual compromete el comportamiento y resistencia de las placas. En la ilustración 25 se evidencia el estado de las

viguetas.



Ilustración 25: Viguetas bajo placa segundo piso en avanzado estado de oxidación y corrosión (Autor).

Por otra parte, se han tenido consideraciones en cuanto a la afección sísmica de la estructura como causas directas de los daños estructurales, todo esto según los registros históricos del departamento de Santander y en particular para el municipio de Barrancabermeja suministrados por en el INGEOMINAS. En la figura 13 se muestran los puntos del epicentro sísmico según los registros históricos de la región. El reporte de la intensidad, profundidad y duración de los sismos reportados en el Ingeominas se encuentra en los anexos.



Universidad
Pontificia
Bolivariana

ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.

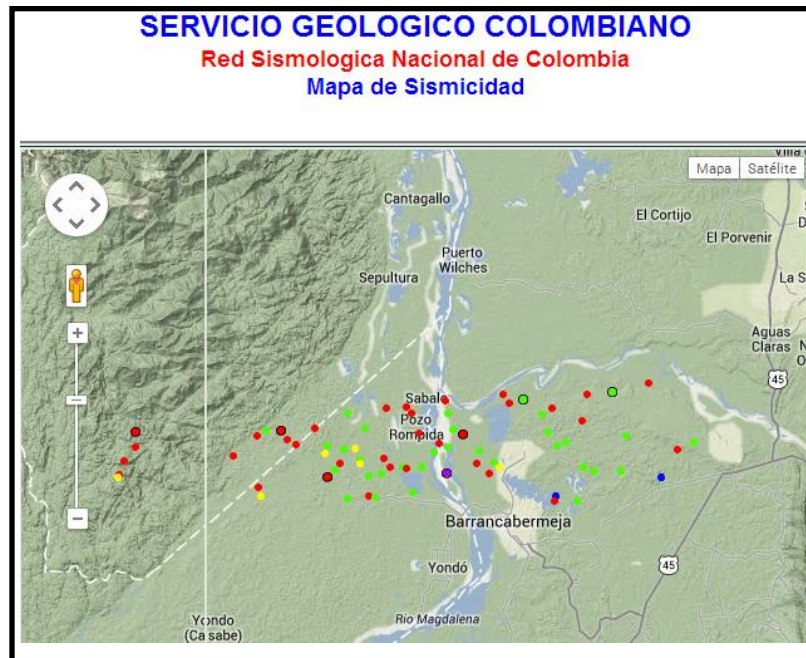




Figura 13: Epicentros sísmicos en Barrancabermeja (Ingeominas.goc.co).

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.</p>	 <p>SPC SAS Suelos, Pavimentos y Concretos</p>
--	--	--

6. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Dadas las actividades que desarrolla la empresa en el ámbito civil, tuve la fortuna de participar en distintas actividades con grandes empresas que me permitieron conocer un poco de los diferentes campos de acción de la ingeniería.

Proyectos como la vía al antiguo matadero, me permitieron hacer un acercamiento al campo de las vías y obras complementarias como alcantarillas, urbanismos, muros de contención, box-couvert entre otros. Adicionalmente al elaborar el presupuesto requerido para este proyecto consolide los conocimientos de cantidades de obra, rendimientos y me familiarice con los costos de la región para dichas actividades.

Con los estudios de suelos me familiarice con el título H de la NSR-10, ya que este es el lineamiento para los estudios de suelos. Adicionalmente el trabajo en campo durante las perforaciones me permitió mejorar mi liderazgo, el manejo de personal, control de situaciones de riesgo y toma dediciones.

El control de calidad de los insumos de construcción fue un aporte muy valioso, ya que aportar un juicio según los resultados obtenidos con los ensayos que se realizaran es una responsabilidad muy grande, y para dar un dictamen valido se deben realizar los ensayos como lo indican las normas que sean aplicables al trabajo ejecutado. Por esto, el ser cuidadoso a la hora de ejecutar los ensayos es



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



algo esencial, ya que minimiza las alteraciones que se puedan dar por el error humano o del equipo.

En el trabajo de análisis patológico todo fue un nuevo tema, ya que en la universidad no tuve la oportunidad de tocar temas como estos en el desarrollo de mi pregrado, de tal manera que esta nueva experiencia apporto muchos conocimientos y un nuevo gusto para el desarrollo de mi vida profesional. La identificación, metodología y tratamiento de las diferentes lesiones, la clasificación y afección según su grupo y el elemento en el que se encuentre presente.

7. RECURSOS DISPONIBLES

La empresa Suelos, Pavimentos y Concretos, SPC S.A.S. con el objeto de mantener sus servicios con altos estándares de calidad, dispone de una infraestructura de herramientas completa y de alta tecnología para la ejecución de los ensayos de laboratorio, además de contar con diversos programas para los estudios y consultorías que realiza esta compañía a los diferentes contratistas de la región.

Para mantener la alta calidad en los servicios prestados por la empresa, se ha dispuesto un área de trabajo con una dotación completa para el practicante.

❖ Elementos de protección personal (EPP's)

- Botas de punta de acero.
- Guantes de carnaza.
- Gafas de seguridad.
- Protector para oídos de inserción.
- Tapabocas.
- Uniformes
- chaleco refractivo.
- Casco de seguridad.

❖ Área de trabajo

- Escritorio.
- Cajón archivador.
- Computador portátil.
- Tabla para registros.



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



- Mouse.
- Maletín.
- Transporte para visitas a campo.

❖ Ensayos

- Extracción de Núcleos
- Esclerometría
- Carbonatación
- Termografía

8. CONCLUSIONES

- Debido al notable estado de abandono de la estructura y la falta de uso, las plagas como vegetación germinante, murciélagos, ratones y palomas han invadido la edificación y esto acelera el proceso de deterioración de los materiales estructurales.
- Al realizar el levantamiento estructural y arquitectónico del Colegio Inmaculada Concepción, se evidencio la falta de linealidad entre las columnas, lo cual generan una irregularidad en los pórticos empleados en esta construcción.
- Se realizaron ensayos de esclerometria en elementos como vigas y columnas, los cuales arrojaron resultados por debajo de los 3000 Psi los cuales se consideran bajos para la resistencia del concreto de elementos estructurales.
- Las extracciones de núcleos realizadas tuvieron como resultado resistencias inferiores a los 3000 Psi, se infiere que las bajas resistencias se deban a la fuente y elaboración de los concretos de la época.
- En cuanto a la profundidad de carbonatación, se encontró un avanzado estado de carbonatación de los elementos estructurales, lo que hace vulnerable al acero de refuerzo.
- Por la antigüedad de la estructura se encontraron elementos metálicos bajo la placa de entre piso que cumplen la función de viguetas. Estas viguetas presentan un avanzado estado de óxido y corrosión, lo que genera puntos frágiles en estos elementos.

- Se encontraron vigas que presentaban giros en su ubicación, pero se determinó que estos giros fueron producidos por errores durante el proceso constructivo.
- La placa del segundo piso presenta fisuras y grietas en su extensión, estas se presumen sean producto de excesos de carga y asentamientos diferenciales.
- Existen grietas y pérdidas de material en vigas que se atribuyen a la expansión del acero de refuerzo al tener un alto grado de oxidación y corrosión.
- La placa de cubierta presenta cambios de altura y niveles en algunas secciones los cuales se consideran fueron producto de impermeabilizaciones con diferentes métodos.
- La mayoría materia vegetal presente en la placa de cubierta se encuentra con vida y nace de las grietas existentes en dicha placa. En algunos casos la raíz se extiende verticalmente hasta el terreno natural y nivel de construcción.
- La estructura en general presenta un alto grado de deterioro producto de la humedad y la eflorescencia, lo que ha provocado pérdida de la adherencia entre los elementos de recubrimiento o acabados.
- Se hace necesario realizar más ensayos de esclerometria y extracciones de núcleos para poder establecer un parámetro general de resistencia según el tipo de elemento estructural a analizar.
- De acuerdo con los resultados obtenidos por los ensayos realizados y la inspección visual, se considera que la estructura actualmente no cumple estructuralmente para ser puesta al servicio del público. Se sugiere se hagan refuerzos en elementos como vigas, placas y columnas, además que se le haga tratamiento o remplazo a los elementos que presentan problemas de corrosión y oxidación.



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Villalobos Cárdena Uriel, Barrancabermeja, de Latocca a Centro Petrolero, Barrancabermeja 1^a.
- Galvis Simón F., Monografía de Barrancabermeja, Barrancabermeja, 2^a ed.
- Carles Broto. Links, Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, 1^a ed. 2006.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para la determinación de la velocidad del pulso ultrasónico a través del concreto. 2 ed. Bogotá : ICONTEC, 1997. (NTC 4325).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto acerradas. 1 ed. Bogotá: ICONTEC, 1994 (NTC-3658).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Ingeniería Civil y Arquitectura. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. 3 ed. Bogotá: ICONTEC, 2010, (NTC-673).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto. 1 ed. Bogotá: ICONTEC, 2007. (NTC-5551)
- NORMA SISMO RESISTENTE. NSR 10, Estudios Geotécnicos. 1 ed. Bogotá: 2010, Título H.

10. ANEXOS



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



**ANEXO A: PLANO ESTRUCTURAL PRIMER PISO COLEGIO INMACULADA
CONCEPCION.**



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



**ANEXO B: PLANO ESTRUCTURAL SEGUNDO PISO COLEGIO INMACULADA
CONCEPCION.**



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



ANEXO C: FORMATO DE RESULTADOS COMPRESION DE CILINDROS.



**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



ANEXO D: FORMATO DE RESULTADOS ESCLEROMETRIA.



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

**ESTUDIO PATOLOGICO ESTRUCTURAL DEL
ANTIGUO COLEGIO INMACULADA CONCEPCION
DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.**



ANEXO E: REGISTRO HISTORICO SISMICIDAD INGEOMINAS