

**Estudio patológico y de lesiones para la recuperación y optimización de la losa
entre piso del sótano de parqueaderos del edificio San Silvestre II**

Ing. Rodolfo Andrés Soler Vega

Ing. Luis Alfonso Mendoza Alandete

Arq. Agustín Alonso Torres González



**Universidad Santo Tomás
Decanatura general de universidad abierta y a distancia
Especialización patología de la construcción
Villavicencio
2019**

**Estudio patológico y de lesiones para la recuperación y optimización de la losa
entre piso del sótano de parqueaderos del edificio San Silvestre II**

Ing. Andrés Rodolfo Soler Vega

Ing. Luis Alfonso Mendoza Alandete

Arq. Agustín Alonso Torres González

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:
Especialista en Patología de la Construcción**

Director:

**Walter Mauricio Barreto Castillo
Arquitecto - Docente**



**Universidad Santo Tomás
Decanatura general de universidad abierta y a distancia
Especialización patología de la construcción
Villavicencio
2019**

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Figuras	6
Lista de Tablas.	10
RESUMEN.....	11
1 INTRODUCCIÓN	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 Antecedentes y estado de la estructura.....	14
3.2 Aspectos conceptuales.....	14
3.2.1 Patología de la construcción.....	14
3.2.2 Protocolo	15
3.2.3 Diagnóstico	15
3.2.4 Losas o placas de entepiso	16
4 METODOLOGÍA	37
4.1 Inspección y toma de muestras.....	38
4.2 Análisis de resultados.....	38
4.3 Diagnóstico y alternativas de solución	38
4.4 Alternativa final.....	38
5 HISTORIA CLÍNICA	39
5.1 Selección del paciente	39
5.2 Responsables del estudio.....	39
5.3 Fecha de realización de los análisis y estudios.....	40
5.4 Localización del municipio de Villavicencio en el departamento del Meta	40
5.4.1 Breve descripción del municipio.....	41
5.5 Localización del paciente en el municipio de Villavicencio	43
5.6 Zona de amenaza sísmica del Municipio donde se ubica el paciente.....	43
5.7 Descripción actual de la estructura.....	45

5.8	Ubicación de las deficiencias	47
5.9	Severidad de las lesiones	49
5.10	Uso diario al paciente	50
5.11	Carbonatación.....	50
5.11.1	Recubrimiento del concreto y defectos de superficie	53
5.11.2	Factores que afectan la carbonatación.....	53
5.12	Efectos de pasivación del armado del concreto.....	54
6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	55
6.1	Ensayos de esclerometrías.....	56
6.1.1	Procedimiento del muestreo con martillo de rebote.....	56
6.2	Ensayos de resistencia a la compresión de núcleos de concreto	58
6.2.1	Muestra de falla de núcleos de concreto.	58
6.3	Ensayos de control de carbonatación	60
6.3.1	Muestra del ensayo de carbonatación con aplicación de fenolftaleína.	60
7	FICHAS - IRREGULARIDADES ENCONTRADAS.....	62
8	DIAGNÓSTICO	64
8.1	Análisis de lesiones	64
8.1.1	Exposición del acero de refuerzo en vigas principales y vigas riostras	64
8.1.2	Escaso recubrimiento del acero de refuerzo en la losa entrepiso.....	67
9	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	70
9.1	EXPOSICION DEL ACERO DE REFUERZO EN LAS VIGAS PRINCIPALES Y VIGAS RIOSTRAS DE LOS EJES 5 Y 6.....	74
9.1.1	Limpieza de las Superficies	74
9.1.2	Puente de Adherencia.....	75
9.1.3	Mortero de Reparación.....	77
9.2	RECUPERACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO ENTRE PISO DEL PARQUEADERO	80
9.2.1	Limpieza de la Superficie.....	80
9.2.2	Limpieza del acero de refuerzo y aplicación de inhibidores de corrosión	81
9.2.3	Puente de Adherencia.....	82
9.2.4	Mortero de Reparación.....	83
9.3	PINTURA GENERAL DE PROTECCIÓN.....	83

10	VALORES DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	84
11	RECOMENDACIONES	89
12	CONCLUSIONES	90
13	Bibliografía	93
14	ANEXOS.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Losa en una dirección. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 547).....	17
Figura 2. Losa en una dirección. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 548).....	17
Figura 3. Franja de losa que trabaja como viga de un metro de ancho. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 548).....	18
Figura 4. Losas apoyadas perimetralmente. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 569)	19
Figura 5. Losa Plana. Fuente: (MOORE, 2000, pág. 97).....	20
Figura 6. Viguetas de Concreto en una dirección. Fuente: (MOORE, 2000, pág. 99)	21
Figura 7. Losa reticular (en dos direcciones). Fuente: (MOORE, 2000, pág. 99)	21
Figura 8. Planta de las láminas acanaladas sobre los elementos de apoyo. Fuente: (MEDINA M., 2013, pág. 7)	23
Figura 9. Preparación de Losa o Placa Entrepiso. Fuente: https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso	25
Figura 10. Moldes metálicos y camillas en madera para encofrados. Fuente: https://titanandamios.com/alquilaer-de-equipos/	26
Figura 11. Encofrados Plásticos. Fuente: https://www.daliform.com/es/encofrado-no-recuperable-para-losas-aligeradas/aplicaciones-u-boot-beton/#!	29
Figura 12. Puntales Metálicos. Fuente: https://titanandamios.com/alquilaer-de-equipos/	30

Figura 13.	Puntales en Madera.	Fuente: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html	30
Figura 14.	Instalación del acero de refuerzo.	Fuente: https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso	31
Figura 15.	Preparación de las redes hidrosanitarias y eléctricas sobre la losa previo al vaciado de concreto.	Fuente: https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso	32
Figura 16.	Vaciado de Concreto.	Fuente: https://www.acero-deck.com/instalacion	33
Figura 17.	Curado del Concreto.	Fuente: http://www.tecnopreco.com/2016/11/07/la-importancia-del-curado-en-las-losas-de-hormigon/	35
Figura 18.	Ubicación de Villavicencio en el departamento del Meta.	Fuente: http://www.todacolombia.com	40
Figura 19.	Ubicación del paciente en el casco urbano del municipio, comuna 7 de Villavicencio.	Fuente: Google Earth	43
Figura 20.	Mapa de zonas de amenazas sísmicas.	Fuente NSR 10	44
Figura 21.	Estado Actual de las Vigas Riostras y Viga Principal del Eje 5	Fuente: Propia.	46
Figura 22.	Evidencia del material (Poliestireno Expandido) utilizado como encofrado en la superficie inferior de las Vigas.	Fuente: Propia.	46
Figura 23.	Exposición severa del acero de refuerzo de las vigas riostras.	Fuente Propia	46
Figura 24.	Evidencia de la falta de recubrimiento al acero de refuerzo en las vigas riostras y parte inferior de la placa entrepiso del parqueadero.	Fuente Propia.	47
Figura 25.	Planta estructural de losa entrepiso.	Fuente: Propia.	47

Figura 26. Detalle donde se ubican las irregularidades constructivas. Fuente: Propia	48
Figura 27. Exposición del acero de refuerzo de la viga principal y riostra del Eje 6 de la estructura. Fuente: Propia.....	48
Figura 28. Losa de Concreto Entre Piso, Evidencia de Fallas en el Recubrimiento del Concreto. Fuente: propia.....	49
Figura 29. Parqueo de Vehículos Constante por los propietarios y visitantes del Edificio. Fuente Propia	50
Figura 30. Proceso del Fenómeno de Carbonatación del Concreto Hidráulico. Fuente https://www.rtarquitectura.com/carbonatacion-en-el-hormigon-causas-y-efectos/	52
Figura 31. Descripción Grafica Del Proceso de Despasivación del Acero. Fuente http://www.toxement.com.co/media/3739/spec_gui-a_corrosio-n_.pdf	55
Figura 32. Ensayo de esclerometría a los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente: Propia.....	57
Figura 33. Ensayos de resistencia a la compresión de los núcleos tomados como muestras de los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente: Propia.	59
Figura 34. Ensayo de carbonatación a los núcleos de concreto tomados como muestra de los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente Propia.	60
Figura 35 Severidad de la afectación e incidencia del CO ₂ en una estructura de concreto. Fuente 360enconcreto.com Argos.....	61
Figura 36. Superficie inferior de los elementos con exposición del acero de refuerzo. Fuente propia.....	63
Figura 37. Falta de recubrimiento del acero de refuerzo en la losa entrepiso. Fuente propia.	64

Figura 38. Exposición del acero que presentan las Vigas principales ejes 5 y 6 del sótano. Fuente propia.....	64
Figura 39. Poliestireno expandido sobre la base de la viga principal eje 6. Fuente propia. ..	65
Figura 40. Estado de la losa de concreto entrepiso posterior a su desencofrado. Fuente propia.	67
Figura 41. Diferentes tipos de separadores o distanciadores para concreto. Fuente: Separadores-hormigón-construcción-materiales-para-trabajo-obra.....	68
Figura 42. Instalación de separadores previo a la fundida de la losa en concreto. Fuente: separador_concreto.	68
Figura 43. Elementos distanciadores realizados en obra. Fuente: www.360enconcreto.com	69
Figura 44 Reparación de Áreas Grandes en los Elementos Estructurales. Fuente Manual de Reparación Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto.	79
Figura 45. Equipo de limpieza a presión. Fuente Asocreto	81
Figura 46. Pintura de protección bajo placa de concreto. Fuente: Asocreto	83

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. C.23-C.7.7.1-Protección de concreto para Refuerzo en Estructuras Ambientales. .	37
Tabla 2. Nivel de amenaza sísmica según valores de Aa y Av. Fuente NSR 2010	43
Tabla 3. Valores de Aa y Av para Ciudades capitales. Fuente NSR 2010	44
Tabla 4. Resultados de Esclerometrías.....	57
Tabla 5. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Núcleos de Concreto...	59
Tabla 6. Resultados de los Ensayos de Carbonatación del Concreto.....	61
Tabla 7. Ficha N° 1 Patologías encontradas exposición del acero de refuerzo.....	62
Tabla 8. Falta de recubrimiento en la Placa de Entrepiso del Sótano.	63
Tabla 9. Resumen de cantidades	85
Tabla 10. Aditivos propuestos para la reparación.....	86
Tabla 11. Análisis de Precios Unitarios-Recubrimiento Impermeable	87
Tabla 12 Análisis de Precios Unitarios-Reparación de losas Entre Piso	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13. Reparación de las vigas principales y las vigas riostras.....	88
Tabla 14. Valor de la intervención.....	88

RESUMEN

En el presente documento se realiza un análisis detallado de las lesiones que presentan las vigas riostras y vigas principales de la losa entrepiso en la zona de parqueaderos del edificio San Silvestre II, ubicado en la calle 3 sur manzana de la comuna 7, Urbanización Rosa Blanca Oriental del municipio de Villavicencio, también se plantean las posibles causas que generaron tales irregularidades, además de las soluciones técnicas de reparación y rehabilitación de los elementos estructurales, para tal aspecto, se realizó una serie de ensayos de laboratorio como esclerometrías y núcleos donde se determinó la severidad de las afectaciones, la incidencia del CO₂ sobre el hormigón, por último, se plantean los procesos de corrección a tales inconvenientes con la respectiva valoración económica de las mismas.

1 INTRODUCCIÓN

Junto del alto crecimiento poblacional y comercial que se presenta en la capital del Departamento del Meta, la cual se ubica a tan solo 90 kms al sur oriente de Bogotá D.C, también se observa un alto incremento en la construcción elevada para la solución de vivienda y para oficinas, no obstante, en tan desbordado afán, se están presentando fallas de tipo constructivo, las cuales afectan en diferentes proporciones las edificaciones, tal caso corresponde al Edificio san Silvestre II, edificio que el área de parqueaderos presenta irregularidades y que de no tomarse los correctivos pertinentes a tiempo, tales inconvenientes pueden generar afectaciones de alta proporción, cuya solución podría incrementarse exponencialmente en su costo.

Con el presente análisis se pretende realizar aportes de carácter técnico que coadyuven con las posibles soluciones al inconveniente observado, lo anterior generando una descripción particular que bien pueda tomarse si así se requiere, no obstante, es de considerar en tal caso, cada uno de los requerimientos descritos, dado que los procesos corresponden en algunos casos, a estipulaciones y criterios de empresas comercializadoras y productoras de aditivos y demás, tales como Sika, Basf o Toxement los cuales en casos particulares, se tomaron como referencia para la realización del presente documento, el cual realiza un detallado análisis, valoración, diagnóstico y cuantificación de la solución planteada.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar las causas de las lesiones que se presentan en la parte inferior de la losa entre piso, así como de las irregularidades en la viga principal y de las vigas riostras del sótano de parqueaderos del edificio San Silvestre II ubicado en el municipio de Villavicencio en el departamento del Meta.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las posibles causas que generaron las irregularidades constructivas mediante el uso de ensayos de laboratorio, así como la descripción de los elementos y criterios de diseño para evitar la reiteración de las fallas presentadas.
- Analizar presuntas lesiones al concreto y al acero de refuerzo expuesto dadas las condiciones y uso del espacio donde se ubica la estructura.
- Presentar alternativas de solución para la reparación de los inconvenientes que se presentan en la parte inferior de la losa contar piso del sótano.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes y estado de la estructura.

En este apartado se realizará una breve descripción de los componentes teóricos y conceptuales que crearon esta investigación, es decir, las distintas actividades demandadas y admitidas inicialmente en la propuesta presentada.

3.2 Aspectos conceptuales

3.2.1 Patología de la construcción.

Patología proviene de dos palabras griegas: **phatos**, que significa enfermedad y **logos**, que significa estudio o indagación, al llevar la expresión “patología” al área del conocimiento de la ingeniería civil se mantiene la relación significado, de manera parecida al modo como se presentan enfermedades en los seres vivos se observan lesiones en las edificaciones, frente a estos inconvenientes se analizan los síntomas, mecanismos, causas y los orígenes de las fallencias en las estructuras para proporcionar un diagnóstico. En otras palabras, la Patología de la construcción es el estudio sistemático y ordenado del comportamiento irregular de una estructura o sus elementos, cuando presenta algún tipo de falla o daño, causado por factores internos o externos que no garanticen su seguridad (Enfermedad).

Hace tiempo, el tema de patología de la construcción más popular data de la década de los sesenta y corresponde al concreto armado cuya evolución ha ido ascendiendo de una forma considerable hasta la actualidad, por ello, hoy en día la patología de la construcción se ha transformado en un tema supremamente importante, por lo que, en las escuelas y facultades

de ingeniería civil se enseñan como materia o asignatura, incluso, se ha convertido en una especialidad dentro de la tecnología.

3.2.2 **Protocolo**

Para esta investigación se define protocolo para estudios de patología de la construcción el documento que contiene los tratamientos que indican los lineamientos útiles para coordinar acciones, procedimientos y estudios de laboratorio para edificaciones con sistemas constructivos predeterminados, muy diferentes a los manuales de instrucción, los cuales intentan describir de manera detallada y sistemática las actividades a desarrollar del proceso.

3.2.3 **Diagnóstico**

Permite saber la enfermedad y estado en que se encuentra la estructura o elementos que la componen (falla o defecto), de igual forma, permite conocer las condiciones de funcionamiento y resistencia para dar finalmente un resultado que determine el grado de afectación, causas de los daños y las posibles soluciones.

Para obtener un resultado adecuado *diagnóstico* se debe de hacer una inspección y evaluación preliminar y detallada que determina el estado de afectación de la estructura hasta una auscultación más profunda; esto incluye recopilación de información histórica, planos, memorias de cálculo, reportes de control de calidad, libro de órdenes y registro de modificaciones para obtener un diagnostico conclusivo que determine el origen de las lesiones y las propuestas de actuación.

3.2.4 Losas o placas de entepiso

(NILSON, 2001) afirma que: *“En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficie superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas”*. (pág. 365)

3.2.4.1 Funciones

“La losa es el principal sostén para las personas, elementos, maquinarias que puedan desarrollar de forma segura todas las actividades y a veces de contribuir a la estabilidad de los edificios. Es el elemento que recibe directamente la carga” (MEDINA M., 2013, pág. 1).

3.2.4.2 Clasificación de las losas de concreto

3.2.4.2.1 Según la dirección de carga.

“Losas en una dirección: las losas mostradas en la figura 1 se conocen con el nombre de losas en una dirección porque, trabajan únicamente en la dirección perpendicular a los apoyos. Estos apoyos pueden ser las vigas principales de un marco, vigas secundarias que se apoyan a su vez en vigas principales o en muros, o muros de mampostería que soportan la losa directamente.

En la figura 2 se muestra un sistema de piso usado frecuentemente cuando los marcos de un edificio forman tableros de losa de dimensiones relativamente grandes. Se suele en estos casos colocar vigas secundarias en la dirección corta del tablero, de tal manera que se forman varios tableros de losa más pequeños”. (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 547)

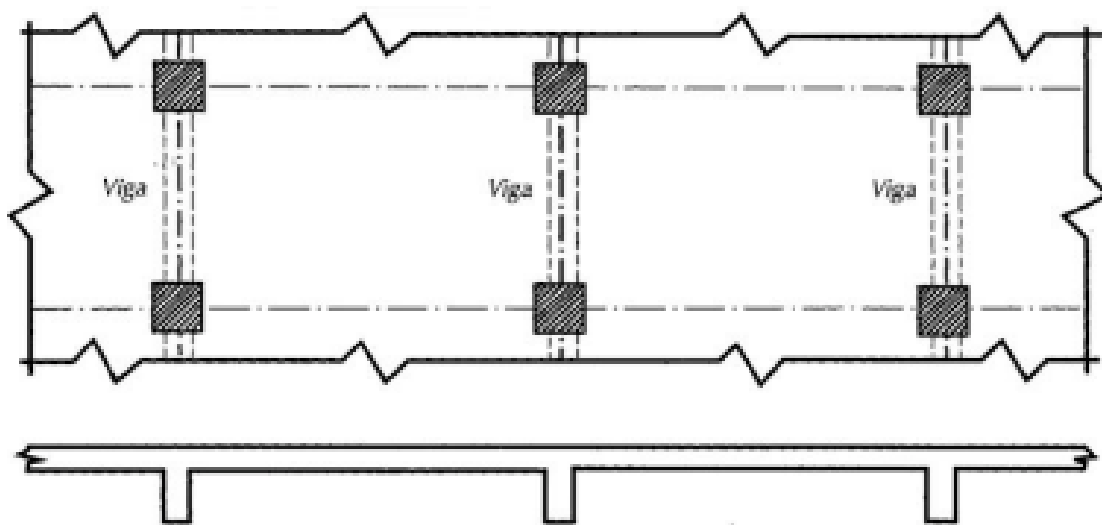


Figura 1. Losa en una dirección. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 547)

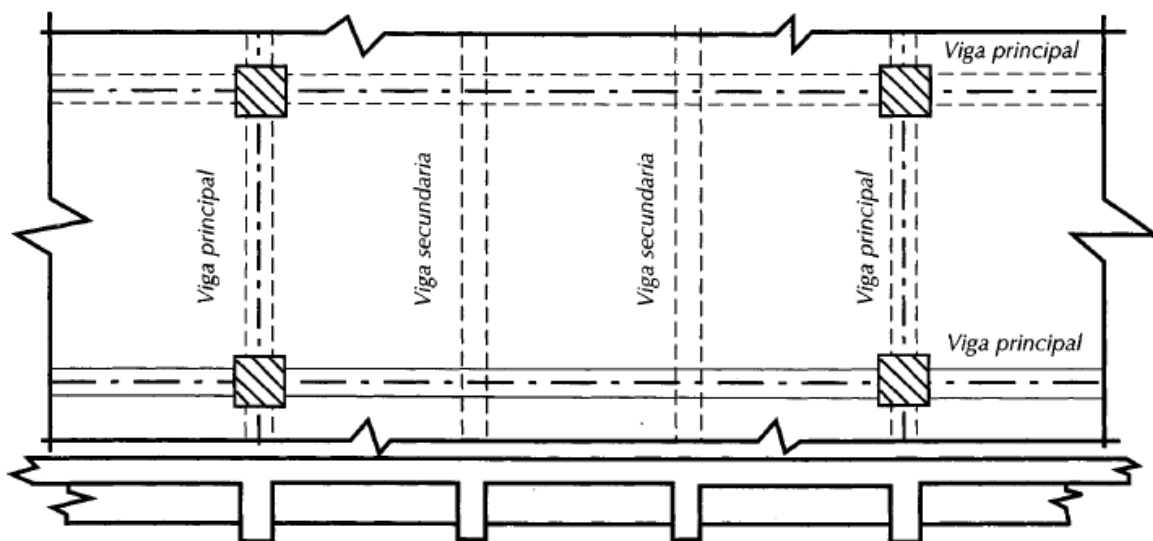


Figura 2. Losa en una dirección. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 548)

“Comportamiento: las losas en una dirección se comportan esencialmente como vigas. Puede considerarse que la losa es una viga cuyo ancho es la longitud del (figura 3), o bien, como se hace más frecuentemente, puede suponerse que la losa está formada por una serie de vigas paralelas e independientes de un metro de ancho como se muestra en la misma figura, que se flexionan uniformemente”. (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 548)

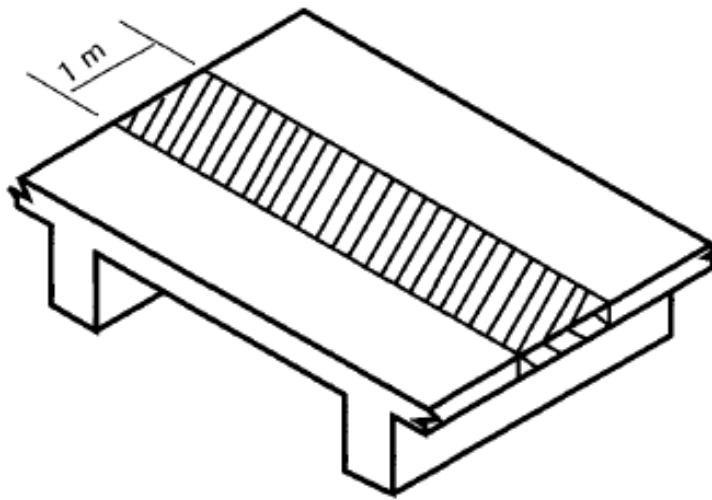


Figura 3. Franja de losa que trabaja como viga de un metro de ancho. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 548)

“Losas apoyadas perimetralmente: son aquellas que están apoyadas sobre vigas o muros en sus cuatro lados, como se muestra en la figura 4, y que por lo tanto trabajan en dos direcciones. La diferencia entre losas que trabajan en una dirección y losas apoyadas perimetralmente puede verse también en la forma que adquieren las losas cuando se deflexionan bajo la acción de cargas normales a su plano: las primeras se deflexionan en curvatura simple mientras que las segundas lo hacen en curvatura doble. Una característica

estructural importante de los apoyos de estas losas es que su rigidez a flexión es mucho mayor que la rigidez a flexión de la propia losa”. (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 569).

“Las losas en dos direcciones son más fuertes (y pueden ser más delgadas que las de una dirección. Las losas en dos direcciones son más eficientes cuando el soporte de espaciamiento es relativamente cuadrado; conforme la forma del bastidor estructural es más alargada, la losa en dos direcciones se comporta cada vez en forma más parecida a la losa en una dirección”. (MOORE, 2000, pág. 97)

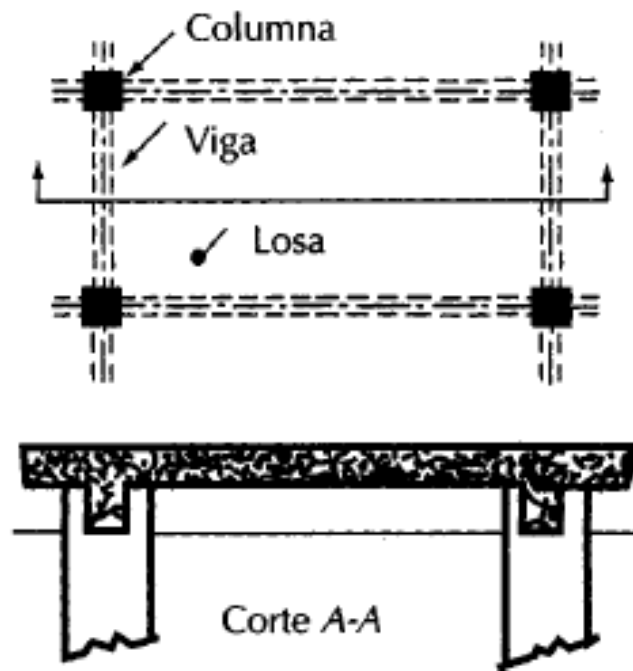


Figura 4. Losas apoyadas perimetralmente. Fuente: (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 569)

“Comportamiento: las losas apoyadas perimetralmente forman parte, comúnmente, de sistemas estructurales integrados por columnas, vigas y losas. El comportamiento de estas no puede estudiarse rigurosamente de forma aislada, sino que debe de analizarse todo el

sistema, ya que las características de cada elemento influyen en el comportamiento de los otros”. (GONZÁLES CUEVAS, 2005, pág. 569)

“Losas planas: las losas que están soportadas solo en puntos de columnas se llaman losas planas. A simple vista vemos que los sistemas de losas planas experimentan una concentración alta de esfuerzo cortante alrededor de las columnas conforme estas tiendan a perforar la losa. Como resultado, las losas planas de concreto deben de ser fuertemente reforzadas. Sin embargo, los bajos costos de este tipo de trabajo y las bajas alturas de entrepiso compensan los altos costos de reforzamiento y hacen que se prefieran este sistema para aplicaciones en tramos cortos” (MOORE, 2000, pág. 97).



Figura 5. Losa Plana. Fuente: (MOORE, 2000, pág. 97)

“Losas nervadas: las losas pueden ser nervadas para reducir el material, peso y costo. En losas de concreto reforzadas, tal configuración de nervaduras coloca la mayor parte del concreto en la parte superior (en el ala, donde este material en compresión es más

efectivo) y la mayoría del acero reforzado en la parte inferior del alma (nervadura) donde este es más ventajoso. Las losas nervadas se clasifican de acuerdo a su claro en una dirección (viguetas) o en dos direcciones (losas reticulares)”. (MOORE, 2000, págs. 98, 99)

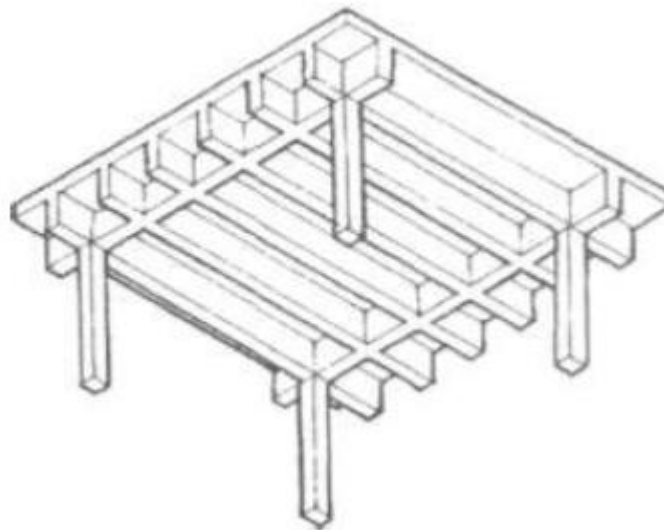


Figura 6. Viguetas de Concreto en una dirección. Fuente: (MOORE, 2000, pág. 99)

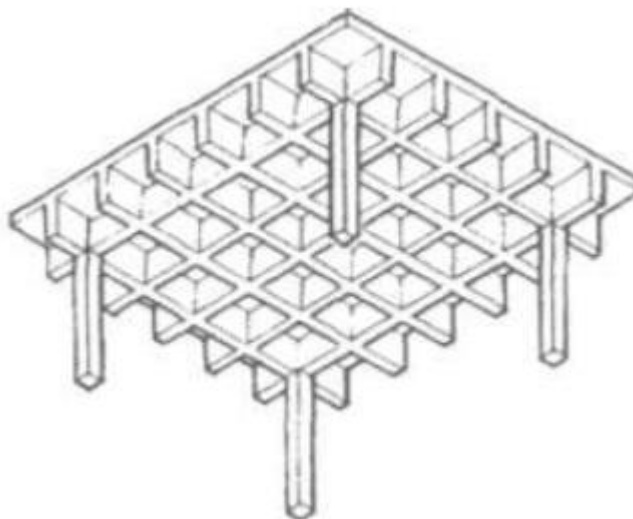


Figura 7. Losa reticular (en dos direcciones). Fuente: (MOORE, 2000, pág. 99)

3.2.4.2.2 Según el tipo de material estructural.

“Losas o placas en concreto reforzado: armada en una o dos direcciones. Las primeras se apoyan en vigas que van en la dirección más larga, mientras las segundas poseen vigas principales en ambos sentidos. Se adaptan a cualquier magnitud de cargas en edificios corrientes cuyas luces máximas entre columnas es alrededor de 10 m”. (MEDINA M., 2013, pág. 4)

“Losa o placa en lámina de acero: Las láminas acanaladas de acero o losacero, en los últimos años han llegado a ser muy popular, sobre todo en edificios de oficina. El acero por lo general es galvanizado por lo que si queda expuesto puede dejarse tal como vino del fabricante. En el caso de la losacero, el procedimiento para determinar el tipo de lámina a emplear consiste en forma general en establecer la separación de los elementos de apoyo (correas) que es capaz de sostener las cargas de servicio ($CP+CV$) sobre la losa (Carga aplicada en la losa menor a la indicada en la tabla).

Cada fabricante proporciona una tabla donde indica la separación de los apoyos y la carga máxima que es capaz de soportar para dicha separación y calibre de placa.

La Figura 8, representa la forma en que se coloca las láminas acanaladas sobre los apoyos o correas, destaca que la dirección es perpendicular a la de los apoyos y la separación de las correas es la de los apoyos, obtenida de la tabla del fabricante. (MEDINA M., 2013, pág. 6)

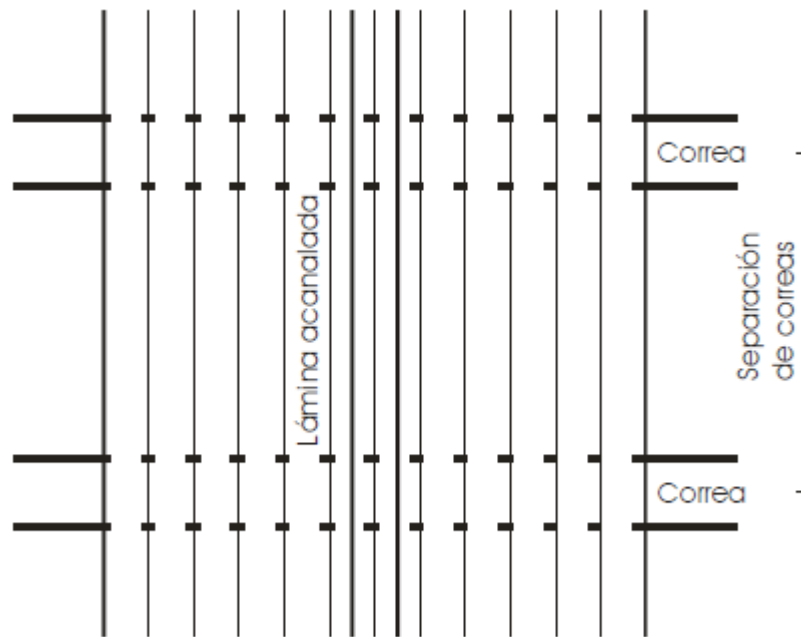


Figura 8. Planta de las láminas acanaladas sobre los elementos de apoyo. Fuente: (MEDINA M., 2013, pág. 7)

3.2.4.3 Proceso constructivo de las losas de concreto

“Las losas se consideran como uno de los elementos más delicados en la construcción de edificaciones, ya que una colocación incorrecta del acero de refuerzo puede llevarla al colapso sin necesidad de que sobrevenga un sismo o alguna otra carga de tipo accidental. Cada paso que se realice durante el proceso constructivo será determinante en el futuro comportamiento de la losa, es por ello que se debe realizar siguiendo las especificaciones técnicas que contempla la Norma para tal fin. La etapa de construcción de la losa es tan importante como todas las anteriores y su correcta realización va a garantizar que el desempeño de la misma sea el esperado para el cual se diseñó. Siempre se debe contar con la ayuda de los planos estructurales de la losa para realizarla, siguiendo las indicaciones y

las especificaciones que da el calculista a cabalidad de manera que una vez finalizada la obra se hayan obtenido las características que se desean en toda losa:

- *Capacidad portante*
- *Solidez*
- *Capacidad de aislamiento acústico*
- *Capacidad de aislamiento térmico*
- *Resistencia al fuego*
- *Resistencia a las sacudidas sísmicas, etc.*

A continuación, se presentan los pasos y procedimientos que se deben realizar en el proceso constructivo de las losas hasta su correcta terminación:

Preparación del sitio de obra: *se debe tener un ambiente de trabajo limpio y libre de obstáculos, en el que se puedan movilizar libremente las personas y maquinarias que participarán en la obra”. (Sánchez, 2014, pág. 2)*

“Preparación de los materiales, herramientas y maquinaria: *al momento de iniciarse la obra se deben contar con todos los implementos que se van a necesitar al igual que tener todos los materiales a disposición para que el proceso no se vea interrumpido o paralizado por la falta de alguno de los anteriores. En la figura 9, se observan los materiales,*

maquinarias y herramientas necesarias para la jornada planificada”. (Sánchez, 2014, pág. 3)



Figura 9. Preparación de Losa o Placa Entrepiso.

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso>

“A continuación, se mencionan algunas de las herramientas, equipos y materiales comúnmente utilizados en la construcción de losas”:

- **“Herramientas:** serrucho, escuadra, martillo, marco de sierra con segueta, gancho para amarrar el acero, pala, pico, palustre, boquillera, dobladora de barra, hilo de nylon, lápiz, nivel, plomo” (Sánchez, 2014, pág. 4).
- **“Equipo:** mezcladora, andamio, escalera, baldes, banco para figurar el acero, carretilla, vibrador” (Sánchez, 2014, pág. 4).
- **“Materiales:** madera (tablas, largueros, tacos), clavos de 3", 2", 2 ½", acero de refuerzo, tuberías PVC sanitaria, hidráulica y eléctrica, alambre cocido no. 18, cemento,

arena, grava, agua, impermeabilizante y producto desmoldante para el encofrado, aditivos si se necesita” (Sánchez, 2014, pág. 4).

“Apuntalamiento y encofrado: se deben armar los encofrados para darle la forma deseada a la losa y apuntalarlos adecuadamente de manera que se resistan las cargas durante la construcción hasta que se alcance la resistencia propia de cada elemento” (Sánchez, 2014, pág. 4).

“El encofrado: es la estructura temporal que sirve para darle al concreto la forma definitiva. Su función principal es ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el sitio correcto, darle al concreto la forma y servirle de apoyo hasta que endurezca, está constituido por el molde y los puntales, que pueden ser metálicos o de madera”. (Sánchez, 2014, pág. 4)

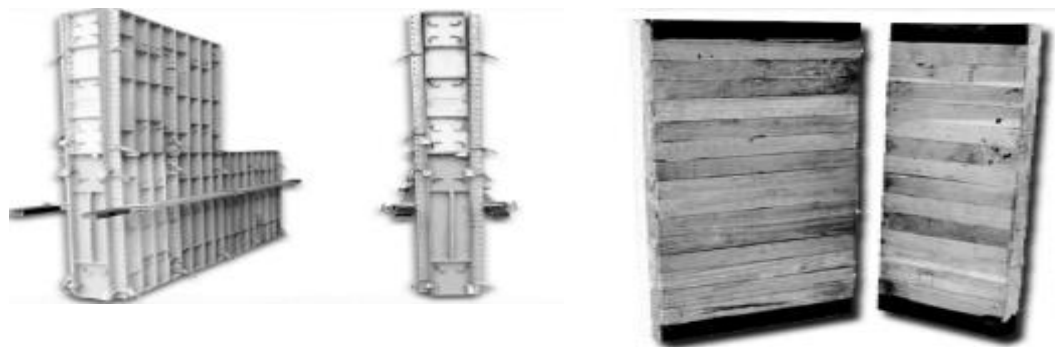


Figura 10. Moldes metálicos y camillas en madera para encofrados. Fuente: <https://titanandamios.com/alquilaer-de-equipos/>

“Existen una gran cantidad de tipos de encofrado, de distintos materiales y de distintas formas, cada uno es utilizado para un fin específico, y así como se explicó anteriormente en este capítulo existen encofrados que no son removibles, es decir que pasan a formar parte de la estructura después del vaciado. El material más usado es la madera, pero también los hay metálicos y de plástico”. (Sánchez, 2014, pág. 4)

*“**Los tableros de madera:** presentan la ventaja de que pueden ser cortados para darles la forma deseada, sin embargo, esto genera desperdicios de material que en ocasiones no se puede reutilizar. Para alargar la vida útil del encofrado y que se pueda reutilizar en distintas obras se le debe dar un cuidado especial como se indica:*

- Se deben limpiar retirando el concreto adherido inmediatamente después del desencofrado, con agua a presión y cepillo de cerdas plásticas blandas.*
- Se deben retirar todos los dispositivos flojos, las varillas de amarre, clavos, tornillos, residuos de lechada o polvo.*
- Una vez usados se deben limpiar y retirar clavos, tornillos, pasadores, abrazaderas, alambres, etc.*
- Se debe controlar el uso excesivo de martillo metálico durante el vaciado y el desencofrado pues el golpearlos con esta herramienta los deteriora.*
- No deben almacenarse a la intemperie al sol y al agua, porque se tuercen y se deteriora su superficie.*
- No debe abusarse del uso de clavos y tornillos pues se debilita la madera.*

- *Se deben pintar periódicamente con pinturas resistentes al agua para evitar cambios volumétricos por absorción de agua.*

- *No deben someterse a cargas y esfuerzos excesivos, ni emplearse para usos diferentes a los previstos, para evitar su deterioro y deformación”. (Sánchez, 2014, pág. 4)*

“Los encofrados metálicos: *presentan un desgaste mínimo con un manejo adecuado. Al igual que los de madera deben ser tratados de manera especial:*

- *Se deben limpiar bien luego de usarlos, e impregnarlos con un producto desmoldante comercial: aceite, petróleo o gasoil con parafina al 50%, dependiendo del acabado que se quiera lograr.*

- *Se debe evitar la oxidación protegiéndolos periódicamente con pintura anticorrosiva, sobre todo si van a estar mucho tiempo a la intemperie.*

- *Debe protegérsele también de los rayos del sol y de la lluvia.*

- *Se debe almacenar en sitios cubiertos y secos, debidamente codificados, colocado verticalmente o ligeramente inclinado cuando se recuesten sobre un muro y levantados del piso sobre zancos o tacos.*

- *Las piezas o componentes defectuosos se deben reparar o reemplazar debida y oportunamente”. (Sánchez, 2014, págs. 4, 5)*

“Encofrados plásticos: *son los más usados para el vaciado de losas nervadas y reticulares ya que vienen con formas y dimensiones predefinidas para tal fin. Su principal ventaja es que son muy fáciles de manipular y colocar en sitio debido a su ligereza. Se deben*

manipular con igual precaución que los encofrados de madera y metálicos para prolongar su vida útil. En nuestro país se le conoce con el nombre de Casetones”. (Sánchez, 2014, pág. 5)

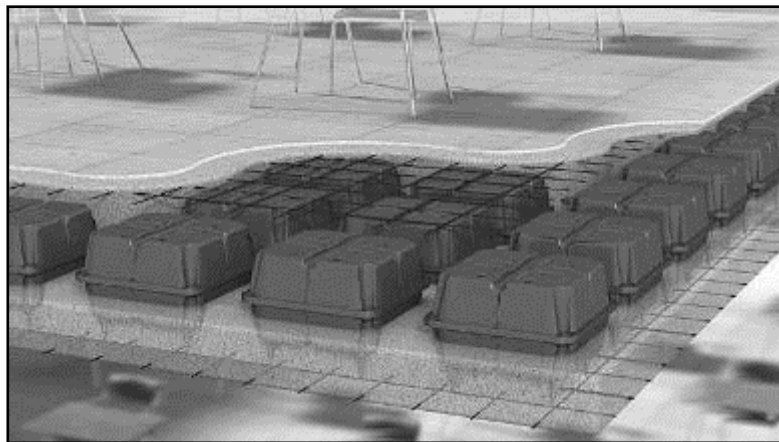


Figura 11. Encofrados Plásticos. Fuente: <https://www.daliform.com/es/encofrado-no-recuperable-para-losas-aligeradas/aplicaciones-u-boot-beton/#!>

“Puntales: Los puntales son los elementos que le proporcionan soporte al encofrado hasta que el concreto fragüe y la estructura sea capaz de resistir las cargas debidas a su propio peso. Pueden ser de madera y metálicos como se pueden observar en la figura 12 y 13, estos últimos tienen la ventaja de ser extensibles de manera que se pueden adaptar a las distintas alturas de entrepiso que pudieran tener las edificaciones. Los de madera simplemente son cercos que se cortan a la longitud deseada, en ocasiones se necesita completar la altura con pequeños tacos de madera. Se debe garantizar que los puntales queden firmemente anclados al encofrado y al piso del nivel inferior para evitar desplazamientos de los mismos antes, durante o después del vaciado”. (Sánchez, 2014, pág. 5)

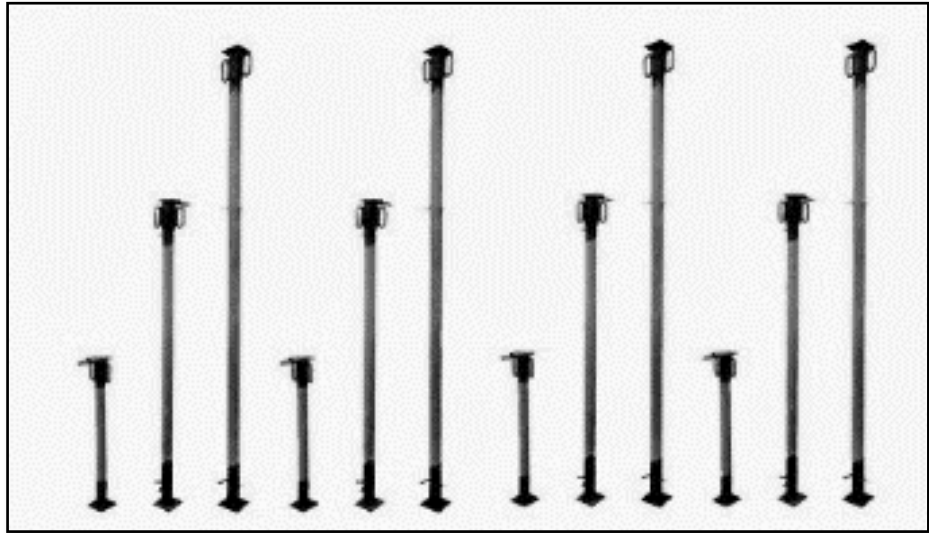


Figura 12. Puntales Metálicos. Fuente: <https://titanandamios.com/alquilaer-de-equipos/>

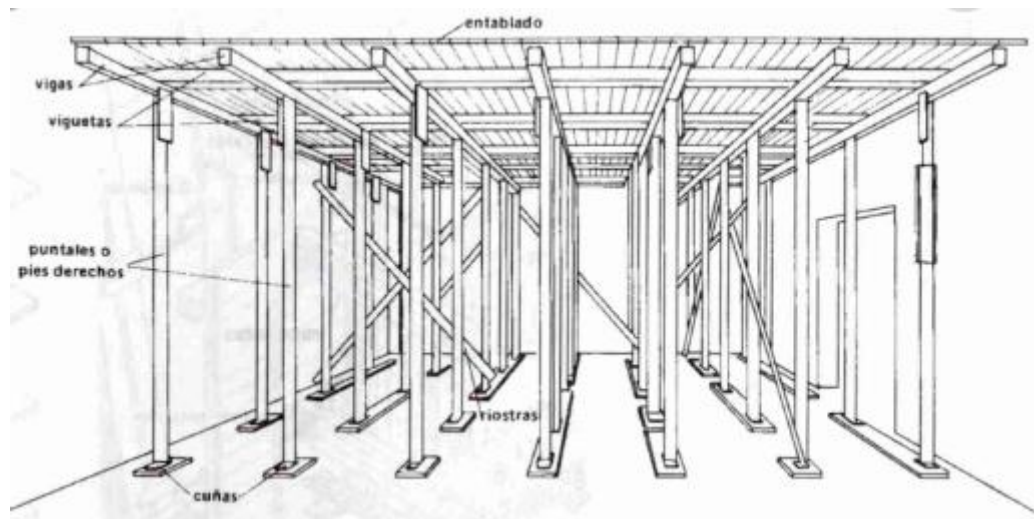


Figura 13. Puntales en Madera. Fuente: [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria restauracion edificaciones/procesos procedimientos para la construccion.html](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html)

“Colocación del acero de refuerzo inferior: Luego de haber encofrado y apuntalado correctamente la losa se procede a la colocación del acero de refuerzo de la misma. Es evidente que previamente se debió haber cortado y doblado las barras de acuerdo a los planos del despiece. Es importante que las barras se fijen firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando el concreto, también debemos respetar los recubrimientos que deben tener, si es necesario se pueden apoyar sobre tacos de concreto que tengan una altura igual a la del recubrimiento y una resistencia mayor o igual a la del concreto que se vaciará en la losa. Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya. También se deben dejar los arranques de las barras con longitudes adecuadas de los elementos que no serán vaciados junto con la losa”. (Sánchez, 2014, pág. 7).

“Colocación del acero de refuerzo superior: Se coloca el acero superior teniendo las mismas precauciones que el acero inferior, sino se requiere de la colocación de barras de refuerzo se coloca la malla electrosoldada de acuerdo a los planos de despiece como se aprecia en la figura 14”. (Sánchez, 2014, pág. 10)



Figura 14. Instalación del acero de refuerzo. Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso>

“Colocación de las tuberías y conductos para instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

De acuerdo al uso de la edificación o del nivel que se esté por construyendo, se puede decidir entre encajar las tuberías y conductos en la losa o si colgarlos para que vayan debajo de la misma, quedando a la vista desde el nivel inferior. De cualquier manera, se deben ubicar en su posición antes de vaciar el concreto. En el caso de las tuberías destinadas a las instalaciones eléctricas se recomienda pintarlas o etiquetarlas de manera que se puedan distinguir entre las tuberías de apagadores, tomacorrientes, etc. Al igual que el acero, las tuberías se deben fijar para que no se muevan durante el vaciado del concreto. Se debe tener especial precaución con que la colocación de las tuberías y conductos no afecte la resistencia debido a la pérdida de sección de la losa”. (Sánchez, 2014, pág. 9)



Figura 15. Preparación de las redes hidrosanitarias y eléctricas sobre la losa previo al vaciado de concreto. Fuente:

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-placas-de-entrepiso>

“Vaciado: Luego de tener todos los elementos de la losa ubicados en su sitio, se lleva a cabo el proceso de vaciado de concreto, el cual puede ser mezclado en obra o traído de una planta de premezclado como se observa en la figura 16. El vaciado se puede realizar con la utilización de herramientas simples como baldes y carretillas si se trata de la planta baja o los niveles inferiores de la edificación (máximo hasta el segundo nivel) con la ayuda de un sistema de poleas. Para niveles superiores se puede realizar con la utilización de una grúa y un carretón, o mediante la utilización de bombas que lleven el concreto a través de tuberías. Durante el vaciado se debe expandir el concreto por toda la losa con rastrillos metálicos y vibrar la mezcla para que se asiente uniformemente y adopte la forma del encofrado evitando así que queden espacios vacíos dentro de la losa que pudieran perjudicar su comportamiento estructural o dejar al descubierto el acero de refuerzo o las tuberías. No se debe exceder en el vibrado porque causa la segregación del material, separando el agregado grueso del fino y quedando una lechada de concreto pobre en la parte superior de la losa. Una vez alcanzado el nivel superior de la losa se debe emparejar la superficie con regletas y palustres para que tenga un acabado liso”. (Sánchez, 2014, pág. 11)



Figura 16. Vaciado de Concreto. Fuente: <https://www.acero-deck.com/instalacion>

“Curado del concreto: El objetivo principal del curado es el de evitar que se evapore el agua de la mezcla, lo que podría producir grietas de retracción debido a la pérdida de humedad y alteraciones en la relación agua/cemento de la mezcla, lo que incide directamente en su resistencia. Para obtener mejores resultados, se recomienda humedecer el concreto durante los primeros 7 días de vaciado. El proceso del curado empieza incluso antes del vaciado del concreto, al mantener humectado el encofrado, para así evitar la pérdida del agua por la absorción de la madera. Existen diversas técnicas para curar el concreto, además de la aplicación del agua por medio de mangueras (figura 17) o aspersores también se puede utilizar membranas impermeables que impiden la evaporación del agua, pero además de costosas, prolongan el tiempo de curado en casi el doble del tiempo”.

“En climas calurosos, como en nuestro país, se requiere de mayor cuidado en el proceso del curado, ya que es mucho más fácil que se evapore el agua, entre alguna de las recomendaciones que se pueden hacer es la de dejar los encofrados por más tiempo de lo requerido, para así evitar que el sol incida directamente sobre el concreto. Otra recomendación es la de colocar y humedecer las pacas de cemento ya utilizadas sobre la superficie de concreto. En climas fríos, el curado no es un proceso tan crítico, pero el proceso se debe realizar por más tiempo, ya que el concreto se tarda más en alcanzar su resistencia. Un curado mal hecho puede producir grietas por contracción en el fraguado y puede llegar a disminuir la resistencia del concreto a los 28 días en un 50%”. (Sánchez, 2014, págs. 11, 12)



Figura 17. Curado del Concreto. Fuente: <http://www.tecnopreco.com/2016/11/07/la-importancia-del-curado-en-las-losas-de-hormigon/>

“Desapuntalamiento y desencofrado: Una vez iniciado el fraguado del concreto se pueden comenzar a retirar los encofrados laterales de la losa y posteriormente se pueden retirar algunos puntales. El desapuntalamiento se debe ir haciendo en forma progresiva a medida que van pasando los días, hasta que se pueden retirar todos los puntales y el encofrado a los 21 días”. (Sánchez, 2014, pág. 13).

3.2.4.4 Protección del concreto contra químicos y gases.

De acuerdo con la norma NSR-10 colombiana, en este documento debe ser concluyente en los siguientes aspectos:

El concreto que pueda verse sometido al ataque de soluciones químicas o gases corrosivos debe de protegerse así:

- **General.** “Cuando el concreto este contacto con químicos o gases corrosivos que ataquen la matriz de mortero del concreto o el acero de refuerzo, deben de utilizarse revestimientos o coberturas. Los revestimientos o coberturas para prevenir el contacto de químicos en solución o gases nocivos con la superficie de concreto deben de ser impermeables y tener buena adherencia”. (NSR-10, 2010, págs. C-434)

- **Compatibilidad con el ozono.** “Los revestimientos de superficie o coberturas no se deben utilizar en contacto con el gas ozono sin determinar por medio de ensayos su compatibilidad” (NSR-10, 2010, págs. C-435).

- **Ensayos a los revestimientos.** “Los revestimientos se deben de especificar para el tipo de exposición esperado. La efectividad de los recubrimientos debe de establecerse por medio de ensayos. El espesor de los revestimientos se debe medir utilizando instrumentos apropiados para medir espesores de materiales en forma de película. Deben de realizarse ensayos de chispa de las uniones de las coberturas”. (NSR-10, 2010, págs. C-435)

- **Transmisión de vapor a través de las coberturas y revestimientos.** “Cuando la transmisión de vapor de agua a través de revestimientos y coberturas sea peligrosa estos deben de tener una transmisión de vapor de 1×10^{-6} cm/s (34 g/h/m²) cuando se ensaye de acuerdo a la norma ASTM E 96”. (NSR-10, 2010, págs. C-435)

Selección de los revestimientos y coberturas.

“La selección de los revestimientos y coberturas debe de tener en cuenta los químicos a los cuales deben de ser resistentes dentro de los que puedan existir en la estructura ambiental y que entren en contacto con ellos” (NSR-10, 2010, págs. C-435).

Protección de concreto para el refuerzo

Los requisitos se distribuyen por la siguiente tabla, donde se presentan los recubrimientos a emplear en estructuras ambientales.

Tabla 1. C.23-C.7.7.1-Protección de concreto para Refuerzo en Estructuras Ambientales.

Condición			Concreto construido en sitio	Concreto prefabricado Nota-1	Concreto preesforzado vaciado en sitio
(a) Concreto vaciado contra la tierra y en permanente contacto con ella			75 mm	No aplica	75 mm
(b) Concreto expuesto a la tierra, líquidos, intemperie, o en losas que sostienen rellenos de tierra	Losas y viguetas		50 mm	40 mm	40 mm
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	50 mm	40 mm	40 mm
		Refuerzo principal	65 mm	50 mm	50 mm
	Muros		50 mm	40 mm	40 mm
	Zapatas y losas de base	Superficies vaciadas contra formaleta	50 mm	No aplica	No aplica
		Superficie superior de zapatas y losas de base	50 mm	No aplica	No aplica
	Cascarones y losas plegadas		40 mm	25 mm	25 mm
(c) Condiciones no cubiertas en (a) o (b)	Losas y viguetas	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm ^{Nota-2}	20 mm
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	40 mm	40 mm ^{Nota-3}	40 mm
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	40 mm	25 mm	25 mm
		Refuerzo principal	50 mm	40 mm	40 mm
	Muros	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm ^{Nota-2}	20 mm
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	40 mm	40 mm ^{Nota-3}	40 mm
	Cascarones y losas plegadas	Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambre MW30 o MD30 (6.2 mm de diámetro), o menores	13 mm	20 mm	20 mm
		Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) y mayores	20 mm	25 mm	25 mm

Nota-1 – Construido bajo condiciones de control en planta de prefabricación

Nota-2 – Incluye ductos de preesforzado menores de 40 mm de diámetro

4 METODOLOGÍA

Lo procesos metodológicos se relacionan a continuación y tienen como base como medida previa una inspección visual y seguidamente se procede a realizar ensayos no destructivos y destructivos a la estructura en análisis, para finalmente hacer un diagnóstico de las posibles causas de los inconvenientes, así como los procesos para recuperar y rehabilitar la estructura.

4.1 Inspección y toma de muestras

Mediante la obtención de planos estructurales y con el apoyo técnico de un laboratorio para la realización de los ensayos, se practicará una primera inspección con el objeto de efectuar la toma de muestras para los análisis técnicos; además, para determinar el alcance de las afectaciones a la losa de concreto, así como a las vigas riostras y vigas principales.

4.2 Análisis de resultados

Seguidamente y luego de la obtención de los resultados de los ensayos, se procederá a determinar las causas probables de los daños.

4.3 Diagnóstico y alternativas de solución

Diagnóstico de las causas probables que generaron tales fallas y se relacionaran las alternativas de los procesos correctivos, así como el presupuesto y valor final para cada una de ellas.

4.4 Alternativa final

Luego de la presentación de las propuestas, cada una con su respectivo presupuesto, se realizará la selección de la alternativa más viable, desde el punto de vista funcional, técnico y económico.

5 HISTORIA CLÍNICA

5.1 Selección del paciente

Luego de advertir, relacionar y puntualizar sobre las diferentes deficiencias constructivas en algunas edificaciones elevadas, tal como se ha manifestado en el presente documento y con el propósito de formular además de las soluciones, las posibles causas y factores que generaron tales deficiencias, se realiza la selección del paciente previa autorización y evaluación de criterios respecto de las severidades de los daños. Bajo estos parámetros se selecciona como alternativa el área de parqueaderos del Edificio San Silvestre II, toda vez que, es de notable evidencia las irregularidades que se presentan en las vigas riostras y las vigas principales de este sector en particular.

Conocedores de los inconvenientes técnicos que se presentaron en la ejecución de la obra, puntualizados en fallas en el encofrado y la fundida de las vigas en el sótano de parqueaderos, los cuales obedecen a equívocos y erróneos procesos por evidente falta de control de calidad, la administración del edificio nos permitió realizar los análisis de lesiones y la realización de ensayos de laboratorio con el fin de evaluar y conceptualizar respecto de los daños y posibles soluciones a las fallas mencionadas.

5.2 Responsables del estudio

Ingenieros:

Andrés Rodolfo Soler Vega

Luis Alfonso Mendoza Alandete

Agustín Alonso Torres González

5.3 Fecha de realización de los análisis y estudios

Luego de la selección del paciente, que para este caso corresponde al sótano de parqueaderos del edificio san Silvestre II, se inicia desde el mes de enero de 2019 todas las precisiones y estudios, con el fin de adelantar los análisis y ensayos correspondientes y a su vez diagnosticar y presentar las alternativas de solución.

5.4 Localización del municipio de Villavicencio en el departamento del Meta



Figura 18. Ubicación de Villavicencio en el departamento del Meta. Fuente /www.todacolombia.com

5.4.1 Breve descripción del municipio

La siguiente descripción corresponde a datos generales del municipio de Villavicencio, lo anterior teniendo en cuenta la alta pluviosidad, la gran cantidad de afluentes que circulan por el casco urbano de la ciudad, la alta concentración de humedad relativa, la ubicación, el componente geográfico del Municipio y las incidencias que puedan realizar este tipo de factores en edificaciones construidas en una zona de amenaza sísmica alta.

Villavicencio se encuentra ubicada en el llamado Piedemonte de la Cordillera Oriental, en la orilla del río Guatiquía, al noroccidente del departamento del Meta a 467 m.s.n.m. El clima en la ciudad es de un promedio de 27°C todo el año, con una humedad de gran relevancia.

Este territorio se destaca por estar dividido en dos regiones geográficas: una montañosa, al occidente y nororiente del municipio, siendo el costado de la cordillera oriental de Colombia; y la región planicie, que corresponde al comienzo del piedemonte llanero. La ciudad limita al norte con los municipios de Restrepo y El Calvario; al oriente con Puerto López, al sur con Acacías y San Carlos de Guaroa, y al occidente con Acacías y el departamento de Cundinamarca.

Villavicencio cuenta con fuentes hídricas de gran relevancia, que son: al norte por el río Guatiquía, al sur por el río Guayuriba, en la parte central los ríos Ocoa y Negro, además de otros caños y quebradas de menor tamaño.

Luego de su fundación, se desarrollan una serie de acontecimientos de gran importancia que le dan forma a la ciudad que es hoy en día:

- En 1890 hubo un incendio que destruyó gran parte de la población, y con esto, los archivos e información histórica, política y social. Debido a esto, se traslada la población a su ubicación actual.

- En 1936, Villavicencio queda conectada a Bogotá por carretera pavimentada. En 1959 se le otorga el título de Ciudad y se ratifica como capital del Meta. Luego de este año, se inicia una época de expansión cultural, económica, turística y urbanística de ésta y sus alrededores, hasta ahora.

5.4.1.1 límites municipales

- Norte: municipios de Restrepo y El Calvario.
- Oriente: municipio de Puerto López.
- Sur: municipio de Acacías y San Carlos de Guaroa.
- Occidente: municipio de Acacías y el Departamento de Cundinamarca

5.5 Localización del paciente en el municipio de Villavicencio

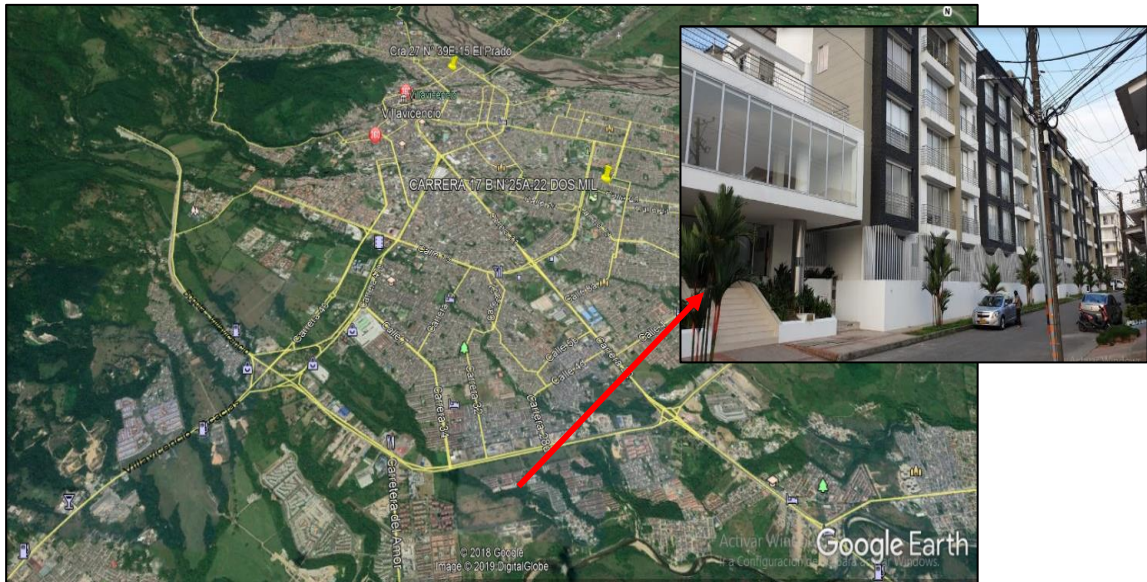


Figura 19. Ubicación del paciente en el casco urbano del municipio, comuna 7 de Villavicencio. Fuente: Google Earth

5.6 Zona de amenaza sísmica del Municipio donde se ubica el paciente

De acuerdo a los análisis de resultados registrados en la Norma Colombiana Sismo resistente del año 2010, el municipio de Villavicencio se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta.

Tabla 2. Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y A_v . Fuente NSR 2010

Mayor valor entre A_a y A_v	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica
0.50	10	Alta
0.45	9	Alta
0.40	8	Alta
0.35	7	Alta
0.30	6	Alta
0.25	5	Alta
0.20	4	Intermedia
0.15	3	Intermedia
0.10	2	Baja
0.05	1	Baja

Tabla 3. Valores de A_a y A_v para Ciudades capitales. Fuente NSR 2010

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincedejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

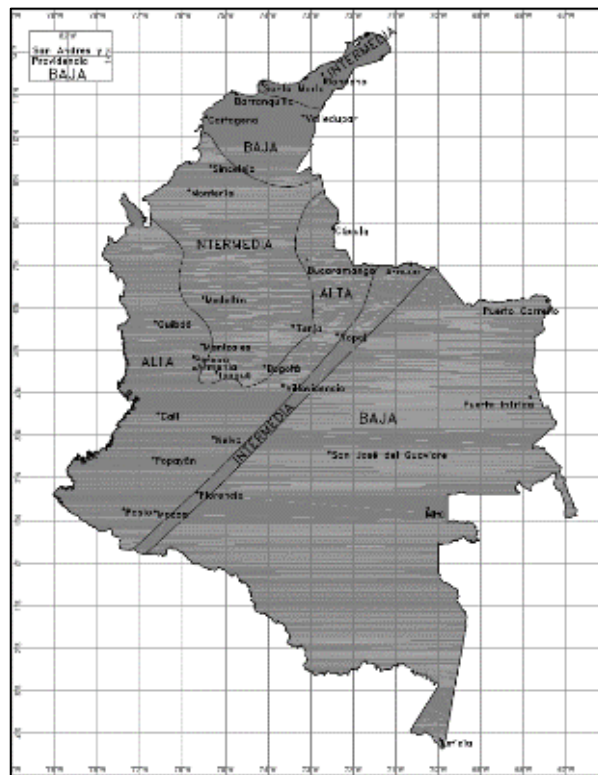


Figura 20. Mapa de zonas de amenazas sísmicas. Fuente NSR 10

5.7 Descripción actual de la estructura

Tal como se observó previamente, el edificio San Silvestre II se encuentra ubicado en la comuna 7 calle 3 sur manzana 3 EDIFICIO SAN SILVESTRE, Urbanización Rosa Blanca Oriental en el Municipio de Villavicencio a 230 metros de la vía que conduce a la hacía Bogotá.

El sistema de ingreso vehicular desde y hacia el edificio San Silvestre II se realiza por una sola vía con doble sentido con un ancho de 7 metros, razón por la cual es probable el tránsito de vehículos de mediano tamaño e inclusive vehículos tipo Tándem, sin embargo, este tipo de particularidad no tiene ningún tipo de incidencia en las características y causas de lo observado en el paciente analizado.

Al ingresar al sótano de parqueaderos de automóviles y motocicletas el cual tiene una superficie aproximada de 2.723,40 metros cuadrados en un solo nivel, se observa que tanto las vigas principales como las vigas riostras de la losa entre piso tienen serias deficiencias de tipo constructivo.

Las deficiencias señaladas en el anterior párrafo corresponden a la exposición del acero de refuerzo en la parte inferior de los elementos estructurales mencionados, los cuales, además, tienen adherido en su superficie (tal como se observa en la ilustración 12, 13, 14 y 15) poliestireno expandido (icopor) utilizado en el momento de la ejecución de la obra como elemento de aligeramiento.



Figura 21. Estado Actual de las Vigas Riostras y Viga Principal del Eje 5 Fuente: Propia.



Figura 22. Evidencia del material (Poliestireno Expandido) utilizado como encofrado en la superficie inferior de las Vigas. Fuente: Propia.



Figura 23. Exposición severa del acero de refuerzo de las vigas riostras. Fuente Propia



Figura 24. Evidencia de la falta de recubrimiento al acero de refuerzo en las vigas riostras y parte inferior de la placa entrepiso del parqueadero. Fuente Propia.

5.8 Ubicación de las deficiencias

Las deficiencias se observan sobre los ejes 5 y 6, los cuales se ubican a 2 metros de la puerta de ingreso y afectan tal como se mencionó a las vigas principales y a las vigas riostras, sin embargo, es de importante análisis la losa de concreto anexas a estos ejes longitudinales, toda vez que es evidente el poco recubrimiento del concreto sobre el acero de refuerzo como se indican en las figuras 24 y 25.

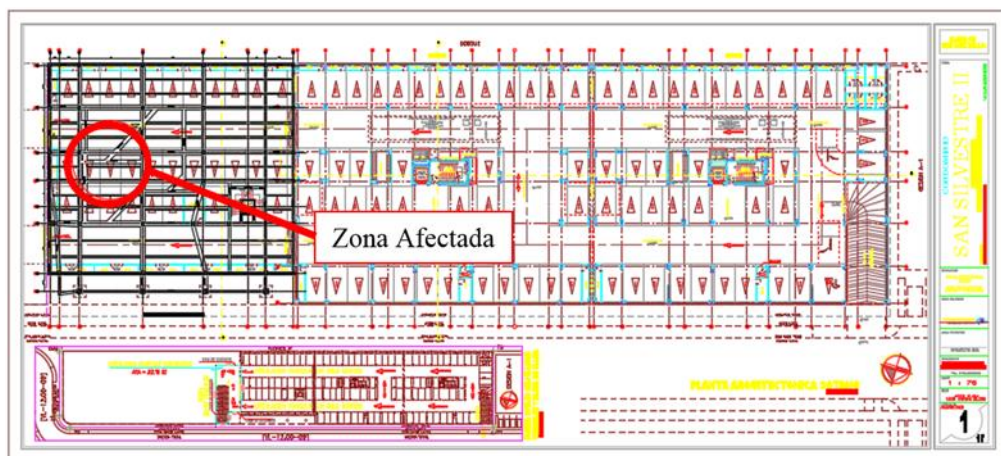


Figura 25. Planta estructural de losa entrepiso. Fuente: Propia.

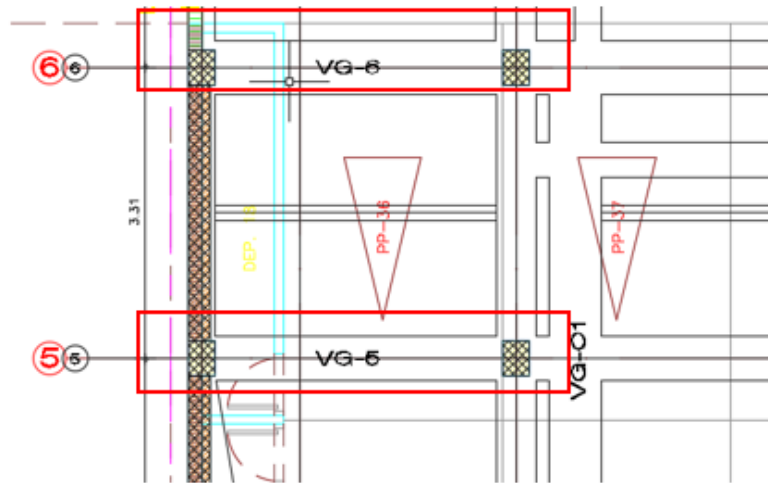


Figura 26. Detalle donde se ubican las irregularidades constructivas. Fuente: Propia



Figura 27. Exposición del acero de refuerzo de la viga principal y riostra del Eje 6 de la estructura. Fuente: Propia



Figura 28. Losa de Concreto Entre Piso, Evidencia de Fallas en el Recubrimiento del Concreto. Fuente: propia.

5.9 Severidad de las lesiones

Son claras y evidentes las fallas constructivas que afectan un sector de la losa entre piso del sótano de parqueos del edificio; no obstante, es de relacionar que la construcción tiene solamente un año de ocupación, lo anterior, si bien es cierto, disminuye las probabilidades de grandes afectaciones por la incidencia de la carbonatación, también hay que decir que hay tramos en los que la exposición del acero de refuerzo es mayúscula, vulnerándose la capa protectora del refuerzo (despasivación) e iniciándose una probable corrosión.

5.10 Uso diario al paciente

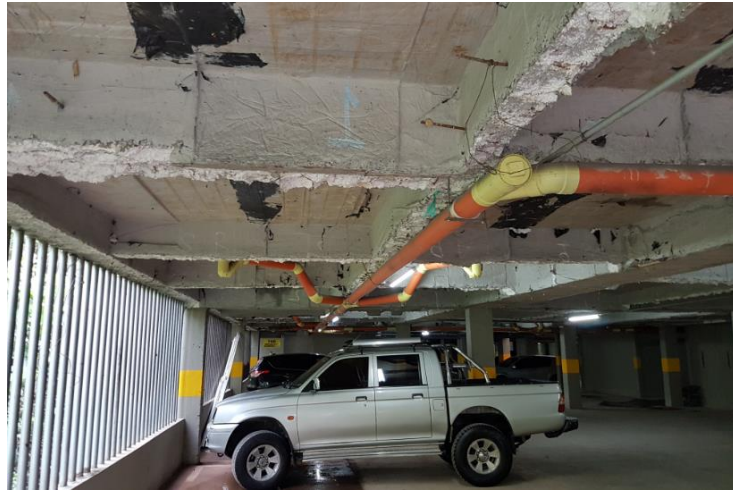


Figura 29. Parqueo de Vehículos Constante por los propietarios y visitantes del Edificio. Fuente Propia

El edificio San Silvestre II, está constituido por dos (02) torres, de cinco (05) pisos cada uno y un (1) sótano que funciona como parqueadero, este último, su área está distribuida para parquear noventa y cinco (95) vehículos, y un área de motos de aproximadamente 9 m².

Teniendo en cuenta lo anterior, los elementos estructurales de concreto reforzado que conforman el sótano, están expuestos constantemente a los gases contaminantes liberados por los vehículos que en combinación de varios factores como lo son la humedad, temperatura, ataque químico de CO₂ atmosférico, porosidad del concreto, relación agua/cemento y malas prácticas constructivas pueden, provocar que el concreto pierda gradualmente su durabilidad, este proceso se conoce como fenómeno de la carbonatación.

5.11 Carbonatación

(Broto, 2006) afirma: “La carbonatación es el proceso por el cual la alcalinidad de un hormigón se ve afectada por los efectos de las reacciones causadas por atmosferas contaminadas con anhídrido carbónico. Se trata de un caso especial de ataque ácido.

Las armaduras de un hormigón recién puesto en obra están protegidas frente a riesgos de oxidación por el recubrimiento y por la presencia del hidróxido de calcio. Y así continuarían, de forma estable si, a través de sus poros, no penetrase la humedad ambiental con anhídrido carbónico. Se produce entonces la reacción por la que el hidróxido cálcico se transforma en carbonato, disminuyendo la alcalinidad desde un pH de 12 ó 13 a otro pH de valor 9 ó 9,5.

Por consiguiente, la alcalinidad ya no es suficiente para proteger la armadura comenzando la oxidación. El mecanismo de reacción es relativamente complejo e intervienen en él la cantidad de sodio y potasio presentes en el cemento.

La capacidad de fijación del CO_2 depende directamente de la cantidad de estos presentes. La velocidad del proceso depende a su vez de la facilidad con el CO_2 se adentra en el interior de los poros del hormigón.

En el proceso de difusión la humedad relativa del aire de los poros se juega un papel decisivo. El coeficiente de difusión del CO_2 es 10.000 veces superior en el aire que, en el agua, por tanto, si los poros están saturados de agua la penetración del gas es muy débil y la reacción es inexistente.

El avance de la carbonatación está en función de la humedad relativa del aire, de la proporción de CO_2 y de la porosidad. A los efectos de evitar estos procesos importantes conseguir hormigones compactos y mantener los recubrimientos mínimos.

La zona carbonatada se determina aplicando al hormigón una solución alcohólica de fenolftaleína al 1.5 ó 2 % con adición de un 10 % de agua destilada. Las zonas con un pH menor a 10 dan una tonalidad roja oscura.

Un problema que plantean los hormigones fabricados en épocas recientes es el bajo contenido en cemento, al haberse dosificado por resistencia, permiten el avance de la carbonatación”.

(pág. 150)

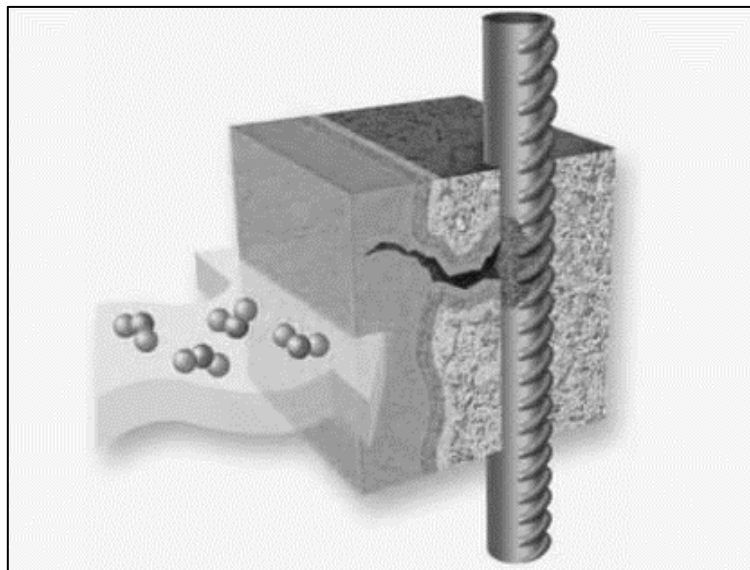


Figura 30. Proceso del Fenómeno de Carbonatación del Concreto Hidráulico. Fuente <https://www.rtarquitectura.com/carbonatacion-en-el-hormigon-causas-y-efectos/>

5.11.1 Recubrimiento del concreto y defectos de superficie

“La carbonatación puede causar problemas de corrosión incluso en un concreto de alta calidad: un recubrimiento bajo del concreto y defectos de superficie tales como grietas y pequeños agujeros proporcionan una ruta directa al acero de refuerzo. No pasará mucho tiempo antes de que el acero en el área de esta grieta empiece a corroerse.

Los bordes del recubrimiento de concreto son especialmente susceptibles a la corrosión por carbonatación. Si el acero en estas áreas no tuviera un recubrimiento de concreto adecuado, la carbonatación conduciría a la corrosión y podría causar desportillamiento en los bordes en muy pocos años.

Durante la construcción original, las esquinas son también áreas donde con frecuencia el concreto no está bien compactado. Los huecos y los agregados expuestos de la superficie reducen el recubrimiento de concreto, permitiendo que la carbonatación alcance rápidamente el acero”. (OSORIO, 2018)

5.11.2 Factores que afectan la carbonatación

“El proceso de carbonatación se ve afectado por variables naturales que se encuentran en el concreto. El aumento de carbonatación depende, en gran medida, del contenido de humedad y de la permeabilidad del concreto. Para que haya carbonatación, debe haber humedad.

La reacción de carbonatación avanza más rápidamente cuando la humedad relativa en el concreto se encuentra entre el 50 y el 60 por ciento. Si la humedad es baja, significa que no hay suficiente agua en los poros del concreto para que se disuelvan cantidades significativas de hidróxido de calcio.

Otro asunto fundamental es que el concreto permeable se carbonatará rápidamente: una forma de sumar años de protección contra la carbonatación es el seguimiento de prácticas estándar para producir concretos de baja permeabilidad: estas incluyen relaciones bajas de agua/cemento, compactación apropiada por vibración, uso de puzolanas como cenizas volantes o humo de sílice, y un **curado del concreto** apropiado.

Todas estas prácticas reducen la permeabilidad del concreto y hacen menos probable que el dióxido de carbono se difunda a través del concreto”. (OSORIO, 2018)

5.12 Efectos de pasivación del armado del concreto

(LÓPEZ RODRIGUEZ, RODRIGUEZ RODRIGUEZ, SANTA CRUZ ASTORQUI, TORREÑO LOPEZ, & UBEDA DE MINGO, 2004) afirman: “el hormigón constituye un medio perfecto de conservación del acero, pues proporciona a este una película muy fina (microscópica) de óxido y muy adherente, llamada capa de pasivación, cuyo alto índice de alcalinidad (PH de 12 a 14) impide la corrosión del acero. Cuando el PH de esta capa desciende por debajo de 9, el acero queda totalmente desprotegido.

Cuando se produce la infiltración a través de fisuras (o a través de los capilares) de algún tipo de agente, se produce la despasivación, que desprotege a la armadura y provoca la corrosión del acero.

Los principales procesos que llegan a destruir la capa de Pasivación, son:

- *La carbonatación del hormigón, que provoca una corrosión generalizada.*
- *La presencia de cloruros, que provoca corrosión puntual y localizada.*
- *La sulfatación del hormigón (muy poco frecuente).*

Estos fenómenos únicamente son activos y perjudiciales si se cumplen simultáneamente la existencia de la humedad alta (sin llegar a la saturación) y la existencia de oxígeno”. (pág. 57)

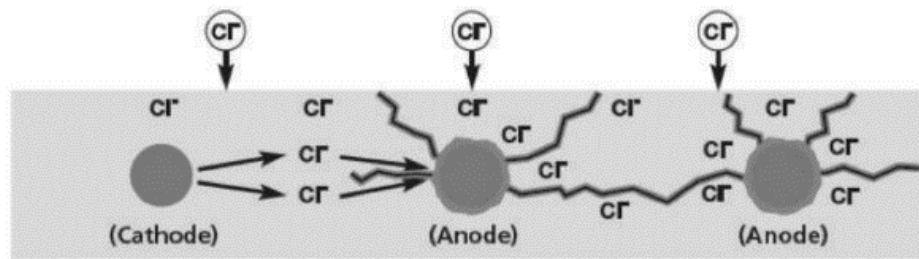


Figura 33. Descripción Gráfica Del Proceso de Despasivación del Acero. Fuente http://www.toxement.com.co/media/3739/spec_gui-a_corrosio-n_.pdf.

Los ensayos al concreto son el primer paso del desarrollo constructivo que marcará la pauta para un veredicto de calidad y durabilidad de las estructuras construidas con este material. Si se le da la importancia que corresponde, esto permite tomar decisiones para optimizar desempeños y una buena ejecución de los procesos constructivos.

6.1 Ensayos de esclerometrías.

Este ensayo es considerado no destructivo que permite determinar la resistencia de un elemento de concreto a partir del número de rebotes del esclerómetro del concreto endurecido, sin embargo, se debe de tomar en cuenta que este método de prueba no es conveniente como la base para la aceptación o rechazo de un concreto.

6.1.1 Procedimiento del muestreo con martillo de rebote





Figura 34. Ensayo de esclerometría a los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente: Propia.

A continuación, se realiza un análisis a los resultados de las esclerometrías realizadas en el sitio a las vigas en concreto reforzado:

Tabla 4. Resultados de Esclerometrías.

ID	ELEMENTO	POSIBLE RESISTENCIA DE DISEÑO (PSI)	ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO (PSI)
1	VIGA EJE 5 ENTRE EJES A Y B	3000	3129
2	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y D	3000	3129
3	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y D	3000	3385
4	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	3000	3556
5	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	3000	3129
6	VIGA EJE 5 ENTRE EJES K Y L	3000	3129
7	VIGA EJE 3 ENTRE EJES A Y B	3000	3556
8	VIGA EJE 3 ENTRE EJES B Y D	3000	3129
9	VIGA EJE 3 ENTRE EJES D Y E	3000	3129
10	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y G	3000	3129
11	VIGA EJE 3 ENTRE EJES I Y J	3000	3385
12	VIGA EJE 3 ENTRE EJES K Y L	3000	3556
13	VIGA EJE 6 ENTRE EJES D Y E	3000	3129
14	VIGA EJE 6 ENTRE EJES H Y I	3000	3129
15	VIGA EJE 2 ENTRE EJES B Y C	3000	3385
16	VIGA EJE 2 ENTRE EJES I Y J	3000	3698
17	VIGA EJE A ENTRE EJES 6 Y 5	3000	3129
18	VIGA EJE B ENTRE EJES 5 Y 4	3000	3129
19	VIGA EJE D ENTRE EJES 4 Y 3	3000	3385
20	VIGA EJE E ENTRE EJES 3 Y 2	3000	3129
21	VIGA EJE F ENTRE EJES 6 Y 5	3000	3129
22	VIGA EJE H ENTRE EJES 6 Y 5	3000	3385
23	VIGA EJE K ENTRE EJES 5 Y 4	3000	3129
24	VIGA EJE L ENTRE EJES 2 Y 1	3000	3556

Es evidente que la resistencia obtenida mediante el método de ensayo para medir el número de rebote para el concreto endurecido, arroja que los 24 elementos analizados están por encima de la resistencia mínima diseñada, es decir, se confirma que el concreto existente cumple con la resistencia requerida en los diseños, sin embargo, para corroborar tal resultado, se decidió realizar la extracción de núcleos para el posterior ensayo de los mismos, es decir, la determinación de realización de pruebas destructivas es acorde lo observado en el sitio y con el solo fin de descartar lesiones en el concreto por fallas en la elaboración y fundida del hormigón, ahora bien, el grupo de investigación estimó la necesidad de realizar este tipo de ensayo dados los antecedentes y los evidentes errores en los procesos de fundida de la losa contrapiso, de la viga principal y de las vigas riostras anexas a las mismas.

6.2 Ensayos de resistencia a la compresión de núcleos de concreto

El ensayo permite la evaluación de la resistencia del concreto a partir de especímenes representativos obtenidos por extracción. Esta evaluación se realiza cuando se desea conocer la resistencia a la compresión del concreto de una estructura existente.

6.2.1 Muestra de falla de núcleos de concreto.





Figura 36. Ensayos de resistencia a la compresión de los núcleos tomados como muestras de los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente: Propia.

Tabla 6. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Núcleos de Concreto.

COD. INTERNO DEL NÚCLEO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE DISEÑO APROXIMADA	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE FONTEO	DÍAS DE CURADO	FECHA DE FOTOGRAFÍA	MASSA (kg)	DIÁMETRO Ø (cm)	ALTURA h (cm)	RELACION h/Ø	ÁREA (cm²)	DENSIDAD (g/cm³)	CARGA MÁXIMA (kN)	FACTOR CORRECCIÓN LONGITUD DIÁMETRO	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA * (MPa)	PORCENTAJE CON RESPECTO A F _c
N-1	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y C.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3648.0	10.1	19.3	1.91	80.12	2.359	179.7	0.975	3351	111.7%
N-2	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3702.0	10.1	19.5	1.93	80.12	2.370	174.6	0.976	3254	108.5%
N-3	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y F.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3725.0	10.1	19.7	1.95	80.12	2.360	171.9	0.976	3201	106.7%
N-4	VIGA EJE 8 ENTRE EJES 2 Y 3.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3790.0	10.1	20.0	1.98	80.12	2.365	180.5	0.978	3357	111.5%
N-5	VIGA EJE G ENTRE EJES 2 Y 3.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3667.0	10.1	19.1	1.92	80.12	2.389	176.8	0.976	3294	109.6%
N-6	VIGA EJE F ENTRE EJES 5 Y 6.	F _c 3000 PSI	13/05/2019	—	MÁS DE 28 DÍAS	16/05/2019	3738.0	10.1	19.8	1.96	80.12	2.356	182.3	0.977	3394	113.1%

Una vez obtenidos los respectivos permisos para la elaboración de la extracción de los núcleos de concreto, se establecieron los puntos de acuerdo a los antecedentes ya descritos y se procedió a realizar la prueba mecánica enmarcada dentro de lo establecido en la norma ASTM C42/39.

Luego de la extracción de núcleos, las muestras son sometidas a las pruebas de resistencia a la compresión, donde se determina la resistencia de las mismas en PSI (Ver

resultados Tabla 5), no obstante, se determina y concluye que el concreto cumple con lo establecido en los requerimientos de diseño el cual era de 3000 PSI.

6.3 Ensayos de control de carbonatación

Para evaluar el contenido de CO_2 presentes en diferentes puntos de las estructuras se realizaron ensayos de fenolftaleína, el cual a partir de un análisis visual se deduce la presencia de la patología ya mencionada anteriormente, teniendo en cuenta la concentración de gases vehiculares (CO_2) u otros factores externos que puedan afectar o influir en el desarrollo de la carbonatación en dichas estructuras.

6.3.1 Muestra del ensayo de carbonatación con aplicación de fenolftaleína.



Figura 37. Ensayo de carbonatación a los núcleos de concreto tomados como muestra de los elementos estructurales en estudio del edificio San Silvestre II. Fuente Propia.

Además de los ensayos a la compresión realizados a los núcleos extraídos, también se realizó un chequeo a la afectación del CO₂ (Dióxido de Carbono) al concreto de las estructuras analizadas, esto debido a los inconvenientes y fallas presentadas en el momento de la fundida del hormigón, para tal análisis, se hizo uso de **fenolftaleína**, la cual es un compuesto químico que se obtiene por reacción del fenol (C₆H₅OH) y el anhídrido ftálico (C₈H₄O₃), en presencia de ácido sulfúrico.

Tabla 8. Resultados de los Ensayos de Carbonatación del Concreto.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		
Nº DE NUCLEO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)
1	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y C	2.0 mm
2	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	2.0 mm
3	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y F	3.0 mm
4	VIGA EJE B ENTRE EJES 2 Y 3	2.0 mm
5	VIGA EJE G ENTRE EJES 2 Y 3	3.0 mm
6	VIGA EJE F ENTRE EJES 5 Y 6	2.0 mm

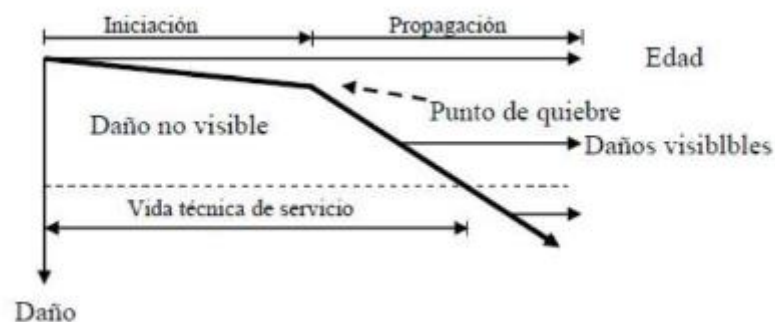


Figura 39 Severidad de la afectación e incidencia del CO₂ en una estructura de concreto. Fuente 360enconcreto.com Argos

Luego de obtener los resultados del ensayo con la aplicación de fenolftaleína a los núcleos extraídos, los cuales se registran en la tabla 6, se observa que la incidencia del CO₂ sobre la estructura en análisis no representa ningún tipo de riesgo inmediato o a un mediano plazo, sin embargo, es de requerir análisis posteriores no solo en la estructura interna del parqueadero sino también sobre los elementos expuestos a los agentes externos, más aún cuando el edificio se ubica a poca distancia de una vía por donde circula gran cantidad de vehículos de bajo, mediano y alto tonelaje y que corresponde a la autopista Villavicencio-Bogotá.

7 FICHAS - IRREGULARIDADES ENCONTRADAS

A continuación, se anexan las fichas realizadas respecto de las lesiones y/o irregularidades observadas en el sótano del edificio San Silvestre II.

Tabla 9. Ficha N° 1 Patologías encontradas exposición del acero de refuerzo.

FICHA N° 1	
Ubicación:	Parqueadero cubierto – sótano.
Descripción	Exposición del acero de refuerzo.
Elementos afectados:	Vigas principales y riostras del eje 5 y 6.
Tipo de proceso:	No estructural.
Tipo de lesión:	Constructiva.
DESCRIPCIÓN	
Construcción de vigas principales y vigas riostras en concreto reforzado, las cuales en la actualidad presentan en su parte inferior exposición del acero de refuerzo.	
CAUSAS Y OBSERVACIONES	

Equívocos procesos constructivos, erróneos elementos de apoyo utilizados para la fundida, todo lo anterior como consecuencia de la poca o nula asesoría de un profesional en el sitio donde se ejecutaron los trabajos.

IMÁGENES DE LA MUESTRA



Figura 42. Superficie inferior de los elementos con exposición del acero de refuerzo. Fuente propia

Tabla 10. Falta de recubrimiento en la Placa de Entrepiso del Sótano.

FICHA N° 2	
Ubicación:	Placa parqueadero.
Descripción:	Falta de recubrimiento del acero de refuerzo en la losa entrepiso.
Elementos afectados:	Placa de entrepiso.
Tipo de proceso:	No estructural.
Tipo de lesión:	Constructiva.
DESCRIPCIÓN	
Falta de recubrimiento en la placa de entrepiso afectando el armado de acero.	
CAUSAS Y OBSERVACIONES	
Malas prácticas en los procesos de fundida de la losa, no utilización de elementos distanciadores de concreto.	
IMÁGENES DE LA MUESTRA	



Figura 43. Falta de recubrimiento del acero de refuerzo en la losa entrepiso. Fuente propia.

8 DIAGNÓSTICO

8.1 Análisis de lesiones

Para el desarrollo de este punto en particular, es importante relacionar que se identificaron dos eventos o inconvenientes en el área de parqueaderos del edificio San Silvestre II, los cuales se relacionan a continuación:

8.1.1 Exposición del acero de refuerzo en vigas principales y vigas riostras



Figura 44. Exposición del acero que presentan las Vigas principales ejes 5 y 6 del sótano. Fuente propia.

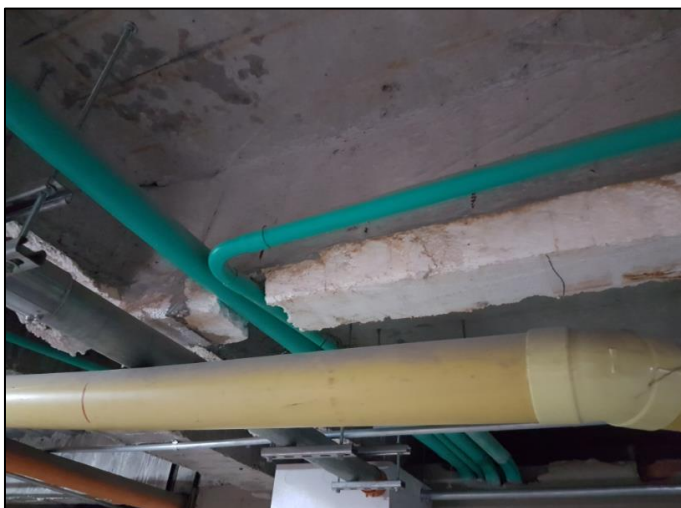


Figura 45. Poliestireno expandido sobre la base de la viga principal eje 6. Fuente propia.

De acuerdo a lo observado en el sitio, las vigas principales sobre los ejes 5 y 6, así como las vigas riostras que intersectan y amarran a las mismas presentan inconvenientes, que consisten en la exposición parcial del acero de refuerzo sobre los elementos mencionados en su cara inferior tal como se puede apreciar en las ilustraciones 21 y 22.

Una vez descartados problemas de resistencia en el concreto de estas vigas, el cual, fue verificado por medio de ensayos esclerométrico y de resistencia a la compresión de los núcleos extraídos, se procede a identificar las posibles causas de esta anomalía, que efectivamente corresponde a una falla en los procesos que se adelantaron previo a la fundida de la losa y de las vigas.

Es de particular apreciación que, sobre la cara inferior de los elementos en mención, se observe adherido al concreto, Poliestireno expandido (Icopor), el cual, de acuerdo a las pesquisas, es de alta densidad y de similitudes físicas al utilizado en el aligeramiento de placas de concreto.

Lo anterior lleva a inferir, que en los procesos constructivos se utilizó sobre la base de la camilla, donde debe reposar la mezcla fresca de concreto, una lámina de Icopor de alta densidad o que en su defecto este Icopor se utilizó como elemento inferior de encofrado, generando inestabilidad y altas deformaciones al interior del encamisado en el momento del vaciado de la mezcla, que a su vez provocaron el asentamiento de la canasta con el acero de refuerzo sobre la superficie, es decir sobre el Icopor utilizado.

Es claro que los procesos realizados corresponden a desordenes y a una nula atención del profesional residente de la obra, no solo para la inspección de las actividades previas, sino también, en el momento de vaciado, fundida, vibrado y curado del concreto.

Otra de las posibles causas por el cual se usó de este tipo de elemento (Poliestireno expandido), no indicado para soporte de fundida de hormigón, es el altísimo nivel de economía que se maneja por parte de las constructoras para la ejecución de urbanizaciones y edificios, en donde, es reutilizable cualquier trozo de madera y que en el afán de realizar poca inversión y obtener grandes ganancias, los profesionales a cargo, se ven abocados y obligados a recurrir a alternativas no optimas en procesos de gran importancia.

Por último, es de anotar que, de acuerdo a los análisis, no se encuentra afectada la capa pasivadora del acero de refuerzo, ya que como se mencionó desde un inicio, este edificio tiene poco tiempo de uso y en el momento de advertir tales inconsistencias solo se encontraba ocupado el 10% de los apartamentos construidos, disminuyéndose así, las afectaciones por emisiones de CO₂ de los vehículos que ingresan al parqueadero.

8.1.2 Escaso recubrimiento del acero de refuerzo en la losa entrepiso



Figura 46. Estado de la losa de concreto entrepiso posterior a su desencofrado. Fuente propia.

Sobre 25 m² de placa entrepiso en el sector del parqueadero y entre los ejes 5 y 6 (ver figuras 7 y 8), se observa la irregularidad observada en la ilustración, la cual consiste en el “calque” o visualización de la parrilla de refuerzo en la parte inferior de la losa, tal inconsistencia se considera derivada de errores y omisiones en el proceso constructivo, dado que no se realizó la separación de la armadura de la base del encofrado, mediante elementos distanciadores, tales como los que se observan en la imagen 13, los cuales garantizan, además de evitar lo observado con el paciente en análisis, un correcto y efectivo espaciamiento de acuerdo a los requerimientos de los diseños estructurales, dado que estos comercialmente se encuentran en diferentes tamaños (3 cm, 5 cm y 7,5 cm), ahora bien, en caso de no querer recurrir en gastos adicionales en la construcción, estos se pueden realizar en obra, ya que tan solo se requiere de una base, concreto del utilizado en la obra y alambre para obtener un resultado tal como se observa en la figura 14.

Los análisis previos se dirigieron a observar, analizar e identificar dos temas en particular:

- Deformaciones en la losa de concreto
- Afectaciones en el acero de refuerzo ante un posible inicio de proceso de corrosión

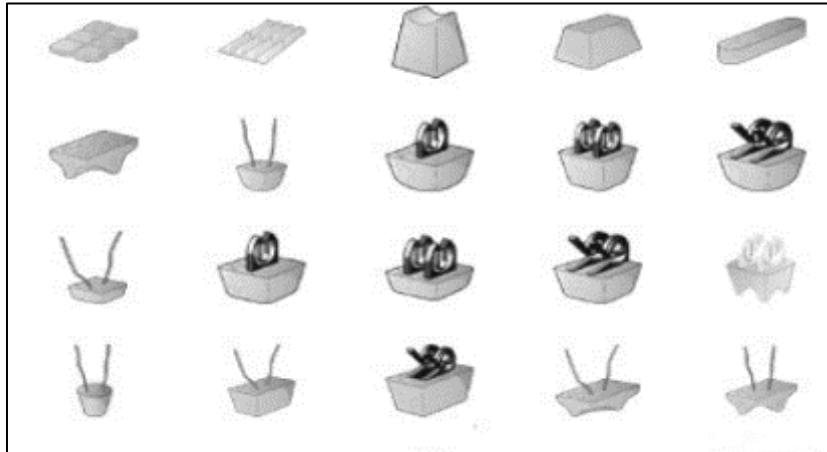


Figura 47. Figura 48. Diferentes tipos de separadores o distanciadores para concreto. Fuente: Separadores-hormigón-construcción-materiales-para-trabajo-obra.

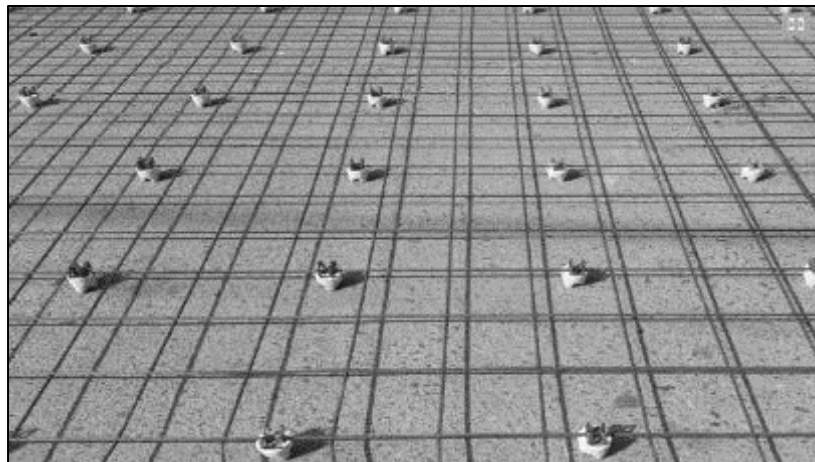
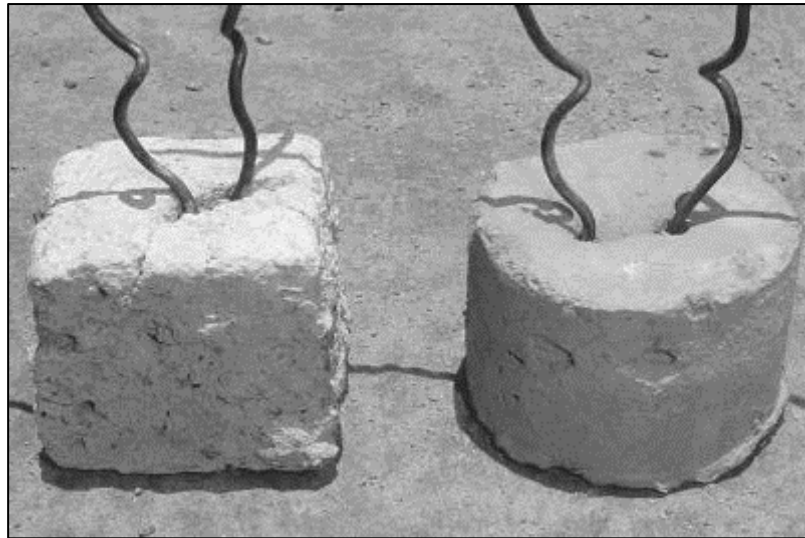


Figura 49. Instalación de separadores previo a la fundida de la losa en concreto. Fuente: separador_concreto.



.Figura 50. Elementos distanciadores realizados en obra. Fuente: www.360enconcreto.com

Respecto de las posibles deformaciones, en el sitio se realizó simbrado con hilo y mineral a un nivel previamente definido, para de manera posterior determinar uniformidad en toda la superficie de la losa, como complemento, se tomaron trazados y con niveles básicos de gota, se observó el estado físico y se descartó por completo cualquier deformación en este sector de la losa entre piso.

Ahora bien, en lo referente a posibles afectaciones en el acero de refuerzo e inicios de procesos de corrosión, es de aclarar que en la actualidad este fenómeno está lejos de generar alteraciones en el acero de refuerzo, como primera medida porque afortunadamente el Edificio San Silvestre en la actualidad no tiene en su interior un porcentaje considerable de habitantes, en este mismo sentido, también son pocos los vehículos que ingresan al parqueadero, disminuyendo las acciones agresivas del CO₂.

Como complemento al análisis se descartaron las siguientes condiciones, las cuales son imprescindibles para que se inicie un proceso de corrosión en las barras de refuerzo:

- Naturaleza eléctrica de la corrosión
- Reacción parcial anódica
- Reacción parcial catódica
- Naturaleza química de la corrosión
- Inicio de proceso Oxido-Reducción

Es importante recalcar que los procesos de corrosión se pueden presentar en cualquier tipo de ambiente, bien sea marino, urbano e industrial, pero también es de destacar que este fenómeno cambia de velocidad dependiendo del mismo, por esto la importancia de advertir de manera temprana cualquier síntoma que induzca la presencia del inicio del proceso corrosivo.

9 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Con el fin de realizar un diagnóstico y una propuesta efectiva de reparación e intervención, a continuación, se relacionan los ensayos de laboratorio realizados al interior del edificio “San Silvestre II” (sector del parqueadero), los resultados de los mismos se anexan al presente informe.

No destructivos:

-Ensayo con esclerómetro

Destructivos:

- Extracción de núcleos de concreto por medio de equipo mecánico

Respecto de los procesos de ejecución y análisis de resultados es importante, previo a realizar las pruebas destructivas como los núcleos, efectuar un chequeo minucioso de los promedios de los resultados de los ensayos esclerométricos, dado que, si estos, están por debajo de las resistencias esperadas en un alto porcentaje, se debe realizar o bien, la reiteración de la prueba por impacto o si es el caso, de acuerdo al concepto de especialista, proceder con las pruebas destructivas, ahora, en el caso de obtener resultados que se encuentren dentro del rango esperado tales pruebas destructivas deberán ser obviadas, no obstante, las consideraciones tomadas respecto de tales pruebas, se consideraron ya que son evidentes los errores en los procesos constructivos.

Posterior a la extracción del núcleo, este es enviado al laboratorio con el fin de determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el uso de la “maquina universal”, la cual estimará resultados más aproximados del concreto utilizado, así como la realización de la prueba de carbonatación mediante el uso de la fenolftaleína, con el objeto de identificar la incidencia del bióxido de carbono sobre los elementos expuestos.

ENSAYOS CON ESCLERÓMETRO:

Este tipo de ensayo (no destructivo) se realizará a las vigas aéreas del pórtico interior del parqueadero, la selección de los puntos para la realización del ensayo se realizará de forma aleatoria, no obstante, se darán prioridades respecto de los lugares donde se encontraron las irregularidades constructivas y/o donde el acero de refuerzo se encontraba parcialmente expuesto, para tal fin se realizarán los protocolos necesarios y serán ejecutados por parte de personal idóneo y capacitado conservando los lineamientos normativos como los de seguridad industrial. (ver páginas 97 a la 113)

ENSAYO DE COMPRESION.

Con el fin de analizar y obtener una resistencia real del concreto utilizado en la construcción y descartar posibles fallas en su resistencia , también se realizarán los ensayos a compresión de los núcleos extraídos, tanto las extracciones, como la ejecución de los ensayos, lo realizará un laboratorio acreditado por medio de la Maquina Universal, la cual es un equipo mecánico que por medio de prensas hidráulicas asegura y somete la pieza a esfuerzos axiales hasta que el cilindro falle, la lectura en el momento de su ruptura será la resistencia de este elemento el cual es representativo, para el presente estudio se realizó el ensayo a diferentes probetas, ya que es indispensable descartar posibles errores tanto en la ejecución del ensayo como en la extracción de la muestra.

Luego de la realización de los ensayos, los resultados obtenidos cumplieron con los requerimientos de resistencia estipulados en los diseños estructurales (ver páginas 97 a la 113).

ENSAYO DE CARBONATACIÓN POR APLICACION DE FENOLFTALEÍNA.

Una vez analizados los resultados de los ensayos de laboratorio donde se determinó y concluyó que el efecto de la carbonatación sobre el concreto analizado no es mayor a 3 mm y donde de la misma forma los resultados de los ensayos esclerométricos satisfacen los requerimientos mínimos de diseño (20,7 Mpa), a continuación, se realiza la propuesta general de reparación tanto para las vigas principales y vigas riostras de los ejes 5 y 6 , así mismo, se realizará la propuesta de intervención de la losa entrepiso la cual se ubica entre los ejes antes mencionados.

Lo anterior quiere decir que los inconvenientes constructivos que se presentaron no generaron lesiones o alteraciones en la estática de la estructura, como tampoco correspondieron a afectaciones que provocaran daños mayúsculos en los elementos mencionados, y que las reparaciones que se van a relacionar a continuación, son procesos de mejoramiento y recuperación con el fin de evitar lesiones y afectaciones en un mediano plazo, claro es que, uno de los tópicos más relevantes que impidieran el efecto agresivo de la carbonatación sobre la estructura vulnerada fue que, se detectó de manera temprana tal inconsistencia constructiva y que el sótano de parqueaderos no tuviera el tránsito esperado ya que el edificio San Silvestre aun no contaba con la ocupación total en los apartamentos.

Se precisa que para la obtención de resultados respecto de los niveles y severidad de la afectación del bióxido de carbono (CO₂) al concreto, se aplicó a las muestras extraídas (núcleos) “fenolftaleína” la cual es una solución que indica y/o determina el PH, cuando la muestra presenta afectación por el bióxido de carbono CO₂ el color de misma no cambia, caso contrario en los sitios donde no se presenta afectación y en este caso la muestra se torna color violeta (ver figura 34 del presente informe).

9.1 EXPOSICION DEL ACERO DE REFUERZO EN LAS VIGAS PRINCIPALES Y VIGAS RIOSTRAS DE LOS EJES 5 Y 6

Dado que no existen lesiones que pudieren afectar la estabilidad del elemento estructural como tal, se relaciona a continuación los pasos para la recuperación de la estabilidad de las vigas (riostras y principales):

9.1.1 Limpieza de las Superficies

- Como primera medida es importante retirar todo el Poliestireno expandido (Icopor) que se observa en la parte inferior de las vigas (riostras y principales), para tal limpieza se requiere de un cepillo metálico (grata) teniendo el cuidado de profundizar hasta donde haya penetrado este tipo de resina sintética, es de precisar que un mal ejercicio en este proceso, va a generar una incorrecta adherencia con el mortero de reparación, provocando bolsas de vacíos que afectan la función de la reparación adelantada.

- La superficie del concreto debe estar rugosa, sana, limpia (libre de grasa, polvo, lechada de cemento u otras sustancias extrañas).

- El acero de refuerzo preferiblemente debe ser preparado por limpieza mecánica removiendo y retirando todos los vestigios de óxido.

9.1.2 **Puente de Adherencia**

- Una vez realizada la limpieza con las recomendaciones ya mencionadas, se tendrá que utilizar un “Puente de adherencia”, el cual para este caso particularmente funciona correctamente el “SIKADUR®-32 PRIMER”, este epóxico es comercial y a la fecha se encuentra fácilmente en el mercado nacional, lo anterior acelera los procesos de recuperación de la estructura, sin embargo, dentro de la gama de productos de los diferentes laboratorios como Basf y Toxement, también existen productos de similares características que cumplen la misma función , lo importante de todo lo anterior, es emplear productos de marcas reconocidas y que garanticen su efectividad.

- Es de recomendar que, una vez elegido este producto u otro que haga sus veces y se inicie el proceso de aplicación sobre la superficie del concreto, no es prudente, ni

de recibo técnico cambiarlo, por esto, es importante contar con una cantidad suficiente de unidades de epóxico.

- A continuación, se relacionan la descripción del producto y los procesos de aplicación: Sikadur®-32 Primer, es un adhesivo epóxico de dos componentes, libre de solventes. Garantiza una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido, dentro de los usos más comunes del producto se tiene el uso como puente de adherencia para la pega de concreto fresco a concreto endurecido y como ayuda a la adherencia de un mortero o concreto nuevo o de reparación a un sustrato de concreto para lograr una pega permanente que no sea afectada, en condiciones de servicio, por la humedad ó agentes agresores (durabilidad).

- Los procesos de instalación de acuerdo a la ficha técnica del producto son los siguientes:

1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO: Concreto, mortero, asbesto-cemento, piedra: La superficie debe estar sana y limpia, libre de partes sueltas, contaminación de aceites, polvo, residuos de curadores, lechada de cemento u otras sustancias extrañas.

2. METODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS: Por medio de brocha o rodillo. En caso de aplicación sobre superficies húmedas se debe frotar el producto sobre ellas fuertemente con una brocha de cerdas cortas. Nota: Colocar el concreto fresco mientras el producto esté pegajoso, según los siguientes datos de temperatura ambiente:

- a. A 10°C = máximo 5 horas

- b. A 20°C = máximo 3 horas
 - c. A 30°C = máximo 1 hora
3. Si el producto se ha secado se debe aplicar una segunda capa sobre la inicial.
4. **MEZCLADO:** Los dos componentes vienen en distintos colores para facilitar el control sobre la homogeneidad de la mezcla. Verter completamente el Componente B sobre el Componente A y mezclar con taladro de bajas revoluciones (máximo 400 r.p.m.) o manualmente, hasta obtener una mezcla de color uniforme.

9.1.3 Mortero de Reparación

- Luego de la aplicación del “puente de adherencia” sobre la superficie a recuperar del concreto y con el fin de garantizar el recubrimiento del acero de refuerzo requerido y estipulado en las normas, se debe aplicar un mortero de reparación a toda la superficie expuestas de las vigas, las cuales se ubican sobre la parte inferior de las mismas de acuerdo a lo observado en el registro fotográfico anexo.
- Posterior a los análisis técnicos y teniendo en cuenta que el producto que se utilice como “Mortero de Reparación” debe ser debidamente certificado y de fácil comercialización en el territorio nacional, se recomienda el siguiente producto: “SikaTop®-122”, el cual es un mortero cementoso modificado con resina acrílica, de dos componentes, de consistencia pastosa, con altas resistencias mecánicas y gran adherencia al soporte,

especialmente diseñado para reparaciones en elementos estructurales de concreto, no obstante en el mercado nacional existen otros tipos de laboratorio que manejan productos de similares características.

- Los procesos de aplicación recomendados por el fabricante son los siguientes:

1. Concreto/Mortero: La superficie debe estar rugosa, sana, limpia (libre de grasa, polvo, lechada de cemento u otras sustancias extrañas). Antes de la aplicación del producto se debe saturar la superficie con agua, evitando empozamientos.

2. Mezclado: En un recipiente de boca ancha vierta primero el componente líquido (Modulo A) luego el polvo (Componente B) en forma gradual durante la mezcla. Mezcle manualmente o con equipo mecánico (taladro de bajas revoluciones) hasta obtener una mezcla homogénea, exenta de grumos.

3. Aplicación: El área de aplicación del SikaTop®-122, debe ser imprimada previamente con una pequeña cantidad del mismo producto, frotándolo fuertemente contra la superficie con la mano enguantada. Espere entre cinco y diez minutos y proceda a la aplicación del producto en capas sucesivas de máximo 2 cm hasta completar el espesor deseado. Después de aplicar una capa deje la superficie rugosa y espere aproximadamente 20 minutos antes de colocar la siguiente. El afinado se hace con llana metálica o de madera, según el acabado deseado. Como concreto: En un recipiente de boca ancha vierta primero el componente líquido (Modulo A) luego el polvo (Componente B) en forma gradual durante la mezcla y añadir el

agregado en la cantidad requerida sin exceder el 30% del peso del SikaTop®-122. Mezclar aproximadamente 3 minutos hasta obtener una consistencia uniforme. El agregado debe ser no reactivo (ASTM C-1260, C-227, C 289) limpio, bien gradado, saturado superficialmente seco, tener baja absorción y alta densidad y cumplir con ASTM C33. No usar agregado calizo.

4. Tratamiento de curado: Se hará inmediatamente después de la aplicación del SikaTop ®-122 con Antisol Blanco o con agua.

5. Acero de refuerzo: El acero de refuerzo preferiblemente debe ser preparado por limpieza mecánica removiendo y retirando todos los vestigios de óxido. Grado de limpieza mínimo hasta grado comercial (SSPC-SP 6).

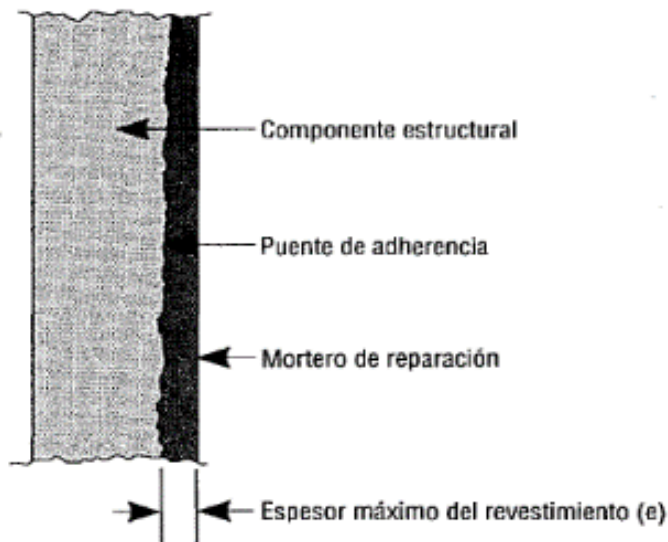


Figura 51 Reparación de Áreas Grandes en los Elementos Estructurales. Fuente Manual de Reparación Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto.

9.2 RECUPERACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO ENTRE PISO DEL PARQUEADERO

Considerando que la losa entre piso no tiene el acero de refuerzo expuesto, pero su recubrimiento con concreto es menor a un centímetro, lo cual genera el calque acero de refuerzo mediante trazas de color café, es recomendable retirar todo el concreto existente, con el fin de realizar una limpieza general y generar una superficie rugosa que garantice el buen desempeño, de acuerdo a los requerimientos producto utilizado como puente de adherencia.

9.2.1 Limpieza de la Superficie

Para el retiro de la pequeña capa de recubrimiento de concreto sobre el acero de refuerzo, se debe proceder mediante el uso de equipos manuales o con equipos neumáticos de presión con arena, sin embargo, este tipo de procesos es de alto costo y regularmente se utiliza en sitios donde no existe un ambiente fácil de acceso y de trabajo. Lo verdaderamente importante es retirar una capa de concreto de máximo 1,5 cms desde la actual superficie, con el retiro de esta pequeña capa de concreto el acero de refuerzo quedara levemente expuesto, lo cual es importante, dado que es recomendable realizar una ligera limpieza con cepillo metálico solo en los sitios donde verdaderamente se requiera.

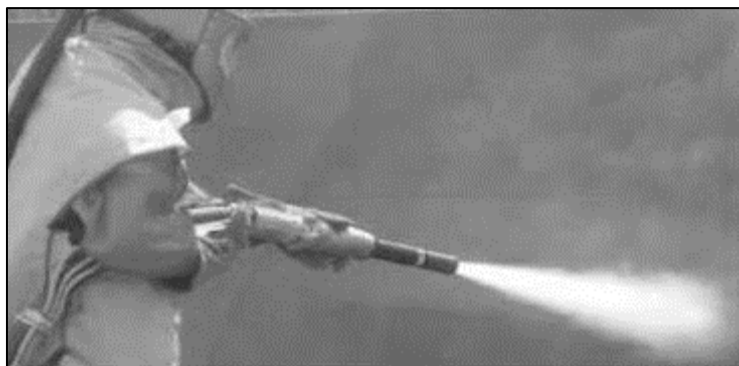


Figura 52. Equipo de limpieza a presión. Fuente Asocreto

9.2.2 Limpieza del acero de refuerzo y aplicación de inhibidores de corrosión

Posterior a la limpieza del acero de refuerzo con el cepillo metálico dada la coloración color café de las barras, se debe realizar la aplicación de un inhibidor de corrosión al acero con el propósito de mejorar sus condiciones físicas, evitar la pérdida de la capa pasivadora, prolongar su vida útil y además mejorar su adherencia con el mortero de reparación. Es así que, dentro de los productos comerciales entre otros, se encuentra el SikaTop Armatec-110 EpoCem, *“el cual es un recubrimiento de protección a la corrosión, cementoso, modificado con resina epóxica, de tres componentes, con inhibidor de corrosión y puente de adherencia. Este producto es usado como recubrimiento anticorrosivo del acero de refuerzo: Para la protección del acero de refuerzo que ha iniciado su proceso de corrosión previa limpieza y para la protección preventiva del acero de refuerzo nuevo o embebido en estructuras de concreto y en especial las expuestas a ambientes agresivos y/o donde se tiene un bajo recubrimiento de concreto, además funciona como puente de adherencia entre concreto existente y el mortero de reparación. A continuación, se relaciona el modo de aplicación, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante:*

El acero debe estar limpio, libre de óxido suelto, grasa, partes sueltas u otros contaminantes extraños.

MEZCLADO: Verter la mezcla «A+B» en un recipiente adecuado y adicionar todo el componente C (bajo agitación permanente) y mezclar mecánicamente (max. 400 r.p.m.), durante 3 minutos, hasta lograr un mortero homogéneo, de color uniforme y exento de grumos. Mezclar solo la cantidad que pueda ser aplicada dentro del tiempo de vida en el recipiente.

APLICACIÓN: El producto se aplica sobre el acero de refuerzo, mediante el empleo de una brocha o un cepillo de cerdas semiduras. El espesor de esta capa estará entre 0,5-1,0 mm. La segunda capa se aplica tan pronto esté seca la primera (2-3 horas a 20° C) con un espesor similar. Deje secar antes de colocar el concreto o mortero. Si en el transcurso de la aplicación alguna cantidad de material es depositada sobre el concreto, ésta no tiene incidencia en el acabado final de la reparación.” (SikaTop+Armateg-110+EpoCem&rlz=1C1CHBF_esCO815CO815&oq=SikaTop+Armateg-110+EpoCem&aqs=chrome..69i57j0l7.1770j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

9.2.3 Puente de Adherencia

Para la aplicación del puente de adherencia sobre la superficie de la losa de concreto y considerando los procesos de reparación adelantados, es recomendable utilizar el mismo tipo de aditivo que el utilizado para la recuperación de las vigas riostras y vigas principales de los ejes 5 y 6 “Sikadur-32 Primer”, de esta manera, se deben realizar todos los procesos de limpieza y de aplicación de acuerdo a la ficha técnica del aditivo.

9.2.4 Mortero de Reparación

Así como en el numeral anterior y dado que los inconvenientes constructivos que se presentaron son de la misma naturaleza, los procesos de recuperación y mejoramiento de la estructura también son de similares condiciones, es por esto que, se recomienda utilizar el mismo tipo de mortero de reparación utilizados en las vigas riostras y principales de los ejes 5 y 6, “SikaTop®-122” o similar.

9.3 PINTURA GENERAL DE PROTECCIÓN



Figura 53. Pintura de protección bajo placa de concreto. Fuente: Asocreto

Con el fin de realizar la rehabilitación y la recuperación de todo el parqueadero del edificio “San Silvestre II”, además de prolongar la vida útil del mismo y disminuir las acciones agresivas del CO₂, es recomendable la aplicación de pinturas y recubrimientos para concreto, es así, que dentro de la gama de productos de laboratorio existe entre otros “SikaColor® C”, el cual, es un recubrimiento impermeable de un componente con base en agua y resinas acrílicas impermeables, desarrollado especialmente para proteger el concreto, mortero, fibrocemento y ladrillo de los agentes más agresivos de la contaminación del medio ambiente como

son dióxido de carbono, dióxido de azufre y otros, los cuales al combinarse con el agua (lluvia, de condensación, de lavado) reaccionan con los constituyentes alcalinos del cemento (hidróxido de calcio, cal y álcalis) formando carbonatos cálcicos y alcalinos, agua y sustancias ácidas que causan los fenómenos de carbonatación y disgregación.

Dentro de las características más importantes del producto se tienen:

Alta resistencia a la carbonatación

Excelente resistencia al agua.

No forma barrera de vapor permitiendo que los muros respiren.

Fácil aplicación.

Fácilmente lavable.

Resistente a la formación de hongos y moho

Secado rápido.

Resistente a los rayos ultravioleta.

Larga durabilidad.

Fácil aplicación con brocha, rodillo o pistola.

Alto cubrimiento y decorativo.

Las herramientas y el equipo de aplicación se lavan con agua.

Durabilidad 7-10 años

10 VALORES DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

A continuación, se realizará la cuantificación económica de la propuesta presentada, es de precisar que, dada las consideraciones técnicas del paciente y las lesiones que se

presentaron en el mismo, las alternativas de solución respecto de la recuperación y mejoramiento de las vigas principales, vigas riostras y losa entre piso de concreto son de carácter específico y particularmente la selección de la alternativa presentada es la más viable, no solo por los procesos que se ejecutaran como mecanismo de recuperación y optimización de los elementos afectados, sino por la naturaleza de los inconvenientes que se observaron, de esta manera, las únicas variables que pueden incidir en la valoración cuantitativa, están relacionados con la selección de los aditivos y con los mecanismos de trabajo, como por ejemplo, el uso de equipos de presión y otros.

El área propuesta de recuperación se determinó respecto de los daños observados en la línea de los ejes 5 y 6 entre los ejes A y D, sin embargo y para evitar lesiones futuras, también se plantearon las mismas reparaciones y adecuaciones en las áreas adyacentes a las citadas, así:

Tabla 11. Resumen de cantidades

Ejes	Viga Principal (ml) Sección Transversal B=0.40 A=0.50	Viga Riostra (ml) Sección Transversal B=0.16 A=0.50	Losa de Concreto (m2)
3 y 4 - A y C	-	3,28	3.9
4 y 5 - A y C	-	3.28	9.1
5-A y D	10.88	-	-
5 y 6 - A y C	-	3.28	8.3
6-A y D	10.88	-	-
6 y 7 - A y C	-	6.56	13.7
3 y 4 - C y D	-	-	8.6
4 y 5 - C y D	-	6.38	15.7
5 y 6 - C y D	-	6.38	14.6
6 y 7 - C y D	-	6.89	25.53
TOTALES	21.76	36.05	99.43
AREA TOTAL LOSA ENTRE PISO			2.655,90

A continuación, se relacionan los nombres, precios para el año 2019 y rendimientos de los aditivos propuestos, en el presente documento:

Tabla 12. Aditivos propuestos para la reparación

Nombre del aditivo	SikaTop® Armaterc®-110 EpoCem	Sikadur -32 Primer	SikaTop-122	Sika Color- Gris Basalto
Presentación	Bolsa de 20 kg	Tarro de 3 Kgs	Bolsa de 27 Kg	Caneca 55 Gal 5 Gal
Rendimiento	3-4 kg/m ²	400-600 g/m ²	2,2 Kg/Lt de relleno 66 Kg/m ²	30 m ² /Galón
Valor	\$415.334	\$232.181	\$179.666	\$4.548.085 \$521.934

Ahora bien, el presupuesto señalado a continuación es el valor calculado respecto de los costos reales y directos y no se están teniendo en cuenta los honorarios por la valoración profesional de los diagnósticos como tampoco de las propuestas de intervención.

Como primera medida se realiza el Análisis de Precios Unitarios de cada uno de los Ítems a desarrollar por cuanto las actividades no son de habitual ejecución, luego de su elaboración se cuantificará el valor global de la intervención:

Tabla 13. Análisis de Precios Unitarios-Recubrimiento Impermeable

ÍTEM	Recubrimiento Impermeable para Cubrir el Concreto de Ataques Agresivos del CO2 Color Gris Basalto	UND	M2		
ACTIVIDAD		UN	CANT/REND	VR UNIT	VR PARCIAL
1	MATERIALES				
	Recubrimiento protector y decorativo con base en resinas acrílicas para concreto, SIKACOLOR®C o similar. 3 CAPAS	M2	0,09	\$ 2.756,00	\$ 248,04
2	EQUIPO				
	Andamio tubular (sección). Con rodachines	día	1	\$ 491,00	\$ 491,00
	Hidrojet 1700 psi (boquilla)	día	0,125	\$ 38.680,00	\$ 4.835,00
3	MANO DE OBRA				
	Oficial 1ª obra blanca.	Hr	1,043	\$ 13.000,00	\$ 13.559,00
	Ayudante de obra blanca	Hr	1,043	\$ 9.000,00	\$ 9.387,00
4	HERRAMIENTA MENOR				
	Herramienta Menor	%	3	\$ 22.946,00	\$ 2.065,14
	Total (1+2+3+4)				\$ 30.585,18

Tabla 12. Reparación de losas de concreto mediante la aplicación de epóxicos, puentes de adherencia para el acero y el mortero de reparación, limpieza mediante el uso de equipos mecánicos sand blasting

ÍTEM	Reparacion de las losas de concreto mediante la aplicacion de epoxicos, puentes de adherencia para el acero y el mortero de repracion, limpieza mediante el uso de equipos mecanicos Sand blasting	UND	M2		
	ACTIVIDAD	UN	CANT/REND	VR UNIT	VR PARCIAL
1	MATERIALES				
	Suministro y aplicación adhesivo epóxico de dos componentes, libre de solventes que garantice una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido "puente de adherencia" SIKADUR®-32 PRIMER o similar sobre la superfcie de las vigas	Kg	0,5	\$ 77.394,00	\$ 38.697,00
	Mortero cementoso modificado con resina acrílica, de dos componentes, de consistencia pastosa, con altas resistencias mecánicas y gran adherencia al soporte, especialmente diseñado para reparaciones en elementos estructurales de concreto, SikaTop®-122 o similar	Kg	66,6	\$ 6.655,00	\$ 443.223,00
	Recubrimiento de protección a la corrosión, cementoso, modificado con resina epóxica, de tres componentes, con inhibidor de corrosión y puente de adherencia SikaTop Armatec-110 EpoCem o similar	Kg	3,5	\$ 20.766,00	\$ 72.681,00
2	EQUIPO				
	Martillo neumático.	Hr	0,25	\$ 12.500,00	\$ 3.125,00
	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	Hr	0,15	\$ 18.750,00	\$ 2.812,50
	Equipo de chorro de arena a presión.	Hr	0,03	\$ 6.250,00	\$ 187,50
	Andamio tubular (sección). Con rodachines	dia	1	\$ 491,00	\$ 491,00
3	MANO DE OBRA				
	Oficial 1ª obra blanca.	Hr	1,043	\$ 13.000,00	\$ 13.559,00
	Ayudante de obra blanca	Hr	1,043	\$ 9.000,00	\$ 9.387,00
4	HERRAMIENTA MENOR				
	Herramienta Menor	%	2	\$ 94.382,00	\$ 1.887,64
	Total (1+2+3+4)				\$ 586.050,64

Tabla 17. Reparación de las vigas principales y las vigas riostras

ÍTEM	Reparacion de las vigas principales y las vigas riostras mediante la aplicacion de epoxicos, puentes de adherencia para el acero y el mortero de repracion, limpieza mediante el uso de equipos mecanicos Sand blasting	UND	ML		
ACTIVIDAD		UN	CANT/REND	VR UNIT	VR PARCIAL
1	MATERIALES				
	Suministro y aplicación adhesivo epóxico de dos componentes, libre de solventes que garantice una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido "puente de adherencia" SIKADUR®-32 PRIMER o similar sobre la superfcie de las vigas	Kg	0,24	\$ 77.394,00	\$ 18.574,56
	Mortero cementoso modificado con resina acrílica, de dos componentes, de consistencia pastosa, con altas resistencias mecánicas y gran adherencia al soporte, especialmente diseñado para reparaciones en elementos estructurales de concreto, SikaTop®-122 o similar	Kg	44	\$ 6.655,00	\$ 292.820,00
	Recubrimiento de protección a la corrosión, cementoso, modificado con resina epóxica, de tres componentes, con inhibidor de corrosión y puente de adherencia SikaTop Armatec-110 EpoCem o similar	Kg	1,2	\$ 20.766,00	\$ 24.919,20
	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	ml	0,2	\$ 8.400,00	\$ 1.680,00
	Puntilla de acero.	Kg	0,009	\$ 2.478,00	\$ 22,30
	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	Un	0,013	\$ 25.481,00	\$ 331,25
2	EQUIPO				
	Martillo neumático.	Hr	0,326	\$ 12.500,00	\$ 4.075,00
	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	Hr	0,163	\$ 18.750,00	\$ 3.056,25
	Equipo de chorro de arena a presión.	Hr	0,036	\$ 6.250,00	\$ 225,00
3	MANO DE OBRA				
	Oficial 1ª obra blanca.	Hr	1,043	\$ 13.000,00	\$ 13.559,00
	Ayudante de obra blanca	Hr	1,043	\$ 9.000,00	\$ 9.387,00
4	HERRAMIENTA MENOR				
	Herramienta Menor	%	2	\$ 94.382,00	\$ 1.887,64
	Total (1+2+3+4)				\$ 370.537,21

Tabla 20. Valor total de la intervención

ITEM	ACTIVIDAD	UN	CANTIDAD	VR UNIT	VR TOTAL
1	Recubrimiento Impermeable para Cubrir el Concreto de Ataques Agresivos del CO2 Color Gris Basalto	m2	2.655,90	\$ 30.585,18	\$ 81.231.179,56
2	Reparacion de las losas de concreto mediante la aplicacion de epoxicos, puentes de adherencia para el acero y el mortero de repracion, limpieza mediante el uso de equipos mecanicos Sand blasting	m2	99,43	\$ 586.050,64	\$ 58.271.015,14
3	Reparacion de las vigas principales y las vigas riostras mediante la aplicacion de epoxicos, puentes de adherencia para el acero y el mortero de repracion, limpieza mediante el uso de equipos mecanicos Sand blasting	ml	57,81	\$ 370.537,21	\$ 21.420.756,11
	VALOR TOTAL DE LA INTERVENCION				\$ 160.922.950,81
Son: Ciento sesenta millones novecientos veinti dos mil novecientos cincuenta pesos con ochenta y un centavos					

El valor total de la propuesta de intervención, reparación y mejoramiento de la estructura es de: Ciento sesenta millones novecientos veintidós mil novecientos cincuenta pesos con ochenta y uno.

11 RECOMENDACIONES

Dentro del presupuesto se realizó la cuantificación de las reparaciones utilizando equipos mecánicos de presión, lo anterior teniendo en cuenta su rendimiento y efectividad; no obstante, también se obtienen buenos resultados con el uso de equipos manuales y de impacto como el rotomartillo, así mismo, dada la complejidad de los trabajos a ejecutar es recomendable, que una vez iniciados los procesos de aplicación del “Puente de Adherencia”, realizar de forma inmediata todos los procesos de instalación del mortero de reparación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, por último, indispensable que, para la realización de los trabajos se emplee mano de obra calificada, con la experiencia requerida y con la protección industrial que requiere este tipo de procedimientos.

12 CONCLUSIONES

- Es de considerar las causas verdaderas de los inconvenientes observados en las vigas principales, vigas riostras y losa de concreto del sótano del “Edificio San Silvestre”, los cuales no se generaron por uso, antigüedad de la construcción, por mala calidad de los materiales, por efectos de fenómenos naturales como sismos, inundaciones u otras, sino que estas, obedecen a procesos equívocos en el momento de la ejecución de la obra, responsabilidad imputable como primera medida al incorrecto control en los procesos de calidad, falta de experiencia y excesiva celeridad en el cumplimiento de unas metas que impiden estar al tanto de detalles que en una obra de tal magnitud son de verdadera importancia.

- Luego de los análisis a los resultados de los ensayos de laboratorio se pudo identificar que, los inconvenientes que presenta la estructura no comprometen la integridad y la estática de la misma, de igual manera, se descartan los efectos nocivos de la carbonatación en los elementos estructurales y los que pudiere hacer este fenómeno sobre el acero de refuerzo de las vigas y la losa entre piso.

- Al analizar los resultados de las esclerometrías realizadas, es concluyente que la calidad del concreto y la resistencia del mismo, son las requeridas; de tal manera que, es descartable cualquier tipo de lesión proveniente de la calidad del mismo en los puntos analizados.

- Después de descartar lesiones y afectaciones al interior del concreto y en las barras de refuerzo tanto de vigas y la losa entre piso, se planteó una única solución, la cual consiste, en la instalación de un mortero de reparación sobre la superficie expuesta, previa limpieza y aplicación de un “Puente de Adherencia” (tanto al concreto como al acero de refuerzo) que garantice estabilidad y durabilidad, de lo anterior, es de precisar, que todos los epóxicos, aditivos, impermeabilizantes y demás materiales utilizados deben cumplir con todos los estándares de calidad, además de pertenecer a una empresa de alto reconocimiento y alta trayectoria en la comercialización de los mismos, solo así, se pueden obtener los resultados esperados a la intervención propuesta. De manera similar, al momento de realizar la intervención, se debe contratar mano de obra calificada, por cuanto, las maniobras de limpieza con equipos de alta presión, requieren de la experticia necesaria para realizar el trabajo de manera exitosa, así como la de evitar accidentes laborales.

- Dentro de la propuesta presentada y con el fin de optimizar y prolongar la vida útil del área se plantea la aplicación de un recubrimiento impermeable, lo cual prolonga las acciones por efectos del CO₂, máxime cuando el uso de la superficie es para parqueos de vehículos.

- La propuesta de solución, recuperación, rehabilitación y mejoramiento de la estructura afectada, tiene un valor de Ciento sesenta millones novecientos veintidós mil novecientos cincuenta pesos con ochenta y uno (\$160.922.950,81), el cual, es el costo directo de materiales, mano de obra y equipos para ejecutar los trabajos; dentro del presupuesto, no

se discrimina el valor porcentual del AIU, así como el valor de las asesorías técnicas para la evaluación, análisis, diagnóstico y propuesta de solución, con su respectivo IVA del 19%.

13 BIBLIOGRAFÍA

- Broto, C. (2006). *ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN*. BARCELONA, ESPAÑA.
- Calvo Agámez, R. A., & Sierra Leal, M. A. (MARZO de 2015). *PROCESO DE CARBONATACIÓN DE LOS CONCRETOS HIDRÁULICOS PARA PAVIMENTO RIGIDO* . Obtenido de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/5755/1/MONOGRAFIA%20FINAL%20MARZO%202015%20-%20EMPASTADA.pdf>
- De La Cruz, I. (11 de enero de 2008). *Corrosión del Acero en el Concreto*. Obtenido de <https://www.inpralatina.com/20080111406/articulos/proteccion-de-superficies-y-control-de-corrosion/corrosion-del-acero-en-el-concreto.html>
- GONZÁLES CUEVAS, O. (2005). *ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO*. BALDERAS, MÉXICO: LIMUSA, S.A.
- Helene, D. P. (2015). *MANUAL DE REPARACION, REFUERZO Y PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO*. Obtenido de http://www.imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/MANUAL_DE_REPARACION_REFUERZO_Y_PROTECCION_DE_LAS_ESTRUCTURAS_DE_CONCRETO.pdf
- LÓPEZ RODRIGUEZ, F., RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V., SANTA CRUZ ASTORQUI, J., TORREÑO LOPEZ, I., & UBEDA DE MINGO, P. (2004). *MANUAL DE PATOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN*. MADRID: s.f.
- López, I. C. (2011). Corrosión del Refuerzo y su Control. *Conferencia de Asocreto (Patología de Estructuras de Concreto)*, (pág. 118). Bogotá.

MEDINA M., J. (24 de marzo de 2013). *LOSAS*.

MOORE, F. (2000). *COMPRENSIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EN ARQUITECTURA*.

MÉXICO D.F: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.

Mulford, M. A. (2011). Diagnostico de Patologías por Corrosión del Acero en Estructuras de Concreto. *Conferencia de Asocretos (Diagnostico y Patología del Concreto 2)*, (pág. 194). Bogotá.

NILSON, A. (2001). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO* (DUODECIMA ed.).

(E. A. H., Ed., & L. E. YAMÍN., Trad.) SANTAFE DE BOGOTA, COLOMBIA:

MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.

NSR-10. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente NSR-10*.

Colombia.

OSORIO, J. D. (27 de Junio de 2018). *CARBONATACIÓN DEL CONCRETO*. Obtenido de

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/usos-y-aplicaciones/carbonatacion-del-concreto-como-detectarla>

PEÑA B., D. Y., ESTUPIÑAN D., H., VASQUEZ Q., C., & MEJÍA CH., E. (JUNIO de 2011). *DETERMINACIÓN DE LA PASIVACIÓN EN VARILLAS DE ACERO*.

Obtenido de file:///C:/Users/Duban/Downloads/Dialnet-

DeterminacionDeLaDespasivacionEnVarillasDeAceroDeR-4207178%20(2).pdf

Rehabilitación, R. a. (12 de DICIEMBRE de 2016). *Carbonatación en el hormigón, causas y efectos*. Obtenido de <https://www.rtarquitectura.com/carbonatacion-en-el-hormigon-causas-y-efectos/>

Sánchez, N. L. (16 de abril de 2014). *Proceso Constructivo de Losa de Concreto Armado*.

Recuperado el 16 de junio de 2019, de <https://es.slideshare.net/lumilodi/proceso-constructivo-de-losa-de-concreto-armado-33627818>

TOXEMENT. (2019). *GUÍA PARA LA PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO*. Obtenido de

http://www.toxement.com.co/media/3739/spec_gui-a_corrosio-n_.pdf

14 ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico de las muestras de estudio.

Anexo 2. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de núcleos de concreto.

Anexo 3. Resultados de control de carbonatación.

Anexo 4. Resultados de las esclerometrías.

	CONSECUTIVO: ITP-001-W537-19 PAGINAS: 1 DE 17	ISO 9001:2015 BUREAU VERITAS Certification 0018.01105 	
EVALUACIÓN PATOLÓGICA			
Este documento es propiedad de NHSQ Ingenieria y no debe ser modificado, copiado o difundido por ningún medio a persona alguna sin autorización sin el permiso o aprobación del propietario. El propietario o usuario será responsable por cualquier uso indebido. Este documento no es válido sin la firma en original.	DEPARTAMENTO: META	MUNICIPIO: VILLAVICENCIO	FECHA DE ENTREGA: 16/MAYO/2019
ELABORADO Y APROBADO:  Ing. NESTOR JULIAN SUAREZ Q. Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos NLP. 25302-158140 CHD	VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
SOLICITANTE: ING. ANDRES RODOLFO SOLER VEGA ING. LUIS ALFONSO MENDOZA ALANDETE	PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACION DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.		

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.		
VERSIÓN 001	FECHA DE VERSIÓN 15/05/2019	CÓDIGO P-001-01	CONSEJERO DR. JOSE L. GARCIA
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S.			

Villavicencio, 16 de mayo de 2019

Ingenieros:
ANDRES RODOLFO SOLER VEGA
LUIS ALFONSO MENDOZA ALANDETE
 Ciudad.

Ref.: ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.

Tema: Informe de resultados de laboratorio.

Cordial saludo,

A continuación, se entregan los resultados de los ensayos efectuados a los elementos de concreto del proyecto de la referencia. Se adjunta la falta de seis (06) núcleos de concreto, seis (06) ensayos de carbonatación y veinticuatro (24) esclerometrias.

La extracción, rotura y criterios de aceptación de los núcleos se efectuó siguiendo la normatividad NTC 3658 y lo expresado en los numerales C.5.6.5.3 y C.5.6.5.4 del capítulo "C" concreto estructural, reglamento colombiano de construcción sísmo resistente, NSR-10. Ver anexo 2.

Si se confirma la posibilidad que el concreto sea de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de soportar las cargas se redujo significativamente, deben permitirse ensayos de núcleos extraídos de la zona en cuestión de acuerdo con NTC 3658 (ASTM C42M). En esos casos deben tomarse tres núcleos por cada resultado del ensayo de resistencia que sea bajo o por cada elemento.¹

"Los núcleos deben ser extraídos, la humedad debe preservarse colocando los núcleos dentro de recipientes o bolsas herméticas, deben ser transportados al laboratorio y ensayarse de acuerdo con la NTC 3658 (ASTM C42). Los núcleos deben ser ensayados no antes de 48 horas y no más tarde de los 7 días de extraídos, a menos que el profesional facultado para diseñar apruebe algo diferente. Quien especifica los ensayos mencionado en la NTC 3658 (ASTM C42) debe ser un profesional facultado para diseñar."²

"El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f_c , y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de f_c . Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona."³

Nota 1. Los núcleos para la determinación de la resistencia a la compresión que contienen refuerzos pueden producir tanto valores superiores como inferiores de resistencia con respecto a los núcleos sin acero y por lo tanto deben evitarse si es posible o desbastarse para eliminar el refuerzo, utilizando una relación L/D de 1,00 ó mayor si se puede lograr.⁴

¹ NSR-10 – Capítulo C.5 – Calidad del concreto, mezcla y colocación, numeral C.5.6.5.2

² NSR-10 – Capítulo C.5 – Calidad del concreto, mezcla y colocación, numeral C.5.6.5.3

³ NSR-10 – Capítulo C.5 – Calidad del concreto, mezcla y colocación, numeral C.5.6.5.4

⁴ Norma técnica colombiana 3658

Este documento es válido con firmas y sellos en original
 CALLE 26° N°34-49 BARRIO NUEVO MAIZARO VILLAVICENCIO – META
 3115021033-3112989869-6733005
 nhsqingenieria@hotmail.com

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAM SILVESTRE II.		
VERSIÓN	FECHA DE VISIÓN	CÓDIGO	CONSEJERO
01	15/05/2023	01-001	01-001-001
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGEN DE NHSG INGENIERIA S.A.S.			

Para que la carbonatación sea reconocida a simple vista, es preciso observar una zona descolorida en la superficie de concreto, fenómeno que puede ser visualizado mediante la prueba de la fenolftaleína que consiste en aplicar el indicador a la superficie de la muestra de concreto y si esta toma un color rosáceo no está carbonatado, en cambio la zona que no cambia de color si lo está.

En el registro fotográfico puede observarse que existe poco grado de carbonatación ya que al aplicar la fenolftaleína se presentó cambio de color. Ver anexo 3.

Se entregan los resultados obtenidos en campo del ensayo no destructivo, que sirve para medir el número de rebote del concreto endurecido, realizada a los elementos que aparecen en la tabla 1.

Se utilizó como base la norma técnica ICONTEC NTC 3692, INV-E-413 y la NSR-10 para el ensayo. Cabe resaltar que las pruebas de esclerometría arrojan un estimativo de la resistencia del concreto. Se anexa resultados del trabajo efectuado en campo.

Tabla 1 Resultados de la esclerometrias

ID	ELEMENTO	POSIBLE RESISTENCIA DE DISEÑO (PSI)	ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO (PSI)
1	VIGA EJE 5 ENTRE EJES A Y B	3000	31.29
2	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y D	3000	31.29
3	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y D	3000	3385
4	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	3000	3556
5	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	3000	31.29
6	VIGA EJE 5 ENTRE EJES K Y L	3000	31.29
7	VIGA EJE 3 ENTRE EJES A Y B	3000	3538
8	VIGA EJE 3 ENTRE EJES B Y D	3000	31.29
9	VIGA EJE 3 ENTRE EJES D Y E	3000	31.29
10	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y G	3000	31.29
11	VIGA EJE 3 ENTRE EJES I Y J	3000	3385
12	VIGA EJE 3 ENTRE EJES K Y L	3000	3556
13	VIGA EJE 6 ENTRE EJES D Y E	3000	31.29
14	VIGA EJE 6 ENTRE EJES H Y I	3000	31.29
15	VIGA EJE 2 ENTRE EJES B Y C	3000	3385
16	VIGA EJE 2 ENTRE EJES I Y J	3000	3698
17	VIGA EJE A ENTRE EJES 6 Y 5	3000	31.29
18	VIGA EJE B ENTRE EJES 5 Y 4	3000	31.29
19	VIGA EJE D ENTRE EJES 4 Y 3	3000	3385
20	VIGA EJE E ENTRE EJES 3 Y 2	3000	31.29

Este documento es válido con firmas y sellos en original
CALLE 26ª N° 34-49 BARRIO NUEVO MAIZARDO VILLAVICENCIO – META
3118021033-3112159859-6733005
nhsgingenieria@hotmail.com

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
EVALUACIÓN PATOLÓGICA				
ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE III.				
VERSIÓN:	FECHA DE VISIÓN:	CÓDIGO:	CONSEJERO:	
001	21/04/2024	PL-001-01	DR. JOSÉ MORALES	
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S				

ID	ELEMENTO	POSIBLE RESISTENCIA DE DISEÑO (PSI)	ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO (PSI)
21	VIGA EJE F ENTRE EJES 6 Y 5	3000	3129
22	VIGA EJE H ENTRE EJES 6 Y 5	3000	3385
23	VIGA EJE K ENTRE EJES 5 Y 4	3000	3129
24	VIGA EJE L ENTRE EJES 2 Y 1	3000	3556

El presente informe consta de diecisiete (17) páginas y no debe reproducirse sin la aprobación por escrito del laboratorio, los resultados contenidos en él se relacionan únicamente con los ensayos ejecutados.

Espero que todas las labores realizadas sean de su entera satisfacción, cualquier inquietud no dude en comunicarse con nosotros.

Recuerde que usted es lo más importante para nuestra empresa.

Sin otro particular,


Ing. NESTOR JEFFERSON SUAREZ Q
 Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos
 Gerente NHSQ INGENIERIA S.A.S

Este documento es válido con firmas y sellos en original
 CALLE 26ª N° 34-49 BARRIO NUEVO MAJAZO VILLAVICENCIO - META
 3115021032-3112959859-6733005
 nhsqingenieria@hotmail.com

4

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAM SILVESTRE III.		
VERSIÓN: 001	FECHA DE VERIFICACIÓN: 31/05/2024	CÓDIGO: PJ-AB-01-01	CONSECUENTE: 01/01/2024
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO DE ORIGEN DE NH5Q INGENIERIA S.A.S.			

Anexo 1 Registro fotográfico

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
EVALUACIÓN PATOLÓGICA				
ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAM SILVESTRE II.				
VERSIÓN	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	CONSECUTIVO	
001	01/06/2018	WJAB-S-12	01 DE LA HOJA 1 DE 4	
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NH5Q INGENIERIA S.A.S				



En las imágenes de la 1 a la 4 se muestra la falla de núcleos de concreto.



Este documento es válido con firmas y sellos en original
 CALLE 26ª N° 34-49 BARRIO NUEVO MAIZARÓ VILLAVICENCIO – META
 3115021033-3112957869-6733005
 nh5qingenieria@hotmail.com

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
EVALUACIÓN PATOLÓGICA				
ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAM SILVESTRE II.				
VERSIÓN	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	CONSECUTIVO	
001	01/06/2024	WJAB-012	01 DEL 0001/01	
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NH5Q INGENIERIA S.A.S.				



En las imágenes de la 5 a la 8 se muestra el ensayo de carbonatación mediante la aplicación de fenolftaleína.



Este documento es válido con firmas y sellos en original
 CALLE 26ª N° 34-49 BARRIO NUEVO MAIZARÓ VILLAVICENCIO – META
 3115021033-311298989-6733005
 nh5qingenieria@hotmail.com

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.		
VERSIÓN: 001	FECHA DE VIGENCIA: EJECUTIVA	CÓDIGO: EJ-001	CONSEJO: 01 DEL 2021
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGEN DE NHSQ INGENIERIA S.A.S.			

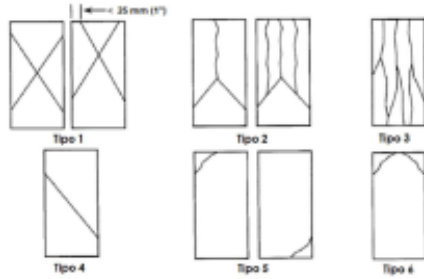


En las imágenes de la 9 a la 17 se muestran los ensayos de esclerometría.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAM SILVESTRE II.		
VERSIÓN 001	FECHA DE VERIFICACIÓN 20/05/2023	CÓDIGO PJA0012	CONSEJO VOTO 07/07/2023

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S

Anexo 2 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de núcleos de concreto

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAIS"															
MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN Y ENSAYO DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS Y VIGAS DE CONCRETO ASERRADAS																	
ESPECIFICACION/NORMA		FECHA DE VIGENCIA				CÓDIGO				ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NISO INGENIERIA							
NTC 3658		19/MARZO/2019				F-LAB-029-V3											
PROYECTO:		ESTUDIO PATOLOGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.										TIPO DE FALLA 					
DIRIGIDO A:		ING. ANDRÉS RODOLFO SOLER VEGA - ING. LUIS ALFONSO MENDOZA ALANDETE															
LOCALIZACIÓN:		EDIFICIO SAN SILVESTRE II															
CONTACTO:		ING. ANDRÉS RODOLFO SOLER VEGA															
FECHA MUESTREO:		lunes, 13 de mayo de 2019															
DESCRIPCIÓN:																	
		NIT:										CORREO:		andressolervega@gmail.com			
		CELULAR:										FECHA DE ENTREGA:		jueves, 16 de mayo de 2019			
		O.T./MUESTRA N°:		ITP-001-W537-19													
COD. INTERNO DEL NÚCLEO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE DISEÑO APROXIMADA	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE FUNDIDA	DÍAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	MASSA (kg)	DIÁMETRO Ø (cm)	ALTURA h (cm)	RELACION (l/v)	ÁREA (cm²)	DENSIDAD (gr/cm³)	CARGA MÁXIMA (KN)	FACTOR CORRECCIÓN LONGITUD DIÁMETRO	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA * FACTOR (PSI)	PORCENTAJE CON RESPECTO A f'c	OBSERVACIONES DE LA MUESTRA Y DEL ENSAYO.
N-1	VIGA EJE 5 ENTRE EJES B Y C	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3648.0	10.1	19.3	1.91	80.12	2.359	179.7	0.975	3351	111.7%	
N-2	VIGA EJE 5 ENTRE EJES H Y K	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3702.0	10.1	19.5	1.93	80.12	2.370	174.6	0.976	3254	108.5%	
N-3	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y F	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3725.0	10.1	19.7	1.95	80.12	2.360	171.9	0.976	3201	106.7%	
N-4	VIGA EJE 8 ENTRE EJES 2 Y 3	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3790.0	10.1	20.0	1.98	80.12	2.365	180.5	0.978	3357	111.9%	
N-5	VIGA EJE G ENTRE EJES 2 Y 3	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3667.0	10.1	19.4	1.92	80.12	2.359	176.8	0.975	3296	109.9%	
N-6	VIGA EJE F ENTRE EJES 3 Y 6	f'c 3000 PSI	13/05/2019	--	MAS DE 28 DIAS	16/05/2019	3738.0	10.1	19.8	1.96	80.12	2.356	182.3	0.977	3394	113.1%	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
OBSERVACIONES:  HAIVER DAVID OJIVO Ingeniero Civil  Ing. NESTOR HERNÁNDEZ QUINONES Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos																	

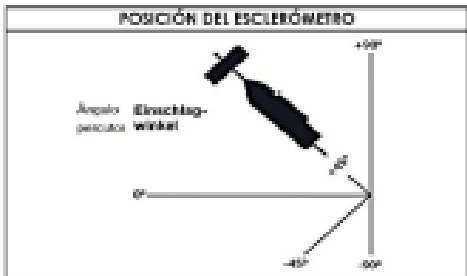
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"			
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA			
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.			
VERSIÓN: 001	FECHA DE EMISIÓN: 02/03/2021	CÓDIGO: P-001-001	CORRECTOR: P-001-001/1	
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA, S.A.S.				

Anexo 3 Resultados de control de carbonatación

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																																										
	"PROFESIONALES FORJANDO FUTURO"																																																																										
CONTROL DE CARBONATACIÓN																																																																											
ESPECIFICACIÓN/NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	USE DOCUMENTO DE VIGENCIA LA NORMA Y EL EMBLEMATICA DEL LABORATORIO NISO																																																																								
CONTROL INTERNO	19 MARZO 2019	PLAB-003-V3	INGENIERIA																																																																								
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.																																																																										
DIRIGIDO A:	ING. ANDRÉS RODOLFO SOLÍS VEGA - ING. LUIS ALFONSO MENDOZA ALARDETE	EMAIL:	andresrvega@gmail.com																																																																								
HE:	XXXXXXXXXXXXXXX	MUESTRA N°:	1 A 6																																																																								
MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO	C.U./MUESTRA N°:	11F-001-W337-19																																																																								
DEPARTAMENTO:	META	FECHA DE MUESTREO:	12 may-19																																																																								
SECTOR:	EDIFICIO SAN SILVESTRE II	FECHA DE ENTREGA:	16 may-19																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <th>N° DE NÚCLEO</th> <th>UBICACIÓN</th> <th>PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>VIGA EJE 5 ENTRE EJE B Y C</td><td>2.0 mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>VIGA EJE 5 ENTRE EJE H Y K</td><td>2.0 mm</td></tr> <tr><td>3</td><td>VIGA EJE 3 ENTRE EJE E Y F</td><td>3.0 mm</td></tr> <tr><td>4</td><td>VIGA EJE 8 ENTRE EJE 2 Y 3</td><td>2.0 mm</td></tr> <tr><td>5</td><td>VIGA EJE G ENTRE EJE 2 Y 3</td><td>3.0 mm</td></tr> <tr><td>6</td><td>VIGA EJE F ENTRE EJE 5 Y 6</td><td>2.0 mm</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> <tr><td>..</td><td>..</td><td>..</td></tr> </tbody> </table>				IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			N° DE NÚCLEO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)	1	VIGA EJE 5 ENTRE EJE B Y C	2.0 mm	2	VIGA EJE 5 ENTRE EJE H Y K	2.0 mm	3	VIGA EJE 3 ENTRE EJE E Y F	3.0 mm	4	VIGA EJE 8 ENTRE EJE 2 Y 3	2.0 mm	5	VIGA EJE G ENTRE EJE 2 Y 3	3.0 mm	6	VIGA EJE F ENTRE EJE 5 Y 6	2.0 mm	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA																																																																											
N° DE NÚCLEO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)																																																																									
1	VIGA EJE 5 ENTRE EJE B Y C	2.0 mm																																																																									
2	VIGA EJE 5 ENTRE EJE H Y K	2.0 mm																																																																									
3	VIGA EJE 3 ENTRE EJE E Y F	3.0 mm																																																																									
4	VIGA EJE 8 ENTRE EJE 2 Y 3	2.0 mm																																																																									
5	VIGA EJE G ENTRE EJE 2 Y 3	3.0 mm																																																																									
6	VIGA EJE F ENTRE EJE 5 Y 6	2.0 mm																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
..	..	..																																																																									
OBSERVACIONES: LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS PRESENTAN ALTO GRADO DE CARBONATACIÓN (VER REGISTRO FOTOGRÁFICO)																																																																											
ELABORÓ:  RAYNER DANTO OLIVO Ingeniero Civil APROBÓ:  Ing. MERVIN GARCIA CORTIÑAS Especialista en Geotécnia Vial y Pavimentos																																																																											

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"		
	EVALUACIÓN PATOLÓGICA		
	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE III.		
VERSIÓN: 001	FECHA DE EMISIÓN: 05 DE AGOSTO DE 2024	CÓDIGO: P-LAB-01	CONSECUTIVO: EP-001-2024-10
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINAL DE NHSQ INGENIERIA S.A.S.			

Anexo 4 Resultados de esclerometrias

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES PORTANDO PAIS"				
MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO						
ESPECIFICACIÓN/NORMA		FECHA DE VIGENCIA		CÓDIGO		
NTC 3092		15/04/2020/2019		P-LAB-028-V4		
ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO OFICIALES DEL LABORATORIO INGENIERIA						
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II			FECHA DEL ENSAYO:	13-may-19	
				FECHA DE ENTREGA:	16-may-19	
DIRECCIONADO A:	ING. ANDRÉS RODOLFO SOLER VEGA - ING. LUIS ALONSO MENDOZA ALANDETE	MR:	-----	EMAIL:	andresulenvega@gmail.com	
MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO			Q.E./MUESTRA N°:	ITP-008-W537-19	
DEPARTAMENTO:	META			SECTOR/SITO:	EDIFICIO SAN SILVESTRE II	
CONSECUTIVO	1	2	3	4	5	6
UBICACIÓN O ELEMENTO	VIGA EJE S ENTRE EJS A Y B	VIGA EJE S ENTRE EJS B Y D	VIGA EJE S ENTRE EJS B Y D	VIGA EJE S ENTRE EJS H Y K	VIGA EJE S ENTRE EJS H Y K	VIGA EJE S ENTRE EJS K Y L
POSICIÓN	0°	0°	0°	0°	0°	0°
FECHA DE FUNDIDA	--	--	--	--	--	--
DÍAS DE CURADO	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS
RESISTENCIA DE DISEÑO	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI
T.M.M.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A, RÍO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A, GRUESO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CEMENTO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1 LECTURA	30	29	33	32	30	31
2 LECTURA	32	32	32	33	29	29
3 LECTURA	32	29	30	33	31	30
4 LECTURA	30	30	31	34	31	32
5 LECTURA	31	31	33	34	31	30
6 LECTURA	30	26	33	34	32	30
7 LECTURA	30	30	32	33	30	29
8 LECTURA	31	32	33	34	31	31
9 LECTURA	32	32	31	33	30	32
10 LECTURA	30	32	33	32	30	33
# DE LECTURAS ACEPTADAS	10	8	10	10	10	10
LECTURAS DESCARTADAS	0	2	0	0	0	0
PROMEDIO DEL ÍNDICE ESCLEOMÉTRICO	31	31	32	33	31	31
RESISTENCIA ESTIMADA (Kg./cm²)	220	220	238	250	220	220
RESISTENCIA ESTIMADA (PSI)	3129	3129	3385	3556	3129	3129
% ESTIMADO A LOS DÍAS DE CURADO	104%	104%	113%	119%	104%	104%
OBSERVACIONES: _____ _____ _____ _____						
REVISÓ Y APROBÓ:  Ing. Rector Hernán Pérez Gutiérrez Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos				POSICIÓN DEL ESCLEÓMETRO 		

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAIS"			
MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO					
ESPECIFICACIÓN/NORMA NTC 3482		FECHA DE VIGENCIA 15 MARZO 2019		CÓDIGO PLAS-008-V4	SECCIONARIO NO SE ANEXO EN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO HAY INGENIERIA
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.			FECHA DEL ENSAYO:	12-mar-19
DIRIGIDO A:	ING. ANDRÉS RODOLFO SOLER VEGA - ING. LUIS ALFONSO MENDOZA ALARCETE			FECHA DE ENTREGA:	16-mar-19
MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO	MT:	-----	EMAIL:	andres.soler.vega@gmail.com
DEPARTAMENTO:	META			C.I./MAESTRA Nº:	TP-001-8537-19
				SECTOR/SITO:	EDIFICIO SAN SILVESTRE II

CONSECUTIVO	7	8	9	10	11	12
UBICACIÓN O ELEMENTO	VIGA EJE 3 ENTRE EJES A Y B	VIGA EJE 3 ENTRE EJES B Y D	VIGA EJE 3 ENTRE EJES D Y E	VIGA EJE 3 ENTRE EJES E Y O	VIGA EJE 3 ENTRE EJES I Y J	VIGA EJE 3 ENTRE EJES K Y L
POSICIÓN	0°	0°	0°	0°	0°	0°
FECHA DE FUNDIDA	--	--	--	--	--	--
DÍAS DE CURADO	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS
RESISTENCIA DE DISEÑO	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI
T.A.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
FRENTE A. FINO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
FRENTE A. GRUESO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CEMENTO	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
1 LECTURA	32	29	29	31	33	32
2 LECTURA	33	30	30	30	31	31
3 LECTURA	34	30	31	33	33	32
4 LECTURA	34	32	32	30	32	34
5 LECTURA	32	32	30	32	32	34
6 LECTURA	34	31	32	32	30	33
7 LECTURA	33	30	30	32	31	34
8 LECTURA	32	30	31	30	26	32
9 LECTURA	34	31	24	31	30	34
10 LECTURA	34	30	30	30	32	34
# DE LECTURAS ACEPTADAS	10	10	8	10	9	10
LECTURAS DESCARTADAS	0	0	2	0	1	0
PROMEDIO DEL ÍNDICE ESCLOMÉTRICO	33	31	31	31	32	33
RESISTENCIA ESTIMADA (kg/cm²)	250	220	220	220	238	250
RESISTENCIA ESTIMADA (PSI)	3556	3129	3129	3129	3365	3556
% ESTIMADO A LOS DÍAS DE CURADO	119%	104%	104%	104%	113%	119%

OBSERVACIONES: _____


Ing. Rector Bernabé Pérez Guzmán
 Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentación

POSICIÓN DEL ESCLOMÉTRICO


		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
"PROFESIONALES FORJANDO PAÍS"					
MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO					
ESPECIFICACIÓN/NORMA		FECHA DE VIGENCIA		CÓDIGO	
NTC 3042		15 MARZO 2009		F-LAB-038-V4	
ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO PARA REGISTRO					
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.			FECHA DEL ENSAYO:	13-may-19
				FECHA DE ENTREGA:	16-may-19
DIRECCIONADO A:	ING. ANDRÉS RODOLFO SOLÍS VEGA - ING. WILSON ALFONSO MENDOZA ALANDETE	NIT:	-----	EMAIL:	andresolivosvega@gmail.com
MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO			Q.E./MUESTRA N°:	IFP-001-W530-19
DEPARTAMENTO:	META			SECTOR/SITO:	EDIFICIO SAN SILVESTRE II

CONSECUTIVO	13	14	15	16	17	18
UBICACIÓN O ELEMENTO	VIGA EJE 6 ENTRE EJS D Y E	VIGA EJE 6 ENTRE EJS H Y I	VIGA EJE 2 ENTRE EJS B Y C	VIGA EJE 2 ENTRE EJS I Y J	VIGA EJE 4 ENTRE EJS 6 Y 5	VIGA EJE 8 ENTRE EJS 5 Y 4
POSICION	0°	0°	0°	0°	0°	0°
FECHA DE FINIDA	--	--	--	--	--	--
DIAS DE CURADO	+ 28 DIAS	+ 28 DIAS	+ 28 DIAS	+ 28 DIAS	+ 28 DIAS	+ 28 DIAS
RESISTENCIA DE DISEÑO	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI
TAJAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A. RNO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A. GRISO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CEMENTO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1 LECTURA	30	32	32	33	31	30
2 LECTURA	32	26	31	34	29	25
3 LECTURA	32	30	32	33	32	30
4 LECTURA	30	30	32	34	31	33
5 LECTURA	31	32	31	35	33	32
6 LECTURA	30	38	32	33	32	31
7 LECTURA	31	30	31	34	30	30
8 LECTURA	23	33	30	33	32	32
9 LECTURA	33	32	32	35	31	32
10 LECTURA	32	31	32	35	25	32
# DE LECTURAS ACEPTADAS	9	8	10	10	9	9
LECTURAS DESCARTADAS	1	2	0	0	1	1
PROMEDIO DEL INDICE ESCLEROMETRICO	31	31	32	34	31	31
RESISTENCIA ESTIMADA (Kg/cm2)	220	220	238	260	220	220
RESISTENCIA ESTIMADA (PSI)	3129	3129	3385	3696	3129	3129
% ESTIMADO A LOS DIAS DE CURADO	104%	104%	113%	123%	104%	104%

OBSERVACIONES : _____



Diagrama que muestra la posición del esclerómetro para la medición. El ángulo de percusión (Einschlagwinkel) se indica entre la vertical y la línea de medición, con marcas a 0°, 90°, 180° y 270°.



EMISSOR
Ing. NÉSTOR HERNÁN NÚÑEZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS "PROFESIONALES FORJANDO PAIS"			
MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO					
ESPECIFICACIÓN/TITULAR NTC 3042		FECHA DE VIGENCIA 15/04/2019		CÓDIGO F-LAB-038-V4	
ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO OFICIAL DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA					
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE LESIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOSA ENTRE PISO DEL SOTANO DE PARQUEADEROS DEL EDIFICIO SAN SILVESTRE II.			FECHA DEL ENSAYO:	13-may-19
				FECHA DE ENTREGA:	16-may-19
DIRECCION A:	ING. ANDRÉS RODOLFO SOLÍS VEGA - ING. LUIS ALFONSO MENDOZA ALANDETE	MR:	-----	EMAIL:	andresulosvega@gmail.com
MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO			C.I./MUESTRA Nº:	ITP-001-W537-19
DEPARTAMENTO:	META			SECTOR/SITO:	EDIFICIO SAN SILVESTRE II

CONSECUTIVO	19	20	21	22	23	24
UBICACIÓN O ELEMENTO	VIGA EJE D ENTRE EJS 4 Y 3	VIGA EJE E ENTRE EJS 3 Y 2	VIGA EJE F ENTRE EJS 4 Y 5	VIGA EJE H ENTRE EJS 4 Y 5	VIGA EJE K ENTRE EJS 5 Y 4	VIGA EJE L ENTRE EJS 2 Y 1
POSICION	0°	0°	0°	0°	0°	0°
FECHA DE FUNDIDA	--	--	--	--	--	--
DÍAS DE CURADO	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS	+ 28 DÍAS
RESISTENCIA DE DISEÑO	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI	3000 PSI
T.A.M.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A. FINO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FUENTE A. GRUESO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CEMENTO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1 LECTURA	33	30	31	33	30	31
2 LECTURA	31	29	33	31	30	34
3 LECTURA	32	30	32	32	32	32
4 LECTURA	33	31	30	33	31	33
5 LECTURA	33	32	31	31	32	34
6 LECTURA	33	31	22	33	31	33
7 LECTURA	31	30	31	31	30	31
8 LECTURA	32	30	32	33	30	32
9 LECTURA	32	31	30	31	31	34
10 LECTURA	31	31	31	31	30	33
# DE LECTURAS ACEPTADAS	10	10	9	10	10	10
LECTURAS DESCARTADAS	0	0	1	0	0	0
PROMEDIO DEL ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO	32	31	31	32	31	33
RESISTENCIA ESTIMADA (Kg/cm2)	299	230	220	299	230	260
RESISTENCIA ESTIMADA (PSI)	3385	3129	3129	3385	3129	3556
% ESTIMADO A LOS DÍAS DE CURADO	113%	104%	104%	113%	104%	119%

OBSERVACIONES:

POSICIÓN DEL ESCLERÓMETRO



BAJO FIRMADO:



Ing. NERSON HERNÁNDEZ GUZMÁN
 Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos