

Estudio Patológico para el Hospital Santander Municipio de Caicedonia - Valle del Cauca

Estudiantes:

Ing. Pedro Antonio Valencia Correa

Ing. Jairo Patiño Alzate

Ing. David Mario Sánchez Acosta



Vicerrectoría Universidad Abierta y a Distancia (VUAD)

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Programa de Patología de la Construcción

Especialización en Patología de la Construcción – Cohorte 2019-2

Bogotá, D.C. julio 29 de 2020

Estudio Patológico para el Hospital Santander Municipio de Caicedonia - Valle del Cauca

Estudiantes:

Ing. Pedro Antonio Valencia Correa

Ing. Jairo Patiño Alzate

Ing. David Mario Sánchez Acosta

**Trabajo Profesional Integrado – TPI para optar al Título de
Especialistas en Patología de la Construcción**

Directora:

Ing. M. Sc. Olga Lucía Vanegas Alfonso



Vicerrectoría Universidad Abierta y A Distancia (VUAD)

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Programa de Patología de la Construcción

Especialización en Patología de la Construcción – Cohorte 2019-2

Bogotá, D.C. julio 29 de 2020

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, julio, 2020

Contenido

	Pág.
Resumen	15
Introducción	16
Abstract	17
Justificación	18
Planteamiento del Problema	19
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Marco Referencial	21
Marco Teórico	21
Marco Conceptual	25
Marco Legal	26
Contexto Municipal	26
Localización y límites	26
Extensión	26
Población favorecida	27
Condiciones hidrometereológicas	27
Alcances y Limitaciones	27
Alcance	27
Limitaciones	28

Metodología	29
Descripción de la Selección del Paciente	29
Localización del hospital Municipal Santander de Caicedonia	29
Antecedentes históricos	29
Aspectos administrativos	29
Misión	29
Visión	30
Justificación de la Selección del Paciente	30
Preparación y Planteamiento del Estudio	31
Inspección preliminar del paciente	31
Equipo de trabajo para la exploración	32
Exploración visual y de Campo	32
Exploración de suelos y geotécnica	32
Extracción de Núcleos	32
Mapeo de aceros	33
Ensayo de Carbonatación	43
Equipos utilizados para los Ensayos y Toma de Muestras	43
Historia Clínica	44
Identificación del paciente	44
Sistema estructural y constructivo	44
Descripción de cada una de las estructuras	45
Irregularidades en planta y en altura de las estructuras	48
Exploración de las estructuras	49

Descripción y caracterización del sistema estructural	49
Datos de la edificación	51
Tipo de cimentación	51
Estado general de la construcción	52
Condiciones estructurales actuales del hospital	53
Información existente	54
Fidelidad de los planos	54
Constatación del estado del paciente	55
Aplicación patológica	55
Datos específicos de las lesiones	56
Afectaciones	56
Localización y levantamiento de daños	59
Fichas de historia clínica	63
Evaluación física y mecánica y composición y estructura del concreto y/o materiales	74
Concreto	74
Acero	75
Descripción de la patología más relevante en el paciente	75
Datos generales del entorno	75
Arquitectura (descripción general)	76
Concepto general de la planta física	77
Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico)	78
Aspectos Generales de la Planta Física	79
Estructura (Descripción General)	85

Calificación Por Diseño y Construcción (A. 10.2.2.1-NSR10).	85
Calificación por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10)	86
Calificación por estado	88
Evaluación de la estructura en general	88
Suelos y Cimentaciones	88
Geología general del paciente	88
Estudio de suelos realizado en el paciente	90
Estratigrafía	92
Nivel Freático	94
Tipo de cimentación realizada	95
Inventario de Lesiones clasificadas según el American Concrete Institute (ACI-224.1)	98
I.Dx/: Impresión Diagnóstica	100
R/: (Recomendaciones y Terapéutica)	100
Estudio de Vulnerabilidad Sísmica	102
Sismicidad Regional	102
Zona de amenaza sísmica y coeficientes de aceleración	104
Concreto	105
Acero	106
Estado de conservación de las estructuras	106
Evaluación cualitativa de la estructura	106
Ø _C Calidad del diseño y de la construcción de la estructura original	107
Ø _E Estado del sistema estructural	107
Movimientos sísmicos de diseño	107

Espectro de diseño	108
Clasificación del sistema estructural y determinación del coeficiente de disipación de energía	109
Resistencia de los concretos en rango aceptable	109
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones	110
Evaluación del índice de flexibilidad de las edificaciones	111
Índices de flexibilidad de los edificios al sismo de diseño	112
Evaluación de índices de sobre esfuerzos de las edificaciones	112
Resultado de las condiciones sismo resistentes actuales del hospital	113
Evaluación de la capacidad de las edificaciones reforzadas	115
Índice de flexibilidad de cada edificación reforzada	115
Conclusiones del estudio de vulnerabilidad sísmica	116
Propuestas de Intervención	118
Reforzamiento Estructural	118
Alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales	118
Recalce de columnas	118
Recalce de vigas	120
Perforaciones con martillo rotopercusor para anclajes	121
Construcción de pedestales de concreto 280 kg/cm ²	122
Construcción de columnas en concreto	123
Presupuesto de obra alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales	124
Cronograma de ejecución alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales	125
Alternativa 2 – Reforzamiento por encamisado metálico	126

Encamisado metálico de columnas	126
Encamisado metálico de vigas	127
Presupuesto de obra alternativa 2 – Encamisado metálico de elementos estructurales	128
Cronograma de Ejecución Alternativa 2 – Encamisado Metálico de Elementos Estructurales	128
Etapas de reforzamiento estructural	129
Reforzamiento de elementos no estructurales	129
Propuestas de Mejoramiento de las Condiciones Geotécnicas de la Edificación	130
Alternativa 1 - jet grouting (inyección de lechada)	130
Presupuesto de Obra Alternativa 1 – Jet Grouting	134
Cronograma de ejecución alternativa 1 – Jet Grouting	135
Alternativa 2 – Pilotes preexcavados fundidos “in situ”	135
Presupuesto de obra alternativa 2 – Pilotes pre excavados fundidos “in situ”	138
Cronograma de Ejecución Alternativa 2 - Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”	138
Análisis de Resultados	140
En la parte Estructural	140
En la parte Geotécnica	141
En Aspectos de Conservación, Habitabilidad y Estéticos	142
Conclusiones	143
Recomendaciones	144
Bibliografía	146
Anexos	150

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Carnet de Edificación del Paciente</i>	44
Tabla 2. <i>Irregularidades en Plantas y Estructuras</i>	48
Tabla 3. <i>Resultados Exploración de Estructuras</i>	49
Tabla 4. <i>Clasificación de Lesiones Hospital Santander Municipio de Caicedonia - Valle</i>	56
Tabla 5. <i>Ficha de Historia Clínica – Ubicación</i>	64
Tabla 6. <i>Ficha de Historia Clínica – Resumen</i>	65
Tabla 7. <i>Ficha de Historia Clínica – Asentamiento</i>	66
Tabla 8. <i>Ficha de Historia Clínica – Grietas y Fisuras</i>	67
Tabla 9. <i>Ficha de Historia Clínica – Erosión</i>	68
Tabla 10. <i>Ficha de Historia Clínica – Humedades</i>	69
Tabla 11. <i>Ficha de Historia Clínica – Carbonatación</i>	70
Tabla 12. <i>Ficha de Historia Clínica – Eflorescencia</i>	71
Tabla 13. <i>Ficha de Historia Clínica – Delaminación</i>	72
Tabla 14. <i>Ficha de Historia Clínica – Ataques Biológicos</i>	73
Tabla 15. <i>Distribución Servicios del Hospital</i>	78
Tabla 16. <i>Aspectos Generales Planta Física Hospital Santander</i>	79
Tabla 17. <i>Ubicación de Sondeos</i>	93
Tabla 18. <i>Apiques</i>	96
Tabla 19. <i>Fuentes Sísmicas con Influencia en el Valle del Cauca</i>	104
Tabla 20. <i>Valores de R_o, ϕ_p y ϕ_a para cada edificación</i>	110
Tabla 21. <i>Índices de Flexibilidad Estructuras Actuales – Sismo de Diseño</i>	112

Tabla 22. <i>Índices de flexibilidad estructuras reforzadas – sismo de diseño</i>	116
Tabla 23. <i>Índices de Flexibilidad Estructuras Reforzadas – Sismo de Umbral de Daño</i>	116
Tabla 24. <i>Presupuesto de obra alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales</i>	125
Tabla 25. <i>Presupuesto Resumen Obras Hospital Opción 2 Encamisado Metálico</i>	128
Tabla 26. <i>Presupuesto de Obra Alternativa 1 – Jet Grouting</i>	134
Tabla 27. <i>Cálculo de los Pilotes a Diferentes Profundidades y Diámetros para Determinar la Capacidad de Carga de cada Zapata</i>	137
Tabla 28. <i>Presupuesto de Obra Alternativa 2 – Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”</i>	138
Tabla 29. <i>Resumen Presupuestos Alternativas de Mejoramiento Geotécnico de la Edificación</i>	139

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Resultados de Ensayo de Núcleos	33
<i>Figura 2.</i> Mapeo de Aceros 1	34
<i>Figura 3.</i> Mapeo de Aceros 2	35
<i>Figura 4.</i> Mapeo de Aceros 3	36
<i>Figura 5.</i> Mapeo de Aceros 4	37
<i>Figura 6.</i> Mapeo de Aceros 5	38
<i>Figura 7.</i> Localización de Puntos 1 y 2 para Mapeo de Aceros	39
<i>Figuras 8.</i> Localización de Puntos 3 y 5 para Mapeo de Aceros	40
<i>Figuras 9.</i> Localización de Puntos 6 y 7 para Mapeo de Aceros	41
<i>Figuras 10.</i> Localización de Puntos 8, 9 y 10 para Mapeo de Aceros	42
<i>Figura 11.</i> Ensayo de Carbonatación	43
<i>Figura 12.</i> Planta Arquitectónica General del Hospital	44
<i>Figura 13.</i> Distribución Típica de Losa Reticular Celulada	51
<i>Figura 14.</i> Plano 1 Plano de Calificación Planta Primer Piso	60
<i>Figura 15.</i> Plano 2 Plano de Calificación Planta Segundo Piso	61
<i>Figura 16.</i> Plano 3 Plano de Calificación Fachadas	62
<i>Figura 17.</i> Vista Aérea del Hospital Santander de Caicedonia – Valle	76
<i>Figura 18.</i> Foto Satelital y Ubicación del Hospital Santander	76
<i>Figura 19.</i> Accesos al Hospital	77
<i>Figura 20.</i> Toma de Muestras para Estudio de Suelos	92
<i>Figura 21.</i> Plano 4 Ubicación de Apiques	94

<i>Figuras 22. Tipos de Zapatas</i>	97
<i>Figura 23. Zapata Esquinera y Medianera</i>	97
<i>Figura 24. Modelo Tectónico Regional</i>	102
<i>Figura 25. Fuentes sísmicas con influencia en el Valle del Cauca</i>	103
<i>Figura 26. Espectro de Diseño Hospital Santander de Caicedonia</i>	108
<i>Figura 27. Procedimiento para Recalce de Columnas</i>	118
<i>Figura 28. Recalce de Vigas</i>	120
<i>Figura 29. Perforación con martillo Rotopercusor</i>	121
<i>Figura 30. Encamisado Metálico de Columnas</i>	126
<i>Figura 31. Encamisado metálico de Vigas</i>	127
<i>Figura 32. Jet Grouting (Inyección con Chorro de Lechada)</i>	130
<i>Figura 33. Inyección con Chorro de Lechada a Alta Velocidad</i>	131
<i>Figura 34. Equipo utilizada en el Jet Grouting</i>	133
<i>Figura 35. Procedimiento para construcción de Pilotes preexcavados In Situ</i>	135

Lista de Anexos

Anexo A. Estudio de Suelos

Anexo B. Resultados Ensayo de Núcleos Hospital de Caicedonia - Parte 1

Anexo C. Resultados Ensayo de Núcleos Hospital Caicedonia - Parte 2

Anexo D. Informe Mapeo de Aceros

Anexo E. Planos Mapeo de Aceros

Anexo F. Planos Arquitectónicos

Anexo G. Fichas de Historia Clínica

Anexo H. Planos de Calificación

Anexo I. Plano de Apiques

Anexo J. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

Anexo K. Presupuesto Reforzamiento Estructural con Recalce Hospital Santander

Anexo L. Cronograma Alternativa 1 – Recalces

Anexo M. Presupuesto Reforzamiento Estructural con Encamisado Metálico Hospital Santander

Anexo N. Cronograma Alternativa 2 - Encamisado Metálico

Anexo O. Presupuesto Cimentación Jet Grouting

Anexo P. Cronograma Jet Grouting

Anexo Q. Presupuesto Cimentación Pilotes Fundidos In Situ

Anexo R. Cronograma Pilotes In Situ

Resumen

En el presente documento se hace un estudio del estado general de las Edificaciones que conforman el Hospital Municipal de Caicedonia en el Departamento del Valle del Cauca (Colombia), para detectar de una manera técnica y con la metodología indicada, las diferentes lesiones y deficiencias que tiene y que pueden afectar su funcionalidad, habitabilidad, seguridad, estabilidad y durabilidad. También se hace un preciso diagnóstico y se plantean las alternativas más viables para su rehabilitación, con sus respectivos costos y tiempos de ejecución.

Introducción

Las instituciones hospitalarias públicas han sufrido una transformación acelerada en los últimos años, en comienzo debido al ajuste de los desequilibrios financieros dada su cultura de facturación y la acumulación del pasivo prestacional, y subsiguientemente por la obsolescencia de la infraestructura física y su poca modernización frente a los fuertes cambios tecnológicos, así como a las necesidades de carácter médico y administrativo dentro del nuevo concepto Red de servicios.

El Hospital Santander no ha sido ajeno a dicha realidad y por tal razón son evidentes los cambios en aspectos misionales y financieros; desafortunadamente en cuanto a la infraestructura física no se ha tenido el mismo grado de avance, aunque se cuenta con una planta física evidentemente en buen estado de mantenimiento, lo cierto es que su viabilidad está amenazada no solo por su baja funcionalidad y la debilidad frente a las necesidades tecnológicas, sino esencialmente por la inestabilidad de su planta física dado su sistema estructural que no cumple (Norma NSR-10) con las condiciones de seguridad mínimas, propias de una edificación indispensable la cual debe y brindar calidez, confort y seguridad a los pacientes, personal y visitantes que utilizan el servicio en casos de desastres naturales, especialmente un evento sísmico, y continuar funcionando posterior al mismo.

Abstract

Public hospital institutions have undergone an accelerated transformation in recent years, initially due to the adjustment of financial imbalances due to their billing culture and the accumulation of the provision liability, and subsequently due to the obsolescence of physical infrastructure and its poor modernization compared to the strong technological changes, as well as the needs of a medical and administrative nature within the new concept Network of services.

Santander Hospital has not been oblivious to this reality and for this reason the changes in mission and financial aspects are evident; Unfortunately, in terms of physical infrastructure, the same level of progress has not been achieved, although there is a physical plant evidently in good maintenance, the truth is that its viability is threatened not only by its low functionality and weakness against technological needs, but essentially because of the instability of its physical plant given its structural system that does not comply (Standard NSR-10) with the minimum safety conditions, typical of an indispensable building which must and provide warmth, comfort and safety to the patients, staff and visitors who use the service in cases of natural disasters, especially a seismic event, and continue to operate after it.

Justificación

Con el presente estudio patológico, se pretende reducir al grado de vulnerabilidad funcional del Hospital Santander E.S.E. de Caicedonia, optimizando la infraestructura física que lo soporta, para que esté a la altura de los requerimientos y necesidades de los usuarios en los servicios de salud de baja y media complejidad. Ésta consultoría es trascendental para garantizar continuidad en la atención en servicios de salud a la comunidad de Caicedonia e incluso a habitantes de municipios cercanos del Departamento del Valle como Sevilla, Zarzal y del Departamento del Quindío como Córdoba, La Tebaida, Génova y Pijao entre otros, que con frecuencia recurren a este Centro Hospitalario.

Planteamiento del Problema

El Hospital Santander es un paciente geriátrico y a pesar de ello, su sistema constructivo y el adecuado mantenimiento que se le ha dado no permiten evidenciar a simple vista lesiones estructurales severas. No obstante, en virtud a la edad de la edificación es altamente probable que no tenga una respuesta adecuada para afrontar solicitaciones sísmicas de consideración, porque no fue concebido, ni construido con la norma sismoresistente vigente y ni siquiera con la primera que hubo en nuestro país, o sea el Decreto 1400 de 1984 Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes.

Es así como este estudio se enfoca prioritariamente en la revisión detallada del tipo de cimentación y de las condiciones de los elementos estructurales en sus dos (2) pisos, para plantear su ajuste a la normatividad vigente. Lo anterior no significa que no se diagnostiquen, analicen y propongan soluciones para lesiones menores como humedades y deterioro de algunos acabados. De acuerdo a lo anterior la solución al problema será una propuesta de reforzamiento estructural y de mejoramiento de la cimentación, si de acuerdo a los ensayos, estudio de vulnerabilidad sísmica, estudio de suelos y análisis de cargas se requiere.

Objetivos

Objetivo General

Identificar las Deficiencias Estructurales, Procesos Patológicos y Lesiones en las edificaciones que hacen parte del Hospital Santander en el Municipio de Caicedonia, Departamento del Valle del Cauca, para hacer una propuesta de reforzamiento estructural sísmoresistente y de reparaciones locativas, mediante los preceptos, técnicas y procedimientos que se estipulan en la Patología de la Construcción

Objetivos Específicos

- Examinar la Edificación para la detección, categorización y tipificación de Lesiones Primarias, Secundarias y Menores mediante inspección visual.
- Determinar mediante ensayos no destructivos, no invasivos y consultoría especializada, el Estado General y la Condición Estructural y Sismo Resistente del Hospital para compararla con los estándares mínimos requeridos en la normatividad vigente.
- Diagnosticar las lesiones No estructurales, Primarias y Secundarias y su grado de severidad.
- Formular las recomendaciones de mantenimiento correctivo y preventivo de Lesiones Menores.
- Plantear dos (2) alternativas de reforzamiento estructural y de cimentación, con sus respectivas propuestas técnicas de intervención, presupuestos de obra y cronogramas de ejecución.

Marco Referencial

Marco Teórico

Para contextualizar el presente estudio, es de alta relevancia hacer una síntesis de algunos conceptos técnicos y académicos que se presentan en el siguiente Glosario.

Patología de la Construcción

La patología de la construcción es un área especializada de las ciencias aplicadas que se encarga de determinar las causas de los problemas de un proyecto (enfermedad) y de los cambios estructurales y funcionales que ocurren en condiciones difíciles o especiales; es decir se ocupa de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y los elementos constructivos. (López, Rodríguez, Santacruz, Torreño & Ubeda, 2012, p. 16).

Patología de Edificaciones: “estudio de las lesiones o problemas que se presentan en un edificio y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento, o sea las relativas a funcionalidad, seguridad o habitabilidad” (López et al., 2012, p. 16).

Proceso Patológico:

El proceso patológico tiene que ver con una serie de acciones producidas en una edificación o parte de ésta; y que se da a partir de la detección de un deterioro en su funcionamiento o una lesión, y hasta que la edificación recupera sus condiciones básicas de construcción a través de su recuperación o demolición. (López et al., 2012, p. 21).

Lesiones: Las lesiones tienen que ver con las afecciones que se convierten en problemas de construcción, lo que se conoce como el resultado final de un proceso patológico. Se destaca la importancia de conocer los tipos de lesiones ya que, se convierte en el inicio de cualquier estudio patológico, pues al identificarlas se puede elegir correctamente el tratamiento a seguir. (Broto & Mostaedi, 2006)

Lesiones Físicas: son que resultan de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos (Broto & Mostaedi, 2006). Las causas físicas más comunes son:

Humedad: producida cuando hay una presencia de agua en un porcentaje superior al que se considera aceptable o normal en un material o elemento constructivo. Se identifican humedades de obra, capilar, de filtración, de condensación y accidental. (Broto & Mostaedi, 2006).

Erosión: es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial (Broto & Mostaedi, 2006).

Suciedad: es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas (Broto & Mostaedi, 2006).

Lesiones Mecánicas: las lesiones mecánicas son aquellas relacionadas con factores mecánicos que conducen a movimientos, desgastes, aberturas, o separaciones de materiales o elementos constructivos y que son producidas luego de acciones físicas con una gran importancia (Broto & Mostaedi, 2006). Podemos dividir este tipo de lesiones en cinco apartados diferenciados:

Deformaciones: tienen que ver con las variaciones en los materiales constructivos, y que se generan en elementos estructurales, de cerramiento, siendo el resultado de esfuerzos mecánicos provocados durante la ejecución de la estructura o cuando ésta entra en carga. Este tipo de lesión

se divide en cuatro subgrupos que pueden ser el resultado de lesiones secundaras como fisuras, grietas y desprendimientos: flechas, pandeos, desplomes y alabeos (Broto & Mostaedi, 2006).

Grietas: Son aberturas con orientación longitudinal que generan afectaciones en el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento (Broto & Mostaedi, 2006).

Fisuras: Son aberturas longitudinales que se generan en superficies o en los acabados de elementos constructivos, que tiene varios orígenes y evoluciones, son consideradas como la etapa previa a la aparición de las grietas (Broto & Mostaedi, 2006)

Desprendimiento: son separaciones de materiales constructivos de acabados y a su soporte, generadas debido a la falta de adherencia entre éstos, se produce debido a otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas (Broto & Mostaedi, 2006).

Erosiones Mecánicas: se relaciona con la pérdida de material superficial provocadas por esfuerzos mecánico, que pueden generarse en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en las partes altas y cornisas, esto por partículas transportadas el viento (Broto & Mostaedi, 2006).

Lesiones Químicas: se trata de lesiones generadas en procesos patológicos químicos, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde (Broto & Mostaedi, 2006).

Eflorescencias: Son procesos patológicos relacionados con la aparición de humedad, debido a las sales solubles que tienen los materiales, las cuales se arrastran a través del agua hacia el exterior por medio del proceso de evaporación y cristalizan en la superficie del material (Broto & Mostaedi, 2006).

Oxidaciones y Corrosiones: Son un conjunto de transformaciones moleculares que se generan por la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus

procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo, ya que tienen similitud y sus síntomas son similares (Broto & Mostaedi, 2006).

Organismos: en el ámbito constructivo se observa que organismos de origen animal y vegetal pueden generar afectaciones en las superficies de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, ya que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se encuentran, además de afectar el material en su estructura física (Broto & Mostaedi, 2006).

Erosiones: Las de tipo químico tienen que ver con la generación de transformaciones de tipo molecular en la superficie de materiales pétreos, debido a la reacción química de sus componentes con otras sustancias (Broto & Mostaedi, 2006).

Demolición: es el desmantelamiento, demolición, destrucción o demolición de cualquier edificio o estructura o cualquier parte del mismo, se trata de un proceso programado y planificado de acuerdo a las necesidades y cuidados específicos de cada caso (Broto & Mostaedi, 2006).

Mantenimiento: es la gestión integral que debe asegurar el confort de los usuarios y la fiabilidad de todas sus instalaciones, incrementando el valor de los bienes inmuebles de sus clientes (Broto & Mostaedi, 2006).

Prevención: el estudio de los procesos patológicos y, sobre todo de sus causas, establecen el conjunto de medidas preventivas cuyo propósito es evitar la aparición de nuevos procesos. En ésta se consideran, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento (Broto & Mostaedi, 2006).

Reforzamiento: Adecuación de una Estructura que ha perdido parte de su resistencia mecánica para soportar las solicitaciones de carga para las que fue concebida y los esfuerzos del Diseño Original (Broto & Mostaedi, 2006).

Rehabilitación: comprende una serie de posibles fases como: un proyecto arquitectónico para nuevos usos; un estudio patológico con diagnósticos parciales; reparaciones de las diferentes unidades constructivas dañadas, y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales (Broto & Mostaedi, 2006).

Reparación: es un conjunto de actuaciones, destinadas a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad arquitectónica original. Este proceso se realiza luego de haberse identificado el proceso patológico, con su origen o causa y la evolución de la lesión (Broto & Mostaedi, 2006).

Repotenciación: Reforzamiento de una Estructura para soportar solicitaciones de carga y esfuerzos superiores a las condiciones del Diseño Original (Broto & Mostaedi, 2006).

Restauración: se centran en la reparación de un elemento concreto o en un objeto de decoración. La restauración entraña una gran dificultad para resultar coherente con el valor del edificio entendido como una entidad individual, tanto desde el aspecto arquitectónico, histórico y artístico, que permita la transmisión de sus valores a la posteridad (Broto & Mostaedi, 2006).

Marco Conceptual

El presente estudio está basado en los preceptos de la Ingeniería Civil, específicamente en las áreas de Geotecnia y Estructural. También se apoya conceptualmente en los fundamentos de Patología de la Construcción, Ingeniería Estructural y Sísmica y en la normativa nacional e internacional y en las buenas prácticas de Ingeniería, Arquitectura y Construcción.

Marco Legal

Norma Sismo Resistente 2010 (NSR-10), Títulos A, C y H.

Aunque ya está en “ciernes” la NSR-20 no se ha terminado, ni sancionado como Decreto Ley de la República. Por tal razón, la Norma vigente que rige a la Estructura del Hospital es la NSR-10, la cual evidentemente por la fecha de construcción de la edificación, no cumple. Tampoco cumple las Anteriores Normas NSR-98, ni con los requerimientos del primer Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, que es el Decreto 1400 de 1984.

Contexto Municipal

Localización y límites

El municipio de Caicedonia se encuentra ubicado en el occidente Colombiano al nor-oriental del departamento del Valle del Cauca, geográficamente se localiza a $4^{\circ} 19' 25''$ latitud norte y $75^{\circ} 50' 00''$ longitud oeste, limita al norte y al oriente con el departamento del Quindío (Río Barragán y Río La Vieja) y por el sur y el occidente con el municipio de Sevilla (quebrada Sinaí y río Pijao). (Municipios de Colombia, s.f.)

Extensión

Extensión total: 17.272 Km^2 Extensión área urbana: 287 Km^2 Extensión área rural: 16.985 Km^2

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.100 msnm Temperatura media: $23^{\circ}\text{C}^{\circ}$ Distancia de referencia: 172 Km por carretera a Cali (Ciudad Capital del Departamento del Valle del Cauca). (Municipios de Colombia, s.f.)

Población favorecida

La población DANE proyectada en el municipio de Caicedonia para el año 2010 asciende a 30.340 personas, de las cuales son del género masculino 15.415 y del género femenino 14.925. Se observa un estrechamiento notable para ambos sexos en los grupos de 30 a 45 años, y la existencia de importante número de personas mayores de 65 años. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2010).

También el Hospital atiende un potencial de población flotante de varios municipios cercanos de los Departamentos de Quindío (Génova, Córdoba, Pijao y la Tebaida) y del Valle del Cauca (Zarzal y Sevilla), que se estima en 10.000 personas aproximadamente.

Condiciones hidrometereológicas

La temperatura promedio de la región Caicedonia fluctúa entre los 23 y 24 °C perteneciente al piso térmico cálido. La humedad relativa fluctúa en el rango 65%-75%. Es una región intertropical con dos épocas lluviosas (marzo a mayo y octubre a noviembre). Los índices de precipitación anual son: 1.589 mm en el norte (133 días de lluvias), 1882 mm al sur (109 días de lluvias) y 938 mm en el centro (100 días de lluvias) (Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca UES, 2016)

Alcances y Limitaciones

Alcance

El alcance Físico del presente Estudio es inspeccionar, identificar y analizar las deficiencias estructurales y Lesiones en las dos (2) Plantas que tiene el Hospital Santander para plantear 2

alternativas de reforzamiento estructural y de cimentación y recomendar los procedimientos preventivos y correctivos para el mantenimiento y conservación de los Inmuebles que conforman el Hospital.

Limitaciones

Por tratarse de un Hospital en funcionamiento, se tuvieron algunas limitaciones, especialmente para realizar numerosos ensayos invasivos, por lo cual se seleccionaron sitios y elementos representativos de acuerdo a las buenas prácticas de Inspección Patológica, que se complementaron con ensayos no invasivos y con los Estudios Geotécnico y de Vulnerabilidad Sísmica.

Respecto al nivel conceptual de profundización de este Estudio, además del Diagnóstico, se desarrolló completa la consultoría para plantear el reforzamiento estructural, de cimentación y ajuste a la norma sismo resistente y proponer las alternativas de reparación de las lesiones encontradas, todo con sus respectivos presupuestos de intervención y cronogramas de ejecución. En ese sentido hacen parte del presente estudio las propuestas detalladas y valoradas.

Metodología

Descripción de la Selección del Paciente

Localización del hospital Municipal Santander de Caicedonia

El Hospital Santander, está localizado en la Carrera 9 # 6 -36 del Municipio de Caicedonia, en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia. Su latitud es 4°, 19', 25'', Norte; su longitud es 75°, 50', 00'' Oeste. Dista de la ciudad de Santiago de Cali 172 km por carretera.

Antecedentes históricos

El Hospital Municipal Santander de Caicedonia (Valle del Cauca) tuvo su origen en el acuerdo No. 63 de julio de 1939 del Concejo Municipal. Inició su construcción el 08 de diciembre de 1942 y se terminó en diciembre de 1944 (Hospital Municipal Santander de Caicedonia , 2018).

Aspectos administrativos

Misión

Mejorar las condiciones de salud a través de la prestación de un servicio oportuno, humanizado, seguro, con calidad a la población de Caicedonia y otros; con énfasis en la promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación encaminado hacia un desarrollo social, integral y sostenible (Hospital Municipal Santander de Caicedonia , 2018).

Visión

La ESE Hospital Santander en el año 2013 se visualiza como una Institución Hospitalaria de Segundo Nivel de Complejidad, prestadora de servicios integrales de salud, competitiva con un alto nivel de calidad humanista y social al servicio de toda la comunidad de Caicedonia Valle y su área de influencia (Hospital Municipal Santander de Caicedonia , 2018).

Justificación de la Selección del Paciente

Teniendo en cuenta que el Municipio de Caicedonia, tiene una población superior a los treinta mil habitantes y que su ubicación es estratégica respecto a varios municipios de los Departamentos del Valle y Quindío, los cuales se encuentran en zona de Riesgo Sísmico Alta, haciéndolos más vulnerables a eventos tectónicos, se debe garantizar la preservación de las edificaciones esenciales ante la probabilidad de ocurrencia de estos sucesos.

De acuerdo a la Ley 1523 de 2012, Ley de Gestión de Riesgo en Colombia, todos los municipios de Colombia y sus Edificaciones Esenciales, deben hacer estudios de amenazas, vulnerabilidad, riesgo y sus respectivos Planes de Contingencia. En este contexto este Hospital está cobijado por ese mandato que se suma a lo ya indicado para éstas edificaciones en la NSR-10.

En ese orden de ideas, la prioridad es salvaguardar las edificaciones esenciales y en este caso vitales como es el Hospital. Por esa razón se escogió este paciente para hacer un Estudio Patológico con enfoque preventivo y correctivo, sin dejar de lado por supuesto el diagnóstico y las recomendaciones de mantenimiento y reparación de otras lesiones primarias y secundarias que se detecten en el inmueble.

Preparación y Planteamiento del Estudio

Inspección preliminar del paciente

Para realizar el presente Estudio Patológico en su fase inicial, el procedimiento consistió en primera instancia, en hacer una visita preliminar para recopilar toda la información Técnica y Administrativa sobre las Edificaciones que hacen parte del Inmueble, en el Municipio y en el propio hospital.

También se obtuvieron datos relevantes como son la georreferenciación, altura sobre el nivel del mar, temperatura promedio, humedad relativa. Estudio de Suelos reciente completo y algunos Planos Estructurales.

En una segunda visita, se obtuvo información técnica adicional, entre ella algunos planos como el de localización General y los Arquitectónicos. Se realizaron los ensayos No Destructivos (Escaneo de Aceros y Prueba de Carbonatación) y se efectuó un recorrido para inspección del Hospital, en el que se hizo la detección visual de algunas lesiones tomando un registro fotográfico de ellas.

En la tercera visita se practicaron los ensayos Invasivos: extracción de núcleos en elementos estructurales de concreto y apiques y sondeos para el estudio geotécnico.

Los orificios producidos por los núcleos extraídos y las manchas de Fenolftaleína para la prueba de carbonatación se resanaron técnicamente una vez fueron realizados los ensayos.

Equipo de trabajo para la exploración

Exploración visual y de Campo

La realizaron los 3 integrantes de este trabajo, Ingeniero Civil M.Sc. Pedro Antonio Valencia Correa, Ingeniero Civil Esp. Jairo Patiño Alzate e Ingeniero Civil Esp. David Mario Sánchez Acosta.

Exploración de suelos y geotécnica

La realizó el Ingeniero Civil M. Sc. en Geotecnia Juan José Piedrahita R. con Matrícula Profesional 25202-57736 CND junto con su personal auxiliar de campo y de laboratorio. El Estudio de Suelos se puede observar en el Anexo A.

Extracción de Núcleos

La realizó la empresa LECIV S.A.S. con su personal de Ingenieros y auxiliares como se puede observar en los Anexos B y C. A continuación, se puede observar el Informe de extracción de núcleos (véase la Figura 1).



LECIV S.A.S
Nit: 801002047-0

CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS
LABORATORIO DE MATERIALES
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRA

REGISTRO DE ENSAYO
METODO PARA LA OBTENCION Y ENSAYO DE NUCLEOS EXTRAIDOS Y VIGAS DE CONCRETO ASERRADAS
NORMA NTC 3658 (ASTM C42)

INFORME No.	011/2019	DIRECCION	CAICEDONIA VALLE
ORDEN DE TRABAJO No.	1300	ATN.	Ing. PEDRO VALENCIA
PROYECTO	REFORZAMIENTO HOSPITAL CAICEDONIA	FECHA DE EXTRACCION	noviembre 16, 2019
SOLICITO	Ing. PEDRO VALENCIA	FECHA DE INFORME	noviembre 20, 2019
		RESISTENCIA ESPERADA (f'c) en kg/cm ²	210

MUESTRA	FECHA DE	PROGRAMA DE ENSAYO		DIMENSION DE PROBETA			PESO	DENSIDAD	CARGA	RELACION h/d	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA			LOCALIZACION
No.	FUNCION	FECHA	EDAD	d (cm)	h (cm)	AREA (cm ²)	(g)	(g/cm ³)	KN			Mpa	kg/cm ²	P.S.I.	
C1	N/A	N/A	N/A	5,0	10,1	19,6	480,4	2,422	48,2	2,02	1,00	24,53	250,2	3558	COLUMNA 1
V2	N/A	N/A	N/A	5,0	8,0	19,6	376,7	2,398	78,1	1,60	0,97	38,70	394,6	5613	VIGA 1
C2	N/A	N/A	N/A	5,0	10,0	19,6	486,9	2,480	33,4	2,00	1,00	16,99	173,3	2464	COLUMNA 2
V2	N/A	N/A	N/A	5,0	8,0	19,6	376,6	2,398	86,5	1,60	0,97	42,86	437,1	6217	VIGA 2
C3	N/A	N/A	N/A	5,0	10,1	19,6	475,0	2,395	31,2	2,02	1,00	15,88	161,9	2303	COLUMNA 3
V3	N/A	N/A	N/A	5,0	8,1	19,6	376,8	2,369	36,6	1,62	0,98	17,68	180,3	2564	VIGA 3
C6	N/A	N/A	N/A	5,0	10,2	19,6	510,3	2,548	50,6	2,04	1,00	25,76	262,7	3736	COLUMNA 6
V5	N/A	N/A	N/A	5,0	10,1	19,6	476,2	2,401	32,1	2,02	1,00	16,34	166,6	2369	VIGA 5

OBSERVACIONES

SEGUN EL CAPITULO C.5.6.5.4 DE LAS NORMA COLOMBIANA DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE, EL CONCRETO DE LAS ZONAS REPRESENTADA POR LOS NUCLEOS, ES ESTRUCTURALMENTE ADECUADO, SI EL PROMEDIO DE LOS 3 NUCLEOS RESULTA POR LO MENOS IGUAL AL 85% DE F'c, Y SI NINGUN NUCLEO PRESENTA UNA RESISTENCIA MENOR DEL 75% DE F'c. NSR-10 cap. C5.

Ing. HENRY RINCON AVELLANEDA
Director Técnico

UNIDAD DE RESISTENCIA	(kg/cm ²)		CUMPLE
PORCENTAJES INDIVIDUALES	MUESTRA	%	
% CON RESPECTO A f'c	C1	119	SI
	V2	188	SI
	C2	83	NO
	V2	208	SI
	C3	77	NO
	V3	86	SI
	C6	125	SI
	V5	79	NO

Calle 5 Norte No. 15-09 Teléfono: (57) 67459083 Celular: 3128432782 Armenia Colombia. E-mail: leciv.sas@gmail.com

Figura 1. Resultados de Ensayo de Núcleos. Fuente: Leciv SAS (2019).

Mapeo de aceros

La “Detección Electromagnética” de los Aceros de Refuerzo, la realizó la Ingeniera Civil M.Sc. en Geotecnia Stella Sánchez Giraldo, con Matrícula Profesional 63202-57075 QND. A continuación, en las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se presentan el informe de resultados de Detección Electromagnética de los Aceros de Refuerzo el cual se puede observar detalladamente en el en el Anexo D y los planos de mapeo de aceros en el Anexo E. Este ensayo se hizo de acuerdo a la norma ASTM C42 (Extracción de núcleos, según se relaciona en el marco legal del TPI “Estudio

patológico para recuperación de una de las cinco torres del conjunto Bosque de Tamarindos en Neiva – Huila” (Ospina & Velázquez, 2019, p. 13)

F1-F2-F3		LECTURAS FERROSCAN			
EXPLORACION DE COLUMNAS					
RESPONSABLE: Mauricio Zamora Gonzalez		CARGO:		FECHA: 23 11 19	
GRUPO N°:	DEPARTAMENTO: Valle del Cauca	CIUDAD O MUNICIPIO: Caicedonia			
NOMBRE DE LA ESTACION		NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: Hospital Santander			
ALTURA [m]	ALZADO	DISTRIBUCION DE FLEJES separación/DETECTOR DE HIERRO	REFUERZO VERTICAL DETECTOR DE HIERRO	SECCION TRANSVERSAL	LOCALIZACION
	PISO: 2	Flejes N° 3 cada 0,15m	8 BARRAS ACERO N°4		F1: Edificio A Segundo piso EJE: 2-F
	PISO: 2	Flejes N° 3 cada 0,12m	10 BARRAS ACERO N°5		F2: Edificio B Segundo piso EJE: 2'-D'
	PISO: 2	Flejes N°3 cada 0,15m	14 BARRAS ACERO N°5		F3: Edificio A Segundo piso EJE: 8'-G
OBSERVACIONES: Localizaciones determinadas mediante la nomenclatura de los planos arquitectonicos actuales entregados.					

Figura 2. Mapeo de Aceros 1. Fuente: Elaboración propia

F4-F6-F7		LECTURAS FERROSCAN									
EXPLORACION DE COLUMNAS											
HOJA <u>2</u> DE <u>5</u>											
RESPONSABLE: Mauricio Zamora Gonzalez		CARGO:		FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; text-align: center;"> <tr> <td>D</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>11</td> <td>19</td> </tr> </table>		D	M	A	23	11	19
D	M	A									
23	11	19									
GRUPO N°:	DEPARTAMENTO: Valle del Cauca	CIUDAD O MUNICIPIO: Caicedonia									
NOMBRE DE LA ESTACION:		NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: Hospital Santander									
ALTURA [m]	ALZADO	DISTRIBUCION DE FLEJES <i>separación/DETECTOR DE HIERRO</i>	REFUERZO VERTICAL <i>DETECTOR DE HIERRO</i>	SECCION TRANSVERSAL	LOCALIZACION						
	PISO: 2	Flejes N° 3 cada 0,15m	10 BARRAS ACERO N°4	 0,4m 0,30 m	F4: Edificio C Segundo piso EJE: 11-H						
	PISO: 1	Flejes N°3 cada 0,12m	10 BARRAS ACERO N°4	 0,35m 0,35m	F6: Edificio A Primer piso EJE: 5-C'						
	PISO: 1	Flejes N°3 cada 0,15m	8 BARRAS ACERO N°4	 0,3m 0,3m	F7: Edificio C Primer piso EJE: 4-D						
OBSERVACIONES: Localizaciones determinadas mediante la nomenclatura de los planos arquitectonicos actuales entregados.											

Figura 3. Mapeo de Aceros 2. Fuente: Elaboración propia

F5	LECTURAS FERROSCAN						
EXPLORACION DE VIGAS							
HOJA <u>3</u> DE <u>5</u>							
RESPONSABLE: MAURICIO ZAMORA GONZALEZ	CARGO:						
FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">D</td> <td style="width: 33%;">M</td> <td style="width: 33%;">A</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>11</td> <td>19</td> </tr> </table>		D	M	A	23	11	19
D	M	A					
23	11	19					
GRUPO N°:	DEPARTAMENTO: VALLE DEL CAUCA						
	CIUDAD O MUNICIPIO: CAICEDONIA						
NOMBRE DE LA ESTACION : _____ NOMBRE DE LA ESTRUCTURA : HOSPITAL SANTANDER IDENTIFICACION O LOCALIZACION : Edificio A acceso segundo piso							
DISTRIBUCION DE FLEJES	FLEJES N° 3 CADA 0,2m						
separación/DETECTOR DE HIERROS							
DISTRIBUCION DE REFUERZO LONGITUDINAL	8 barras de acero N° 5						
DETECTOR DE HIERROS							
LECTURA DE ESCLEROMETRO							
PROMEDIO							
OBSERVACIONES: VIGA ubicada en las escaleras ubicadas en la parte posterior de la farmacia. Eje 1° entre E y F							

Figura 4. Mapeo de Aceros 3. Fuente: Elaboracion propia

F8-F10		LECTURAS FERROSCAN			
EXPLORACION DE COLUMNAS					
HORA		4		DE 5	
RESPONSABLE:	Mauricio Zamora Gonzalez			CARGO:	
FECHA:	D	M	A		
	23	11	19		
GRUPO N°:		DEPARTAMENTO:	Valle del Cauca		CIUDAD O MUNICIPIO:
					Caicedonia
NOMBRE DE LA ESTACION :		NOMBRE DE LA ESTRUCTURA : Hospital Santander			
ALTURA [m]	ALZADO	DISTRIBUCION DE FLEJES <i>separación/DETECTOR DE HIERRO</i>	REFUERZO VERTICAL <i>DETECTOR DE HIERRO</i>	SECCION TRANSVERSAL	LOCALIZACION
	PISO: 1	Flejes N° 3 cada 0,15m	4 BARRAS ACERO N°4		F8: Edificio D Primer piso EJE: 2-G
	PISO: 1	Flejes N° 3 cada 0,15m	8 BARRAS ACERO N°5		F10: Edificio B Primer piso EJE: 3-C
	PISO:				

OBSERVACIONES: Localizaciones determinadas mediante la nomenclatura de los planos arquitectonicos actuales entregados.

Figura 5. Mapeo de Aceros 4. Fuente: Elaboración propia

F9	LECTURAS FERROSCAN						
EXPLORACION DE VIGAS							
HOJA 5 DE 5							
RESPONSABLE: MAURICIO ZAMORA GONZALEZ	CARGO:						
FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">D</td> <td style="width: 20px;">M</td> <td style="width: 20px;">A</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>11</td> <td>19</td> </tr> </table>		D	M	A	23	11	19
D	M	A					
23	11	19					
GRUPO N°:	DEPARTAMENTO: VALLE DEL CAUCA						
	CIUDAD O MUNICIPIO: CAICEDONIA						
NOMBRE DE LA ESTACION:	NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: HOSPITAL SANTANDER						
	IDENTIFICACION O LOCALIZACION: Edificio B Urgencias						

2

ALZADO

3

SECCION TRANSVERSAL

DISTRIBUCION DE FLEJES	FLEJES N° 3 CADA 0,2m
separación/DETECTOR DE HIERROS	
DISTRIBUCION DE REFUERZO LONGITUDINAL	8 barras de acero N° 5
DETECTOR DE HIERROS	
LECTURA DE ESCLEROMETRO	
PROMEDIO	

OBSERVACIONES: VIGA ubicada en la estacion de enfermeria de urgencias. Eje B entre 2 y 3

Figura 6. Mapeo de Aceros 5. Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Localización de Puntos 1 y 2 para Mapeo de Aceros. Fuente: Elaboración propia



Figuras 8. Localización de Puntos 3 y 5 para Mapeo de Aceros. Fuente: Elaboración propia



Figuras 9. Localización de Puntos 6 y 7 para Mapeo de Aceros. Fuente: Elaboración propia



Figuras 10. Localización de Puntos 8, 9 y 10 para Mapeo de Aceros. Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Carbonatación

En la Figura 11 se puede observar los resultados de la prueba de Fenolftaleína para evidenciar las zonas y niveles de Carbonatación, la realizó el Ingeniero Civil M. Sc. Pedro Antonio Valencia Correa con Matrícula Profesional 63202-26145 QND (las Imágenes en Fichas de Historia Clínica se pueden observar en el Anexo G).

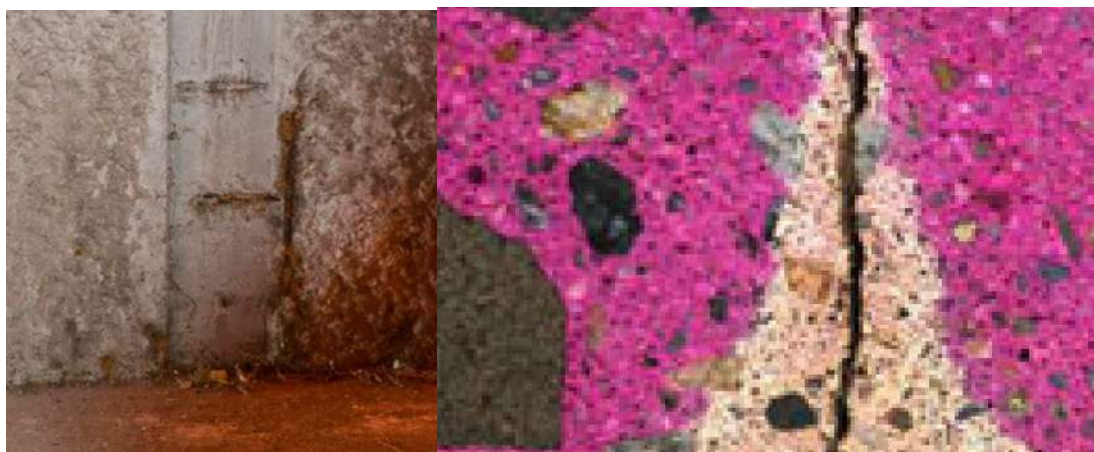


Figura 11. Ensayo de Carbonatación. Fuente: Elaboración propia

Equipos utilizados para los Ensayos y Toma de Muestras

Para el estudio de Suelos se utilizaron el Muestreador de Cuchara Partida (Split Spoon), el Tubo Shelby, barrenos manuales e instrumental de laboratorio.

Para la obtención de núcleos se utilizó un Extractor mecánico de tipo rotativo aportado por el laboratorio contratado.

Para el Mapeo de Aceros se utilizó un Equipo Ferros scanner PS 200 de propiedad de la Ingeniera Stella Sánchez Giraldo.

Para el ensayo de Carbonatación se utilizó un "atomizador" con fenolftaleína y accesorios personales para seguridad industrial aportados por los integrantes del TPI.

Historia Clínica

Identificación del paciente

Tabla 1.

Carnet de Edificación del Paciente

Aspecto	Información
Nombre del Paciente	E.S.E. Hospital Santander
Dirección del Paciente	Carrera 9 # 6 -36 Caicedonia (Valle)
Uso	Hospitalario 2° Nivel de Complejidad
Georeferenciación	4° 19' 25" N y 75° 50' 00" O
Fecha de Construcción	Diciembre de 1944
Edad del Paciente	Setenta y Seis (76) años – Geriátrica
Aplicación Patológica	Preventiva y Correctiva
Fecha de la Historia Clínica	Octubre 28 de 2019

Fuente: elaboración propia

Sistema estructural y constructivo

Para una mejor ilustración del Sistema y Técnica de Construcción dividiremos en seis (6) edificaciones el Hospital de acuerdo al siguiente plano de la Figura 12, los planos arquitectónicos detallados se pueden ver en el Anexo F:

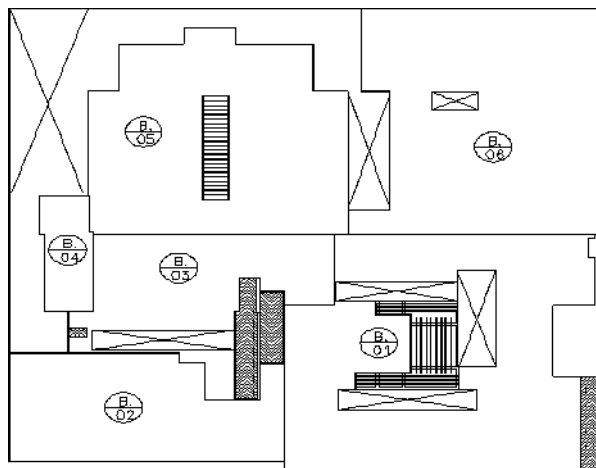


Figura 12. Planta Arquitectónica General del Hospital. Fuente: Elaboración propia

Edificio N° 1: Consulta externa

Edificio N° 2: Urgencias.

Edificio N° 3: Áreas de apoyo para salas de partos y cirugía

Edificio N° 4: Sala de partos y cirugía

Edificio N° 5: Hospitalización.

Edificio N° 6: Servicios generales

Descripción de cada una de las estructuras

Debido a que obedece los lineamientos de diseño y construcción relativos a su época, presenta ciertas falencias a la luz de la Norma NSR-10, pero se evidencia una clara concepción arquitectónica y estructural de acuerdo a la época en que fue diseñado. A continuación, se describen cada una de las estructuras que lo componen:

➤ Edificio N° 1 Consulta Externa

Estructura de dos (2) pisos.

Losa de entrepiso en una y dos direcciones.

Columnas en concreto reforzado.

Vigas de cubierta en concreto reforzado.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Se encontró información del diseño estructural de este edificio.

Cimentación en zapatas aisladas con vigas de cimentación.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Cielo falso en 2 tipos: repellado con malla, láminas de icopor.

Comparte elementos estructurales de borde con los Edificios de Urgencias y pensionados, Cafetería y Capilla, Urgencias y Consulta Externa.

➤ **Edificio N° 2 Urgencias**

Estructura de dos (2) piso.

Se observan columnas en concreto poco definidas en el área de laboratorio urgencias.

Muros portantes área de rayos x y pensionados en segundo piso.

Cubierta en teja de asbesto cemento y teja de barro.

Cielo falso de dos tipos: primer piso repello con malla, segundo piso placas en fiber glass.

No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

Muros de 35cm de espesor en la zona de Rayos X.

➤ **Edificio N° 3 Áreas de Apoyo para Salas de Parto y Cirugía**

Estructura de dos (2) pisos.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Losa de entrepiso en una dirección.

Columnas en concreto reforzado.

Vigas de cubierta en concreto reforzado.

Cielo falso de dos tipos: primer piso repello con malla, segundo piso placas en fiber glass

No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤ **Edificio N° 4 Sala de Partos y Cirugía**

Estructura de un (1) piso.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Cielo falso repellido con malla.

Cubierta en teja de barro.

No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤ **Edificio N° 5 Hospitalización**

Estructura de un (1) piso.

Losa de entrepiso tipo reticular celulado con capiteles.

Columnas en concreto reforzado en pasillos.

Vigas perimetrales de amarre de cubierta en concreto reforzado.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Cielo falso en dos tipos: Bajo losa malla cargada, en los cuartos estructura aluminio y placas de icopor.

Cubierta en teja de barro con viguetería en concreto, muros de culata y losa en pasillos.

No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤ **Edificio N° 6 Servicios Generales**

Estructura de un (1) piso.

Muros perimetrales y divisorios en ladrillo.

Cielo falso repellido con malla.

Cubierta de dos tipos: teja asbesto cemento y teja de barro y muros de culata.

El edificio no tiene estructura en concreto.

Vigas de amarre de muro en concreto reforzado

No posee columnas

Cubierta en teja de barro sobre loseta con viguetería prefabricada (correas) y muros de culata.

No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

Irregularidades en planta y en altura de las estructuras

A continuación, se presentan las irregularidades en planta y en altura que presentan cada una de las estructuras, de acuerdo a las Tablas A.3-6 y A.3-7 de la Norma NSR-10.

Tabla 2.

Irregularidades en Plantas y Estructuras

Estructuras	Irregularidades Encontradas
Edificio N° 1: Consulta externa	Irregularidades en planta: presenta irregularidades en niveles de piso Irregularidades en altura: Irregularidad Geométrica
Edificio N° 2: Urgencias	No presenta irregularidades en planta. No presenta irregularidades en altura.
Edificio N° 3: Áreas de Apoyo para Salas de Partos y Cirugía	No presenta irregularidades en planta. No presenta irregularidades en altura.
Edificio N° 4: Sala de Partos y Cirugía	No presenta irregularidades en planta presenta irregularidades en altura.
Edificio N° 5: Hospitalización	No presenta irregularidades en planta. No presenta irregularidades en altura.
Edificio N° 6: Servicios Generales	No presenta irregularidades en planta. Presenta irregularidades en altura.

Fuente: elaboración propia

Exploración de las estructuras

Tabla 3.

Resultados Exploración de Estructuras

Estructuras	Resultado
Juntas de Dilatación	Se observan juntas de dilatación en 6 de los 6 edificios
Inspección de Refuerzo en Columnas	Se realizó el levantamiento de refuerzo en columnas con el detector de aceros Ferro Scanner PS 200.
Inspección de la Cimentación	Como se encontraron los planos estructurales del edificio No 1 se tomó para las edificaciones este tipo de cimentación. Con el objetivo de conocer sus dimensiones, el nivel de cimentación y la existencia de vigas de cimentación que amarran la estructura.

Fuente: elaboración propia

Descripción y caracterización del sistema estructural

Según el Título A.2.5.1.1 de la NSR-10 relacionado en el TIP “Estudio Patológico: Edificio El Bote – Electrificadora del Huila Seccional Palermo” (Barreto, 2020) , Antigua Sede Administrativa, el Hospital Santander está clasificado dentro del Grupo de Uso IV “Edificaciones Indispensables”: “Son aquellas Edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada a un lugar alterno” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012, p. A25)

Según Los Títulos A.3.2.1.1, A.3.2.1.2 y A.3.2.1.3 de la NSR-10, se reconocen tres sistemas estructurales y/o su combinación en las edificaciones del Hospital Santander del municipio de Caicedonia Valle: Sistema Pórticos de Concreto Reforzado y Sistema Losa- Columna y Muros Portantes. Para el Hospital en particular, estos sistemas estructurales están compuestos así:

➤ Sistema Pórticos de Concreto Reforzado: Se caracteriza por la presencia de elementos verticales y horizontales de soporte (columnas y vigas). En el Hospital, estos pórticos están conformados por vigas inclinadas, vigas horizontales y columnas.

➤ Losas de Entrepiso: Losas Aligeradas armadas en una dirección:

- Espesor: 40cm

- Vigas de carga: 30x40cm

- Viguetas: 20x40 y 15x40cm

➤ Cubiertas: Losas Macizas: Espesor: 15cm

➤ Sistema Losa-Columna: El sistema estructural Losa-Columna consiste en losas en dos direcciones del tipo Waffle Slab, o Sistema Reticular Celulado (viguetas en las dos direcciones ortogonales + un capitel o Droop Panel en la zona de la columna). Se clasifica como un sistema puntual de pórticos espaciales en las dos direcciones ortogonales.

El sistema reticular celulado es un sistema apropiado para solicitaciones de carga vertical, pero no responde adecuadamente a las solicitaciones de un sismo, debido a que, ante el fenómeno de inversión de momentos, no presenta refuerzo positivo en los capiteles, ni refuerzo negativo en vigas y viguetas, condición que genera una degradación excesiva de la estructura. En el caso del hospital el edificio No 1 cuenta con un área con este sistema. En el caso específico del Hospital, este sistema presenta las siguientes características:

Losas Aligeradas tipo Waffle Slab o Reticular Celulado:

- Espesor: 40 cm

- Vigas de borde: 15x40, 25x40,

- Viguetas: 15x40 (véase la Figura 13).

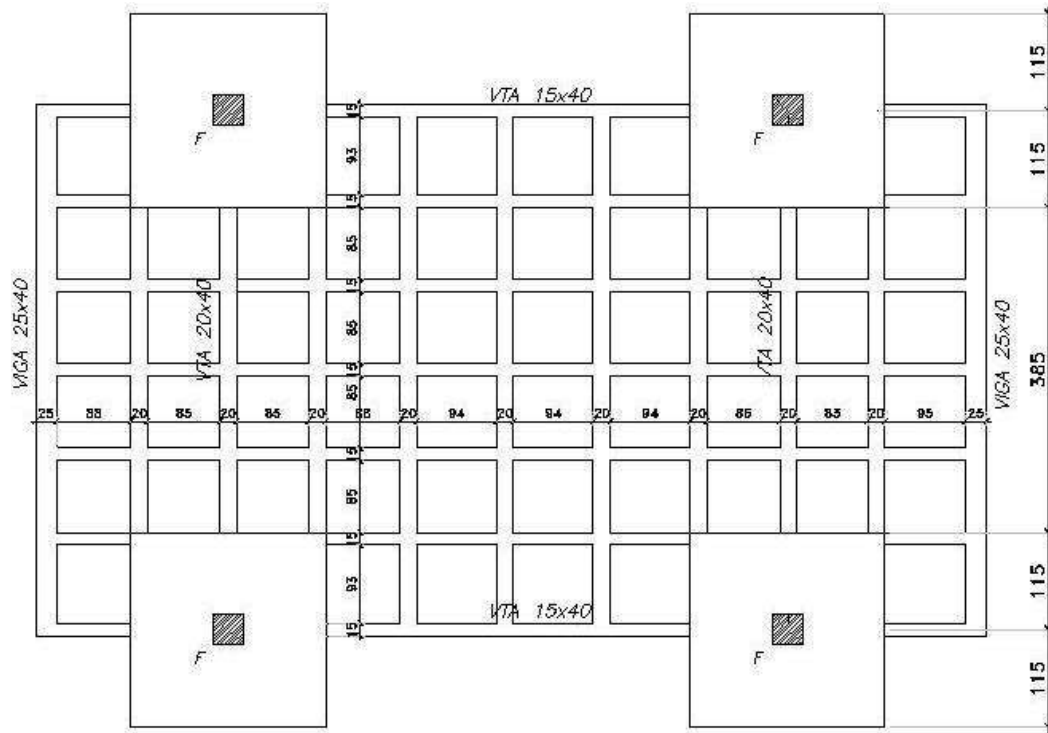


Figura 13. Distribución Típica de Losa Reticular Celulada. Fuente: Elaboración propia

➤ Asentamientos diferenciales sectorizados: Aunque no son generalizados y solo se detectaron 2 casos localizados de fisuras o grietas debidas a asentamientos diferenciales, éstas serán objeto del Diagnóstico y de la propuesta de Intervención.

Datos de la edificación

Tipo de cimentación

Según el Título H.3.1.1. de la NSR-10 el Hospital Santander es una Unidad de Construcción de Categoría Baja (Hasta 3 Niveles). La cimentación consiste en zapatas rectangulares aisladas de dimensiones variables. Por medio del estudio realizado, se comprobó que presentan elementos de amarre de dimensiones adecuadas. Debido a que no se presentan indicios en la estructura de

asentamientos excesivos, ni rotaciones de los edificios, se puede afirmar que la cimentación es apropiada. Para los edificios que presentan el sistema de pórticos de concreto.

La cimentación en los edificios 1,2,3 donde se encuentra construidos con el sistema de pórticos consiste en zapatas rectangulares aisladas de dimensiones variables dimensiones adecuadas. Debido a que no se presentan indicios en la estructura de asentamientos excesivos, ni rotaciones de los edificios, se puede afirmar que la cimentación es apropiada.

➤ **Altura:**

Altura sobre el Nivel del mar: 1100 m.s.n.m.

Altura promedio de entrepisos: Primer Piso: 2,40 m Segundo Piso: 2,53 m

Altura promedio incluida Cubierta: 6,50 m

➤ **Área y Número de Pisos:** 5884 m² distribuidos en dos (2) pisos

Estado general de la construcción

En general el Hospital tiene un muy buen aspecto respecto a su mantenimiento y conservación. No se evidencian deflexiones o deformaciones visibles en los pórticos o cubiertas, ni se observaron columnas con efectos de pandeo, a excepción de algunas juntas de separación de bloques que se encuentran mal manejadas. Llamen la atención 2 Grietas puntuales que serán objeto de estudio, diagnóstico y parte de la propuesta de intervención.

Se presentan algunas lesiones menores como humedades y eflorescencias producto de ellas, carbonatación, fisuras leves, erosiones puntuales, las cuales también estarán contempladas y analizadas en el presente estudio.

No se presentan debilidades notables causadas por eventos extraordinarios tales como sismo, incendio, remodelaciones previas y el estado de los elementos no estructurales, especialmente los muros divisorios, muros culata y tabiques de fachada es bueno.

Sin embargo, aquejan a la estructura algunas lesiones propias de la humedad, carbonatación, fisuración y zonas con problemas de posibles ataques químicos o biológicos. El Hospital fue diseñado y construido antes de la vigencia de los códigos de diseño sismo resistente y por tal razón no es posible asegurar que se comporte satisfactoriamente ante la ocurrencia de un evento sísmico de importante magnitud.

En concordancia con el ordenamiento jurídico señalado en la Ley 400 de 1997 en función del Decreto 926 de 2010 por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10 “mediante la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes”, y la 715 del 2001, las cuales han establecido los plazos para la realización de los estudios e intervenciones en construcción de las edificaciones indispensables y de atención a la comunidad, dentro de las cuales se encuentran los hospitales.

Estas determinan las condiciones básicas, suficientes y necesarias que deben aplicar las Instituciones Prestadoras de servicios de salud en la planificación, diseño, construcción, remodelación y/o ampliación de las edificaciones y/o infraestructura física y su obligatoriedad en su ejecución por parte de todos los entes estatales (Consultor Salud, 2019).

Condiciones estructurales actuales del hospital

El Hospital Santander presenta patologías y vulnerabilidad sísmica a la luz de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente -NSR 10:

Sistema Estructural Losa-Columna no aceptado por la Norma NSR-10, en algunas áreas.

Algunas áreas con sistemas estructurales de pórticos débiles, con disipación escasa de energía y

No aceptados en las NSR-10, según el uso y la importancia de la estructura.

Pisos Débiles.

Juntas de dilatación mal manejadas.

Baja capacidad de disipación de energía ante sismos.

Patologías de fisuración, humedades.

Aceros lisos y con cuantías por debajo de los exigidos en las NSR-10.

Información existente

A través de la investigación realizada se obtuvo información general y administrativa en la Alcaldía Municipal en el propio Hospital e información técnica con la Arquitecta Stella Sánchez Giraldo, Contratista de las Adecuaciones Arquitectónicas y Locativas, consistente en Planos de Localización General, Arquitectónicos y algunos Planos Estructurales y con el Ingeniero Civil M.Sc. en Geotecnia Juan José Piedrahita R., el Estudio de Suelos completo realizado a finales del año 2018, el cual se encuentra vigente.

Fidelidad de los planos

Los Planos Arquitectónicos véase el Anexo F), el de localización General, los Estructurales y los que contiene el Estudio de Suelos, corresponden con precisión a la realidad dimensional de la Edificación y por tal razón la información que de ellos se obtenga, ofrece confiabilidad para el presente Estudio Patológico.

Constatación del estado del paciente

El Paciente es de aplicación Patológica Geriátrica y teniendo en cuenta que su edad es de más de setenta (70) años, después de las visitas de inspección, de los ensayos de campo y de laboratorio y del análisis de la información técnica recopilada, entre ella la proveniente de los Planos y del Estudio de Suelos, se pudo constatar de su estado lo siguiente:

Su estado general es satisfactorio desde el punto de vista funcional y estético ya que, aunque presenta algunas lesiones de carbonatación, humedad, eflorescencias, erosiones y fisuras leves o moderadas, estos procesos patológicos de ser atendidos en el corto plazo no comprometerán la operación adecuada del Hospital para brindar los servicios de salud a la población usuaria, ni tampoco se verá en riesgo inminente su estabilidad estructural frente a cargas verticales.

Sin embargo, en un Sector puntual de la Edificación, se detectaron unas grietas debidas a asentamiento diferencial que ameritan intervención en el corto plazo. Su estado actual en lo referente al sistema estructural, además de que no cumple con la normatividad vigente, no ofrece ninguna garantía ni seguridad para responder con solvencia ni para disipar adecuadamente las fuerzas sísmicas en caso de un evento de este tipo.

Aplicación patológica

La Aplicación Patológica para este Paciente es de tipo correctiva y preventiva.

➤Correctiva porque se hizo una revisión y diagnóstico con el objeto de plantear alternativas de intervención y reparación de las Lesiones encontradas.

➤Preventiva, en razón a que se realizó una detallada revisión estructural para comparar la situación actual de la Edificación respecto a la norma sismoresistente vigente y basados en este estudio proponer y presupuestar las alternativas y soluciones de reforzamiento estructural.

Datos específicos de las lesiones

Afectaciones

En el diagnóstico de edificios, para su rehabilitación, se encontraron diferentes tipos de lesiones y se identificaron.

Identificar cada una de ellas resultará especialmente útil para orientar la toma de decisiones.

Las lesiones que se determinaron son lesiones primarias que originan otras secundarias de igual o mayor importancia.

En la Tabla 4 se identifican diversos tipos de lesiones, por lo que es necesario realizar una clasificación.

Tabla 4.

Clasificación de Lesiones Hospital Santander Municipio de Caicedonia - Valle

Hospital Santander Municipio De Caicedonia - Valle Del Cauca			
Estudio patológico - tabla de resumen de lesiones			
Lesiones	Tipo	Evidencia	Procedimiento a seguir
Mecánicas	Asentamiento	Fisuras vigas	Reforzamiento cimentación
	Falta de rigidez	Daños estructurales y no estructurales por sismos	Reforzamiento estructural
	Baja resistencia	Fisuras y grietas en elementos estructurales	Reforzamiento estructural

Tabla 4. (Continuación)

Lesiones	Tipo	Evidencia	Procedimiento a seguir
Químicas	Carbonatación	Manchas de color oscuro en concretos de columnas, vigas y losas	Verificación con núcleos, limpieza, recuperación y sellado de concretos
	Eflorescencias	Manchas de color claro en concretos y muros	Identificación y localización de los materiales en descomposición y tratamiento químico y de recubrimientos
Físicas	Humedades	Manchas producidas por el agua en muros y concretos	Localización y reparación de las causas y recuperación de los elementos deteriorados.
	Meteorización	Desgaste de elementos estructurales y no estructurales	Localización de las áreas afectadas, determinación de protecciones y reparación y recuperación de zonas afectadas.
Biológicas	Ataque vegetal	Colonización de plantas y musgos en zonas de estructura, muros y acabados.	Localización y reparación de las causas de esta patología y recuperación de las zonas afectadas.

Fuente: elaboración propia

➤ **Grietas:** En la Edificación # 4 Sala de Partos y Cirugía, se presentan 2 Grietas en muros, que por sus características y el tipo de cimentación de esa zona del inmueble se asocian a patología de Asentamiento Diferencial.

➤ **Fisuras:** Se detectaron fisuras con un Ancho menor a 0,4 milímetros. Por lo general no requieren ningún tratamiento. Son estáticas y se les denomina como “telas de araña” o “telarañas”. Se debe aplicar un recubrimiento elastomérico (en general, con tres manos es suficiente).

➤ **Erosión:** Se presentó erosión en el revoque de la pared exterior ya que recibe agresiones ambientales como la lluvia, el sol y los agentes contaminantes, pero también se ve afectado por los problemas que sufre el sustrato al cual está adherido. Los signos de deterioro que se

evidencian en los revoques debidos a cementícos, calcáreos y yeso son: descascaramiento, englobamiento, picaduras, grietas y fisuras.

➤ **Humedades por capilaridad:** Se presentan de forma ascendente desde el suelo hacia las paredes debido a la humedad por filtraciones de agua al terreno. Estas se detectaron en el patio, ya que el muro está construido en ladrillo tolete que posee una alta y favorable porosidad para la ascensión del agua.

➤ **Asentamiento:** Se presentó un asentamiento diferencial ya que el cimiento quedo cimentado sobre un lleno limo arenoso de consistencia baja presentándose unas fisuras de carácter moderado en 2 puntos de la edificación, que requieren análisis, diagnóstico e intervención.

➤ **Carbonatación:** Durante las pruebas de carbonatación se encontró que la estructura no ha sido afectada considerablemente a través del tiempo por dicho fenómeno. Basados en la prueba estándar de fenolftaleína, se pudo determinar que existen pocas zonas y muy pequeñas con frente de carbonatación, en los diferentes elementos y que este fenómeno no está causando disminución significativa en el estado de salubridad de los aceros de refuerzo y en la resistencia del concreto.

➤ **Eflorescencia:** Las eflorescencias que se presentan son debidas a que el ladrillo utilizado es de un material muy poroso y contiene sales solubles y debido a la capilaridad se presenta mucha humedad. Esto obedece a la evaporación rápida del agua de exudación (sangrado) y al secado de la superficie (por el viento, el sol, o una baja humedad relativa del ambiente).

➤ **Delaminación:** La delaminación que se observó es una superficie delgada (aproximadamente de 3 mm) debido a la presencia de agua y aire de exudación atrapados debajo de la superficie. El área afectada en el consultorio de odontología es apenas de un metro cuadrado (1 m²).

Localización y levantamiento de daños

Se hizo un recorrido total con inspección visual detallada por las 2 plantas de la edificación y de manera perimetral por sus fachadas. La Metodología utilizada para realizar el levantamiento de las Lesiones fue diseñar un formato de Ficha de Historia Clínica y diligenciar las siguientes diez (10) fichas: Ubicación del Paciente, Ficha Resumen, Erosión, Fisuras, Humedades, Asentamiento, Carbonatación, Eflorescencia, Delaminación y Ataques Biológicos (véase el Anexo G).

En cuanto a los planos de localización en planta de las lesiones y planos de calificación generales se pueden observar en el Anexo H.

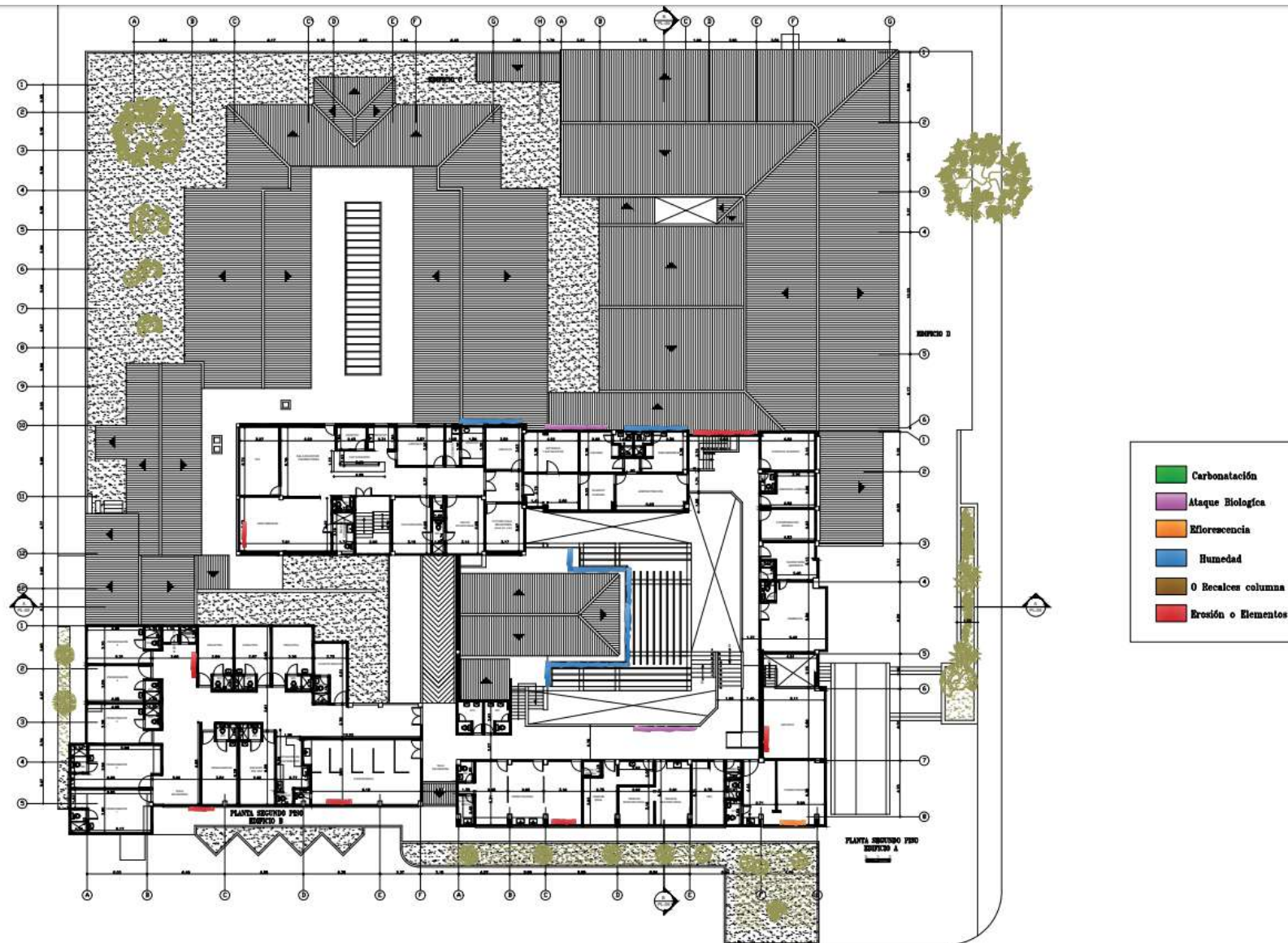


Figura 14. Plano 1 Plano de Calificación Planta Primer Piso. Fuente: Elaboracion propia

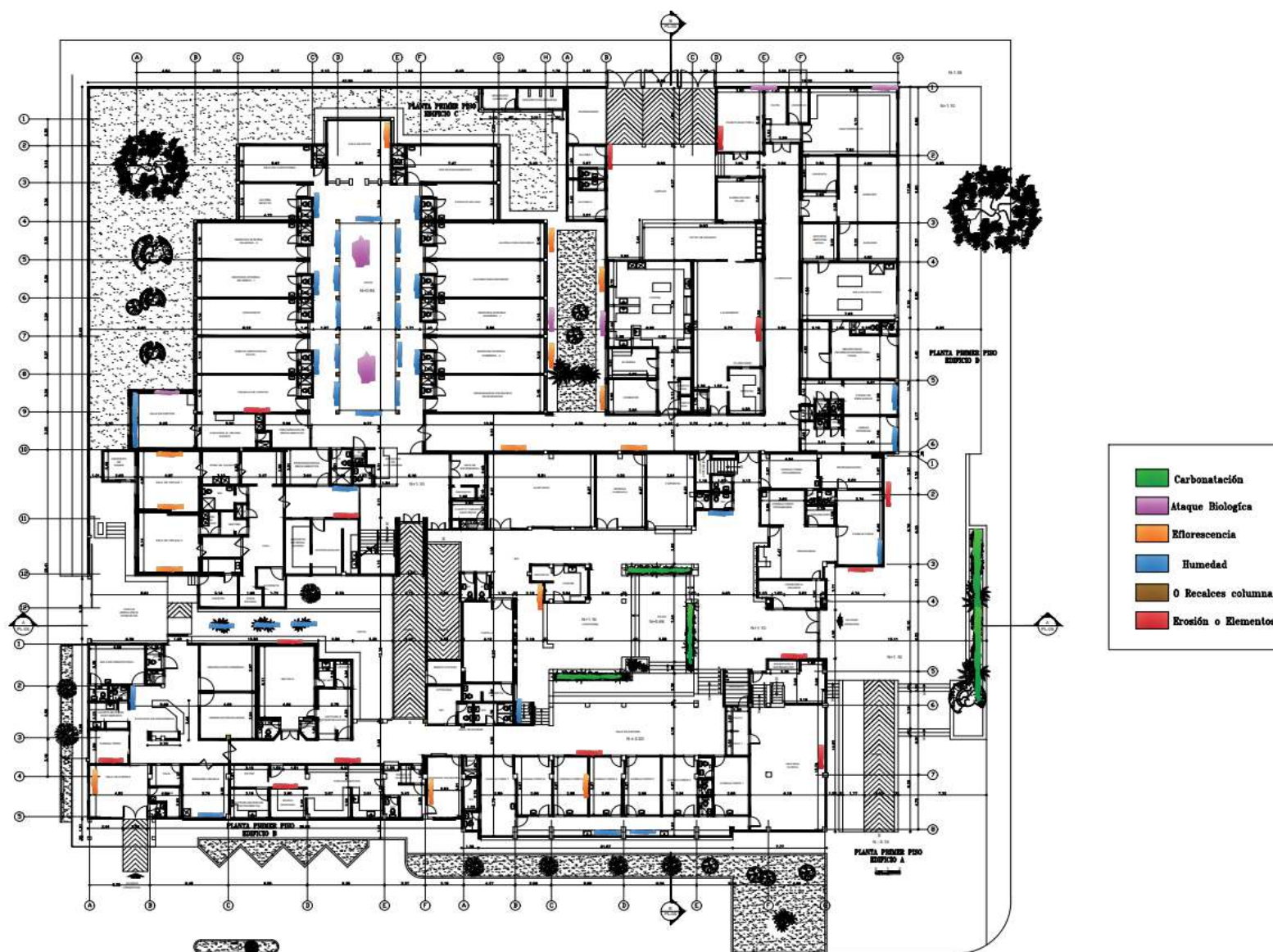


Figura 15. Plano 2 Plano de Calificación Planta Segundo Piso. Fuente: Elaboracion propia

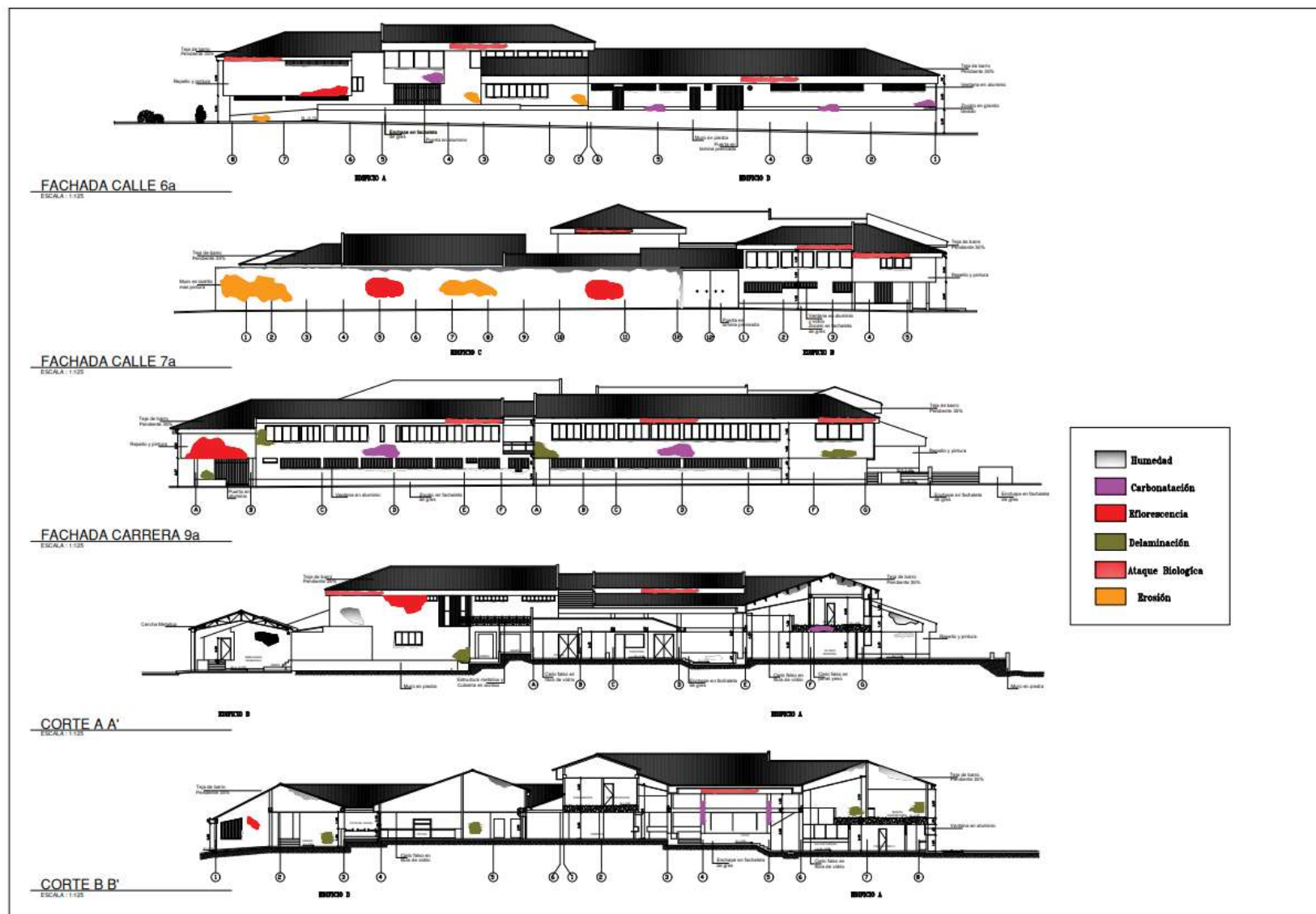


Figura 16. Plano 3 Plano de Calificación Fachadas. Fuente: elaboración propia

Fichas de historia clínica

A continuación, se relacionan las diez (10) fichas de Historia Clínica producto del levantamiento de datos de Lesiones. Estas también se adjuntarán como anexo en archivo magnético (Ver Anexo G).

Tabla 5.

Ficha de Historia Clínica – Ubicación

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		FICHA TÉCNICA	1
		FECHA	27/02/2020
		HORA	11:00 a. m.
DATOS DEL PREDIO			
DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	ATAQUES BIOLÓGICOS
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226
CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO			
TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS
UBICACIÓN			
HOSPITAL SANTANDER ESE - CAICEDONIA - VALLE DEL CAUCA			

Esquema 1.

**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS.**

El municipio de Caicedonia se encuentra ubicado en el occidente Colombiano al nor-orient del departamento del Valle del Cauca, geográficamente se localiza a 4° 19' 25" latitud norte y 75° 50' 00" longitud oeste, limita al norte y al orient con el departamento del Quindío (río La Vieja) y por el sur y el occidente con el municipio de Sevilla (quebrada Sina y río Pijao). Extensión total: 17.272 Km² Extensión área urbana : 287 Km² Extensión área rural:16.985 Km²Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.100 msnm Temperatura media:23°C Distancia de referencia:172 Km por carretera a Cali (Ciudad Capital del Departamento del Valle del Cauca). La temperatura promedio de la región Caicedonia fluctúa entre los 23 y 24 °C, que corresponde al piso térmico cálido. La humedad relativa fluctúa en el rango 65% - 75%. Es una región intertropical con dos épocas lluviosas y dos secas al año. La primera época seca entre diciembre y febrero, la primera época lluviosa va de marzo a mayo, la segunda época seca de junio a septiembre y la segunda época lluviosa de octubre a noviembre. Los índices de precipitación anual son: 1.589 mm en el norte (133 días de lluvias), 1882 mm al sur (109 días de lluvias) y 938 mm en el centro (100 días de lluvias).



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.

Ficha de Historia Clínica – Resumen

FICHA TÉCNICA	2
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO			
DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	ATAQUES BIOLÓGICOS
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226
CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO			
TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

RESUMEN DE LAS FICHA			
HOSPITAL SANTANDER ESE - CAICEDONIA - VALLE DEL CAUCA			

PATOLOGÍAS	TIPO	EVIDENCIA	PROCEDIMIENTO A SEGUIR
MECÁNICA	ASENTAMIENTO	FISURAS VIGAS DAÑOS ESTRUCTURALES Y	REFORZAMIENTO CIMENTACIÓN
	FALTA DE RIGIDEZ	NO ESTRUCTURALES EN SISMOS.	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL
	BAJA RESISTENCIA	FISURAS Y GRIETAS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL
QUÍMICA	CARBONATACIÓN	MANCHAS DE COLOR OSCURO EN CONCRETOS DE COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS	VERIFICACIÓN CON NUCLEOS, LIMPIEZA, RECUPERACIÓN Y SELLADO DE CONCRETOS.
	EFLORESCENCIAS	MANCHAS DE COLOR CLARO EN CONCRETOS Y MUROS	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN DESCOMPOSICIÓN Y TRATAMIENTO QUÍMICO Y DE RECUBRIMIENTOS
FÍSICAS	HUMEDADES	MANCHAS PRODUCIDAS POR EL AGUA EN MUROS Y CONCRETOS	LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS CAUSAS Y RECUPERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DETERIORADOS.
	METEORIZACIÓN	DESGASTE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES	LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS, DETERMINACIÓN DE PROTECCIONES Y REPARACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ZONAS AFECTADAS.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

Ficha de Historia Clínica – Asentamiento



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FICHA TÉCNICA	3
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO			
DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6-36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	ASENTAMIENTO
PROPIETARIO:	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

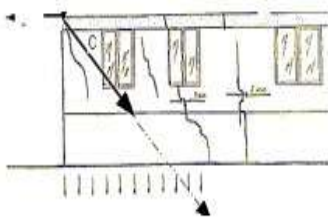
CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO			
TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA			
NOMBRE LESIÓN		REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo.	5.3 - 6.1 Ácido	Tipo de Ambiente	Seco
Temperatura	10°C	Grado	Moderado
Humedad Relativa	25% - 30%	Velocidad del Viento	29 - 38 Km/h REGULARES
Pluviosidad	Moderadas: > 2 mm/h y <= 15 mm/h		

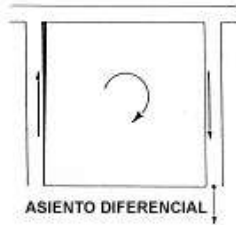
ASENTAMIENTO			
DESCRIPCIÓN DE LA FISURA			
Tipo de cimentación	Zapata	Causa	Defectos de diseño de fundaciones
Síntomas	Asentamientos y hundimientos	Asentamiento	5 cm
Dimensión (cm)			
Longitud	Se presentan 2 grietas en los Muros, que por sus características se asocian a procesos patológicos de		
Ancho:	Asentamiento Diferencial, que deben ser estudiados e intervenidos en el corto plazo		
Prof:			

Observaciones: En el caso # 1 hay una Fisura, debida al asiento excesivo en la esquina y está ubicada en la sala de cirugía. En el caso # 2 se presenta una grieta por tensiones tangenciales de la vigas y pilar.

caso # 1

caso # 2

ASIENTO DIFERENCIAL

MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS

Para evitar estos asentamientos, se debe inyectar get grouting a presión para consolidar el suelo y aumentar la capacidad portante. Éstas inyecciones de deben haacer a una profundidad mínima de 6.0 m de profundidad, ya que el bulbo de de presiones a esa profundidad es cero (0).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Ficha de Historia Clínica – Grietas y Fisuras



FICHA TÉCNICA	4
FECHA	27/02/2020
HORA	10:30 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO:	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES:	GRIETAS
NOMBRE	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN	FISURAS	REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo.	5.3 - 6.1 Ácido	Tipo de Ambiente	Seco
Temperatura	10°C	Grado	Moderado
Humedad Relativa	25% - 30%	Velocidad del Viento	29 - 38 Km/h REGULARES
Pluviosidad	Moderadas: > 2 mm/h y <= 15 mm/h		

GRIETAS Y FISURAS

LOCALIZACIÓN	CENTRAL	nota:	
FUNCIÓN	VIGA	ARMADURA	OTRA
DIMENSIONES DE ELEMENTOS (m)		DETALLE DE ARMADURA	
Longitud	1	Nº Barra	#8
Ancho	0,4	Cantidad	4
Altura	0,3	Flejes	#3
Recubri.	0,05	Separación	5 cm

DESCRIPCION DE LA FISURA

Profundidad	ATRAVESANTE	TIPO	ATRAVESANTE
Movilidad	ESTACIONARIA	Forma	CURVA
Ramificación		Dirección	PERPENDICULAR
Dimensión (cm)	Grieta de adherencia entre el concreto y el acero		
Longitud	Se detectaron fisuras con un Ancho menor a 0,4 milímetros. Por lo general no requieren ningún tratamiento. Son estáticas y se las llama telas de araña. Se debe aplicar un recubrimiento elastomérico (en general, con tres manos es suficiente).		
Ancho			
Profundi.			

Observaciones: Se presentan problemas superficiales debido a la utilización de materiales inadecuados

Esquema 1.



Esquema 1.



MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS

Se detectaron fisuras con un Ancho menor a 0,4 milímetros. Por lo general no requieren ningún tratamiento. Son estáticas y se las llama telas de araña. Se debe aplicar un recubrimiento elastomérico (en general, con tres manos es suficiente).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Ficha de Historia Clínica – Erosión

FICHA TÉCNICA	5
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	ATAQUES BIOLÓGICOS
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN		REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo.	3.4 - 5.2 Muy Ácido	Tipo de Ambiente	Húmedo
Temperatura	13°C	Grado	Severo
Humedad Relativa	35% - 40%	Velocidad del Viento	39 - 49 Km/h FUERTES
Pluviosidad	Fuentes: > 15 mm/h y <= 30 mm/h		

EROSIÓN**DESCRIPCIÓN DE LA EROSIÓN**

Dimensión (cm)		Se presentó erosión en el revoque de la pared exterior ya que recibe agresiones ambientales como la lluvia, el sol y los agentes contaminantes, pero también se ve afectado por los problemas que sufre el sustrato al cual está adherido. Los signos de deterioro que evidencian en los revoque es debido al cementicos, calcáreos y de yeso son: descascaramiento, englobamiento, picaduras, grietas y fisuras.
Longitud	25	
Ancho	30	

Observaciones: Se presenta en la fachada

**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS (Se plantearán en la siguiente Fase del Estudio Patológico)**

Concepto: La erosión se presenta en pequeñas porciones de superficie del hormigón, debido a la presión interna localizada que deja un cráter poco profundo generalmente cónico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Ficha de Historia Clínica – Humedades

FICHA TÉCNICA	6
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	HUMEDAD
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN	REFERENCIA		
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo.	5.3 - 6.1 Ácido	Tipo de Ambiente	Seco
Temperatura	10°C	Grado	Moderado
Humedad Relativa	25% - 30%	Velocidad del Viento	29 - 38 Km/h REGULARES
Pluviosidad	Moderadas: > 2 mm/h y <= 15 mm/h		

HUMEDADES

LOCALIZACIÓN	
TIPO DE HUMEDAD	Humedades por capilaridad: Consiste en humedades que se presentan de forma ascendente desde el suelo del edificio. Lo más común es que se presenten en muros y soleras en contacto con el terreno. Este tipo de patología se origina en zonas donde el suelo base de construcción es húmedo, o se humecta por filtraciones de agua al terreno o rotura de instalaciones enterradas. Suelen presentarse más habitualmente en edificios construidos con muros de carga, ya que estos materiales poseen una porosidad óptima para la ascensión del agua. También se dan casos en edificios de estructura de hormigón, cuando éste es de baja calidad.

Observaciones: Se recomienda impermeabilizar con un Sika impermeabilizante Fill 300 Thermmic

**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS**

Concepto: Ésta humedad se debe a la capilaridad y filtración de las aguas lluvias. Se recomienda hacer inyecciones con get grouting al suelo para tapar los poros y así evitar que el agua ascienda hacia el muro.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

Ficha de Historia Clínica – Carbonatación

REGISTRO N°	7
FECHA	27/02/2020
HORA	11.00 am

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	CARBONATACIÓN
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL:	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN		REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo	3.4 - 5.2 Muy Ácido	Tipo de Ambiente	Seco
Temperatura	10°C	Grado	Moderado
Humedad Relativa	25% - 30%	Velocidad del Viento	29 - 38 Km/h REGULARES
Pluviosidad	Moderadas: > 2 mm/h y <= 15 mm/h		

CARBONATACIÓN**DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN**

ARIDOS	30%	Causa	Fluctuaciones del nivel freático (napa)
Síntomas	Asentamientos y hundimiento	Grado	Moderado
Dimensión (cm)	Durante las pruebas de carbonatación se encontró que la estructura no ha sido afectada a través del tiempo por dicho fenómeno. Basados en la prueba estándar de fenolftaleína, se pudo determinar que existen ratas muy pequeñas del frente de carbonatación, en los diferentes elementos y que este fenómeno no tiene afectaciones en el estado de salubridad del concreto.		
Longitud	5		
Ancho	2,5		
Profundi.	5		

Observaciones: Se extrajeron tres núcleos, el primero en la viga para determinar la carbonatación.

**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS (se plantearán en la siguiente Fase del Estudio Patológico)**

Concepto: Los hidróxidos de calcio, sodio y potasio, disueltos en el componente acuoso del concreto, son los responsables del elevado pH que actúa como protector del acero, y es cuando el CO₂ penetra en el concreto que se produce una reacción entre los hidróxidos de la fase líquida intersticial y los compuestos hidratados del cemento, de tal manera que cuando todo el Ca(OH)₂, Na(OH) y K(OH) presentes en los poros han sido carbonatados, el PH empieza a decrecer, dando como resultado un medio ácido que produce un constante y progresivo efecto corrosivo en el acero.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Ficha de Historia Clínica – Eflorescencia

FICHA TÉCNICA	8
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	EFLORESCENCIA
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN	Humedad por Condensación	REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
Temperatura	5°C	Tipo ambiente	Húmedo
Humedad	30%-40%	Grado	Severo

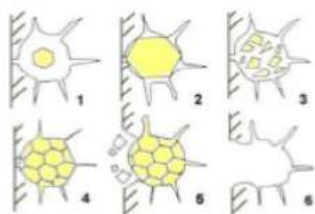
EFLORESCENCIA**DESCRIPCIÓN DE LA EFLORESCENCIA**

APLICACIÓN PATOLÓGICA		PEDIÁTRICA	
Dimensión (cm)		Causa	Humedad
Longitud	20	area afectada en el consultorio de odontología es apenas un de un metro (entre 3 mm) debido a la presencia de agua y aire de exudación atrapados debajo de la superficie. El ambiente (por el viento y el sol o una alta humedad) la de la humedad es una superficie de agua. Esto es debido a que la evaporación rápida del agua de exudación (sanguínea) debido al secado de la	
Ancho:	30		

Observaciones: Es un depósito de sales cristalizadas que posan en la superficie de los ladrillos en forma de manchas.

PROBLEMAS DETECTADOS**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS (Se plantearán en la siguiente Fase del Estudio Patológico)**

Concepto:



1. Formación de sales en el interior del poro.
2. Crecimiento del cristal en el interior.
3. Fracturación de cristales.
4. Continuación del crecimiento de las partículas.
5. Rotura de poros por fuerzas de cristalización.
6. El viento y la lluvia eliminan los restos de arena que se formaron y quedaron en el exterior.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

Ficha de Historia Clínica – Delaminación

FICHA TÉCNICA	9
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	DELAMINACIÓN
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

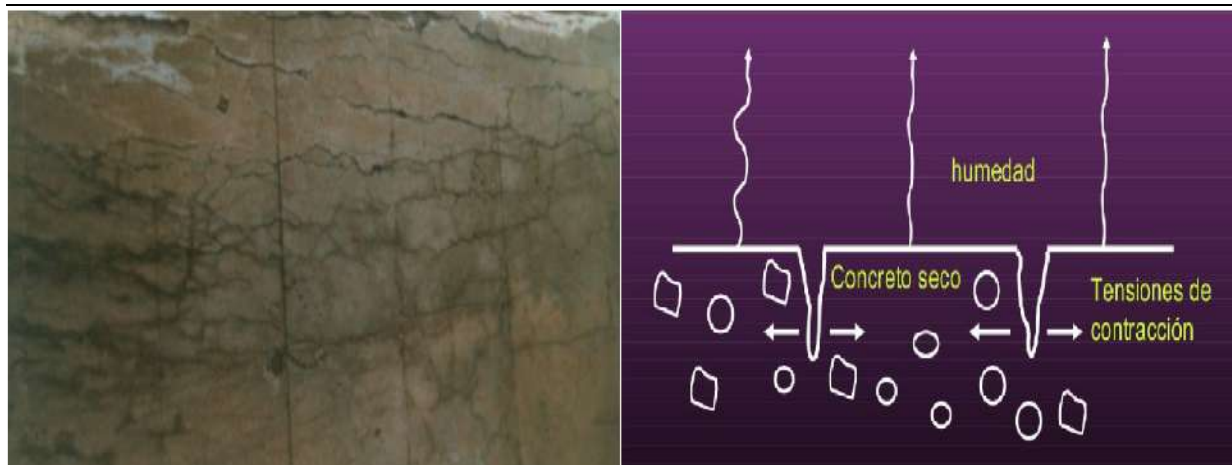
NOMBRE LESIÓN	Humedad por Condensación	REFERENCIA	
APLICACIÓN		GERIÁTRICA	
Temperatura	5°C	Tipo ambiente	Húmedo
Humedad	30%-40%	Grado	Severo

DELAMINACIÓN**DESCRIPCIÓN DE LA DELAMINACIÓN**

APLICACIÓN PATOLÓGICA	PEDIÁTRICA
Dimensión (cm)	Causa
Longitud	15
Ancho:	20

Observaciones: La delaminación ocurre cuando la superficie de concreto fresco es sellada mediante alisado con llana, mientras el concreto que está debajo se encuentra en estado plástico y exudando o aún puede liberar burbujas de aire.

Las delaminaciones se forman en la última fase, durante el proceso de acabado, después de la nivelación y después del primer alisado. La evaporación rápida del agua de exudación debido al secado de la superficie (por el viento, el sol o una baja humedad).

PROBLEMAS DETECTADOS**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS**

Concepto: Menos agua, más agregado grueso, refuerzo adecuado, cemento con compensadores de retracción y juntas espacadas adecuadas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

Ficha de Historia Clínica – Ataques Biológicos

FICHA TÉCNICA	10
FECHA	27/02/2020
HORA	11:00 a. m.

DATOS DEL PREDIO

DIRECCIÓN	CARRERA 9 # 6 -36	MUNICIPIO	CAICEDONIA
DEPARTAMENTO	VALLE DEL CAUCA	OBSERVACIONES	ATAQUES BIOLÓGICOS
PROPIETARIO	HOSPITAL SANTANDER ESE	TELÉFONO	2161144/2160226

CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

TIPO DE ESTRUCTURA	HOSPITAL	NÚMERO DE PISOS	2
SISTEMA ESTRUCTURAL	APORTICADO	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	> 70 AÑOS

CONDICIONES DE TOMA DE MUESTRA

NOMBRE LESIÓN		REFERENCIA	
APLICACIÓN PATOLÓGICA		GERIÁTRICA	
PH del Suelo.	3.4 - 5.2 Muy Ácido	Tipo de Ambiente	Húmedo
Temperatura	13°C	Grado	Severo.
Humedad Relativa	35% - 40%	Velocidad del Viento	39 - 49 Km/h FUERTES
Pluviosidad	Fuentes: > 15 mm/h y <= 30 mm/h		

ATAQUES BIOLÓGICOS**DESCRIPCIÓN DE LOS ATAQUES BIOLÓGICOS**

Dimensión (cm)		El valor del pH llega a niveles inferiores a 9,5 la alcalinidad del concreto ya no es suficiente para mantener pasiva la capa de óxido protectora de las armaduras de acero. Esto provoca que, ante la presencia de la humedad y del oxígeno, se active la corrosión de las armaduras embebidas en el concreto. El concreto en estas condiciones de precariedad alcalina se conoce como "Concreto Carbonatado".
Longitud	15	
Ancho:	25	
Prof:	4	

Observaciones: Se presenta en la sala de cirugía y fachada

**MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS (Se plantearán en la siguiente Fase del Estudio Patológico)**

Concepto: Se presenta una carbonatación del concreto por la pérdida del PH. El dióxido de carbonico atmosférico, reacciona con la humedad de los poros del concreto.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación física y mecánica y composición y estructura del concreto y/o materiales

Concreto

Para la evaluación de la resistencia del hormigón de las estructuras presentes en los diferentes edificios del Hospital Santander se evaluó con el **Ensayo de Núcleos**, (ver Anexos B y C), que en la actualidad es muy utilizada la evaluación de estructuras mediante ensayos destructivos, debido a su confiabilidad y exactitud. Este ensayo arroja resultados exactos al momento de evaluar la resistencia a la compresión del concreto, pues las muestras se extraen de los elementos estructurales y son llevadas al laboratorio para ser falladas a la compresión.

Dentro de las recomendaciones que se tuvieron en cuenta para obtener resultados precisos se tienen:

➤ Se debe demoler el repello que recubre en este caso las columnas para obtener un dato más preciso del hormigón. La superficie debe presentar una textura lisa, debe pulirse la superficie, este material con el que se pule la estructura también influirá en la textura y la forma de la misma.

➤ Al tomar los ensayos, se pudo observar una variabilidad en las resistencias del hormigón respecto a cada bloque esto es lógico debido a que la construcción del edificio se realizó en varias etapas y tiempos diferentes, sin embargo, las columnas presentes en conjunto de todo el edificio presentan a la vista un concreto de buena calidad lo que permite ver una estructura acorde con los tiempos en que se construyó, mas no acorde a la norma NSR-10.

Los resultados se presentan en el cuadro evaluativo del presente informe.

Estos ensayos de núcleos son requeridos en la NSR-10 en el título C (C.5.6.5.2) — 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).

Acero

En la mayoría de las edificaciones se observó refuerzo longitudinal en barras corrugadas y refuerzo transversal en barras corrugadas. Se estableció la resistencia a tracción característica de los aceros de estas estructuras en 4200 kg/cm² para refuerzo longitudinal y 2600 kg/cm² para refuerzo transversal.

Descripción de la patología más relevante en el paciente

Definitivamente el Proceso Patológico más relevante y que requiere prioritaria atención, es el Asentamiento Diferencial que está produciendo Fisuras en la Mampostería. Hasta el momento solo se han detectado en dos (2) zonas puntuales de la edificación. Por sus dimensiones se pueden clasificar como grietas. Estas lesiones son consistentes con el enfoque del presente Estudio Patológico, cuya esencia es la revisión y mejoramiento de la cimentación y de la estructura. Como se mencionó de manera precedente en otro numeral de este trabajo, esto no le resta importancia al análisis e intervención de las demás lesiones primarias y secundarias que presenta la edificación.

Datos generales del entorno

El Hospital Santander está en un lote totalmente independiente y aislado, en el que no hay ningún tipo de edificación o construcción colindante y ni siquiera vecina. Su topografía es llana y sin cambios importantes de niveles. Se encuentra en un piso térmico templado en el que la

temperatura promedio es de 23°C. El ambiente no presenta evidencias de ser abrasivo o corrosivo en el aire ni en el subsuelo.

Arquitectura (descripción general)

A continuación, en las Figuras 17 y 18 se puede observar la ubicación y arquitectura exterior del Hospital



Figura 17. Vista Aérea del Hospital Santander de Caicedonia – Valle. Fuente: elaboración propia



Figura 18. Foto Satelital y Ubicación del Hospital Santander. Fuent: Adaptado de Google Maps

El Hospital Santander se encuentra ubicado en la Carrera 9 entre las calles 6 y 7, rodeado de una zona residencial predominante y lo conduce una vía principal que lo comunica con sectores y municipios cercanos.

El Acceso a urgencias se encuentra sobre la carrera 9 y el acceso principal está sobre la calle 6, estos accesos se encuentran ubicados estratégicamente de acuerdo al flujo vehicular y vía principales que lo rodean (véase la Figura 19).



Figura 19. Accesos al Hospital. Fuente: elaboración propia

Concepto general de la planta física

El edificio es una edificación de dos pisos distribuida como se muestra en la Tabla 15

Tabla 15.***Distribución Servicios del Hospital***

SERVICIOS	PISO 1	PISO 2
Servicios de Dirección y Administración		X
Consulta Externa	X	X
Urgencias	X	
Servicios de Apoyo	X	
Servicios Quirúrgicos	X	
Servicio de Hospitalización	X	X
Servicios Generales	X	
Otros	X	X

Fuente: elaboración propia, adaptado información suministrada por el hospital

Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico)

El hospital Santander se compone, como ya lo hemos anotado, de seis estructuras bien diferenciadas y separadas. La mayoría de ellas corresponden, en su estructura, a sistema de pórticos resistentes a momento, en concreto reforzado, con muros en ladrillo tolete, la mayoría sin confinar y cumpliendo su papel de muros divisorios.

En este caso, el proceso constructivo consistió en cimentación con zapatas y vigas de enlace, además de vigas bajo muros que no coincidieron con los ejes estructurales. Una vez contruidos los pórticos y las losas de entrepiso (cuando las hay), se ejecutaron los muros adosados a la estructura aporticada. De este modo, los muros carecen de una estabilidad adecuada ante sismos.

En otros casos, los muros se levantaron antes y, adosados a ellos se vaciaron las columnas de pórticos, con lo que se obtiene una mayor estabilidad de muros, conformándose un sistema combinado no propuesto. En las zonas de muros confinados, se cuenta con columnas y vigas de amarre vaciada sobre los muros ya levantados.

Aspectos Generales de la Planta Física

A continuación, en la Tabla 16 se presentan los aspectos generales de la planta física del hospital:

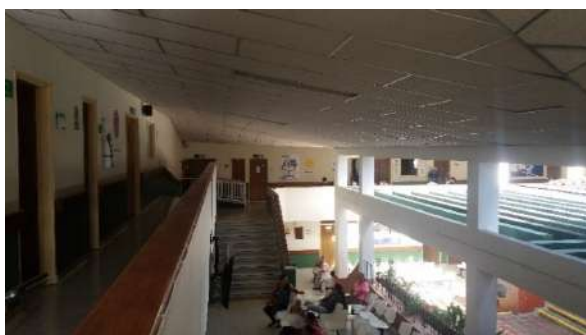
Tabla 16.

Aspectos Generales Planta Física Hospital Santander

Funcionalidad
Descripción General de la Situación Se refiere a las interrelaciones funcionales entre los diferentes servicios, El Hospital Santander cuenta con una planta física de dos pisos, en el segundo piso se encuentra ubicado las áreas de administración, hospitalización, áreas de promoción y prevención y terapias. En el primer piso está ubicado áreas de urgencias, hospitalización, consulta externa, imágenes diagnósticas, laboratorio clínico. La funcionalidad de las áreas a nivel interno de cada servicio es correcta, pero bajo una mirada integral de relaciones espaciales y conexiones entre un servicio y otro se generan inconvenientes; dado que para ingresar a un servicio deben pasar por otro. Tienen áreas de consulta externa dispersas por todo el hospital. Hay desagregación de los servicios y separación de las dependencias que requieren tener conexiones directas.
Calificación Se debe de replantear la ubicación de algunos de los espacios que hacen parte de los servicios prestados ya que se encuentran dispersos tanto en primero como segundo piso, es decir ubicar de manera estratégica los ambientes para que queden de manera concentrada evitar cruces de circulaciones que afecten la funcionalidad y mejorar la movilidad del usuario.
Registro Fotográfico


Tabla 16. (Continuación)

Flujos y Circulaciones
Descripción General de la Situación
Los flujos y circulaciones generales son claras, limpias, amplias y fluidas. Por la ocupación de los espacios se han generado cruces de circulaciones públicas y privadas. Se generan puntos de conflicto en sala de espera públicas. No se tiene en uso entradas de servicios, los ingresos de suministros a almacén, farmacia, cocina y lavandería se lleva a cabo por la puerta principal.
Calificación
Debe re distribuirse los ambientes hospitalarios para poder garantizar que las circulaciones generales sean claras y no se generen cruces. Ampliación de salas de espera.
Registro Fotográfico



Iluminación y Ventilación (Natural y Mecánica)

Descripción General de la Situación

Actualmente el Hospital cuenta con varios patios internos, lo que permite una iluminación y ventilación natural adecuada, generando un flujo de aire y vientos cruzados en las zonas comunes y salas de espera.

Sin embargo, la radiación solar en las fachadas hace que los ambientes al interior sean calurosos, que deban colocarse cortinas o black out, lo que impide que el viento y aire pasen de forma fluida.

Tienen varios aires acondicionados, pero estos no hacen parte de un sistema como tal de inyección y renovación de aires ni garantizar ambientes climatizados.

Tabla 16. (Continuación)
Registro Fotográfico



Disponibilidad de Área

Descripción General de la Situación

Se encuentran varios sin espacios disponibles, sin uso generando áreas desperdiciadas y focos de abandono y olvido de la planta física.

Y que al no tener “destinación” específica son usados como bodegas de otros ambientes.

Algunas áreas sobre todo las de P Y P no cuentan con áreas mínimas normadas, generando hacinamiento y congestión, el servicio al usuario no se presta en condiciones adecuadas. El servicio de urgencias no cuenta con áreas de expansión. El desarrollo de proceso en área de laboratorio es limitado por falta de espacio.

Calificación

Utilizar estos espacios disponibles para la reubicación de espacios y zonas faltantes o ubicadas en zonas no adecuadas o permitidas. Ampliar servicios y ambientes de acuerdo a la norma.

Registro Fotográfico



Tabla 16. (Continuación)

Accesibilidad a los Servicios	
Descripción General de la Situación	
En términos generales los servicios son accesibles para los usuarios, se cuenta con rampa y escaleras. Todos están claramente identificados.	
Calificación	
Con el fin de evitar que el usuario haga recorridos incensarios es importante aglutinar los ambientes que se relacionan entre sí.	
Registro Fotográfico	
	
Estado General de Conservación	
Descripción General de la Situación	
El edificio tiene un adecuado estado de conservación con la vetustez propia de su edad de construcción. Las cubiertas son de teja de barro, lo que representa vulnerabilidad a goteras y filtraciones de agua por lluvia además de generar peso adicional a la estructura. Deberá reemplazarse por una teja termo acústica y liviana. Algunas vigas canales tienen fisuras y pese a varias impermeabilizaciones permiten el paso de agua al interior, lo que genera deterioro en pintura con humedades y hongos. Los pisos en general están en buen estado de conservación. El cielo raso debe reemplazarse, son tabletas que no cuentan con soportes en tres direcciones. En general si bien presenta un buen estado de conservación requiere acciones de mantenimiento permanentes y así aumentar la vida útil de la planta física.	

Tabla 16. (Continuación)**Calificación**

Continuar con el plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

Registro Fotográfico**Almacenes y Depósitos****Descripción General de la Situación**

Los almacenes y depósitos están dispersos en el hospital y algunos no tienen acceso desde la calle.

Debe llevarse a cabo jornadas de aseo y limpieza para dar de baja equipos en desuso.

Calificación

Debe llevarse a cabo jornadas de aseo y limpieza para dar de baja equipos en desuso.

Registro Fotográfico**Archivos****Descripción General de la Situación**

Teniendo en cuenta que existen varios espacios destinados para el área de archivo se puede concluir que el espacio existente para este servicio es insuficiente y que se debe redistribuir dichos espacios.

Calificación

Se debe redistribuir los espacios existentes que tiene como uso el archivo, con el fin de articular el archivo en una sola zona.

Tabla 16. (Continuación)**Archivo Fotográfico****Instalaciones Mecánicas****Descripción General de la Situación**

Solo se cuenta con motobombas y planta eléctrica

El área se encuentra bien ubicada y no presenta inconvenientes.

Calificación

Continuar con el plan de mantenimiento preventivo y predictivo.

Mantenimiento general a instalaciones físicas.

Gases Medicinales**Descripción General de la Situación**

El hospital cuenta con un área de gases medicinales estratégicamente ubicada con acceso directo desde parqueadero por el costado de urgencias. Las redes son obsoletas y se presumen fugas.

Calificación

Llevar a cabo acciones de mantenimiento y conservación. Pruebas de presión para determinar posibles fugas.

Estudio de pertinencia para ubicación de un tanque de gas medicinal.

Instalaciones Eléctricas**Descripción General de la Situación**

El hospital no cuenta con instalaciones eléctricas adecuadas dado que no cumplen con norma Retie.

Calificación

Actualizar las instalaciones eléctricas de acuerdo a la normativa RETIE

Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias**Descripción General de la Situación**

Las instalaciones hidráulicas de la institución son adecuadas.

Las instalaciones sanitarias de la institución son adecuadas.

Calificación

Continuar con acciones de mantenimiento preventivo.

Tabla 16. (Continuación)**Sistema de Red Contra Incendio (RCI)****Descripción General de la Situación**

El Hospital no tiene sistema de detección y extinción de incendios. Solo cuenta con extintores.

Calificación

Se recomienda implementar el sistema de detección y extinción de incendios

Cumplimiento normativa NSR10 para este tipo de instituciones

Fuente: elaboración propia

Estructura (Descripción General)***Calificación Por Diseño y Construcción (A. 10.2.2.1-NSR10).***

Según la NSR-10 A.10.2.2.1 — Calidad del diseño y la construcción de la estructura original:

De acuerdo a lo observado en el sitio, teniendo en cuenta además la época de la construcción de las estructuras que componen el hospital, se puede decir que la calidad del diseño es **Regular**, por hallarse una combinación de sistemas estructurales que van desde un sistema de muros confinados hasta el sistema de pórticos resistentes a momento. Aunque para la época de diseño y construcción no se contaba con ninguna norma sismo-resistente en el país, sí debería haberse evitado este tipo de combinaciones en un sitio que fue concebido desde el comienzo como centro de atención en salud pública.

Es de anotar que, a la luz de los ensayos realizados a los concretos, su resistencia es buena, pero sus secciones y aceros son insuficientes, aunque esto obedece a la época en que se diseñaron las estructuras y al estado del arte para esos tiempos.

Se hace importante tener en cuenta que esta estructura, en su historia, se ha visto sometida a la ocurrencia de muchos sismos, desde baja hasta mediana y alta intensidad, entre los que sobresalen los sismos de 1985 y de 1999.

Todo esto hace que los procesos de degradación de los materiales disminuyan su capacidad de respuesta a sismos fuertes o, incluso, medianos en su magnitud.

Se detallan las estructuras que conforman el hospital.

Calificación por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10)

Según la NSR-10 A.10.2.2.2 — Estado de la Estructura: Debido a que obedece los lineamientos de diseño y construcción relativos a su época, presenta ciertas falencias a la luz de la Norma NSR-10, pero se evidencia una clara concepción arquitectónica y estructural de acuerdo a la época en que fue diseñado.

Para calificar la Estructura de acuerdo a la norma se deben tipificar sus componentes y dadas las características particulares de ésta edificación sectorizarla por bloques o edificaciones para posteriormente emitir el concepto.

➤Edificio N° 1 Consulta Externa: Estructura de dos (2) pisos. Losa de entrepiso en una y dos direcciones. Columnas en concreto reforzado. Vigas de cubierta en concreto reforzado. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Se encontró información del diseño estructural de este edificio. Cimentación en zapatas aisladas con vigas de cimentación. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Cielo falso en 2 tipos: repellido con malla, láminas de icopor. Comparte elementos estructurales de borde con los Edificios de Urgencias Y pensionados, Cafetería y Capilla, Urgencias y Consulta Externa.

➤Edificio N° 2 Urgencias: Estructura de dos (2) piso. Se observan columnas en concreto poco definidas en el área de laboratorio urgencias. Muros portantes área de rayos x y pensionados en segundo piso. Cubierta en teja de asbesto cemento y teja de barro. Cielo falso de dos tipos:

primer piso repello con malla, segundo piso placas en fiber glass. No se encontró información del diseño estructural de este edificio. Muros de 35cm de espesor en la zona de Rayos X

➤Edificio N° 3 Áreas de apoyo para Salas de Parto y Cirugía: Estructura de dos (2) pisos. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Losa de entrepiso en una dirección. Columnas en concreto reforzado. Vigas de cubierta en concreto reforzado. Cielo falso de dos tipos: primer piso repello con malla, segundo piso placas en fiber glass No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤Edificio N° 4 Sala de Partos y Cirugía: Estructura de un (1) piso. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Cielo falso repellido con malla Cubierta en teja de barro. No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤Edificio N° 5 Hospitalización: Estructura de un (1) piso. Losa de entrepiso tipo reticular celulado con capiteles. Columnas en concreto reforzado en pasillos. Vigas perimetrales de amarre de cubierta en concreto reforzado. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Cielo falso en dos tipos: Bajo losa malla cargada, en los cuartos estructura aluminio y placas de icopor. Cubierta en teja de barro con viguetería en concreto, muros de culata y losa en pasillos. No se encontró información del diseño estructural de este edificio.

➤Edificio N° 6 Servicios Generales: Estructura de un (1) piso. Muros perimetrales y divisorios en ladrillo. Cielo falso repellido con malla. Cubierta de dos tipos: teja asbesto cemento y teja de barro y muros de culata. El edificio no tiene estructura en concreto. El edificio no tiene estructura en concreto. Vigas de amarre de muro en concreto reforzado. No posee columnas. Cubierta en teja de barro sobre loseta con viguetería prefabricada (correas) y muros de culata.

Calificación por estado

En términos generales, se pueden presentar fallas y daños graves ante la ocurrencia de un sismo fuerte en la zona, pues las estructuras componentes del hospital no cuentan con la capacidad de disipación de energía suficiente, hallándose en zona de amenaza sísmica alta. De tal manera que no se cuenta con elementos de suficiente rigidez ni con las cuantías de acero necesarias para responder ante las sollicitaciones sísmicas.

Como ya se anotó, hay zonas diseñadas y construidas en mampostería confinada, lo que se hace inaceptable en la actualidad para este tipo de estructuras.

En consonancia con lo anotado, se establece que el estado de la estructura varía entre Regular, para las zonas aporticadas, hasta una condición Mala, en las zonas de muros confinados.

Evaluación de la estructura en general

Considerando el uso de las estructuras, la época de diseño y construcción y su estado actual se califica el estado general de las estructuras como **Regular**.

Suelos y Cimentaciones

En el Anexo A se adjunta el estudio de suelos completo; sin embargo, a continuación, se sintetizan aspectos relevantes.

Geología general del paciente

El Paciente se encuentra enmarcado bajo el siguiente contexto Geológico:

➤Geología: Según la información se detectaron las siguientes formaciones:

Formación Feldequera: hay presencia de Andesitas, Basaltos y Diabasas y Andesitas.

Formación Cisneros que está conformada por talcos y pizarras y con menor presencia se detectan materiales de origen sedimentarios. También hay contenido de cenizas volcánicas. (Portal Web Caicedonia, s.f.)

➤ Formaciones ígneas: En los grupos correspondientes a la Formación Feldequera, se identifican algunos basaltos y sienita. Estos forman los suelos que se denomina como conocidos como Burila, Parnaso y Serie Doscientos respectivamente, los últimos nombrados son de amplia presencia en la zona y debido a procesos erosivos en algunos sectores están cubiertos por cenizas volcánicas.

➤ Cenizas volcánicas: Es en estos depósitos sobre los cuales se encuentra construida la edificación estudiada.

Esto es muy frecuente en la Cordillera Central.

No obstante, hay diversas composiciones de esa ceniza dependiendo de los procesos a que ha sido sometida a lo largo de la historia y del tiempo. Es así como se logran identificar claramente 2 clases de suelos: Malabar y Chinchiná. (Portal Web Caicedonia, s.f.)

➤ Formaciones metamórficas:

Dentro de la formación Cisneros hay presencia de materiales de origen metamórfico, pero en una proporción más baja que los citados anteriormente. Acá los materiales identificados son esquistos micáceos y talcosos y los suelos encontrados son el Pavas y el Catarina. Sin embargo, también se detectan algunas cenizas volcánicas y suelos ígneos. (Portal Web Caicedonia, s.f.)

➤Formaciones sedimentarias: Por su misma característica, estos suelos son heterogéneos y se encuentran desde rocas heterométricas en distintos materiales, a veces con matriz arcillosa y con ceniza volcánica presente. Acá los suelos son Estrella y Limones.

Estudio de suelos realizado en el paciente

➤Detalle de actividades – método exploratorio: Con el propósito de lograr un acercamiento a una adecuada caracterización geomecánica del suelo que conforma la zona en estudio, como punto de partida para la elaboración del presente estudio; se realizaron las siguientes actividades:

- ✓Reconocimiento del Lugar.
- ✓Definición del Número, Profundidad y Localización de los Sondeos de Exploración.
- ✓Exploración del Subsuelo con Equipo Manual, Determinación de Posibles Niveles de Aguas Subterráneas, Muestreo y Ensayos “In Situ”.
- ✓Realización de Ensayos de Laboratorio sobre “Muestras Remoldadas” obtenidas mediante el tubo de “Cuchara Partida”, inalteradas con muestreador tipo tubo de pared delgada Shelby
- ✓Definición del Perfil Estratigráfico del Subsuelo y Caracterización de los Parámetros Geomecánicos.
- ✓Análisis Geotécnico a fin determinar las recomendaciones geotécnicas para la elaboración del proyecto, la zonificación del área de acuerdo con sus características y amenazas geotécnicas, diseño geotécnico. (Piedrahita , 2018, p. 4).

➤ Perforaciones y ensayos en sitio: Con el objeto de conocer las características físicas y los espesores de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo y obtener muestras de cada una de ellas, se llevaron a cabo 11 sondeos. Todos repartidos de tal manera que se diera cobertura total al área del proyecto y específicamente en los sitios de interés. Los sondeos se encuentran distribuidos a lo largo del área del proyecto tal como se muestra en la planta de localización general de sondeos en el Anexo A.

Las perforaciones se realizaron empleando el método de percusión con un equipo manual (*barreno de mano*). Simultáneamente se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar para establecer un índice complementario de la firmeza del subsuelo. (Piedrahita , 2018, p. 5)

➤ Ensayos de Laboratorio: Sobre muestras remoldeadas obtenidas mediante el tubo de “*cuchara partida*”, se realizaron ensayos de laboratorio, definidas como Normas NTC por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, de la Sociedad americana para ensayos y Materiales ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR – 10, que incluyen:

NTC 1493 [ASTM D 4318]: Ensayo Para Determinar los Límites Líquido y Plástico y el Índice de Plasticidad del Suelo

NTC 1495 [ASTM D 2216]: Ensayo Para Determinar el Contenido de Humedad Natural
[ASTM D 421-58 y D422-63]: Ensayo Para Determinar la Clasificación Granulométrica del Suelo (pasa tamiz 40 y 200).

NTC 1527 [ASTM D 2166]: Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfinada

NTC 1528 y/o 1568 [ASTM D 2167 y/o D 1556]: Ensayo Para Determinar los Pesos Volumétricos del Suelo en Estudio. (Piedrahita , 2018, p. 5).

En la Figura 20 se muestra la toma de muestras para realizar el estudio de suelo del Hospital:



Figura 20. Toma de Muestras para Estudio de Suelos. Fuente: elaboración propia

Estratigrafía

De acuerdo a las muestras extraídas y a los diferentes ensayos que se efectuaron en el laboratorio, se pudo establecer que el suelo predominante es una Arena Arcillosa que tiene un Índice de Plasticidad medio. También en algunos sectores del lote, hay Arenas Limosas y Limos sin presencia de material orgánico. Los grados de Humedad y de Plasticidad de estos materiales son variables. El suelo encontrado es el resultado de un proceso de degradación de cenizas volcánicas con plasticidad y granulometría también variables. Se

pueden clasificar como variar como Suelos de origen residual y Saprophyto (Qsr).

(Piedrahita, 2018, p. 8).

En este suelo se apoya un depósito artificial, de limos con capa vegetal y también un material mezclado producto de obras colindantes o cercanas. No son materiales competentes para soportar grandes esfuerzos y su capa puede llegar más debajo de los 2 m.

En el Estudio de suelos del paciente, se realizaron los siguientes apiques y sondeos que se relacionan con su respectiva ubicación, y cuyos planos se pueden observar en el Anexo G.

Se realizaron once sondeos así: uno a 1 m de profundidad, cinco a 3 m de profundidad y tres a 6 m de profundidad como se muestra en la Tabla 17:

Tabla 17.

Localización de lo Sondeos

Número	Tipo	Profundidad Sondeo	Profundidad Lleno / Vegetal	Presencia de NAF	Nivel
S1.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-1.19m	NO	-
S2.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-0.24m	NO	-
S3.	Barreno Man. [C. M.]	-6.10m	-	NO	-
S4.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-0.39m	NO	-
S5.	Barreno Man. [C. M.]	-6.10m	-0.49m	NO	-
S6.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-2.19m	NO	-
S7.	Barreno Man. [C. M.]	-6.10m	-0.49m	NO	-
S8.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-0.49m	NO	-
S9.	Barreno Man. [C. M.]	-6.10m	-	NO	-
S10.	Barreno Man. [C. M.]	-3.05m	-	NO	-
S11.	Barreno Man- [C. M.]	-1.03m	-	NO	-

Fuente: Piedrahita (2018). EG Ampliacion y adecuacion estructural Hospital Santander Caicedonia, valle del cauca (p. 8).

Se realizaron ocho apiques para determinar las dimensiones de las zapatas con su respectivo desplante (véase el Anexo I). A continuación, en la Figura 21 sus ubicaciones.

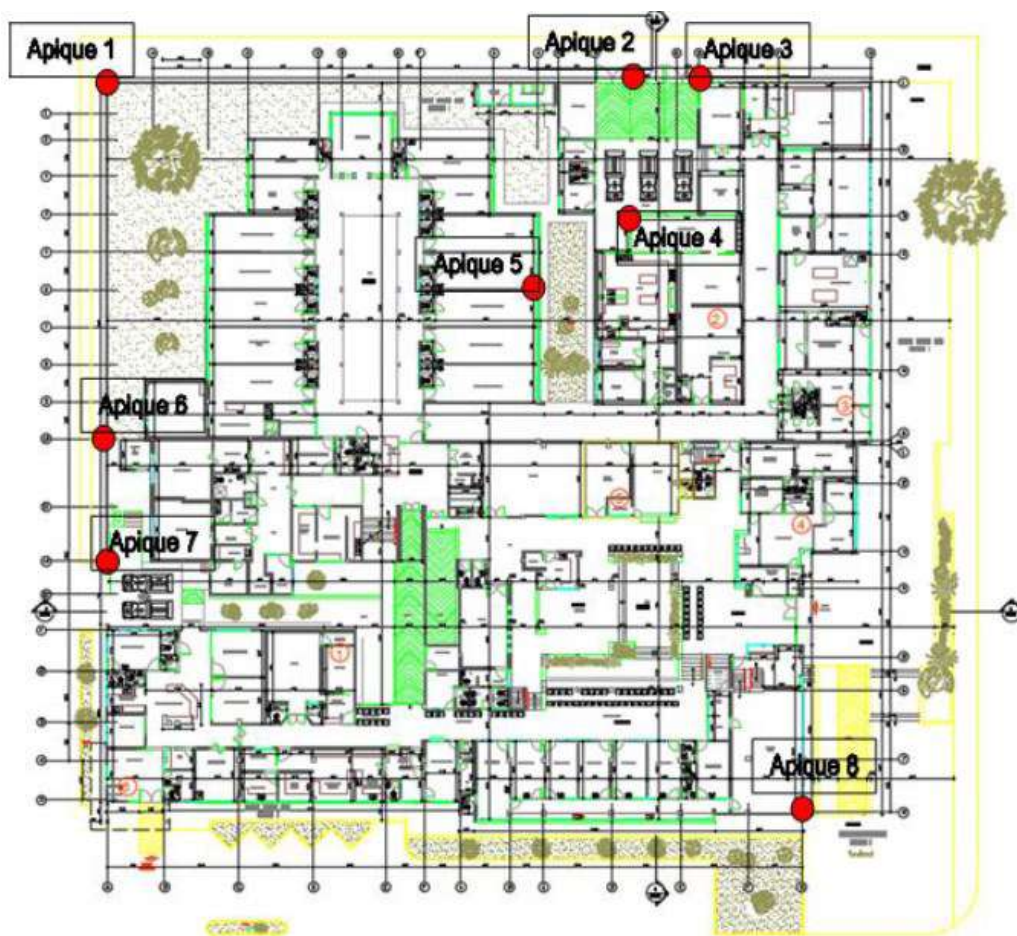


Figura 21. Plano 4 Ubicación de Apiques. Fuente: Piedrahita (2018). EG Adecuacion Hospital Santander Caicedonia, Valle del Cauca (p. 18).

Nivel Freático

En las diferentes perforaciones y apiques realizados, no se detectó la presencia del nivel freático. Es posible que haya acuíferos subterráneos artesianos, pero con las exploraciones no se detectaron. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que durante los cambios de régimen de lluvias afloren o se evidencien en las zonas de influencia del proyecto (Piedrahita, 2018, p. 9).

Tipo de cimentación realizada

Según lo que se detectó por la toma de muestras, su procesamiento en laboratorio y el análisis de consultoría geotécnica en oficina, se estableció que el Sistema de Fundación de la Edificación estudiada es de 2 tipos: Zapatas Aisladas con Vigas de Amarre y bajo los muros portantes, una serie de cimientos corridos, destacándose que esos muros no se encuentran confinados.

Descripción y medidas de las Zapatas:

➤El eje 1 A- Zapata Esquinera con Viga de Amarre con las siguientes medidas: ancho 0.60m Alto 0.35m y largo 0.90m. También Zapata esquinera con viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. En ese eje también se encontraron Zapatas Centradas Aisladas.

➤El eje 1 J- Zapata Medianera Esquinera con las siguientes medidas: ancho 0.40m Alto 0.35m y largo 0.90m, Zapata Medianera Esquinera con viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. En ese eje también se encontraron Zapatas Excéntricas Aisladas.

➤El eje 1 K- Zapata Medianera Esquinera con viga de amarre y con las siguientes medidas: ancho 0.40m Alto 0.35m y largo 0.90m. La viga amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Estas Zapatas son Aisladas Excéntricas.

➤El eje 3 JK- Zapata Central con las siguientes medidas: ancho 0.30m Alto 0.30m y largo 1.00m, con una viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Estas Zapatas son Aisladas Centradas.

➤El eje 5 I- Zapata Central con las siguientes medidas: ancho 0.40m Alto 0.40m y largo 0.90m, con una viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Estas Zapatas son aisladas centradas.

➤El eje 6 I- Zapata Medianera con las siguientes medidas: ancho 0.60m Alto 0.40m y largo 0.60m, con una viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Éstas Zapatas son aisladas excéntricas.

➤El eje 1 H- Zapata medianera con las siguientes medidas: ancho 0.60m Alto 0.40m y largo 0.60m, con una viga amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Éstas Zapatas son aisladas excéntricas.

➤El eje 13M- Zapata Esquinera con las siguientes medidas: ancho 0.60m Alto 0.35m y largo 0.90m, con una viga de amarre con las siguientes medidas: 0.30m x 0.30m. Éstas Zapatas son aisladas excéntricas.

Tabla 18.

Apiques

Numero Apique	Elemento	Ancho. (m)	Alto (m).	Largo (m).
1	Zapata	0.60	0.35	0.90
2	Zapata	0.40	0.35	0.90
3	Zapata	0.40	0.35	0.90
4	Zapata	0.30	0.30	1.00
5	Zapata	0.40	0.40	0.90
6	Zapata	0.60	0.40	0.60
7	Zapata	0.60	0.40	0.60
8	Zapata	0.60	0.35	0.90

Fuente: Piedrahita (2018). EG Ampliacion y adecuacion estructural Hospital Santander Caicedonia, Valle del Cauca (p. 18).



Figuras 22. Tipos de Zapatas. Fuente: elaboración propia

CONJUNTO DE ESQUINA-MEDIANERA

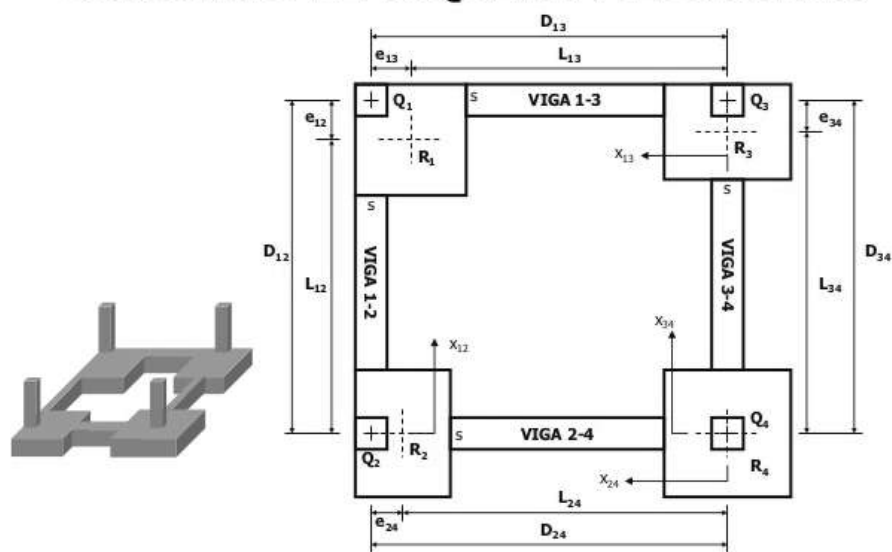


Figura 23. Zapata Esquinera y Medianera. Fuente: elaboración propia

Inventario de Lesiones clasificadas según el American Concrete Institute (ACI-224.1)

➤(ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.6) Prácticas Constructivas Inadecuadas. Grieta en Muro Interno, originada por asentamiento diferencial y por recibir carga directamente, sin ser un elemento estructural y sin la cimentación adecuada (American Concrete Institute, 2007). Grado: Severa.

➤(ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado. Separación Vertical en Muros Internos, por recepción de Cargas para las cuales no están diseñados (American Concrete Institute, 2007). Grado: Leve.

➤(ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado. Fisuración Horizontal de Muros, por actuar como Muros de Carga Portantes, sin serlo (American Concrete Institute, 2007). Grado: Moderada.

➤(ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado y (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.6) Prácticas Constructivas Inadecuadas. Separación de Muros Ortogonales, por ausencia de elementos estructurales de enlace y confinamiento (Columnas y Vigas) (American Concrete Institute, 2007). Grado: Leve.

➤(ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.6) Prácticas Constructivas Inadecuadas y (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado (American Concrete Institute, 2007). Dilatación Longitudinal Horizontal entre Placa y Muros, por discontinuidad estructural (No hay Nudo) y ausencia de Viga Receptora.

➤Fisuras en Nivel Inferior de Muros y Mochetas, generadas por Asentamiento Diferencial (American Concrete Institute, 2007). Grado: Leve.

➤ Dilatación Muro-Columna, por ausencia de elementos estructurales de enlace y confinamiento (Columnas y Vigas) y de un Sistema de Cimentación Idóneo (American Concrete Institute, 2007). Grado: Leve.

➤ Fisuras Continuas y Progresivas en Muros, típicas de Asentamiento Diferencial (American Concrete Institute, 2007). Grado: Severa.

➤ (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado y (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.6) Prácticas Constructivas Inadecuadas. Fisura Estructural Longitudinal en Viga, por deficiencia de refuerzo para soportar los Momentos Flectores (American Concrete Institute, 2007). Grado: Moderada.

➤ (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.6) Prácticas Constructivas Inadecuadas y (ACI 224.1 R93 Numeral 1.3.8) Errores de Diseño y Detallado (American Concrete Institute, 2007). Dilatación Vertical en Muro, por recibir Carga de Cubierta directamente (Cubierta apoyada en elemento No Estructural-Ausencia de Viga Perimetral y/o Viga Cinta), patología acentuada por el Asentamiento Diferencial. Grado: Moderada.

✓ Eflorescencias Blancas, por cristalización de Sales Solubles y reacción del cementante con la humedad y condiciones ambientales (American Concrete Institute, 2007). Grado: Moderada.

✓ Lesiones secundarias leves, que obedecen a Lesiones Primarias de humedad por capilaridad, filtración, agentes atmosféricos y ataques biológicos (American Concrete Institute, 2007). Grado: Moderada.

I.Dx/: Impresión Diagnóstica

El Paciente presenta un estado de salud y de conservación de mediana calidad. Su apariencia estética interna y externa es buena, con algunas evidencias de agrietamiento y asentamiento sectorizados, producto de defectos congénitos tanto en los Diseños, como en los Materiales y Procedimientos Constructivos.

Su sistema de Cimentación y Estructura, si bien no indica la posibilidad de un colapso súbito y catastrófico en el corto plazo, no garantiza una respuesta adecuada ante solicitudes de cargas y esfuerzos producidos por eventos sísmicos.

La seguridad, funcionalidad y habitabilidad del Inmueble, por el momento no se ven comprometidas por las diversas patologías encontradas. No obstante, la causas que las generaron están vigentes y hacen que las falencias sean activas y progresivas, especialmente ante la ocurrencia de un sismo cercano y superficial de magnitud igual o superior a 5.

R/: (Recomendaciones y Terapéutica)

El tratamiento terapéutico para el paciente tiene 2 componentes que deben ejecutarse en el corto plazo.

➤Preventivo: consistente en el Diseño y Reforzamiento de Cimentación y Estructura y ajuste a la NSR-10.

➤Correctivo: Reparación de Grietas y de lesiones menores.

Se recomienda intervención Correctiva en el Corto Plazo y Preventiva máximo en el mediano Plazo (antes de 1 año).

Según el ACI.224.1 R93 Numeral 2.3. “Selección de los Métodos de Reparación”, con base en una cuidadosa evaluación de la magnitud y las causas de la fisuración es posible seleccionar procedimientos para lograr uno o más de los siguientes objetivos:

1. Recuperar e incrementar la resistencia
2. Recuperar e incrementar la rigidez
3. Optimizar la funcionalidad
4. Mejorar la impermeabilidad
5. Optimizar la apariencia de la superficie de hormigón
6. Incrementar la durabilidad
7. Evitar que se desarrolle un ambiente corrosivo en las armaduras.

Según el tipo y nivel de los daños encontrados, se escoge la opción u opciones de reparación más convenientes.

En el presente Estudio Patológico se plantearán de manera técnica y detallada dos (2) alternativas de reforzamiento estructural y (2) alternativas de reforzamiento de la Cimentación.

Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

El Estudio completo de vulnerabilidad sísmica se puede observar en el Anexo J; no obstante, a continuación, se presentan sus aspectos más relevantes.

Sismicidad Regional

El Departamento del Valle está al oeste del Bloque Norandino, una microplaca que linda al oeste con la placa oceánica de Nazca, al este con la placa Suramérica y al norte con la placa Caribe. El límite de placa más cercano al área de influencia se encuentra bajo régimen de esfuerzos de compresión, generados por proceso de subducción que se produce entre la placa Nazca y el bloque Norandino, el cuál presenta el más alto nivel dinámico como fuente de sismicidad. La evidencia superficial de este suceso está localizada frente a la costa pacífica colombiana (Valencia, 2020, p. 7)



Figura 24. Modelo Tectónico Regional. Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 7)

Zona de amenaza sísmica y coeficientes de aceleración

De acuerdo a la siguiente tabla, el Municipio de Caicedonia Valle es considerado en la Norma NSR-10 como una zona de amenaza Sísmica Alta, y exige que las estructuras aquí localizadas cumplan con un diseño sismo-resistente (véase la Tabla 19)

Tabla 19.

Fuentes Sísmicas con Influencia en el Valle del Cauca

Departamento del Valle del Cauca						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Cali	76001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Alcalá	76020	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Andalucía	76036	0.25	0.25	Alta	0.14	0.09
Ansermanuevo	76041	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Argelia	76054	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
Bolívar	76100	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
Buenaventura	76109	0.40	0.35	Alta	0.13	0.08
Buga	76111	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
Bugalaagrande	76113	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Caicedonia	76122	0.25	0.20	Alta	0.14	0.08
Calima	76126	0.30	0.30	Alta	0.10	0.07
Candelaria	76130	0.25	0.20	Alta	0.10	0.07
Cartago	76147	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Dagua	76233	0.25	0.25	Alta	0.09	0.06
El Águila	76243	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
El Cairo	76246	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
El Cerrito	76248	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
El Dovio	76250	0.30	0.30	Alta	0.18	0.10
Florida	76275	0.25	0.20	Alta	0.10	0.06
Ginebra	76306	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
Guacarí	76318	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08
Jamundi	76364	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
La Cumbre	76377	0.25	0.25	Alta	0.11	0.08
La Unión	76400	0.25	0.25	Alta	0.16	0.13
La Victoria	76403	0.25	0.25	Alta	0.15	0.10
Obando	76497	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Palmira	76520	0.25	0.20	Alta	0.12	0.07
Pradera	76563	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
Restrepo	76606	0.25	0.25	Alta	0.11	0.08
Riofrio	76616	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Roldanillo	76622	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
San Pedro	76670	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08

Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 9)

➤Parámetros sísmicos del suelo: De acuerdo al Título A de la Norma NSR-10: Tipo de Cimiento: Zapatas Aisladas.

Tipo de perfil del suelo: D Título A Coeficientes de aceleración (Aa): 0.25

De acuerdo al Título H de la Norma NSR-10: Tipo de perfil del suelo: D

➤ Capacidad portante: Profundidad de cimentación: 1.20m Q_{adm} : 1,25 kg/cm²

➤ Coeficiente de importancia:

Grupo IV — Edificaciones indispensables — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo. Este grupo debe incluir: Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias. (NSR-10, Título A, 2012, p. A-25).

➤ Inspección de Refuerzo en Columnas: Se realizó el levantamiento de refuerzo en columnas con el detector de aceros Ferro Scanner PS 200.

➤ Inspección de la Cimentación: Como se encontraron los planos estructurales del edificio No 1 se tomó para las edificaciones este tipo de cimentación. Con el objetivo de conocer sus dimensiones, el nivel de cimentación y la existencia de vigas de cimentación que amarran la estructura.

Concreto

Mediante toma de núcleos se pudo concluir que hay una variabilidad en las resistencias del hormigón respecto a cada bloque esto es lógico debido a que la construcción del edificio se realizó en varias etapas y tiempos diferentes, sin embargo, las columnas presentes en conjunto de

todo el edificio presentan a la vista un concreto de buena calidad lo que permite ver una estructura acorde con los tiempos en que se construyó, mas no acorde a la norma NSR-10.

Acero

En la mayoría de las edificaciones se observó refuerzo longitudinal en barras corrugadas y refuerzo transversal en barras corrugadas. Se estableció la resistencia a tracción característica de los aceros de estas estructuras en 4200 kg/cm² para refuerzo longitudinal y 2600 kg/cm² para refuerzo transversal.

Estado de conservación de las estructuras

En general el Hospital tiene un muy buen aspecto respecto a su mantenimiento y conservación. No se evidencian deflexiones o deformaciones visibles en los pórticos o cubiertas, ni se observaron columnas con efectos de pandeo, a excepción de algunas juntas de separación de bloques que se encuentran mal manejadas.

Evaluación cualitativa de la estructura

La calidad y el estado de sistema estructural juegan un papel de gran importancia en la determinación de la resistencia existente de la estructura. Aunque de una manera teórica es posible determinar qué resistencia tiene un elemento estructural cuyas dimensiones, materiales, armaduras, etc. se conocen, el mal estado del elemento reduce de una manera apreciable este valor teórico. Por esta razón la NSR-10 Título A.10.2 define cualitativamente los dos parámetros ϕ_C y ϕ_E :

Ø_C Calidad del diseño y de la construcción de la estructura original

Aunque el Hospital fue diseñado antes de la vigencia de los códigos de diseño sismo resistente, se evidencia que tiene el diseño apropiado y óptimo acorde con su época y por este motivo se califica la calidad del diseño como BUENA ($\text{Ø}_C = 0.9$).

Ø_E Estado del sistema estructural

Se considera que los sistemas estructurales que se presentan en el Hospital, tienen un estado de conservación BUENO ($\text{Ø}_E = 0.9$) pues no se evidencian fallas como deflexiones excesivas, deterioro de los materiales resistentes, etc., y se puede asumir que las estructuras no han tenido un comportamiento adverso durante su existencia. No se nota la presencia de agua al nivel de la cimentación, ni el efecto de posibles roturas en las cañerías de desagüe.

No se presentan debilidades notables causadas por eventos extraordinarios tales como sismo, incendio, remodelaciones previas, cambios en los acabados con el consiguiente aumento de peso, cambios en el uso con cargas mayores causadas por la nueva utilización y otros aspectos de esta índole.

El estado de los elementos no estructurales, especialmente los muros divisorios, muros culata y tabiques de fachada es bueno.

Movimientos sísmicos de diseño

El análisis y determinación de los movimientos sísmicos de diseño se realizó empleando la metodología del Título A y Título H de la NSR-10:

- ✓ Zona de amenaza sísmica Alta
- ✓ Coeficiente de Aceleración Pico-efectiva: 0.25

✓ Coeficiente de Importancia - Grupo de uso IV

✓ (Edificaciones Indispensables): $I = 1.3$

✓ Coeficiente de sitio (Perfil de suelo D): $S = 1.5$

✓ Aceleración espectral (S_a) 0.8125

A este sismo le corresponde una probabilidad del 10 % de ser excedido en lapso de 50 años.

Además de verificar que la estructura se comporte satisfactoriamente ante la ocurrencia del sismo de diseño, se debe “verificar que la estructura y los elementos no estructurales se mantengan dentro del rango inelástico de respuesta cuando se presenten los movimientos sísmicos correspondientes al umbral de daño” (NSR-10, Título A, 2012, p. A-118).

Espectro de diseño

En la Figura 26 se puede observar el espectro de diseño del Hospital Santander:

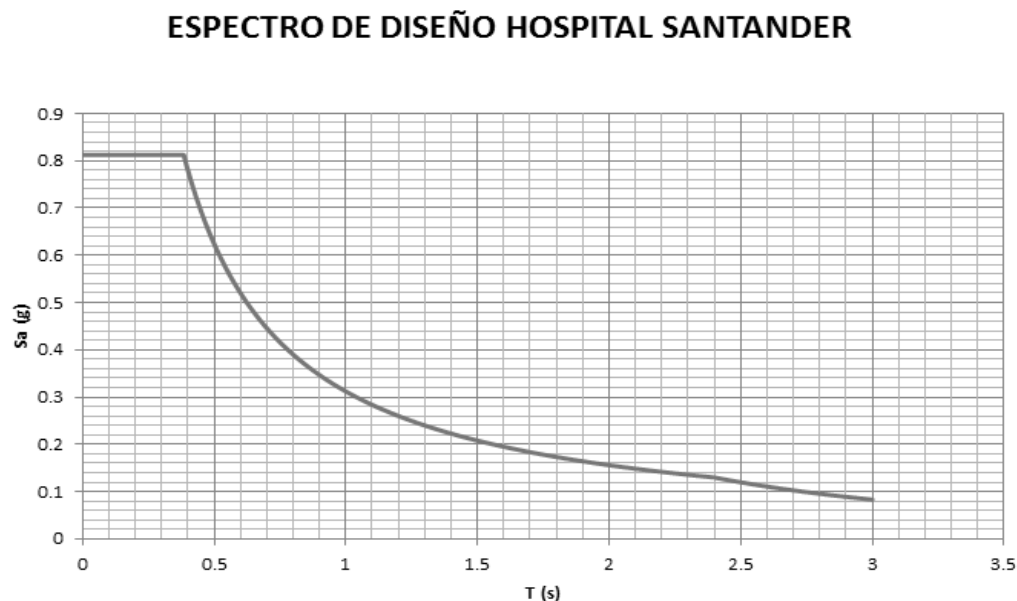


Figura 26. Espectro de Diseño Hospital Santander de Caicedonia. Fuente: elaboracion propia

Clasificación del sistema estructural y determinación del coeficiente de disipación de energía

Se clasificó el sistema estructural de cada edificio de acuerdo al Capítulo A.3 de la Norma NSR-10. Según esta clasificación, se le asignó el Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico del sistema, R_o , de acuerdo a la Tabla A.3-3 de la norma NSR-10.

A los edificios cuyo sistema estructural es el de Pórticos de Concreto y que fueron construidos antes de los años 90's se les asignó $R_o = 4.0$ (se espera que la respuesta sísmica sea similar a la de un sistema intermedio entre DMO – Capacidad Moderada de Disipación de Energía y DMI - Capacidad Mínima de Disipación de Energía) (NSR-10, Título A, 2012), dependiendo de las siguientes características:

- ✓ Estructuras cuyo refuerzo transversal es corrugado con diámetro superior o igual a 3/8", además de cumplir con las características abajo descritas: $R_o = 4.0$.
- ✓ Estribos separados cada 15-20cm.
- ✓ Resistencia de los concretos en rango aceptable.
- ✓ Filosofía de diseño Viga-Fuerte, Columna Débil.
- ✓ Estribos # 3 de acero corrugado separados cada 10cm en zonas confinadas (Nudos y próximas a él) y cada 15cm en zonas no confinadas (centros de luz).

Resistencia de los concretos en rango aceptable

Para determinar el valor del Coeficiente de capacidad de disipación de energía R , el valor de R_o se debe afectar por los factores de reducción ϕ_p y ϕ_a de acuerdo a las irregularidades en planta y en altura que tienen las edificaciones.

A continuación, en la Tabla 20 se muestran tabulados los anteriores factores para las edificaciones del Hospital Santander de Caicedonia del Valle del Cauca:

Tabla 20.

Valores de R_o , ϕ_p y ϕ_r para cada edificación

EDIFICIO	R_o	ϕ_a	ϕ_p	ϕ_r
Consulta externa	4.0	0.9	0.9	
Urgencias	4.0	0.9	0.9	
Arreas de apoyo para Salas de parto y cirugía	4.0	0.9	0.9	
Sala de parto y cirugía	-	0.9	0.9	
Hospitalización	-	0.9	0.9	
Servicios generales	-	0.9	0.9	

Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 26)

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

En esta fase se evaluaron las condiciones de resistencia sísmica del Hospital, detectando los elementos críticos de cada estructura. Con ello se busca determinar las condiciones de refuerzo de acuerdo con las especificaciones de la Norma NSR-10.

Para efectuar esta evaluación se siguieron las recomendaciones del Capítulo A10 de la Norma NSR-10- —Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamentol.

La metodología para la ejecución de esta fase consistió en la evaluación, bajo los parámetros de las NSR-10, de la estructura existente para las cargas muertas determinadas de acuerdo con la estructura levantada, las cargas vivas especificadas y las cargas laterales obtenidas según lo señalado en la Norma NSR-10.

El análisis de la estructura y la determinación del refuerzo solicitado se efectuaron con un Programa de Computador que realiza análisis dinámico tridimensional, toma en cuenta los efectos P-Delta y determina envolventes de solicitación y refuerzo solicitados.

Los parámetros especificados para el análisis y verificación del refuerzo de la estructura son:

➤ Índice de Estabilidad de la Estructura= indica cuando la estructura debe ser evaluada considerando efectos adicionales de segundo orden (P-Delta) en las dos direcciones principales en planta. Cuando el valor del índice es superior a 0.1, se deben incrementar las deflexiones horizontales y las fuerzas internas de las estructuras.

➤ Índice de sobre esfuerzos de los elementos= es la relación entre la solicitación equivalente y la resistencia efectiva; para este propósito se propone desarrollar la relación entre el refuerzo solicitado contra el refuerzo colocado en la estructura; el refuerzo solicitado se calcula para la condición de carga señalada o para la envolvente de esfuerzos.

➤ Índice de sobre esfuerzos de la estructura= se determina para toda la estructura evaluando los elementos con mayor índice de sobre esfuerzos individual y tomando en cuenta su importancia en la estructura dentro de la resistencia general de esta.

➤ Índice de flexibilidad del piso= es la relación entre la deriva obtenida en el análisis y la aceptada por el reglamento para cada uno de los pisos.

➤ Índice de flexibilidad de la estructura= obtenido como el mayor valor de los índices de flexibilidad de toda la estructura.

Evaluación del índice de flexibilidad de las edificaciones

De acuerdo al estudio realizado los edificios a tener en cuenta en el índice de flexibilidad son el edificio No 1, No 3

Para efectos de evaluación de la deformación ante carga lateral de las columnas de la edificación se presentan las siguientes consideraciones:

La Norma NSR –10 especifica un valor máximo de 1.0% como deriva de entrepiso para controlar los daños en los elementos no estructurales como muros, causados por deformación paralela al plano de estos, al ser inducida por los elementos de concreto reforzado, que se deforman por acción de los efectos sísmicos. Esta deriva debe ser soportada por la estructura.

Índices de flexibilidad de los edificios al sismo de diseño

Tabla 21.

Índices de Flexibilidad Estructuras Actuales – Sismo de Diseño

EDIFICIO	IFL _x	IFL _y
Consulta externa	1.16	1.12
Urgencias		
Áreas de apoyo para salas de parto y cirugía	0.94	1.16
Sala de parto y cirugía	No aplica	No aplica
Hospitalización	No aplica	No aplica
Servicios generales	No aplica	No aplica

Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 29)

Evaluación de índices de sobre esfuerzos de las edificaciones

Se calculó el índice de sobre esfuerzo de las columnas de acuerdo a dos tipos de sollicitaciones, una de flexo-compresión, dada la interacción de las cargas verticales y los momentos de diseño y otra a las sollicitaciones de cortante, tanto las calculadas mediante el análisis inelástico, como las calculadas para el evento de plastificación del elemento.

Índices de Sobre esfuerzo a Flexo-Compresión en Columnas: Estos son calculados mediante la utilización de una superficie de interacción bidimensional. Los puntos por fuera de la superficie

de interacción indican que la columna esta sobre esforzada, y asigna un número igual a la unidad para los puntos ubicados dentro de la superficie de interacción.

Resultado de las condiciones sismo resistentes actuales del hospital

De acuerdo a las inspecciones realizadas y a los resultados de la modelación estructural, el Hospital Santander de Caicedonia presenta vulnerabilidad sísmica a la luz de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente -NSR 10-. Esta vulnerabilidad se debe principalmente a los siguientes factores:

- Sistema Estructural Losa-Columna no aceptado por la Norma NSR-10.
- Pisos Débiles: Se presenta al interior del Hospital como un esquema de mayor altura del piso, principalmente por razones estéticas (Hall de Entrada).
- Juntas de dilatación mal manejadas: En algunos puntos del Hospital, las edificaciones comparten elementos estructurales, lo cual modifica la respuesta sísmica de cada estructura.
- Se recomienda intervenir estructuralmente las edificaciones del Hospital Santander de Caicedonia con el objetivo de mejorar su capacidad de disipación de energía ante sismos.

A continuación se describe la vulnerabilidad sísmica que tiene cada edificación:

➤ Edificio de Consulta Externa

Sistema estructural Pórticos

Disipación Moderada de Energía.

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

De acuerdo a lo anterior, esta estructura no cumple las especificaciones sísmicas de la Norma NSR –10 en cuanto a ductilidad, rigidez y resistencia, por lo que se propone reforzar el edificio.

➤Edificio de Urgencias

Sistema estructural combinado porticos y muros portantes no aceptado en la Norma NSR-10.

Disipación Moderada de Energía.

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

De acuerdo a lo anterior, esta estructura no cumple las especificaciones sísmicas de la Norma NSR –10 en cuanto a ductilidad, rigidez y resistencia, por lo que se propone reforzar el edificio.

➤Áreas de apoyo para Salas de Parto y Cirugía

Sistema estructural no aceptado en la Norma NSR-10.

Disipación Moderada de Energía.

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

De acuerdo a lo anterior, esta estructura no cumple las especificaciones sísmicas de la Norma NSR –10 en cuanto a ductilidad, rigidez y resistencia, por lo que se propone reforzar el edificio.

➤Salas de parto y Cirugía

Sistema estructural no aceptado en la Norma NSR-10.

Disipación Moderada de Energía.No aplica

Excesiva flexibilidad (Índice de Flexibilidad > 1).No aplica

Índice de sobre-esfuerzo en columnas >1. No aplica

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

De acuerdo a lo anterior, esta estructura no cumple las especificaciones sísmicas de la Norma NSR –10 en cuanto a ductilidad, rigidez y resistencia, por lo que se propone reforzar el edificio.

➤Edificio de Hospitalización

Sistema estructural no aceptado en la Norma NSR-10.

Disipación Moderada de Energía. No aplica

Excesiva flexibilidad (Índice de Flexibilidad > 1).No aplica

Índice de sobre-esfuerzo en columnas >1 . No aplica

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

De acuerdo a lo anterior, esta estructura no cumple las especificaciones sísmicas de la Norma NSR –10 en cuanto a ductilidad, rigidez y resistencia, por lo que se propone reforzar el edificio.

➤Edificio de Servicios Generales

Sistema estructural no aceptado en la Norma NSR-10.

Disipación Moderada de Energía. No aplica

Excesiva flexibilidad (Índice de Flexibilidad > 1).No aplica

Índice de sobre-esfuerzo en columnas >1 . No aplica

Muros divisorios y de fachada sin dilatar de la estructura portante.

Evaluación de la capacidad de las edificaciones reforzadas

Esta etapa se efectuó para determinar las condiciones de capacidad y resistencia de cada estructura reforzada de acuerdo con la Norma NSR-10.

Índice de flexibilidad de cada edificación reforzada

En la Tabla El índice de flexibilidad (IFL) para cada estructura reforzada se muestra tabulado a continuación:

➤ Índices de flexibilidad de los edificios reforzados: sismo de diseño

Tabla 22.

Índices de flexibilidad estructuras reforzadas – sismo de diseño

EDIFICIO	IFLx	IFLy
Consulta externa	0,78	0,97
Urgencias	0.41	0.33
Áreas de apoyo para salas de parto y cirugía	0.53	0.95
Sala de parto y cirugía	0.35	0.29
Hospitalización	0.23	0.21
Servicios generales	0.38	0.48

Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 34)

➤ Índices de Flexibilidad de los Edificios Reforzados: Sismo de Umbral de Daño

Tabla 23.

Índices de Flexibilidad Estructuras Reforzadas – Sismo de Umbral de Daño

EDIFICIO	IFLx	IFLy
Consulta externa	0,12	0.14
Urgencias	0.06	0.05
Áreas de apoyo para salas de parto y cirugía	0.12	0.15
Sala de parto y cirugía	0.05	0.04
Hospitalización	0.03	0.04
Servicios generales	0.14	0.07

Fuente: Valencia (2020). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica (p. 34)

Conclusiones del estudio de vulnerabilidad sísmica

➤ El Hospital Santander del Municipio de Caicedonia presenta vulnerabilidad sísmica a la luz de la Norma NSR-10.

➤ Se debe intervenir estructuralmente el Hospital Santander del Municipio de Caicedonia , con el objetivo de mejorar su capacidad de disipación de energía ante un evento sísmico.

➤ Los edificios cuyo sistema estructural es pórticos de concreto reforzado, se propone recalce de columnas y construcción de vigas y columnas nuevas. Adicionalmente se deben dilatar las edificaciones que comparten elementos estructurales.

➤ Se propone realizar cambios en la estructura y remplazar los muros en mampostería, por un sistema de muros livianos en algunas partes.

➤ Se propone cambiar la cubierta en teja de barro, por una cubierta en teja liviana reduciendo así la carga en los edificios.

➤ Se recomienda disminuir la vulnerabilidad funcional del Hospital, anclando elementos pesados, ajustando elementos que puedan derramarse.

➤ Se debe efectuar un estricto control de calidad en el proceso de reparación, restauración y refuerzo de las edificaciones.

➤ Se debe efectuar un plan de mitigación de riesgos y prevenir a la comunidad del Hospital sobre lo que debe y no debe hacer en caso de presentarse un sismo.

Propuestas de Intervención

Teniendo como fundamento la Historia Clínica del Paciente, la inspección visual detallada, los diversos ensayos Invasivos y No Destructivos realizados, el Estudio Geotécnico, el Estudio de Vulnerabilidad Sísmica y el Diagnóstico efectuado, se plantean a continuación dos (2) alternativas para el Reforzamiento y ajuste de la Estructura de la Edificación a la NSR-10 y dos (2) alternativas para mejorar las condiciones Geotécnicas de la Edificación.

Reforzamiento Estructural

Alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales

Recalce de columnas



Figura 27. Procedimiento para Recalce de Columnas. Fuente: Servicios Mercado Libre (s.f.)

Contempla el recalce en concreto de las columnas que han mostrado deficiencias en los análisis sísmicos. Su construcción se hará de acuerdo con las siguientes características y detalles constructivos.

➤Características:

Dimensiones y Refuerzo Principal: De acuerdo a lo que aparece en los planos constructivos.

Concreto: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Fluidez mínima de 8ℓ, con aditivo epóxico tipo Sikadur 32

Acero: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\phi 3/8''$ $F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $\phi < 3/8''$

➤Detalles constructivos:

Picar el recubrimiento de las columnas que se requiera intervenir hasta encontrar el refuerzo principal y los estribos.

Perforar con martillo roto percusor con diámetro $\phi 1/8''$ mayor que el de la varilla que se desee anclar, tanto en las losas como en las columnas, en los sitios en que debe pasar el refuerzo principal y los estribos intermedios, tal como se detalla en los planos constructivos. Las varillas que van dentro de estas perforaciones deben fijarse permanentemente mediante el uso de HILTI RE500 o similar usando las cantidades especificadas por el fabricante.

Formaletear las columnas en tramos no mayores a 1.3 m para su vaciado de acuerdo con las dimensiones que aparecen en los planos, la formaleta debe ser prefabricada para permitir su rápido instalación y poder fundir monolíticamente el recalce

Fundir la sección adicional alrededor de las columnas existentes utilizando concreto fluido de la resistencia especificada, teniendo en cuenta que la máxima longitud vertical a fundir es 1.3 m. Antes de la fundición se debe saturar la superficie de la columna a recubrir con agua y una lechada de cemento (1:1).

Se puede retirar la formaleta de cada tramo de columna encamisada después de 72 horas de su fundición.

Recalce de vigas



Figura 28. Recalce de Vigas. Fuente: Condiseing (2015)

Este ítem se refiere al recalce en concreto de las vigas que han mostrado deficiencias en los análisis sísmicos. Su construcción se hará de acuerdo con las siguientes características y detalles constructivos.

➤Características

Dimensiones y Refuerzo Principal: De acuerdo a lo que aparece en los planos constructivos.

Concreto: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Fluidez mínima de 8l, con aditivo epóxico tipo Sikadur 32 Acero:

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\phi 3/8''$

$F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $\phi < 3/8''$

➤Detalles Constructivos:

Picar el recubrimiento de las vigas que se requiera intervenir hasta encontrar el refuerzo principal y los estribos.

Perforar con martillo roto percusor con diámetro 1/8" mayor que el de la varilla que se desee anclar, en los sitios en que deben pasar el refuerzo principal y los estribos intermedios tal como se detalla en los planos constructivos. Las varillas que van dentro de estas perforaciones deben fijarse permanentemente mediante el uso de HILTI RE500 o similar usando las cantidades especificadas por el fabricante.

Formaletear las vigas dejando ventanas en la parte superior para su vaciado de acuerdo con las dimensiones que aparecen en los planos.

Se puede retirar la formaleta de cada tramo de viga encamisada después de 96 horas de su fundición.

Perforaciones con martillo rotopercusor para anclajes



Figura 29. Perforación con martillo Rotopercusor. Fuente: Martillos Perforadores (2019)

Se refiere a la ejecución de perforaciones con martillos roto percusores tipo Hilti o similar para el anclaje de barras de refuerzo.

Estas perforaciones deben ejecutarse en los sitios indicados en los planos, en los sitios en donde se requiera anclar refuerzo principal o pasar varillas de estribos secundarios.

Las perforaciones se harán en los sitios indicados con brocas de diámetro 1/8" mayor que el de la varilla de anclaje.

Una vez perforados los huecos y limpios mediante aire a presión o con chorro de agua y a continuación con el fin de eliminar la contaminación de aceites, polvos, residuos de agua se debe aplicar el producto epóxico tipo Sikadur- 32 o similar. Una forma fácil de hacerlo consiste en untar la varilla que se requiera anclar con el adhesivo epóxico y a continuación colocar la varilla dentro de la perforación, cuidando que el epóxico cubra la varilla y la pared de la perforación completamente. Se debe esperar el tiempo recomendado por el fabricante para manipular el anclaje.

➤**Materiales:** Se empleará pegante epóxico tipo Sikadur-32 o similar, cuidando de utilizar guantes de caucho y gafas para su manipulación. El Contratista debe consultar la hoja de seguridad del producto y aplicar las recomendaciones que da el fabricante.

La superficie de apoyo de la cimentación debe sellarse con un concreto pobre (solado) de aproximadamente 5cm de espesor. Se coloca el refuerzo de la cimentación y del elemento estructural (Columnas-Pedestal) que han de quedar embebidos en el concreto y se aseguran firmemente. Se procede a vaciar el concreto de la cimentación.

Construcción de pedestales de concreto 280 kg/cm²

Este ítem se refiere a la construcción de pedestales desde el nivel de cimentación hasta el nivel de contrapiso, u otro si se especifica.

➤**Características:** Dimensiones: aquellas especificadas en los planos constructivos de acuerdo con el diseño realizado.

Material: Concreto: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Acero: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\phi 3/8''$

$F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $\phi < 3/8''$ Concreto de nivelación $F'_c = 2.000 \text{ p.s.i.}$ para solado.

➤**Proceso constructivo:** La superficie de apoyo del pedestal debe sellarse con un concreto pobre (solado) de aproximadamente 5cm de espesor. Se coloca el refuerzo del pedestal de forma que amarre con la zapata y la columna y se asegura firmemente. Se procede a vaciar el concreto de la cimentación. En caso de que la cimentación y la columna ya exista, se debe anclar el refuerzo longitudinal a la zapata y el refuerzo transversal a la columna.

Construcción de columnas en concreto

Este ítem se refiere a la construcción de columnas que estén contempladas dentro del reforzamiento del edificio.

Este ítem se refiere a la construcción de columnas que estén contempladas dentro del reforzamiento del edificio.

➤**Características:**

Dimensiones: aquellas especificadas en los planos constructivos de acuerdo con el diseño realizado.

Material: Concreto: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Acero: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\phi 3/8''$

$F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $\phi < 3/8''$

➤ **Proceso constructivo:** Una vez construida la cimentación (tipo zapata), se debe armar el castillo de refuerzo hasta llegar a la viga a la que se amarrará (viga aérea). En caso de que la viga aérea exista, esta debe apuntalarse a ambos lados del sitio donde se conectará la columna, para poder demoler el concreto de la viga en donde se formará el nuevo nudo.

Se debe formaletear la columna dejando ventanas en la parte superior para permitir el vaciado de acuerdo con las dimensiones que aparecen en los planos. Se puede retirar la formaleta de la columna después de 72 horas de su fundición.

➤ **Proceso constructivo:** Formaletear la viga en los sitios donde se construirá. En caso de que la viga se vaya a conectar a un nudo existente, se debe demoler el nudo para conectar los refuerzos de la viga a construir. En los sitios donde se construirán las vigas se deben desmontar las cubiertas y realizar los reforzamientos.

Se puede retirar la formaleta de la viga después de 72 horas de su fundición.

Presupuesto de obra alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales

En la Tabla 24 se relaciona el resumen total general del presupuesto de la obra alternativa 1, y el desglose detallado del mismo se puede observar en el Anexo K.

Tabla 24.

Presupuesto de obra alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales

Presupuesto Resumen Obras De Reforzamiento Estructural Hospital Santander Opción 1	
Recalce De Elementos Estructurales	
Obra:	Reforzamiento Estructural Hospital (Recalce De Elementos)
Ubicación:	Caicedonia (Valle)
Propietario:	Municipio De Caicedonia
Bloque	Total
Presupuesto Urgencias - Edificio 2	\$ 626.337.786,89
Costo Directo	\$ 501.070.229,51
A.I.U	\$ 125.267.557,38
Presupuesto Consulta Externa - Edificio 1	\$ 804.881.922,23
Costo Directo	\$ 643.905.537,78
A.I.U	\$ 160.976.384,45
Presupuesto Hospitalización - Partos Y Cirugía - Edificios 3,4 y 5	\$ 638.330.389,80
Costo Directo	\$ 510.664.311,84
A.I.U	\$ 127.666.077,96
Presupuesto Servicios Generales - Edificio 6	\$ 616.816.667,99
Costo Directo	\$ 493.453.334,39
A.I.U	\$ 123.363.333,60
Plan De Contingencia Global	\$ 150.000.000,00
COSTO TOTAL DE LA OBRA	2.836.366.766,90

Fuente: elaboración propia

Cronograma de ejecución alternativa 1 – Recalce de elementos estructurales

El tiempo Total de ejecución de ésta alternativa de Reforzamiento es de 8 meses, y el detalle de las actividades se puede observar en el Anexo L.

Alternativa 2 – Reforzamiento por encamisado metálico

Encamisado metálico de columnas

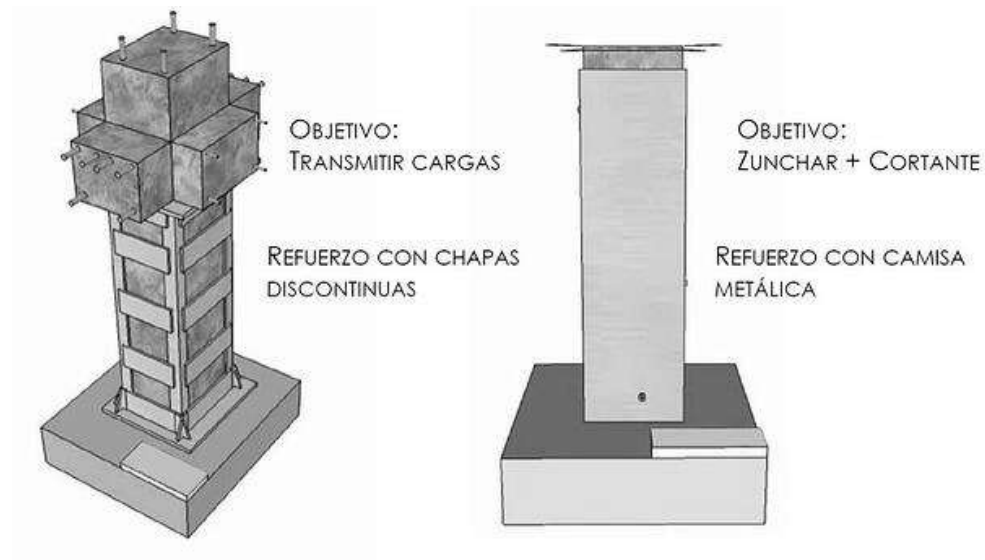


Figura 30. Encamisado Metálico de Columnas. Fuente: Structuralia (2017)

En esencia se fundamenta en la misma técnica del recalce, pero tiene una diferencia sustancial y es que los perfiles metálicos que se usan como formaleta para el recalce, quedarán de manera definitiva como parte de la estructura y tendrán características que le aportarán resistencia mecánica adicional a las vigas y columnas. Hay varias técnicas y procedimientos para el encamisado:

Encamisado con ángulos, chapas y perfiles - Sin recalce.

Encamisado con lámina - Sin recalce.

Encamisado con ángulos, chapas y perfiles - Con recalce.

Encamisado con lámina - Con recalce.

En este caso se deberá escoger una de las 2 opciones con recalce, en virtud de que los análisis estructurales y de vulnerabilidad sísmica determinaron que las secciones transversales son insuficientes, razón por la cual se debe hacer un recrecido de ellas.

Encamisado metálico de vigas



Figura 31. Encamisado metálico de Vigas. Fuente: Epachón (2013)

El Método de Encamisado Metálico de Vigas es similar al de las columnas. Se puede hacer con ángulos a manera de “zunchos” o con lámina completa. Se prefiere ésta última opción en razón a que las vigas son elementos sometidos a flexión, compresión y corte. También porque dentro de la tecnología actual, se cuenta con las Fibras de carbono, que tienen un comportamiento igual o mejor que los zunchos.

La diferencia con el encamisado para columnas radica básicamente en que no requiere la construcción de Pedestales y en los procedimientos y técnicas de apuntalamiento para el proceso constructivo.

Presupuesto de obra alternativa 2 – Encamisado metálico de elementos estructurales

En la Tabla 25 se relaciona el resumen total general del presupuesto de la obra alternativa 2, y el desglose detallado del mismo se puede observar en el Anexo M.

Tabla 25.***Presupuesto Resumen Obras Hospital Opción 2 Encamisado Metálico***

Presupuesto Resumen Obras Hospital Opción 2 Encamisado Metálico	
Obra:	Reforzamiento Estructural Hospital
Ubicación:	Caicedonia (Valle)
Propietario:	Municipio de Caicedonia
Bloque	Total
Presupuesto Urgencias Y Emergencias	\$ 903.734.209,74
Costo Directo	\$ 722.987.367,79
A.I.U	\$ 180.746.841,95
Presupuesto Consulta Externa	\$ 867.231.618,89
Costo Directo	\$ 693.785.295,11
A.I.U	\$ 173.446.323,78
Presupuesto Hospitalización - Partos y Esterilización	\$ 687.724.638,95
Costo Directo	\$ 550.179.711,16
A.I.U	\$ 137.544.927,79
Presupuesto Servicios Generales	\$ 659.231.984,10
Costo Directo	\$ 527.385.587,28
A.I.U	\$ 131.846.396,82
Plan de Contingencia Global	\$ 150.000.000,00
COSTO TOTAL DE LA OBRA	3.267.922.451,68

Fuente: elaboración propia

Cronograma de Ejecución Alternativa 2 – Encamisado Metálico de Elementos***Estructurales***

El tiempo Total de ejecución de ésta alternativa de Reforzamiento es de 8 meses, y el detalle de las actividades se puede observar en el Anexo N.

Etapas de reforzamiento estructural

Se debe realizar el reforzamiento estructural por etapas, con el objetivo de no debilitar las estructuras. Para la ejecución de los reforzamientos y su orden secuencial se pueden tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Costo:** Edificios cuya asignación presupuestal cubra toda la obra de reforzamiento.
- **Reubicación de áreas y servicios:** Edificios cuya intervención estructural no requiera movilizar muchas áreas que generan traumatismos, a menos que se dispongan de otros lugares para atender estos servicios (reubicación). En este caso, las obras de reforzamiento deben ser planeadas con anticipación.

Reforzamiento de elementos no estructurales

Este ítem se refiere a los trabajos de reforzamiento de elementos no estructurales, más específicamente muros divisorios y de fachada, y muros culata. Estos trabajos consisten en la construcción de columnetas y cintas de amarre. Éstas actividades no están contempladas en las alternativas de Intervención del presente Estudio.

- **Características:** Dimensiones: aquellas especificadas en los planos constructivos de acuerdo con el diseño realizado.

Material: Concreto: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$,

Acero: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\varnothing 3/8''$

$F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $\varnothing 3/8''$ Anclaje Tipo Hilti RE500

➤ **Proceso constructivo:** Las columnetas de amarre y de dilatación deben ser ancladas a la viga de cimentación y viga de amarre aéreo existente o a construir. En caso de que no exista la viga de cimentación, la columneta se debe anclar al contrapiso.

Propuestas de Mejoramiento de las Condiciones Geotécnicas de la Edificación

Alternativa 1 - jet grouting (inyección de lechada)

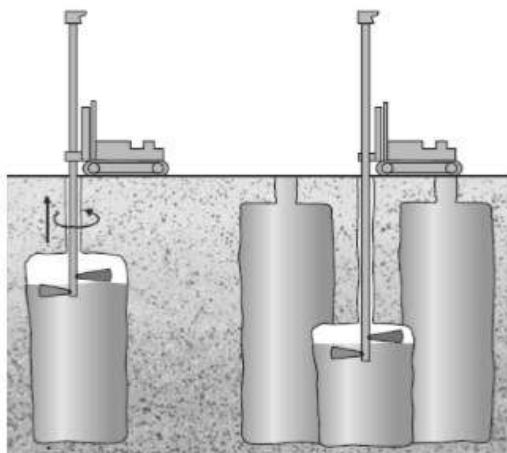


Figura 32. Jet Grouting (Inyección con Chorro de Lechada). Fuente. Suarez (1988). Ingeniera de suelos aplicada a la cimentación (p. 40)

Este método para mejoramiento de las condiciones del suelo, básicamente lo que hace es rellenar espacios o vacíos en el terreno. Al disminuir ese parámetro y la relación de vacíos, disminuirá su permeabilidad y por tanto mejorará la resistencia del suelo de fundación. Lo que se inyecta es una mezcla de agua y cemento. Normalmente la presión aplicada no debe superar los 50 BAR. Para la aplicación de este método se tienen 2 tiempos o fases: en primera instancia se debe hacer la perforación hasta la profundidad requerida y posteriormente sí se inyecta la

mezcla.. En casos especiales y con los equipos adecuados se puede hacer la inyección a presiones de 4 a 6 veces más que la indicada de 50. Es importante la adecuada selección de los equipos porque cada uno tiene diferente velocidad de rotación y de avance entre otros parámetros a tener en cuenta. La profundidad y el diámetro de la perforación deben ser producto del análisis del geotecnista y particular para cada caso. Cuando se termina el procedimiento, se deben lavar los tubos y equipos y una vez depositada la mezcla debe permanecer entre el tubo por 2 días. Es a partir de ese momento que se debe inyectar el grout, usando un ducto de diámetro de una pulgada y con una máquina de inyección idónea.

La presión de llenado no debe ser inferior a las 180 lb/pul² ni superior a las 200 lb/pul²

La inyección se debe hacer por longitudes o tramos de un metro por cada avance y se debe iniciar desde el fondo de la excavación.

Cuando se siente que la máquina inyectora no puede ingresar más grout es el fin de esa etapa de inyección..

➤Proceso Constructivo

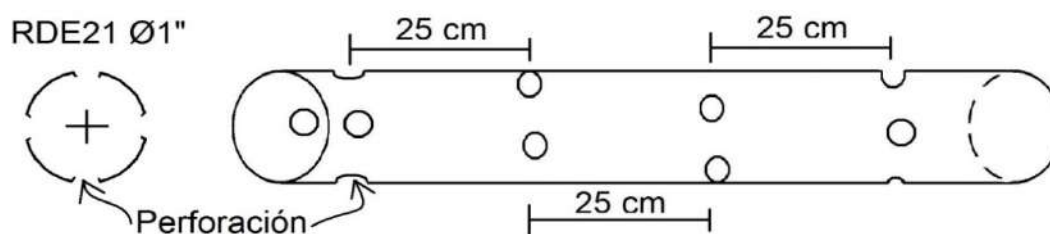


Figura 33. Inyección con Chorro de Lechada a Alta Velocidad. Fuente: elaboración propia

Se hace una perforación que tenga diámetro de quince centímetros y que sea de la longitud definida en el estudio geotécnico. Se coloca una tubería de diámetro de una pulgada en material

Polivinilo de Cloruro (PVC) y que tenga una relación diámetro-espesor de RDE 21. Éste ducto debe ir con perforaciones de un cuarto de pulgada y cada veinticinco centímetros a lo largo de la zona donde se ubica el bulbo de presiones del suelo. La perforación se hace en atravesando totalmente el ducto y en forma de signo “más”. Importante colocar un tapón en el fondo del ducto de presión. También se deben taponar las perforaciones mediante caucho sujetado con cinta adhesiva transparente. El grout se debe prepara con agua limpia y en una proporción de 55 galones por 3 sacos de cemento de 50 kg. Esto se puede mezclar en una caneca metálica convencional donde originalmente vienen lubricantes, pero garantizando su previa limpieza. Para este *grout* el vaciado es manual en las perforaciones y se debe evitar que pase y llene el tubo de presión.

Después de que se termina el proceso de inyección y de que el suelo no reciba más grout, se cuentan seis días y en ese momento se debe hacer el ensayo de penetración estándar. (SPT- Standard Penetration Test). La siguiente etapa es hacer la inyección de lechada del agente cementante. Esto se realiza desde el fondo de la perforación hacia arriba, extrayendo, a velocidad controlada, la tubería de perforación y girándola 360 grados con una velocidad angular preferiblemente constante o poco variable, cuidando de no darle giros a las secciones de tubo o con rotaciones moderadas de pocos grados.

El giro de los tubos estará en función de la geometría de la masa del suelo intervenido, la cual será cilíndrica si se permite girar la tubería completamente (giro completo de 360 °); secciones semi-circulares si se rota menos del giro completo o paneles planos en el caso de que no haya más movimiento de la tubería que el de ascenso.

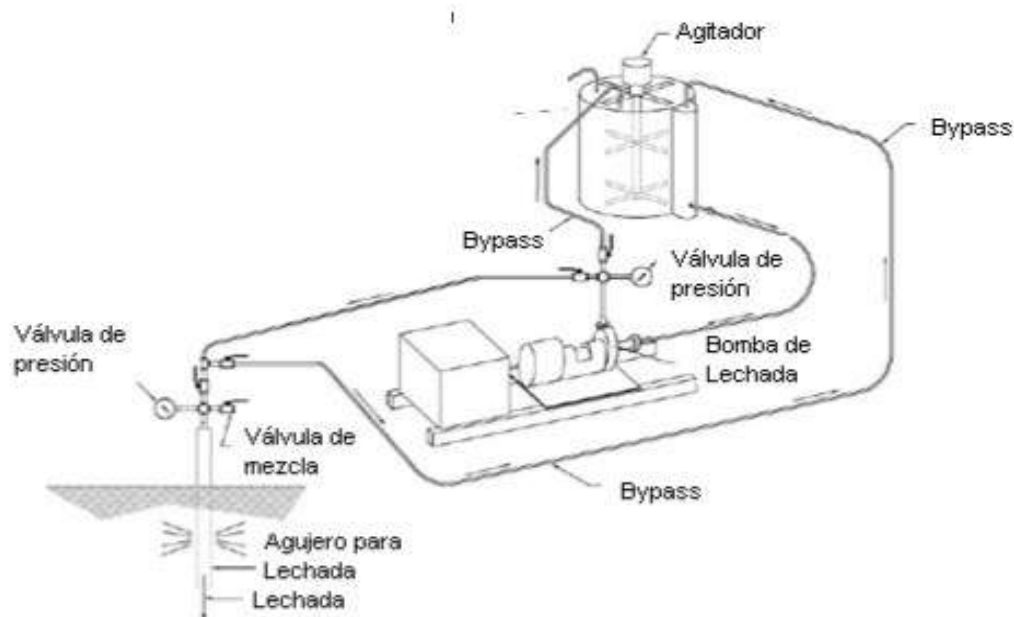


Figura 34. Equipo utilizada en el Jet Grouting. Fuente. Suarez (1988). Ingeniera de suelos aplicada a la cimentación (p. 80)

En este método de inyección, la lechada del agente cementante es la única que viaja dentro de la tubería perforada y simultáneamente es esa lechada a la que se le responsabiliza la acción de erosión de la masa del suelo tratado. También es este fluido el que se mezcla con el suelo y que lo reemplaza en los sectores en los cuales el terreno es totalmente desplazado hacia afuera de la perforación o radialmente hacia afuera del eje de los tramos de tubo perforado. En este procedimiento específico es de resaltar que la presión de la lechada del agente cementante es elevada, así como el volumen de mezcla empleado. Las presiones varían dependiendo de si se trata de un jet grouting simple o sencillo y oscilan en un rango de 300 kg/cm² hasta los 650 kg/cm² (sin sobrepasar los 800 kg/cm²). Las pérdidas de presión varían de 5 a 10 kg/cm² por tramos de cada 80 a 100 metros de ducto flexible. Se manejan caudales típicos para mezclas de agua-cemento con relaciones 1:1 que van de 1,5 a 2,5 l/s.

Ésta es una solución técnica buena y relativamente económica para rangos esperados de columnas de suelo menores a un metro. Es importante después de la inyección y de hacer el ensayo de penetración estándar, realizar una correlación con la capacidad portante. El incremento de la resistencia mecánica del suelo puede arrojar hasta el 90% y en los casos más exitosos hasta el 100 % del ensayo del “Proctor Modificado”. La comprobación se debe hacer en capas de 0,2 m.

Presupuesto de Obra Alternativa 1 – Jet Grouting

En la Tabla 26 se relaciona el resumen total general del presupuesto de la obra alternativa 1 Jet Grouting, y el desglose detallado del mismo se puede observar en el Anexo O.

Tabla 26.

Presupuesto de Obra Alternativa 1 – Jet Grouting

REFORZAMIENTO DE CIMENTACIÓN HOSPITAL SANTANDER						
COD	NOMBRE DE ANALISIS	UND	CANT		VAL UNITARIO	VAL TOTAL
C02392	INYECCION CON JET GROUTING	ML	130		\$ 72.055	\$ 9.367.113
	Descripcion	Und	Cantidad	DESP	Precio Unitario	Costo
C02001	MEZCLA AGUA CEMENTO	M3	0,090	5,00%	XDR 327.803,20	30.977,40
SUBTOTAL :						30.977,40
I - EQUIPOS						
Codigo	Descripcion	Und	Cantidad		Precio Unitario	Costo
20601	HERRAMIENTA MENOR	GL	1,000		2.900,00	2.900,00
20601	EQUIPO DE PERFORACION HORIZONTAL	HORA	4,000		180.000,00	720.000,00
20601	EQUIPO DE MEZCLA E INYECCIONES DE	DD	15,000		300.000,00	4.500.000,00
20601	COMPRESO	DD	1,000		70.000,00	70.000,00
SUBTOTAL :						5.292.900,00
II - MATERIALES						
Codigo	Descripcion	Und	Cantidad		Precio Unitario	Costo
30204	CEMENTO GRIS	KG	23,000		480,00	11.040,00
30207	TUBERIA PVC Ø 1"	ML	1,000		4.453,00	4.453,00
30302	TAPON PVC Ø 1"	UND	1,000		1.139,00	1.139,00
30504	MEOMATICO DE BICICLETA	GL	1,000		8.000,00	8.000,00
60203	CINTA TRANSPARENTE	GL	1,000		1.200,00	1.200,00
SUBTOTAL :						25.832,00
III - MANO DE OBRA						
Codigo	Descripcion	Und	Cantidad		Precio Unitario	Costo
30211	FABRICACION Y ADAPTACION TUBERIA	ML	1,000		4.500,00	4.500,00
30212	1 OFICIAL + 2 AYUDANTES PERFORACION	HORA	1,500		32.000,00	48.000,00
30207	1 OFICIAL + 2 AYUDANTES INYECCION	HORA	1,400		32.000,00	44.800,00
SUBTOTAL :						97.300,00
COSTO / ML						72.054,71

Fuente: elaboración propia

Cronograma de ejecución alternativa 1 – Jet Grouting

El tiempo total de ejecución de ésta alternativa de Jet Grouting será de 15 días, y el detalle de las actividades se puede observar en el Anexo P.

Alternativa 2 – Pilotes preexcavados fundidos “in situ”

Por las condiciones donde se va a realizar y en razón a que la longitud es de 6 m (profundidad del pilote), se recomienda hacerlo con un trípode manual con espiral de 1.0 de longitud y 40 cm de Ø, fácil de maniobrar, que extrae los suelos “in situ”. Esta alternativa es una de las soluciones tradicionales o más recurrentes para el mejoramiento de fundaciones. Tiene la ventaja de posibilitar la transferencia de significativas cargas al suelo, y contribuye como elemento vertical de soporte de la estructura que ejerce presión sobre el terreno. Adicionalmente, sus características geotécnicas de diseño le dan competencia para soportar combinaciones de esfuerzos horizontales, verticales y momentos originados por flexión.

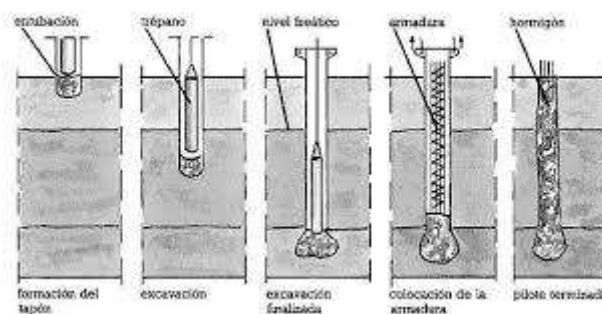


Figura 35. Procedimiento para construcción de Pilotes preexcavados In Situ. Fuente. Suarez (1988).

Ingeniera de suelos aplicada a la cimentación (p. 141)

Esta alternativa de reforzamiento de cimentación semi profunda, permite transferir las cargas directamente a estratos más profundos, de mayor competencia Geotécnica, controlando y disminuyendo los asentamientos totales y diferenciales en la estructura. En este caso particular, los Pilotes del tipo preexcavados y fundidos in situ, llevarán la carga transmitida por la estructura superior a los estratos inferiores de Limos areno-arcillosos y Limos arcillo-arenosos.

Los Pilotes estarían amarrados por vigas de amarre ortogonales diseñadas por el ingeniero calculista, garantizando la transferencia de carga al elemento de apoyo, calculadas a compresión o a tracción, como mínimo con el 12% de la carga más alta que baje por las columnas que une. El cálculo de Pilotes se realizó con el criterio de capacidad total (Fricción + Punta) para diferentes profundidades y diferentes diámetros de pilotes, teniendo en cuenta la posición del nivel freático y si se encuentra en terreno natural o en lleno.

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 210 kg/cm^2 (3000 p.s.i.) para condiciones secas en los pilotes de diámetros 0.30 m, 0.40 m y 0.50 m que no excedan una carga de trabajo puntual de 49.0 toneladas, 87.0 toneladas y 136 toneladas respectivamente, cumpliendo con A.3.7.2, A.5.5.5, C.15-4, C.15-15 y B.2.3 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (N.S.R.-10).

Se recomienda especial cuidado en el vibrado del concreto en los 3.0 m iniciales de su longitud dado que no se cuenta con la suficiente energía para evitar el disgregado del concreto en la colocación bajo caída libre. Si en algún caso la excavación se llena de agua o se ubica un nivel freático no sea abatible, se recomienda fundir mediante el uso de "Tubo Tremi" (4" mínimo) o trompa de elefante y adicionando aditivos para dicha función; en este caso se recomienda concreto de a la compresión a los 28 días de 250 kg/cm^2 (>3500 p.s.i.).

Los pilotes se reforzarán por efectos sísmicos, con una canasta mínima equivalente al 0.75% de la sección transversal de los mismos, lo cual daría para el pilote de 0.30 m de diámetro: como mínimo 5 varillas de ½”; flejes en espiral de Ø 3/8”; como mínimo para el pilote de 0.40 m de diámetro: 5 varillas de 5/8”; flejes de Ø 3/8”; para el pilote de 0.50 m de diámetro: como mínimo 7 varillas de 5/8” + 1 varilla de ½”; flejes de Ø 3/8”.

Se recomienda que todos los flejes se ubiquen espaciados de acuerdo con C.21.12.4 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (N.S.R.-10). La longitud de la canasta sería la de la longitud efectiva del pilote, tener en cuenta el A.3.6.4.2 (Vigas de amarre en la cimentación, dados de pilotes, pilas o "caissons") y A.3.7 de la N.S.R-10.

Tabla 27.

Cálculo de los Pilotes a Diferentes Profundidades y Diámetros para Determinar la Capacidad de Carga de cada Zapata

Øs (m)	Øb (m)	L (m)	FS	D+L	FS D+L+S	ρ	Capacidad estructural	Qadm (comp) D+L	Qadm (comp) D+L+S	Qadm (tensión)	Qlater.
0.30	0.30	3.00		3.00	2.00	0.01	129.00	6.00	9.00	3.00	12.00
0.30	0.30	4.00		3.00	2.00	0.01	129.00	11.00	16.00	6.00	15.00
0.30	0.30	5.00		3.00	2.00	0.01	129.00	15.00	23.00	8.00	16.00
0.30	0.30	6.00		3.00	2.00	0.01	129.00	20.00	30.00	13.00	18.00
0.30	0.30	7.00		3.00	2.00	0.01	129.00	23.00	35.00	18.00	20.00
0.30	0.30	8.00		3.00	2.00	0.01	129.00	26.00	39.00	21.00	21.00
0.30	0.30	9.00		3.00	2.00	0.01	129.00	30.00	45.00	27.00	23.00
0.30	0.30	10.00		3.00	2.00	0.01	129.00	35.00	52.00	34.00	24.00
0.40	0.40	3.00		3.00	2.00	0.01	238.00	9.00	14.00	4.00	19.00
0.40	0.40	4.00		3.00	2.00	0.01	238.00	16.00	24.00	8.00	22.00
0.40	0.40	5.00		3.00	2.00	0.01	238.00	22.00	33.00	11.00	25.00
0.40	0.40	6.00		3.00	2.00	0.01	238.00	31.00	46.00	17.00	28.00
0.40	0.40	7.00		3.00	2.00	0.01	238.00	37.00	55.00	24.00	31.00
0.40	0.40	8.00		3.00	2.00	0.01	238.00	40.00	60.00	29.00	33.00
0.40	0.40	9.00		3.00	2.00	0.01	238.00	46.00	68.00	37.00	35.00
0.40	0.40	10.00		3.00	2.00	0.01	238.00	50.00	76.00	43.00	38.00
0.50	0.50	3.00		3.00	2.00	0.01	372.00	13.00	19.00	5.00	27.00
0.50	0.50	4.00		3.00	2.00	0.01	372.00	21.00	31.00	9.00	31.00
0.50	0.50	5.00		3.00	2.00	0.01	372.00	30.00	45.00	14.00	36.00
0.50	0.50	6.00		3.00	2.00	0.01	372.00	41.00	62.00	22.00	39.00
0.50	0.50	7.00		3.00	2.00	0.01	372.00	48.00	71.00	28.00	43.00
0.50	0.50	8.00		3.00	2.00	0.01	372.00	55.00	83.00	36.00	46.00
0.50	0.50	9.00		3.00	2.00	0.01	372.00	64.00	96.00	46.00	50.00
0.50	0.50	10.00		3.00	2.00	0.01	372.00	70.00	105.00	54.00	53.00

Fuente: elaboración propia

Presupuesto de obra alternativa 2 – Pilotes pre excavados fundidos “in situ”

En la Tabla 28 se relaciona el resumen total general del presupuesto de la obra alternativa 2 Pilotes pre excavados fundidos “in situ”, y el desglose detallado del mismo se puede observar en el Anexo Q.

Tabla 28.***Presupuesto de Obra Alternativa 2 – Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”***

COD	NOMBRE DE ANALISIS	UND	CANT	VAL UNITARIO/VAL TOTAL		
CT2002	PILOTE EN CONCRETO REFORZADO D= 30 CM TRR ML		130	\$ 87.569	\$ 11.383.946	
REFORZAMIENTO DE CIMENTACIÓN HOSPITAL SANTANDER						
	Descripcion	Und	Cantidad	DESP	Precio Unitario	Costo
C02001	MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3000 PSI 21 Mpa	M3	0,0707	5,00%	XDR 327.803,20	23.171,04
					SUBTOTAL :	23.171,04
I - EQUIPOS						
	Codigo	Descripcion	Und	Cantidad	Precio Unitario	Costo
	20601	VIBRADOR (ALQUILER)	UND	0,125	31.073,28	3.884,16
					SUBTOTAL :	3.884,16
II - MATERIALES						
	Codigo	Descripcion	Und	Cantidad	Precio Unitario	Costo
	30201	HIERRO CORR CHIPA 3/8	KG	4,000	2.188,92	8.755,68
	30204	VARILLA 1/2" CORRUGADA X KG	KG	5,700	2.120,00	12.084,00
	30302	ALAMBRE NEGRO CAL 18	KG	0,300	2.913,12	873,94
					SUBTOTAL :	21.713,62
III - MANO DE OBRA						
	Codigo	Descripcion	Und	Cantidad	Precio Unitario	Costo
	30101	PILOTE EN CONCRETO REFORZADO D=30 CM TC SIL	ML	1,000	38.800,00	38.800,00
					SUBTOTAL :	38.800,00
					COSTO / ML	87.568,82

Fuente: elaboración propia

Cronograma de Ejecución Alternativa 2 - Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”

En la Opción de Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”, adicionalmente al tiempo de ejecución hay que esperar 28 días más para dar al servicio la zona intervenida o usar acelerantes de resistencia que incrementan ostensiblemente el costo; el detalle de las actividades se puede observar en el Anexo R.

Tabla 29.***Resumen Presupuestos Alternativas de Mejoramiento Geotécnico de la Edificación***

COD	DETALLE	UND	CANT	VAL. UNI	VAL. PARCIAL
C020101	REFORZAMIENTO CON PILOTES FUNDIDOS IN SITU				-
CT2002	PILOTE EN CONCRETO REFORZADO D= 30 CM TRR	ML	130	87.569,00	11.383.970,00
					-
C020102	REFORZAMIENTO DE CIMENTACION CON JET GROUTING				-
C02392	JET GROUTING	ML	130	72.054,71	9.367.112,65
					-
TOTAL					20.751.082,65

Fuente: elaboración propia

Análisis de Resultados

En la parte Estructural

Los diferentes ensayos realizados, tanto los invasivos mediante extracción de núcleos, y los no destructivos como la detección electromagnética de aceros de refuerzo (Mapeo o Escaneo de Aceros) y las Pruebas de Carbonatación, arrojaron resultados aceptables respecto a la Resistencia a la Compresión de los Concretos (F'_c) de las 6 Edificaciones que conforman el Hospital Santander y también una buena resistencia a la Tracción (f_y) de los Aceros. Esto tiene un especial significado, teniendo en cuenta la edad del Paciente y que hasta la fecha no se han realizado intervenciones de reforzamiento.

Llama la atención que se encontraron barras corrugadas en el refuerzo de la mayoría de elementos estructurales, lo que hace suponer que para la época de la construcción (1942), se usó acero importado, ya que en nuestro país solo se producía liso. La buena adherencia que aún se mantiene entre acero y concreto y la calidad de estos materiales, sería una de las razones por las cuales el comportamiento estructural de la edificación ha sido adecuado, a lo largo de sus 76 años de servicio.

No obstante, a partir del análisis estructural y de vulnerabilidad sísmica, se evidenció que las condiciones actuales de la Edificación, tanto en su sistemas estructurales y constructivos, no ofrecen garantía para solicitaciones de carga y esfuerzos generados por eventos sísmicos, ni cumplen con la normatividad vigente, en este caso la NSR-10.

A partir de toda la información técnica recaudada y elaborada y analizada la situación estructural en contexto, es imperativo e ineludible hacer en el corto plazo un reforzamiento, para

el que se sugiere el recalce o recrecido de la sección transversal de vigas y columnas con la adición de los aceros que determinaron los estudios.

En la parte Geotécnica

Mediante los ensayos de campo y de laboratorio, el Estudio de Suelos arrojó un valor de capacidad portante del Terreno de Fundación que sin ser la más alta, se considera como idónea para el tipo de Inmuebles que soporta. Adicionalmente, la Edificación no transmite altas cargas al suelo y por su bajo número de pisos (2), se caracteriza geotécnicamente como de Categoría Baja. Sin embargo, con los apiques realizados se pudo constatar que las áreas de algunas de las Zapatas son inferiores a las que se requieren por diseño y muy especialmente sus Profundidades de Desplante.

También que hay un sistema “híbrido” de Cimentación, ya que en donde hay Muros Portantes no hay Zapatas, sino Vigas de Cimentación corridas. Todo esto hace vulnerable Geotécnicamente a la Edificación en algunas zonas, lo que se evidenció en 2 Grietas asociadas a Asentamiento Diferencial.

Analizando las características de estas Lesiones, se determinó que fueron generadas por la deficiente Cimentación en este punto del Hospital, situación exacerbada por eventos sísmicos recientes. De acuerdo a lo argumentado de manera precedente, se requiere una intervención inmediata para mejorar las condiciones geotécnicas de la Edificación.

La más eficaz sería reforzar la Cimentación existente con Pilotes Pre excavados Fundidos In Situ y adicionalmente realizar inyecciones de lechada (Jet Grouting), para aumentar la resistencia mecánica del Suelo de Fundación.

En Aspectos de Conservación, Habitabilidad y Estéticos

La inspección Visual detallada de las 6 edificaciones y un (1) ensayo no invasivo (Prueba de Fenolftaleína), permitieron obtener claras evidencias de carbonatación moderada, fisuras incipientes, humedades, eflorescencias y algunas otras lesiones menores como ataques biológicos y suciedad leve.

Se analizó que estas Patologías, no comprometen la seguridad y funcionalidad de la Edificación, pero que por su uso que es el de prestación de servicios de salud, debe manetenerse impecable en los aspectos de higiene, bioseguridad y habitabilidad, por lo cual se deben tratar en el corto plazo para evitar su extensión y así propender por la conservación en buen estado del Inmueble.

Conclusiones

➤ La Edificación presenta lesiones Mecánicas y Físicas de categoría Severa y Moderada respectivamente, que ameritan su intervención en el corto plazo.

➤ A partir de los ensayos practicados y de la consultoría integral realizada, se puede afirmar que el Estado General del Paciente es bueno y que sus diversos sistemas estructurales han soportado adecuadamente las cargas gravitacionales, pero se debe advertir enfáticamente, que el Hospital Santander del Municipio de Caicedonia presenta alta vulnerabilidad sísmica a la luz de la Norma NSR-10.

➤ En las 6 edificaciones estudiadas y evaluadas patológicamente se detectaron lesiones Físicas Primarias y Secundarias, con un Grado de Severidad Moderado, básicamente humedades, filtraciones, ensuciamiento y ataque biológico, que deben ser tratadas en el corto plazo para evitar el deterioro de las condiciones de higiene, bioseguridad y habitabilidad del Hospital.

➤ Aunque la apariencia externa e interna de las edificaciones del Hospital sugiere que se le ha venido dando un buen mantenimiento, en este estudio se hacen las recomendaciones técnicas específicas para el tratamiento de las lesiones menores, tanto a nivel preventivo como correctivo.

➤ Para el reforzamiento estructural del Hospital, las alternativas planteadas son: Recalce de los Elementos Estructurales y Encamisado Metálico de Elementos Estructurales y para el Mejoramiento de las condiciones Geotécnicas de la Edificación se proponen: Inyección con Chorro de Lechada (Jet Grouting) y Construcción de Pilotes Pre excavados Fundidos “In Situ”.

Recomendaciones

➤ Se debe intervenir estructuralmente en el corto plazo el Hospital Santander del Municipio de Caicedonia, con el objetivo de mejorar su capacidad de disipación de energía ante un evento sísmico.

➤ Se debe reforzar en el corto plazo la Cimentación de las Edificaciones, especialmente las que evidenciaron profundidades de desplante inferiores a las requeridas de acuerdo al Estudio de Suelos.

➤ Para los edificios cuyo sistema estructural es pórticos de concreto reforzado, se propone recalce de columnas y construcción de vigas y columnas nuevas. Adicionalmente se deben dilatar las edificaciones que comparten elementos estructurales.

➤ Las Grietas por Asentamiento Diferencial deben ser reparadas una vez se haga el reforzamiento de cimentación y estructural, mediante morteros epóxicos con puentes de adherencia. En el caso de que se evidencie progreso significativo de ellas antes del reforzamiento de la Edificación, se deben apuntalar y aislar esa zona del Hospital y suspender el acceso de personal allí.

➤ Se propone realizar cambios en la estructura y remplazar los muros en mampostería, por un sistema de muros livianos. También cambiar la cubierta en teja de barro, por una cubierta en teja liviana, todo esto para disminuir las solicitaciones de carga.

➤ Se recomienda disminuir la vulnerabilidad funcional del Hospital, anclando elementos pesados y ajustando elementos que puedan derrumbarse.

➤ Para retirar el ensuciamiento, el método recomendado, consiste en el cepillado de la superficie con elementos y detergentes no abrasivos y lavado con agua a baja presión. El proceso

se debe repetir tantas veces como sea necesario hasta que desaparezcan las manchas, pero teniendo el cuidado de no producir desgaste en las superficies.

➤ Para que las eflorescencias desaparezcan, se debe hacer un proceso repetitivo de cepillar los muros con un cepillo duro, pero que no sea metálico y posteriormente arrastrar con agua limpia los restos, en caso de que persista, se mojaría abundantemente la superficie afectada, luego se aplicaría agua con disolución de ácido clorhídrico al 10% y posteriormente se lavaría.

➤ Para prevenir y corregir las Humedades por Capilaridad y Filtración, se deben construir filtros circundantes en geotextil y grava bajo los muros de primer piso, y de ser posible impermeabilizar los cimientos o sobre cimientos.

➤ La reparación de lesiones por ataque biológico de microorganismos y plantas consiste en remover esos agentes afectadores, para luego lavar la zona con agua y/o detergentes no ácidos. Los líquenes y musgos se pueden retirar mediante "raspado" con elementos metálicos que no causen abrasión ni en las superficies tratadas.

➤ Se debe efectuar un estricto control de calidad en el proceso de reparación, restauración y refuerzo de las edificaciones.

➤ Se debe efectuar un plan de mitigación de riesgos y prevenir a la comunidad del Hospital sobre lo que debe y no debe hacer en caso de presentarse un sismo.

➤ Las diferentes Intervenciones deben ser objeto de una oportuna y adecuada planificación, concertada y coordinada con las Directivas del Hospital.

Bibliografía

American Concrete Institute. (2007). *Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures (ACI-224.1)* (7 ed.). Indianápolis: ACI.

American Society for Testing and Materials o ASTM International. (2003). *ASTM C 42 - Extracción de Núcleos*. West Conshohocken: ASTM.

Broto, C., & Mostaedi, A. (2006). *Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción*. Barcelona: Links International.

Condiseing. (2015). *Reforzamiento estructural*. Obtenido de <http://condiseing.com.co/project/reforzamiento-estructural/>

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1523 (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Secretaría del Congreso.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (14 de Septiembre de 2010). *Boletín Censo General Perfil Caicedonia Valle*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/76122T7T000.PDF

Epachón. (19 de Diciembre de 2013). *Refuerzo de la estructura del edificio*. Obtenido de <https://epachon.wordpress.com/2013/12/19/e-3-rehabilitacion-de-un-edificio-vaciado-para-instalacion-de-garaje-robotizado-y-reuferzo-de-su-estructura-parte-2/>

Gualteros Forero , M. (2010). *Libro de Oro Centenario de Caicedonia El mejor vivero del mundo, 100 años de desarrollo y existencia*. Calí: Asamblea Departamental del Valle del Cauca.

Hospital Municipal Santander de Caicedonia . (11 de Diciembre de 2018). *Infomación General de la Entidad*. Obtenido de <http://www.esehospitalsantander-caicedonia-valle.gov.co/tema/entidad>

Instituto Nacional de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - British Geological Survey. (1992). *Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Valle del Cauca, 1:300.000*. Ingeominas : Bogotá.

López Rodríguez , F., Rodríguez Rodríguez , V., Santacruz Astorqui , J., Torreño Gómez , I., & Ubeda de Mingo , P. (2012). *Manual de patología de la edificación* . Madrid: Departamento de Tecnología de la Edificación (E.U.A.T.M). Universidad Politécnica de Madrid .

Martillos Perforadores. (2019). *Tipos de martillos perforadores*. Obtenido de <https://martillosperforadores.top/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Título A -Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente. En *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10* (págs. A1 - A174). Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Título C - Concreto Estructural . En *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10* (págs. C1 - C565). Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Título H - Estudios Geotécnicos. En *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10* (págs. H1 - H64). Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Municipios de Colombia. (s.f.). *Municipio de Caicedonia - Valle*. Obtenido de

<https://www.municipio.com.co/municipio-caicedonia.html>

Narváez Cano F., Sagastuy Manjarrés J., & Leguízamo L. (2020). *Estudio Patológico: Edificio*

El Bote – Electrificadora del Huila Seccional Palermo, Antigua Sede Administrativa.

Trabajo de Especialización en Patología de la Construcción. Bogotá: Facultad de Ciencias y tecnología. Universidad Santo Tomás.

Ospina Olaya , Y., & Velázquez Camacho , F. (2019). *Estudio patológico para recuperación de*

una de las cinco torres del Conjunto Bosque de Tamarindos en Neiva - Huila . Trabajo

de Especialización Patología de la Construcción. Ibagué: Vicerrectoría de la Universidad Abierta a Distancia. Universidad Santo Tomas .

Piedrahita , J. (2018). *Informe geotécnico para el diseño de cimentaciones ampliación y*

reforzamiento estructural Hospital Santander Municipio Caicedonia –Departamento

Valle del Cauca. Caicedonia: P&P Ingeniería y Proyectos. Obtenido de Fidubogotá:

<https://www.fidubogota.com/wps/wcm/connect/fidubogota/4fb2c527-224c-42a4-902e-6dffee7b04b4/01estudiogeotecnico.pdf?MOD=AJPERES>

Portal Web Caicedonia. (s.f.). *Geología* . Obtenido de <http://lutafe99.tripod.com/geografia.html>

Presidencia de Colombia. (2010). *Decreto 926 (19 de Marzo de 2010). Por el cual se establecen*

los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10. Bogotá: Presidencia.

Presidencia de Colombia. (2984). *Decreto 1400 (7 de Junio de 1984). Por el cual se adopta el*

Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes. Bogotá: Presidencia.

Servicios Mercado Libre. (s.f.). *Muros de Concreto Proyectados, Recalce de Estructuras*.

Obtenido de https://servicio.mercadolibre.com.ve/MLV-564784306-muros-de-concreto-proyectados-recalce-de-estructuras-_JM

Structuralia. (26 de Abril de 2017). *Materiales y Procedimientos de Construcción*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/5-formas-de-reforzar-un-pilar>

Suarez Díaz, J. (1988). *Ingeniera de suelos aplicada a la cimentación*. Bogotá: UIS.

Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca UES. (9 de Septiembre de 2016). *Valle del cauca*. Obtenido de <https://www.uesvalle.gov.co/publicaciones/237/valle-del-cauca/>

Valencia Correa , P. (2020). *Estudio de Vulnerabilidad Sísmica Hospital Santander Municipio de Caicedonia (Valle) Enero de 2020*. Caicedonia: Ingeniero Civil UQ.