



TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO II – TPI

Para el

**ESTUDIO PATOLÓGICO EN LA CASA DE GOBIERNO DEL MUNICIPIO DE
SALGAR (ANTIOQUIA)**

Arq. Vanessa Cañola Pineda

Ced. 1.036.654.377

Ing. C. Catalina Orozco

Ced. 43.862.471

Arq. Juan Camilo Gómez Berrio

Ced. 71.786.215

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

Especialización en Patología de la Construcción

TPI

MEDELLÍN

2023



RESUMEN

La importancia del estudio de patologías en la construcción, es un campo multidisciplinario centrado en analizar, diagnosticar y prevenir enfermedades que afectan las edificaciones, pudiendo comprometer su integridad y seguridad, con consecuencias que incluyen costos adicionales y riesgos para vidas humanas. Dada la expansión actual de infraestructuras, se destaca la importancia de abordar estas enfermedades mediante una sólida formación académica y una investigación continua.

Este documento presenta un estudio patológico específico de la "*Casa de Gobierno*" en el municipio de Salgar, Antioquia. La metodología incluye investigación *in situ*, visitas de campo, ensayos y pruebas para elaborar un diagnóstico que evidencie las patologías y proponga soluciones, contribuyendo a preservar el legado cultural y conservar construcciones históricas.

Las alternativas de intervención, enfocadas en tratar las lesiones graves, evidenciadas en la tapia pisada y la madera, evitando el deterioro e integrándolas como sugerencias. Cabe indicar que cualquier intervención a un inmueble debe cumplir con lo reglado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y la normativa vigente en el campo de la construcción. La elección de una intervención adecuada se vuelve fundamental para conservar la integridad estructural, sugiriendo opciones integrales que resuelvan completamente los problemas detectados.

Palabras Clave: Patología, Construcción, Intervención, Tapia Pisada, Madera, NSR 10



SUMMARY

The importance of studying pathologies in construction is a multidisciplinary field focused on analyzing, diagnosing, and preventing diseases that affect buildings, potentially compromising their integrity and safety, with consequences that include additional costs and risks to human lives. Given the current expansion of infrastructure, it emphasizes the importance of addressing these diseases through a solid academic background and ongoing research.

This document presents a specific pathological study of the "*Casa de Gobierno*" in the municipality of Salgar, Antioquia. The methodology involves on-site research, field visits, tests, and trials to develop a diagnosis that highlights the pathologies and proposes solutions, contributing to preserving cultural heritage and conserving historical buildings.

The intervention alternatives, aimed at addressing severe injuries and preventing deterioration, are presented as suggestions. It is crucial that any intervention complies with the Colombian Seismic Resistant Construction Regulation NSR-10. Choosing an appropriate intervention becomes fundamental to preserving structural integrity, suggesting comprehensive options that fully resolve the identified issues.

Keywords: Pathology, Construction, Intervention, Rammed Earth, Wood, NSR 10



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Herramientas para la elaboración de muros en tapia pisada	26
Figura 2: Proceso para la elaboración de muros en tapia pisada.	26
Figura 3 y 4: Detalle construcción proceso de tapia pisada en la actualidad (Barichara – Departamento de Santander, Colombia)	27
Figura 5: Tipología de distribución espacial de las viviendas antioqueñas	43
Figura 6: Fachada Tipo de las viviendas antioqueñas	43
Figura 7: Diagrama de Flujo de la Metodología Aplicada	45
Figura 8: Solicitud de ejecución de ejercicio académico a Administración Municipal de Salgar	47
Figura 9: Respuesta a solicitud de ejecución de ejercicio académico	48
Figura 10: Fachada sobre la calle 29 - Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	52
Figura 11: Fachada sobre la Carrera 30 - Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	53
Figura 12: Localización – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	53
Figura 13: Zonificación Nivel -1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	55
Figura 14: Zonificación Nivel 1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	56
Figura 15: Zonificación Nivel 2 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	56
Figura 16. Sistema constructivo – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	58
Figura 17: Fachada lateral – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	62
Figura 18: Isométrico – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	64
Figura 19: Planta Nivel -1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	64
Figura 20: Planta Nivel 1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	65
Figura 21: Planta Nivel 2 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	65
Figura 22: Planta de Cubiertas – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	66
Figura 23: Sección Longitudinal – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	66
Figuras 24 y 25: Sección Transversal– Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	67
Figuras 26, 27, 28 y 29: Secciones Longitudinales y Transversales – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	68
Figuras 30 y 31: Alzado Lateral y frontal– Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia	69
Figura 32: Detalle eflorescencia en mampostería	71
Figura 33: Detalle fisuramiento transversal en muros	72
Figura 34: Detalle afectación en muro tapia de fachada	72
Figura 35: Detalle afectación por flexión y desprendimiento estructura cubierta en madera .	73



Figura 36: Detalle traslapios irregulares de alfardas.....	74
Figura 37: Detalle afectación de columna en madera por insectos.....	74
Figura 38: Detalle humedad cubierta y deficiente sistema de recolección de aguas lluvias ...	75
Figura 39: Detalle desprendimiento parcial de cielo falso en madera	75
Figura 40: Esquema Edificaciones vecinas – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia.....	78
Figura 41: Quebrada la Liboriana	82
Figura 42: Registro Fotográfico sin fecha – Visual Fachada desde el Parque Principal - Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar	83
Figura 43: Registro Fotográfico sin fecha – Fachada por la Calle 29 - Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar	83
Figura 44: Registro Fotográfico sin fecha – visual Fachada por la Calle 29- Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar	84
Figura 45: Plano General de Lesiones- Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar.....	95
Figura 46: Desprendimiento de elementos por secciones de la cubierta del corredor interno del patio central.....	96
Figura 47: Desprendimiento de cielo falso en la cubierta del corredor interno del patio central	97
Figura 48: Deformaciones de la estructura de la cubierta en madera del corredor interno del patio central.....	98
Figura 49: Fisuramientos de la mampostería en tapia pisada de las secretarías de despacho adyacentes al patio central	99
Figura 50: Grietas transversales de varios elementos por secciones (vigas, alfardas y tabillas en la cubierta del corredor patio central.....	100
Figura 51: Descascaramiento y pérdida del recubrimiento del acabado de la mampostería externa sobre la carrera 30	101
Figura 52: Filtraciones de agua lluvia desde la cubierta de la Secretaría de Hacienda	102
Figura 53: Manchas de chorreo a elementos de fachada por material particulado y acumulación de vegetación epífita.....	103
Figura 54: Acumulación de material de naturaleza orgánica en la superficie de la cubierta.	104
Figura 55: Manchas con presencia de líquenes, musgos y hongos o fungi en varios sectores de la cara superior de la mampostería de tapia pisada.....	105
Figura 56: Manchas con presencia de líquenes, musgos y hongos o fungi en las escaleras de ingreso al inmueble por el nivel por la calle 29	106
Figura 57: Corrosión y oxidación de las canoas metálicas y bajantes en el perímetro de la cubierta del patio central.....	107
Figuras 58 y 59: Presencia de xilófagos en varios elementos de la estructura de cubierta del patio central como vigas, alfardas y tablilla en madera	108
Figuras 60 y 61: Presencia de xilófagos en las columnas de madera de la cubierta del patio central.....	109



Figura 62: Presencia de líquenes, musgos y epifitas en varios elementos de la estructura de cubierta del patio central (vigas, alfardas y tablilla en madera)	110
Figura 63, 64 y 65: Extracción de núcleos de concreto 3" <i>in situ</i> – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	111
Figuras 66, 67 y 68: Procedimiento Ensayo de Compresión de núcleos de concreto 3" – Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	111
Figura 69: Resultados Ensayo Compresión de núcleos de concreto 3" – Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	112
Figuras 70, 71 y 72: Carbonatación de núcleos de concreto 3" – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	112
Figura 73: Resultados ensayo Carbonatación de núcleos de concreto 3" – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia.....	113
Figuras 74, 75 y 76: Procedimiento Esclerometría de núcleos de concreto 3" – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	113
Figura 77: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado de las escaleras- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	114
Figura 78: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado del Despacho del Alcalde- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	114
Figura 79: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado de la fuente - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	115
Figuras 80, 81 y 82: Procedimiento Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia.....	115
Figura 83: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado de las escaleras- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	116
Figura 84: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado del despacho del alcalde - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	116
Figura 85: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado de la fuente - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia	117
Figuras 86, 87, 88, 89, 90 y 91: Registro Fotográfico Procedimiento inspección Higrométrica – Madera – Cubierta Secretaría de Hacienda.....	117
Figuras 92, 93, 94, 95, 96 y 97: Registro Fotográfico Lecturas Higrométricas – Tapia Pisada – Muro Fachada sobre la Carrera 30	120
Figura 98: Localización del Municipio de Salgar - Antioquia	125
Figura 99: Mapa Geológico del Municipio de Salgar - Antioquia	127
Figura 100: Mapa geomorfológico del Municipio de Salgar - Antioquia	128
Figura 101: Sistema de Fallas Principales del Departamento de Antioquia	129
Figura 102: Zonas de Amenazas y riesgos Municipio de Salgar - Antioquia	130
Figura 103. Localización – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia.....	134
Figura 104: División política del Municipio de Salgar, Antioquia.....	134



Figura 105: Figura A.2.3.1 – Zonas de amenazas sísmica aplicable a edificaciones para la NSR - 10 en función de Aa y Av	135
Figura 106: Figura A.2.3.2 – Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Mapa de Valores de Aa.....	136
Figura 107: Figura A.2.3.2 – Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Mapa de Valores de Av.....	136
Figura 108: Clasificación de los residuos de acuerdo con la Resolución 2184 de 2019	165
Figura 109: Identificación y manejo de RESPEL.....	167



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipologías de lesiones y agentes causantes	28
Tabla 2: Lista de Chequeo Investigación Preliminar Estudio Patológico – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	49
Tabla 3 Representación de la temperatura y precipitaciones medias en el municipio.....	80
Tabla 4: Representación de la temperatura y precipitaciones medias en el municipio	81
Tabla 5: Matriz de síntomas – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia	94
Tabla 6: Registro Lecturas Higrométricas - Madera.....	118
Tabla 7: Registro Lecturas Higrométricas – Tapia Pisada.....	120
Tabla 8: Plan de inspección y ensayos realizados	122
Tabla 9: Registro de sismos históricos e instrumentales para el Municipio de Salgar - Antioquia.....	131
Tabla 10: Registro de sismos históricos e instrumentales para el Municipio de Salgar - Antioquia.....	133
Tabla 11: Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Resultado de Valores de Aa y Av.....	137
Tablas 12, 13 y 14: Clasificación de valores del suelo, Valores del Coeficiente F para la zona de periodos cortos e intermedios del espectro	137
Tabla 15: Coeficientes de ampliación en zonas de periodos cortos e intermedios del espectro	138
Tabla 16: Valores del coeficiente de importancia.....	139
Tabla 17: Parámetros sísmicos.....	140
Tabla 18: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en columnas en tapia pisada.....	141
Tabla 19: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en muros en tapia pisada.....	141
Tabla 20: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en placa – losa entrepiso	142
Tabla 21: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en vigas en tapia pisada.....	142
Tabla 22: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en muros en mampostería en tapia pisada	143
Tabla 23: Consolidado de fichas de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural general.....	143
Tabla 24: Consolidado General de Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural General.....	143
Tabla 25: Etapas de vulnerabilidad sísmica y Clasificación del riesgo – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia	146



Tabla 26. Matriz de vulnerabilidad sísmica – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	146
Tabla 27: Ficha Técnica Plan de Intervención (Madera) – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	155
Figura 28: Ficha Técnica Plan de Intervención (Tapia Pisada) – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	156
Tabla 29: Carnet de Identificación – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia	158
Tabla 30: Calendario de mantenimiento – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	159
Tabla 31: Datos del generador – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia....	160
Tabla 32: Datos de la obra o proyecto – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	161
Tabla 33: Proyección de RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia....	161
Tabla 34: Formato único para la formulación e implementación del programa de RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	169
Tabla 35: Indicadores RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	170
Tabla 36: Indicadores RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	171
Tabla 37: Presupuesto Intervención.....	173
Tabla 38. Programación Plan de Intervención total – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia.....	174



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	14
2	JUSTIFICACIÓN.....	15
3	OBJETIVOS	17
3.1.	GENERAL	17
3.2.	ESPECÍFICOS	17
4	MARCO REFERENCIAL.....	18
4.1.	TEÓRICO	18
4.2.	CONCEPTUAL	20
4.2.1.	Definición de estructura	21
4.2.2.	Condiciones	21
4.2.3.	Clasificación	22
4.2.4.	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10	22
4.2.5.	Sistemas Estructurales permitidos en Colombia	23
4.2.5.1.	Sistema de Muros de Carga:	23
4.2.5.2.	Sistema Combinado:	23
4.2.5.3.	Sistema de pórticos:	23
4.2.5.4.	Sistema Dual:	23
4.2.6.	Títulos N.S.R – 10	24
4.2.7.	Tapia pisada	25
4.2.8.	Patologías constructivas y procesos patológicos	27
4.2.8.1.	Tipología y sus causas	28
4.2.8.2.	Lesiones físicas	29
4.2.8.3.	Lesiones mecánicas	29
4.2.8.4.	Lesiones químicas.....	29
4.2.9.	Patologías.....	30
4.2.9.1.	Humedad.....	30
4.2.9.2.	Erosión atmosférica:	31
4.2.9.3.	Suciedad:.....	31
4.2.9.4.	Deformaciones:.....	32
4.2.9.5.	Grietas.....	33



4.2.9.6.	Desprendimiento	34
4.2.9.7.	Erosiones mecánicas	34
4.2.9.8.	Erosiones químicas.....	34
4.2.9.9.	Eflorescencias	34
4.2.9.10.	Oxidación	35
4.2.9.11.	Corrosión	35
4.2.9.12.	Organismos.....	36
4.2.10.	Causas de la Lesión.....	37
4.2.10.1.	Directas	37
4.2.10.2.	Indirectas	37
4.3.	GEOGRAFICO	37
4.4.	LEGAL	38
4.5.	HISTORICO	39
4.5.1.	Salgar	39
4.5.2.	Arquitectura Colonial Antioqueña	41
5	ALCANCES Y LIMITACIONES	44
6	METODOLOGÍA.....	45
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE	46
6.2	PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:	46
6.2.1	Inspección preliminar del paciente.....	46
6.2.2	Recopilación de información necesaria para el estudio.....	50
6.2.3	Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.....	50
6.2.4	Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración	50
6.2.5	Definición de los medios para realizar la exploración	51
6.3	HISTORIA CLINICA	51
6.3.1	Responsables del estudio	51
6.3.2	Fecha de realización del estudio	51
6.3.3	Datos generales del paciente	52
6.3.4	En la edificación y/o construcción civil:.....	60
6.3.5	Aplicación patológica.....	69
6.3.6	Datos específicos de las lesiones.....	70
6.3.7	Descripción de la patología más relevante en el paciente.....	76
6.3.8	Clasificación y origen de las patologías.....	77



6.3.9	Datos generales del entorno	78
6.3.10	Arquitectura	82
6.3.11	Estructura	86
6.3.12	Suelos y Cimentaciones.....	89
6.4	DIAGNÓSTICO	91
6.4.1	Lesiones.....	93
6.4.2	Ensayos.....	110
6.4.3	Análisis de Resultados	121
7	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	125
7.1	Mapa de ubicación del paciente en la microzonificación sísmica de la ciudad.....	125
7.1.1	Tipo de suelo y sus características	125
7.1.2	Fallas geológicas (Mapas, Estratigrafía, Geológico Microzonificación) ...	128
7.1.3	Estudios de vulnerabilidad sísmica previos	130
7.1.4	Antecedentes de sismos en la zona de estudio	131
7.1.5	Geografía de la zona (Mapas estructurales y arquitectónicos de la zona del proyecto)	133
7.2	Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Av ó Ad	134
7.1.6	Determinación de coeficientes de aceleración y de sitio	135
7.1.7	Determinación de coeficientes Fa y Fv	137
7.1.8	Determinación del grupo de importancia	138
7.1.9	Coefficiente de importancia.....	139
7.1.10	Grado de irregularidad	140
7.3	Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente	141
7.3.1	Fichas de vulnerabilidad sísmica.....	141
7.3.2	Matriz de Vulnerabilidad Sísmica	146
8.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	148
8.1.	Propuestas de Intervención	151
8.1.1	Plan de Intervención N° 1 – (Reparación Localizada):.....	151
8.1.2	Plan de Intervención N° 2 – (Refuerzo Estructural):.....	152
8.1.3	Plan de Intervención N° 3 – (Reconstrucción total de la cubierta):.....	152
8.2.	Plan de Intervención Seleccionado	153
8.2.1.	Fichas de Intervención	156
8.3.	Plan de Mantenimiento.....	158
9	IMPACTO AMBIENTAL.....	159



9.1	PLAN DE MANEJO DE RCD	159
9.2	ALCANCE	160
9.3	PROGRAMA AMBIENTAL RCD	160
9.3.1	Datos del generador	160
9.3.2	Datos de la obra o proyecto	161
9.3.3	Proyección de RCD a generar	161
9.3.4	Costo del proyecto, obra o actividad	162
9.3.5	Descripción de las actividades específicas de prevención y reducción de generación de RCD	162
9.3.6	Manejo temporal de RCD en obra	163
9.3.6.1	Medidas a implementar	163
9.3.7	Implementación del PMA - RCD	168
9.3.7.1	Indicadores	170
9.3.7.2	Metas	170
10	PRESUPUESTO	173
11	PROGRAMACIÓN	174
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	174
13	BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA	178



1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio es el resultado del proceso investigativo en el posgrado de Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás de Aquino, el cual identificará, analizará y propondrá soluciones a defectos o lesiones producto de patologías en las edificaciones.

Por lo antes mencionado, se concibe el presente documento, en el cual se realiza un estudio patológico aplicado al caso de estudio denominado la “*Casa de Gobierno*” del Municipio de Salgar, ubicada en la Subregión Suroeste del Departamento de Antioquia, en donde debido a su antigüedad, es una oportunidad única para preservar el legado cultural de la región, así como contribuir al conocimiento y conservación de estas construcciones históricas.

El estudio de las patologías en la construcción es un campo de investigación multidisciplinario que se centra en el análisis, diagnóstico y prevención de enfermedades que afectan a las edificaciones. Estas enfermedades pueden tener un impacto significativo en la integridad, durabilidad y seguridad de los edificios, lo que conlleva a costos adicionales, y en algunos casos, la pérdida de vidas humanas. En el contexto actual, donde la construcción de infraestructuras y edificios está en constante crecimiento, es fundamental comprender y abordar eficazmente las enfermedades relacionadas con patologías de las edificaciones, lo cual requiere una sólida formación académica y una investigación continua para desarrollar nuevos conocimientos y técnicas que permitan mitigar y prevenir estos problemas.

Este programa de posgrado tiene como objetivo principal formar expertos capaces de identificar y resolver efectivamente los desafíos asociados con patologías de la construcción.

Se espera que esta investigación contribuya al avance para abordar patologías en edificaciones históricas, y las conclusiones obtenidas sean de utilidad para los profesionales del sector los investigadores y las instituciones encargadas de la regulación y supervisión de la industria de la construcción.



2 JUSTIFICACIÓN

El inmueble seleccionado corresponde a un estilo arquitectónico colonial Antioqueño, construido a principios del siglo XIX, se enmarca su carácter histórico, estético y simbólico, debido a su solidez constructiva, la integración con la naturaleza, la conservación del patrimonio arquitectónico y su estilo arquitectónico sobrio pero elegante.

Estas características han permitido que estas construcciones se mantengan como símbolos de identidad cultural en la región de Antioquia.

Este estudio involucra evidenciar y clasificar defectos o lesiones presentes en el caso de estudio, esto es, en varios elementos del sistema estructural de la “Casa de Gobierno” del Municipio de Salgar, ubicada en el Departamento de Antioquia.

Abordar patologías en la construcción es un área de estudio crucial en el campo de la ingeniería y la arquitectura, ya que se enfoca en identificar, analizar y resolver problemas y defectos que afectan a las estructuras de las edificaciones.

La importancia de abordar adecuadamente el tópico de investigación, radica en su impacto tanto a nivel económico como social.

En primer lugar, los defectos o lesiones estructurales y de materiales pueden generar costos adicionales considerables para los propietarios, desarrolladores y contratistas, debido a las reparaciones y rehabilitaciones necesarias.

Estos costos adicionales pueden afectar el presupuesto inicial de un proyecto y repercutir en su viabilidad económica.

Además de los costos financieros, las estructuras y materiales defectuosos pueden representar un riesgo para la vida y la integridad física de los ocupantes de los edificios. En algunos casos extremos, se han producido derrumbes y colapsos que han causado víctimas mortales.

Por lo tanto, abordar eficazmente patologías de la construcción es fundamental para



garantizar la seguridad de las personas que utilizan o habitan estos espacios.

Otra razón importante para investigar y abordar el tópico de investigación es la necesidad de preservar y prolongar la vida útil de las estructuras existentes.

En muchas ciudades y países, hay un gran número de edificios antiguos y estructuras de infraestructura que requieren un mantenimiento y rehabilitación adecuados para asegurar su funcionamiento a largo plazo.

La falta de atención al sinnúmero de patologías en las edificaciones puede llevar a una degradación progresiva de las estructuras y, en última instancia, a su deterioro y colapso.

El estudio riguroso de los materiales de construcción, las afectaciones en las estructuras, el conocimiento de la legislación técnica, legal y ambiental, la aplicación de métodos y técnicas adecuadas, permitirán a los futuros profesionales adquirir habilidades y conocimientos avanzados en la identificación, análisis y diagnóstico de los defectos o lesiones evidenciadas, así como en el desarrollo de estrategias de mitigación y rehabilitación.

Cabe indicar que, mediante este trabajo aplicado a un caso de estudio, se esperan obtener conocimientos y recomendaciones prácticas que ayuden a prevenir, diagnosticar y solucionar de manera efectiva los defectos y/o lesiones en edificaciones.



3 OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Desarrollar un diagnóstico patológico, estructurar un concepto técnico referente al origen de las lesiones y/o defectos evidenciados, en la “CASA DE GOBIERNO” del Municipio de Salgar-Antioquia y proponer alternativas de intervención y/o rehabilitación, considerando el comportamiento de los materiales de construcción, el sistema constructivo y las características del caso de estudio.

3.2. ESPECÍFICOS

- Identificar y tipificar las patologías presentes en el caso de estudio, para definir un criterio claro y conciso que permita desarrollar soluciones de recuperación.
- Definir el alcance del análisis patológico con base en la inspección visual e identificar el grado de afectación que presenta la estructura de acuerdo a las patologías evidenciadas.
- Elaborar un documento diagnóstico que evidencie las patologías presentes en el caso de estudio que han dado origen a las lesiones presentes en la edificación.



4 MARCO REFERENCIAL

4.1. TEÓRICO

La arquitectura clásica colonial antioqueña se caracteriza por el uso de materiales tradicionales como la tapia y el bahareque.

Estas construcciones históricas presentan desafíos específicos en términos de patologías y problemas que afectan su estabilidad y conservación.

En este marco teórico, se revisarán investigaciones y publicaciones científicas relevantes que abordan las patologías en las edificaciones de tapia y bahareque, proporcionando información valiosa para comprender y abordar estos problemas:

- **Historia de la Arquitectura en Colombia (Arango, S, 1990)**

Este libro ofrece una visión panorámica de la evolución arquitectónica en el país, se ha convertido en un recurso fundamental para los investigadores en esta disciplina. La autora, se propone contar la historia completa de la arquitectura colombiana, destacando cómo los procesos económicos y sociales se reflejan en sus manifestaciones arquitectónicas.

El libro examina diversas etapas, desde las manifestaciones prehispánicas hasta el período colonial, la Nueva República y el siglo XX, durante este último, Colombia experimentó un rápido desarrollo y absorción de innovaciones internacionales.

Lo fascinante de este proceso radica en la capacidad de combinar la adopción de corrientes contemporáneas con una expresión propia y distintiva.

- **La Arquitectura de Tapia en Cataluña. Conocimiento, reivindicación y restauración (Ortiz Campañá, M., 2014):**

Este estudio se centra en el análisis de las patologías constructivas específicas que afectan a las edificaciones de tapia en Cataluña, España.

Mediante inspecciones visuales y técnicas de diagnóstico, se identifican y describen las patologías más comunes, como grietas, desprendimientos y humedades, y se proponen



recomendaciones para su mitigación y conservación.

- **Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales: Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, 2011):**

Este documento establece los parámetros y protocolos técnicos necesarios para la cualificación de las tareas a ser realizadas por los inspectores de edificaciones, así como la evaluación de las características y afectaciones de dichas estructuras luego de la ocurrencia de un evento sísmico.

Esta herramienta se configura como un instrumento fundamental para la identificación, cuantificación y valoración de los impactos generados en el hábitat, tanto a nivel urbano como rural.

- **Patología En Tierra Cruda, Estudio De Caso Construcciones en el Área Andina XIV Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XVI Congreso de Control de Calidad en la Construcción – CONPAT, (2017):**

Este documento compila algunas de las patologías constructivas específicas de la arquitectura en tierra cruda, centrándose en ejemplos de la geografía andina, resume las tipologías constructivas más comunes utilizando tierra cruda, como el adobe, el tapial y el bahareque.

Se enfoca en el proceso degenerativo patológico que afecta a estas estructuras y concluye con la presentación de algunos criterios técnicos basados en los ejemplos estudiados para su conservación

La metodología utilizada en este estudio se compone de los siguientes elementos:

a) Descripción conceptual de la arquitectura en tierra, abarcando tanto el ámbito global como el local.

b) Breve representación de los sistemas constructivos fundamentados en tierra, tales como



el adobe, el tapial y el bahareque.

c) Estudio de casos basado en criterios técnicos, con el objetivo de encontrar una respuesta conservacionista a los deterioros patológicos identificados.

- **Evaluación sismo resistente de edificaciones antiguas de tapias pisada de adobe. Cruz, H. R; Cortes, W.L. (2002):**

Este artículo aborda una alternativa metodológica para la evaluación sísmica de edificaciones históricas construidas mediante el sistema de tapia pisada y el uso de adobe, con el objetivo de permitir su conservación.

Esta metodología de evaluación sismo resistente constituye una primera aproximación para la restauración y rehabilitación de las edificaciones históricas.

Estas publicaciones científicas ofrecen una visión integral de las investigaciones relevantes realizadas en el campo de las patologías de las construcciones de tapia y Bahareque.

- **Reforzamiento estructural de edificaciones patrimoniales en tierra de 1 y 2 pisos: Aplicación de la normativa AIS – 610-EP-2017. (Ruiz Valencia, D; Galindo Jaramillo, P; Hernández Niño, A; Reyes Ortiz, J; Restrepo Palacio, M; Barrera Ospina N; Martínez Murcia J; López Pérez, C. (2023):**

El artículo aborda el reforzamiento estructural de edificaciones patrimoniales en tierra de 1 y 2 pisos, utilizando placas de acero y elementos de madera, siguiendo la normativa AIS-610-EP-2017, se analizan las características geométricas de las edificaciones, se seleccionan dos (2) casos de estudio representativos y se realiza un análisis de las edificaciones sin reforzamiento. Se concluye que el reforzamiento con placas de acero y elementos de madera mejora significativamente el comportamiento sísmico de las edificaciones en tierra y finalmente se discuten los procedimientos de reparación y reforzamiento con ambas técnicas.

4.2. CONCEPTUAL

Inicialmente el fundamento del marco conceptual se sustenta en conceptos generales,



principios fundamentales, materiales y componentes constructivos.

Posteriormente, se definirá la semántica del término patología constructiva, al igual que las diferentes lesiones constructivas y procesos patológicos en varios elementos.

4.2.1. Definición de estructura

Es un sistema construido de elementos interconectados, diseñados para resistir fuerzas y cargas externas y transferirlas al suelo de manera segura y estable.

Las estructuras pueden ser de diferentes tipos, como estructuras de acero, estructuras de hormigón, estructuras de madera, entre otras, su diseño y construcción dependen de factores como el uso previsto, las condiciones climáticas y geológicas del sitio, la carga máxima esperada y los materiales disponibles.

Las estructuras se componen de elementos estructurales como vigas, columnas, arcos, cables, los cuales trabajan juntos para resistir y transferir cargas a través de la estructura hasta el suelo.

El diseño de las estructuras se basa en la mecánica de los materiales, la teoría de la elasticidad y la resistencia de materiales, se realiza con el fin de garantizar que la estructura sea segura, estable y capaz de resistir las cargas a las que estará expuesta a lo largo de su vida útil.

4.2.2. Condiciones

Las estructuras son elementos de construcción que tienen una serie de funciones vitales, y para las cuales se espera que cumplan con diversas condiciones que garantizan su funcionamiento y seguridad, entre estas condiciones, se exige que las estructuras sean capaces de soportar cargas, lo que implica una capacidad de resistencia a las fuerzas que actúan sobre ellas, de igual manera, se espera que las estructuras mantengan su forma original, lo que significa que no deben deformarse o colapsar bajo la acción de las cargas a las que están expuestas.

Además, las estructuras deben ser capaces de proteger partes delicadas, especialmente



cuando se trata de estructuras que forman parte de sistemas complejos, donde se requiere de un alto grado de precisión y detalle.

La estabilidad es una de las condiciones más importantes que deben cumplir las estructuras, ya que de ello depende su capacidad para resistir las cargas, mantener su posición y forma original, para lograrla, se requiere de un diseño y construcción adecuados, que consideren factores como la geometría, los materiales utilizados, las condiciones ambientales y las cargas a las que estará expuesta la estructura.

La rigidez es una condición fundamental que deben cumplir las estructuras para garantizar su estabilidad y resistencia a las cargas externas, se deben considerar diversas variables para constituir rigidez en una estructura, tales como la forma de las estructuras, la soldadura de las uniones y la triangulación de los elementos, siendo este último el método más empleado para lograr una mayor resistencia y estabilidad.

4.2.3. Clasificación

Se pueden clasificar diversas estructuras según su capacidad para resistir los esfuerzos aplicados sobre ellas. Aunque existen estructuras complejas que podrían pertenecer a más de una categoría y contener elementos de distintos grupos, se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- Estructuras masivas
- Estructuras Superficiales
- Estructuras abovedadas
- Estructuras de Armazón
- Estructuras Trianguladas
- Estructuras Colgantes

4.2.4. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

Es un conjunto de normas y requisitos que se aplican a las construcciones en Colombia,



con el fin de hacerlas más seguras ante los posibles efectos de un terremoto.

Este reglamento establece las pautas y requisitos técnicos que deben seguirse en la construcción de edificios, casas y estructuras para garantizar su resistencia sísmica, buscando que las construcciones sean capaces de soportar los movimientos telúricos y proteger a las personas que se encuentran en su interior y de esta manera reducir los riesgos de daños y pérdidas humanas ante posibles terremotos en Colombia.

4.2.5. Sistemas Estructurales permitidos en Colombia

En Colombia se identifican cuatro (4) tipologías de sistemas constructivos que de acuerdo a sus características sirven para resolver la transmisión de cargas de una construcción al terreno, los cuales están inmersos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10:

4.2.5.1. Sistema de Muros de Carga:

Estos muros están diseñados para soportar las cargas verticales, como el peso propio de la estructura, los cuales son elementos estructurales de gran capacidad de resistencia y rigidez.

4.2.5.2. Sistema Combinado:

Este sistema considera que las cargas verticales son transmitidas a un sistema aporticado, mientras que las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales, cabe precisar que la configuración puede variar.

4.2.5.3. Sistema de pórticos:

Este sistema está compuesto por pórticos resistentes a momentos, sin diagonales, que resisten las cargas verticales y las fuerzas horizontales.

4.2.5.4. Sistema Dual:

Este sistema consiste en un pórtico espacial capaz de soportar momentos sin necesidad de diagonales, junto con muros estructurales o pórticos que sí las poseen.



4.2.6. Títulos N.S.R – 10

Título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo-resistente:

Establece los conceptos básicos, los objetivos y la aplicación de la norma, además de definir los términos utilizados en el documento

Título B: Cargas:

Se refiere a las distintas cargas que deben ser consideradas en el diseño estructural, como las cargas muertas, las cargas vivas, las cargas de viento, entre otras.

Título C: Concreto estructural:

Establece los requisitos para el diseño y la construcción de elementos de concreto, incluyendo la resistencia del concreto, el diseño de secciones, las armaduras, las juntas y otros aspectos relacionados.

Título D: Mampostería estructural:

Establece los criterios para el diseño y la construcción de elementos de mampostería, incluyendo muros, pilares y elementos especiales. Incluye aspectos como la resistencia de los materiales, el diseño de secciones, las juntas y las conexiones.

Título E: Casas de uno y dos pisos:

Establece los criterios para el diseño y la construcción de elementos de estructurales en casa de uno y dos niveles.

Título F: Estructuras metálicas:

Establece los requisitos para el diseño y la construcción de elementos metálicos, como vigas, columnas y conexiones. Incluye aspectos como la selección del acero, el diseño de secciones, las soldaduras, entre otros.

Título G: Estructuras de madera y de guadua:

Establece los requisitos para el diseño estructural para edificaciones de madera y guadua.



Título H: Estudios geotécnicos:

Establece los requisitos para el diseño sismorresistente de las estructuras. Incluye aspectos como el análisis de cargas sísmicas, el diseño de sistemas estructurales, la distribución de fuerzas, la resistencia y la ductilidad de los elementos.

Título I: Supervisión técnica:

Establece los requisitos para la supervisión técnica de obras, al igual que los controles mínimos exigidos.

Título J: Requisitos de protección contra incendios en edificaciones:

Establece los requisitos mínimos de protección contra conflagraciones o incendios en edificaciones.

Título K: Requisitos complementarios:

Establece parámetros y especificaciones arquitectónicas constructivas dirigidas a la seguridad y preservación de los usuarios de los diferentes tipos de edificaciones.

4.2.7. Tapia pisada

La tapia pisada, una técnica ancestral de construcción que se originó hace unos 5.500 años en el Medio Oriente, encontró su camino hacia la región del Mediterráneo en el año 1.200 después de Cristo, gracias a las migraciones de civilizaciones.

En la península ibérica, los españoles adoptaron esta metodología entre los siglos XIV y XV, experimentando su apogeo durante los siglos XVIII, XIX y principios del XX.

Durante este florecimiento, la tapia pisada se destacó como el método preferido para la edificación de residencias destinadas a altos mandos gubernamentales y terratenientes, quienes buscaban estructuras robustas y densas.

Sin embargo, a lo largo del siglo anterior, la técnica perdió su prominencia en el país, ya que dejó de ser transmitida por expertos y su aplicación incorrecta condujo a su declive en popularidad.



La tapia pisada es un método constructivo que se fundamenta en el uso de suelos predominantemente arcillosos, con bajos niveles de limo. su periodo de ejecución puede vincularse a las estaciones de cosecha, específicamente durante los meses de junio y julio, así como en enero y febrero.

Mediante este procedimiento, se configuran bloques con dimensiones que oscilan entre 60 y 80 centímetros de ancho, 80 a 120 centímetros de altura, y una longitud que varía entre 2 y 2,40 metros.

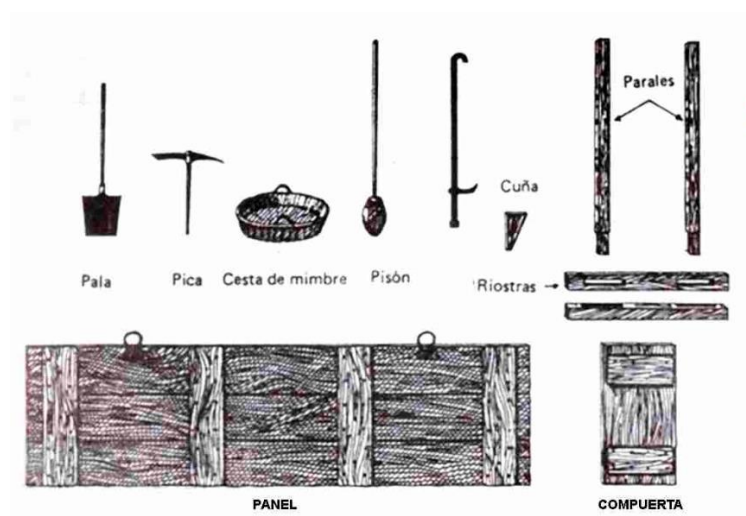


Figura 1: Herramientas para la elaboración de muros en tapia pisada

Fuente: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/construccion_muros_tapia_bahareque.html#

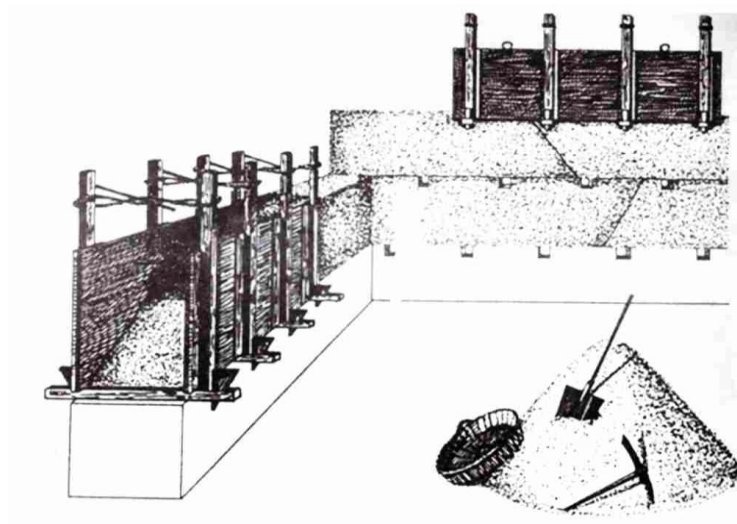


Figura 2: Proceso para la elaboración de muros en tapia pisada

Fuente: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/construccion_muros_tapia_bahareque.html



Figuras 3 y 4: Detalle construcción proceso de tapia pisada en la actualidad (Barichara – Departamento de Santander, Colombia)

Fuente: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/tapia-pisada-tecnica-que-se-resiste-a-desaparecer>

4.2.8. Patologías constructivas y procesos patológicos

La palabra "*patología*" tiene una procedencia etimológica que deriva del griego antiguo donde está compuesta por dos (2) términos: "*pathos*" (πάθος) que significa "sufrimiento" o "aflicción", y "*logos*" (λόγος) que se traduce como "estudio" o "tratado", por lo tanto, la palabra "*patología*" puede ser entendida como el "estudio o tratado del sufrimiento" o "estudio de las enfermedades".

La ciencia de la Patología del diagnóstico y la reparación de las edificaciones no es algo nuevo. Se remonta a tiempos lejanos y nace a la par de las construcciones, es decir en el momento en que los hombres dejaron de ser cazadores recolectores, para convertirse en agricultores y se vieron obligados a construir refugios más perdurables que los guardaran de los agentes externos, como el sol, la lluvia y la nieve.

En la antigua Babilonia alrededor del año 1700 A.C. El Rey Hammurabi creó el primer reglamento de la edificación, donde en uno de sus “artículos” se especificaba que si por causas atribuibles al constructor, fallecía el propietario de una vivienda, se debía dar muerte al constructor. Esto demuestra que la mala práctica también existía en aquella época.

Sin embargo, las fallas y daños en las edificaciones se han ido incrementando con el pasar de los años, lamentablemente, tanto en cantidad como en importancia. Un ejemplo de mala práctica con resultados catastróficos es el conocido del edificio Space de la ciudad de Medellín.



Si bien como práctica, la patología de la construcción nace a la par de las edificaciones, como término, se ha incorporado en el bagaje de la construcción y ha constituido un cuerpo doctrinal independiente a mediados del siglo XX, desde entonces se ha consolidado el análisis de casos particulares y de sus formas de reparación.

Ahora bien, la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, considera que en el contexto de la construcción se refiere al estudio de los problemas, defectos o enfermedades que pueden afectar a las edificaciones, tanto en su aspecto estructural como en su funcionalidad.

Este estudio busca identificar y comprender las causas, consecuencias y soluciones de los diversos fallos o patologías presentes en una construcción.

4.2.8.1. Tipología y sus causas

Según Monjo (1997), Existe una amplia variedad de lesiones constructivas que pueden manifestarse en un edificio, especialmente debido a la diversidad de materiales y elementos constructivos empleados.

Estas lesiones pueden clasificarse en tres (3) categorías principales según la naturaleza del proceso patológico: físico, mecánico y químico. Esta clasificación proporciona una información relevante y constituye una base sólida para el diagnóstico de los procesos patológicos.

TIPOLOGIAS DE LAS LESIONES Y AGENTES CAUSANTES		
TIPOLOGIA DE LA LESION	SINTOMATOLOGIA	AGENTE PATOLOGICO
FISICAS	○ HUMEDAD ○ EROSION FISICA ○ METEORIZACION ○ SUCIEDAD	● Presencia de agua ● Condiciones atmosféricas ● Excrementos animales
MECANICAS	○ DEFORMACIONES ○ AGRIETAMIENTOS ○ FISURACIONES ○ DESPRENDIMIENTOS ○ EROSION MECANICA	● Cargas y Sobrecargas ● Incremento esbeltez ● Fallo de sustentación ● Dilataciones ● Retracciones ● Deficiente ejecución ● Acción del viento ● Uso continuo
QUIMICAS	○ DISGREGACION O DISOLUCION ○ OXIDACION ○ EFLORESCENCIAS	● Contaminantes ambientales ● Presencia de agua ● Disolución de sales



TIPOLOGIAS DE LAS LESIONES Y AGENTES CAUSANTES		
TIPOLOGIA DE LA LESION	SINTOMATOLOGIA	AGENTE PATOLOGICO
	- EXPLOSION – COMBUSTION - DEFORMACION - METEORIZACION	- Presencia de llama - Temperatura - Proceso involutivo
ELECTRO – QUIMICAS	CORROSION	- Presencia de agua - Deficiente ejecución
BIOLOGICAS O ANTROPOGENICAS	- PUDRICION PARDA - PUDRICION BLANCA - DISGREGACION	- Presencia de hongos o Fungi - Presencia de xilófagos

Tabla 1: Tipologías de lesiones y agentes causantes

Fuente: Enciclopedia Broto de patologías en la edificación., Broto, Carles. (2006).

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

4.2.8.2. Lesiones físicas

En esta categoría se engloban todas las lesiones de naturaleza física, es decir, aquellas en las que la problemática patológica se basa en fenómenos físicos como partículas congeladas, condensación, entre otros.

Por lo general, la causa subyacente del proceso también será de naturaleza física, y su evolución dependerá de procesos físicos, sin que necesariamente involucre una alteración química en los materiales afectados y sus moléculas, no obstante, puede haber cambios en forma, color o nivel de humedad.

Algunos ejemplos de lesiones físicas incluyen humedad, erosión atmosférica y suciedad.

4.2.8.3. Lesiones mecánicas

Estos tipos de lesiones presentan diversas variantes que dependen de las condiciones particulares de cada caso, como el tipo de material, la unidad constructiva, el uso, entre otros factores.

Las lesiones mecánicas abarcan deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas.

4.2.8.4. Lesiones químicas

La tercera categoría de lesiones constructivas comprende aquellos procesos patológicos de naturaleza química, donde la causa suele estar relacionada con la presencia de sales ácidas o



alcalinas que reaccionan químicamente y provocan la descomposición del material afectado, resultando en la pérdida de su integridad a largo plazo y afectando su durabilidad.

Dentro de las lesiones químicas se evidencian fenómenos como eflorescencias, oxidaciones, corrosiones, presencia de organismos y erosiones químicas.

4.2.9. Patologías

La fuente de información de la siguiente teoría corresponde a lo desprendido de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción (2006).

4.2.9.1. Humedad

La humedad se produce cuando hay una cantidad de agua superior a lo normal en un material o elemento constructivo, y puede provocar cambios en las propiedades físicas del material.

Dependiendo de la causa, existen varios tipos de humedades:

- **De obra:**

Se refiere a la humedad que se produce durante el proceso constructivo cuando no se ha permitido que el agua se evapore debido a la falta de un elemento barrera.

- **Humedad capilar:**

Se trata del agua que se origina en el suelo y se desplaza hacia arriba a través de los elementos verticales.

- **Humedad de filtración:**

Se trata del agua que proviene del exterior y entra en el interior del edificio a través de las fachadas o cubiertas.

- **Humedad de condensación:**

Es la humedad generada por la condensación del vapor de agua, que se desplaza desde entornos con una presión de vapor más alta, como los interiores, hacia aquellos con una presión más baja, como los exteriores.



- **Condensación superficial interior:**

Es la humedad generada por la condensación del vapor de agua contenido en el aire interior se condensa en las superficies frías dentro de un espacio, como ventanas, paredes o techos.

- **Condensación intersticial:**

Es la humedad generada por la condensación del vapor de agua acumulada dentro de la estructura de un edificio, específicamente en dos (2) de sus capas o cavidades internas de los materiales de construcción.

- **Condensación higroscópica:**

Es la humedad generada por la condensación del vapor de agua sobre superficies porosas.

Los materiales higroscópicos tienen la capacidad de absorber y retener la humedad del aire circundante, tales como la madera, el yeso, ciertos textiles, entre otros.

- **Humedad accidental:**

Es la humedad generada por eventos imprevistos o accidentales, tales como fugas en tuberías hidrosanitarias o filtraciones de humedad exterior, entre otros.

4.2.9.2. **Erosión atmosférica:**

Es la humedad causada por la acción física de los agentes atmosféricos, generalmente implica la descomposición de materiales pétreos debido a la absorción de agua lluvia, que si se congela y se expande, puede romper capas superficiales del material constructivo.

4.2.9.3. **Suciedad:**

Es la acumulación de partículas suspendidas en el aire en la superficie de las fachadas. Estas partículas pueden incluso infiltrarse en los poros superficiales de las fachadas. existen varios tipos de suciedades:



- **Ensuciamiento por depósito:**

Es la acumulación de partículas en la superficie de una estructura o material, tales como el polvo, el polen, el hollín u otros contaminantes, se depositan gradualmente sobre la superficie, creando una capa de suciedad, con el tiempo, esta acumulación puede alterar la apariencia estética de la superficie y afectar su rendimiento, especialmente en fachadas, techos y áreas expuestas.

- **Ensuciamiento por lavado diferencial:**

Es la acumulación de partículas en la superficie de una estructura o material de manera desigual debido a la acción del agua lluvia u otros agentes de limpieza natural, esto ocurre cuando el agua al caer sobre una superficie vertical, arrastra y elimina partículas de suciedad, dejando áreas más limpias en comparación con zonas más protegidas o con menor exposición al agua.

4.2.9.4. **Deformaciones:**

Son las lesiones estructurales se refieren a cualquier cambio en la forma de un material, ya sea en elementos estructurales o de cerramiento, causado por fuerzas mecánicas.

Estas fuerzas pueden surgir durante la construcción de una unidad o cuando está sometida a carga.

Dentro de estas lesiones se distinguen cuatro (4) subgrupos que a su vez pueden dar origen a lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos.

- **Flechas**

Son lesiones por flexión horizontal, las cuales son el resultado directo de la deformación de elementos horizontales debido a una carga vertical excesiva o transmitida desde otros elementos con los que están conectados mediante empotramiento.



- **Pandeos**

Son lesiones por compresión ocurren cuando un elemento vertical se somete a una fuerza de compresión que excede su capacidad de deformación.

- **Desplomes**

Son lesiones por empuje horizontal que se producen cuando elementos verticales son sometidos a fuerzas horizontales que actúan sobre su parte superior.

- **Alabeos**

Son lesiones por rotación que ocurren como resultado de la deformación de elementos debido a esfuerzos horizontales, lo que provoca su giro o inclinación.

4.2.9.5. **Grietas**

Son aberturas longitudinales que se extienden a lo largo de todo el espesor de un elemento constructivo, ya sea estructural o de cerramiento.

Solo afectan la superficie o el acabado superficial de un elemento no se consideran grietas, sino fisuras.

Existen dos (2) grupos según el tipo de esfuerzos mecánicos que las originan:

- **Por exceso de carga**

Son aquellas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento cuando son sometidos a cargas para las cuales no fueron diseñados.

Estas grietas suelen requerir un refuerzo adicional para garantizar la seguridad de la unidad constructiva.

- **Por dilataciones y contracciones higrotérmicas**

Las grietas por falta de juntas de dilatación son aquellas que principalmente afectan a los elementos de cerramiento de fachadas o cubiertas, pero también pueden afectar a las estructuras cuando no se han previsto las juntas de dilatación adecuadas.

Estas grietas se producen debido a los movimientos de expansión y contracción



que experimentan los materiales debido a cambios de temperatura y humedad.

La falta de juntas de dilatación adecuadas impide que estos movimientos se absorban correctamente, lo que puede dar lugar a grietas en los elementos afectados.

4.2.9.6. Desprendimiento

Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado debido a una falta de adherencia entre ellos, esto ocurre como resultado de lesiones previas como humedades, deformaciones o grietas.

Los desprendimientos pueden afectar tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos, y requieren una atención especial debido a que representan un peligro para la seguridad de los transeúntes.

4.2.9.7. Erosiones mecánicas

Son las pérdidas de material en la capa externa causadas por fuerzas mecánicas, como golpes o rozaduras.

Si bien se evidencian en pavimentos, también pueden manifestarse en áreas bajas de fachadas y tabiques, así como en partes altas y cornisas debido al transporte de partículas por el viento.

4.2.9.8. Erosiones químicas

Son el resultado de la reacción química entre los componentes de los materiales pétreos y otras sustancias, lo que provoca cambios moleculares en su superficie.

4.2.9.9. Eflorescencias

Son un proceso patológico que generalmente se produce como resultado de la presencia previa de humedad.

Los materiales contienen sales solubles que son transportadas por el agua hacia la superficie durante su evaporación, y luego se cristalizan en la superficie del material.

Estas cristalizaciones suelen tener formas geométricas que se asemejan a flores y varían



según el tipo de cristal. Las eflorescencias presentan dos (2) variantes:

- **Sales cristalizadas que no proceden del material sobre el que se encuentra la eflorescencia sino de otros materiales situados detrás o adyacentes a él.**

Este tipo de eflorescencia es comúnmente encontrado en morteros protegidos o en la unión de ladrillos de los cuales provienen las sales.

- **Sales cristalizadas bajo la superficie del material.**

Este tipo de eflorescencia denominada también como Criptoflorescencias, corresponden a depósitos de sales minerales que se forman debajo de la capa externa del material.

Estas sales, que se encuentran en el interior de los poros o en la estructura del material, se disuelven en el agua presente y luego se cristalizan cuando el agua se evapora.

Esto puede causar la formación de eflorescencias visibles en la superficie del material, a medida que las sales cristalizadas migran hacia la superficie a través de los poros.

4.2.9.10. Oxidación

Es la reacción química en la que los metales se transforman en óxido al entrar en contacto con el oxígeno. La superficie del metal puro o en aleación tiende a oxidarse, formando óxido que es más estable químicamente.

Esta capa de óxido actúa como una protección para el metal, evitando que el oxígeno siga afectándolo.

4.2.9.11. Corrosión

Es el proceso gradual de pérdida de partículas de la superficie del metal. Esto ocurre debido a la acción de una pila electroquímica, donde el metal actúa como ánodo o polo negativo y pierde electrones hacia el cátodo o polo positivo.



La forma y el tipo de corrosión dependen del tipo de pila electroquímica presente en el ambiente.

4.2.9.12. Organismos

Los organismos animales como vegetales pueden causar daños en la superficie de los materiales.

Su proceso patológico se basa principalmente en reacciones químicas, ya que segregan sustancias que alteran la estructura química del material en el que se encuentran, pero también pueden afectar su estructura física.

Existen dos (2) grupos de organismos: Animales y Vegetales.

- **Animales**

Los organismos animales, especialmente los insectos que se alojan en el interior de los materiales, suelen afectar y deteriorar los materiales constructivos al alimentarse de ellos.

También se incluyen los animales de mayor tamaño, como aves y pequeños mamíferos, que pueden causar lesiones erosivas.

Estos organismos pueden causar daños significativos en la estructura y apariencia de los materiales constructivos.

- **Plantas:**

Las plantas, tanto las de porte como las microscópicas, pueden afectar a los materiales constructivos de diversas formas.

Las plantas de porte pueden causar lesiones debido a su peso o a la acción de sus raíces.

Las plantas microscópicas, como los mohos y hongos, pueden generar lesiones mediante ataques químicos.

Los mohos suelen encontrarse en materiales porosos y liberan sustancias químicas



que provocan cambios en el color, el olor, el aspecto e incluso erosiones. Por su parte, los hongos o Fungi atacan principalmente la madera, pudiendo llegar a destruirla por completo.

Estas plantas representan una amenaza para la integridad de los materiales constructivos.

4.2.10. Causas de la Lesión

Cuando una lesión actúa como la causa de un proceso patológico, es primordial enfocar el estudio en determinar dicha causa, ya que es el origen esencial de las lesiones.

La resolución del proceso patológico solo se logrará al eliminar por completo la causa.

Si solo se concentra en tratar la lesión sin abordar la causa subyacente, existe una alta probabilidad de que la lesión reaparezca.

Es crucial identificar todas las posibles causas de una lesión, ya que esta puede tener una o varias, y llevar a cabo un análisis tipológico minucioso de las mismas.

Las causas de las lesiones se dividen en dos (2) grupos:

4.2.10.1. Directas

Cuando actúan como desencadenantes directos del proceso patológico, se encuentran factores como los esfuerzos mecánicos, la exposición a agentes atmosféricos, la contaminación, entre otros.

4.2.10.2. Indirectas

Cuando se refiere a errores y defectos en el diseño o la ejecución, son precisamente estos aspectos los que deben ser considerados prioritariamente para fines de prevención.

4.3. GEOGRAFICO

El área de estudio comprende un territorio ubicado en la subregión Suroeste del departamento de Antioquia, limita por el Norte con los Municipios de Urrao, Betulia y Concordia, por el Este con los Municipios de Concordia, Venecia y Tarso, por el Sur con los



Municipios de Pueblorrico y Ciudad Bolívar, por el Oeste con el Municipio de Urrao y el Municipio del Carmen de Atrato cuya jurisdicción corresponde al Departamento del Chico.

El Municipio de Salgar se encuentra ubicado en la cuenca del río Cauca, en las coordenadas 5°57'50"N 75°58'39"O, y forma parte de la subcuenca del río San Juan, que es un afluente importante, que recibe todas las aguas del municipio a través del río Barroso, ya que el territorio forma parte de la cuenca hidrográfica de este río.

Otros cuerpos de agua significativos en la zona incluyen La Quebrada Libroria, La Fotuta y la Hondura.

En cuanto a los accidentes geográficos más destacados en el municipio, se encuentran el Cerro Plateado, el Cerro Penderisco, Alto de los Alpes, Alto de Vallecitos, Alto Bellavista, Alto Purgatoria, Alto del Pará y el Alto de Morritos.

Cabe indicar que este lugar exhibe un relieve con suelos ondulados y ligeramente quebrados, algunos de ellos rocosos. Las pendientes en este territorio varían, siendo en su mayoría suaves, con un declive inferior al 12%, pero también hay áreas donde las pendientes superan el 100%.

El Municipio cuenta con un área total de 423 km² de los cuales 419 km² corresponden a suelo urbano y 4 km² a suelo rural, la altitud media a 1.250 m s. n. m.

4.4. LEGAL

Durante la ejecución del estudio se tuvo como base legal la siguiente normativa que rige en territorio colombiano:

- **Decreto 1400 de Junio 7 de 1984.** Establece criterios para la construcción y diseño de edificaciones que puedan, verse sometidas a fuerzas sísmicas, con el fin de reducir a un mínimo el riesgo a la pérdida de la vida.
- **Decreto Ley 400 de Agosto 19 de 1997.** Establece las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes – NSR-98, que fijan los requisitos que deben cumplir las



edificaciones nuevas y las edificaciones existentes que son intervenidas estructuralmente por modificaciones, cambio en su uso o por problemas patológicos dentro de su estructura.

- **Decreto 926 de Marzo 19 de 2010.** Establece los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes, en este caso, el **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10**, la cual es la Norma Colombiana vigente de sismo resistencia en Colombia.
- **Decreto 264 Febrero 12 de 1963.** Establece los requisitos sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
- **Decreto 2358 de Diciembre 26 de 2019.** Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, en lo relacionado con el Patrimonio Cultural Material e Inmaterial
- **Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 2000.** Este reglamento define los estándares y criterios técnicos esenciales para garantizar la eficiencia, seguridad y calidad en las infraestructuras y operaciones vinculadas al suministro de agua y servicios de saneamiento básico.
- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.** es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía, en el cual se establecen los criterios fundamentales que deben considerarse al diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica en Colombia, con el objetivo de garantizar la máxima seguridad.

4.5. HISTORICO

4.5.1. Salgar

Según Restrepo (2017), El territorio de Salgar albergaba en tiempos previos a la conquista a una notable población indígena que mantenía una estrecha relación con su entorno natural, entre ellos los grupos indígenas Emberá y Catíos eran los habitantes de esta extensa región en el Suroeste.



Entre los relatos más destacados que giran en torno a la ilustre familia del Cacique Barroso, motivo de gran orgullo, ya que representan la memoria de una valiente y enérgica estirpe para cada habitante del municipio, se encuentran los encuentros poco amistosos que tuvieron con los conquistadores en 1541, específicamente, Zuburuco, abuelo de Tukabá Guarahó (Cacique Barroso), se enfrentó a los hombres del Mariscal Jorge Robledo para proteger los territorios de los presuntos invasores.

Aproximadamente en el año 1777, los primeros colonizadores se establecieron en estas tierras con el objetivo de encontrar los tesoros de los indígenas, entre los destacados pioneros, cabe mencionar a la familia Restrepo Trujillo, Julio Restrepo, Nemesio Restrepo, Cosme Eladio Londoño, Apolinar Cadavid, Epifanio Restrepo, Alejandro Johnson y Epifanio González. Todos ellos llegaron a una zona de confluencia entre la desembocadura del río Barroso y la Liboriana, convirtiéndose en el punto más estratégico del pueblo.

Con el tiempo, otros habitantes buscaron terrenos más elevados para establecerse.

Este territorio acogió a familias que obtuvieron tierras mediante la asignación a colonos con menos recursos.

Entre los años 1840 y 1860, alrededor de 1200 familias campesinas recibieron parcelas en Concordia (parte de Salgar), Titiribí, Andes y Bolívar, dando lugar a un modelo de colonización diferente que se gestó en la región. También surgió la oportunidad de establecerse en Jardín, expandiendo así la presencia de colonos en el sur.

En las proximidades se encontraba un sitio conocido como Salgar Viejo, donde se establecieron y erigieron las primeras edificaciones de esta región.

En el año 1887 tuvo lugar la fundación de la primera parroquia en la zona, conocida como San Juan de Riaño. Transcurrieron varios años hasta que en 1936 se registraron registros que indicaban que el Padre Francisco Idárraga fue el líder de esta parroquia durante un extenso período.



En 1894, la Asamblea de Antioquia otorgó autonomía a esta área, convirtiéndola en un distrito independiente. Posteriormente, en 1903, esta misma entidad la elevó al estatus de municipio.

El nombre original del distrito, San Juan de Riaño, fue reemplazado por su actual denominación, Salgar, en honor al doctor Eustorgio Salgar, quien ejerció como presidente de Colombia entre 1870 y 1872.

4.5.2. Arquitectura Colonial Antioqueña

A finales del siglo XVIII, se inició un movimiento migratorio desde el este del departamento de Antioquia, en busca de nuevas oportunidades de vida.

En un principio, se dedicaron a la actividad de g.uaquería y luego incursionaron en la explotación y comercio minero. Además, se aventuraron a nuevas tierras para expandir la frontera agrícola, entre otras motivaciones.

Avanzaron hacia el sur, entre las cordilleras Central y Occidental, las cuales estaban mayormente cubiertas por volcanes nevados y selvas vírgenes. Recorrieron las estribaciones de estas cordilleras, atravesando cañones, llanuras y ríos. Estas tierras apenas habían sido nombradas debido a la presencia previa de asentamientos indígenas en un vasto territorio habitado por las culturas Quimbaya, Pijao e incluso Calima, así como por la influencia de concesiones y posesiones coloniales.

Actualmente, esta región corresponde al suroeste de Antioquia, noroccidente de Tolima, norte del Valle del Cauca y la zona central, conocida como el Eje Cafetero, compuesta por los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío.

Como resultado de este proceso de asentamiento que se extendió por casi dos siglos, se produjo la fundación de más de cien pueblos, así como la aparición de aldeas y caseríos.

Esto llevó a la formación de una nueva experiencia multicultural, reconocida a partir de mediados del siglo XX como la colonización antioqueña.



Este fenómeno es notable debido a sus características socioeconómicas y ambientales, y ha generado un hábitat único que destaca por su arquitectura y urbanismo.

Las primeras viviendas o refugios surgieron con el propósito de proporcionar resguardo y protección contra un entorno hostil, caracterizado por su clima adverso, plagas y animales salvajes. A medida que se establecían, se abrían espacios en la densa vegetación de la montaña y se obtenían los primeros excedentes de cultivos incipientes, como maíz, frijoles y algunos animales domésticos.

Este proceso de "*colonización*" implicó una evolución larga y laboriosa para consolidar un verdadero hábitat, aunque en su inicio estas viviendas eran construcciones espontáneas y sencillas, más que una arquitectura propiamente dicha.

Estos refugios, conocidos como "*cambuches*", se ubicaban cerca de los caminos y en los futuros emplazamientos de terraplenes que darían lugar a las plazas, las cuales eventualmente se institucionalizarían con la presencia de chozas y capillas hechas de vara y tierra. Estas construcciones utilizaban una técnica de tejido y amarre de bejucos, similar a la cestería.

En la región destacaba la abundancia de guadua, un material que propiciaba una práctica constructiva universal y que también era utilizado en la tradición espacial indígena desde tiempos ancestrales: el bahareque.

Según Pinzón (1997), en la primera fase de la colonización antioqueña, los diseños arquitectónicos de las viviendas se caracterizaban por ser horizontales, siguiendo líneas rectas y en forma de L.

Posteriormente, evolucionaron hacia diseños en forma de U y finalmente adoptaron una estructura cuadrada o rectangular, similar a un claustro, conservando los espacios interiores como patios.

La empresa de colonización antioqueña fue un esfuerzo colectivo, en el cual los colonizadores aprovecharon los recursos que la región les proporcionaba, utilizaron maderas



provenientes de bosques nativos, como nogal, roble, guayacán y cedro, así como cualquier otro producto natural que les sirviera para construir las viviendas. Las paredes se construyeron con bahareque, una mezcla de barro y estiércol de ganado, y los techos se cubrieron con tejas de barro.

Con el tiempo, se comenzó a utilizar la guadua, una especie de bambú, en forma de esterillas cubiertas con arena y cemento, que luego se pintaban de blanco con cal.

La arquitectura antioqueña ha experimentado una evolución que podemos dividir en tres períodos distintos.

En primer lugar, la época inicial de las casas en forma de rectángulo y L, que abarcó desde 1848 hasta 1890, caracterizada por el uso de materiales locales.

En segundo lugar, entre 1890 y 1920, surgió la introducción de la guadua en forma de esterilla cubierta con pañete, así como la construcción de casas de dos pisos.

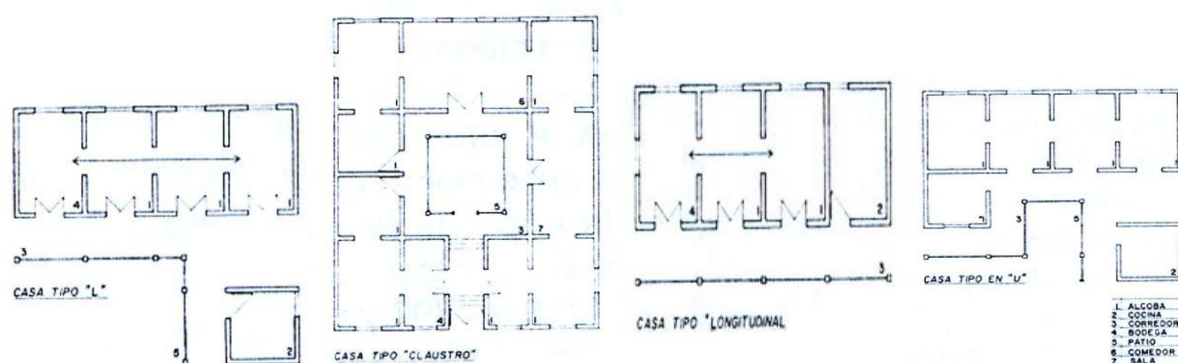


Figura 5: Tipología de distribución espacial de las viviendas antioqueñas

Fuente: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14255229/habitat-y-cultura-en-las-viviendas-de-la-red-alma-mater>



FACHADA TIPO

Figura 6: Fachada Tipo de las viviendas antioqueñas

Fuente: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14255229/habitat-y-cultura-en-las-viviendas-de-la-red-alma-mater>

Por último, la tercera etapa se refiere a las casas republicanas posteriores a 1920. Sin



embargo, podríamos identificar un cuarto período que comenzó alrededor de 1968 y se intensificó en las décadas de 1970 y 1980, influenciado por los movimientos de la arquitectura moderna y el progreso.

En este período, se desarrolló una arquitectura que aparentaba ser contemporánea, pero carecía de una identidad en relación con la arquitectura y la cultura.

Las viviendas de la colonización antioqueña se distinguen por su diseño arquitectónico genuino, en el cual no existe una clara separación entre lo rural y lo urbano. En lugar de experimentar un cambio abrupto al pasar de un entorno urbano a uno rural, se puede apreciar visualmente la fusión de ambos.

Estas viviendas coloniales antioqueñas cuentan con amplias salas, cocinas y comedores, así como múltiples habitaciones para albergar a familias numerosas o a miembros extendidos del árbol genealógico familiar.

Los techos, ventanas y puertas exhiben cuidadosos diseños geométricos que crean una hermosa simetría cromática, impactando tanto a forasteros como a residentes locales que poseen una visión apreciativa de las formas estéticas particulares, especialmente en el contexto de la arquitectura de la colonización antioqueña.

5 ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente estudio se encuentra dirigido al caso de estudio en el municipio de Salgar, Departamento de Antioquia.

Su objetivo se centra en el entendimiento y comprensión del caso de estudio, que incluye la recopilación de información de su historial clínico, la realización de estudios complementarios, diagnóstico de las lesiones presentes, así como el análisis de sus respectivas patologías y causas subyacentes.

Como resultado de este análisis, se plantea una propuesta de intervención cuyo propósito es abordar y resolver las principales lesiones y patologías identificadas.



El presente estudio constituye una investigación académica que ha sido llevada a cabo utilizando los conceptos y criterios adquiridos durante la Especialización.

Estos conocimientos han sido aplicados en la obtención y recopilación de estudios previos, así como en la verificación visual directa en el lugar de estudio.

El estudio patológico llevado a cabo en el caso de estudio se vio restringido debido a la escasa disponibilidad de información de referencia. Únicamente se tuvo acceso a una planimetría técnica actualizada suministrada por la Secretaría de Planeación y Obras Públicas de la Administración Municipal que proporcionó ciertos datos sobre el sistema estructural empleado, la disposición espacial, características arquitectónicas inherentes a la tipología de la edificación y las instalaciones eléctricas presentes en la actualidad.

Adicionalmente, se han creado fichas de identificación y se han realizado calificaciones de las lesiones presentes, que incluyen registro fotográfico e inspecciones físicas, entre otros métodos y herramientas utilizados en el proceso de investigación.

6 METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en el siguiente orden metodológico:

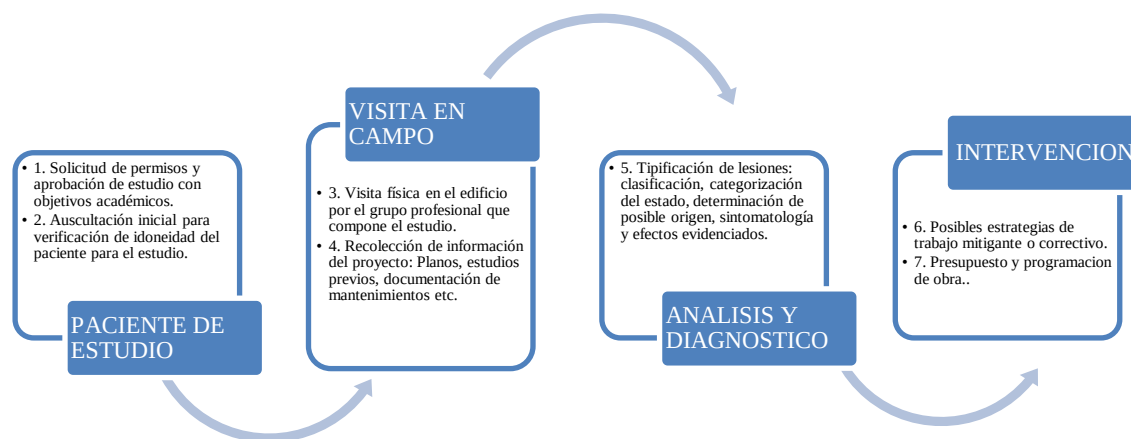


Figura 7: Diagrama de Flujo de la Metodología Aplicada

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Fase de investigación *in situ*:** En esta etapa se recopila información necesaria para su



posterior análisis, incluye planimetría técnica (Plantas, Alzados, Secciones), registro fotográfico y visitas técnicas al caso de estudio.

- **Visitas de campo:** Corresponden a las inspecciones visuales, al igual que los ensayos y pruebas.
- **Diagnóstico:** En esta etapa se procede con el análisis y diagnóstico del estado del caso de estudio.
- **Intervención:** Es la etapa final del estudio patológico donde se presenta la alternativa de intervención y/o rehabilitación.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

La Casa de Gobierno del Municipio de Salgar fue elegida para esta investigación debido a su importancia histórica, su carácter estético y simbólico.

Durante la visita a la Administración Municipal, se obtuvieron documentos relevantes y se realizó el correspondiente registro fotográfico que reveló defectos y lesiones constructivas en varios espacios de la edificación.

6.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

En esta etapa preliminar de investigación, se abordan los antecedentes del inmueble, se recopila información correspondiente a sus características físico – espaciales y se realiza una inspección preliminar del estado de arte.

6.2.1 Inspección preliminar del paciente

Se formalizó autorización por parte del Ordenador del Gasto de la Administración Municipal de Salgar, Doctor CARLOS ANDRES LONDOÑO VELEZ para efectuar el estudio e investigación del caso de estudio, se realizó una visita técnica de inspección visual inicial, en la cual se procedió a realizar un registro fotográfico del objeto de estudio, su emplazamiento geográfico, características físico espaciales de la edificación, y se efectúa un pre diagnóstico a partir de los defectos y lesiones evidenciados, se tipificaron sus lesiones, sus



causas, el grado de afectación y su mecanismo de daño o proceso patológico, observando fallas en la estructura de la cubierta y las consecuencias del daño de la misma.



Bogotá D.C., 9 de mayo de 2023

Señor Burgomaestre:

CARLOS ANDRÉS LONDOÑO VÉLEZ
Alcalde Municipal
Calle 29 N° 30 – 17
Teléfono: (604) 844 23 30
Salgar – Antioquia

Ref. Solicitud de Concepto por parte de la Entidad a la USTA

La Especialización en Patología de la Construcción de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Santo Tomás, en la actualidad está elaborando un proyecto de investigación, el cual trata de localizar diferentes patologías expresas en edificaciones de carácter público del Municipio de Salgar y de esta forma poder determinar una metodología de intervención y establecer un concepto técnico.

De acuerdo a lo anterior, es de nuestro conocimiento que el Municipio cuenta con edificaciones que puedan aportar a nuestro proyecto, como es el caso de la *Casa de Gobierno del Municipio de Salgar – Antioquia*, o si usted está de acuerdo alguna otra edificación que este dentro del área urbana o circunvecinas, donde docentes del programa y de la institución, académicamente brindaremos a la Administración Municipal, el concepto técnico para la toma de decisiones de intervención de patologías que presenta el edificio público designado por la Administración Municipal, razón por la cual, si el Señor Alcalde tiene a bien, enviar una solicitud para poder emitir dicho concepto técnico, el cual no representará ningún costo por parte del Municipio.

Consideramos importante aclarar, que el concepto técnico como actividad académica quedó definido en la metodología de Minciencias para el reconocimiento de investigación, tanto de grupos, como de investigadores, por lo anterior, resulta de especial interés para nosotros como universidad contar con el apoyo del Municipio de Salgar (Antioquia).

Cordialmente,




OSCAR JULIÁN CARDOZO SARMIENTO
Coordinador
Especialización en Patología de la Construcción



Acreditación Institucional
Internacional



NIT. 860.012.357-6
SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ: Carrera 9.ª N.º 51 - 11 / PBX: (601) 587 87 97
313 204 84 51 / contacto@usta.edu.co
www.usantotomas.edu.co
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

Figura 8: Solicitud de ejecución de ejercicio académico a Administración Municipal de Salgar

Fuente: Coordinador Especialización en Patología de la Construcción

Elabora: MG. Ing. Civil. Oscar Julián Cardozo Sarmiento



	DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA MUNICIPIO DE SALGAR ALCALDIA MUNICIPAL NIT. 890980577-0	Código: E_SG FR 11
		Versión: 01
		Página 1 de 1

Oficio No. 200 – 076

ALCALDIA SALGAR
Radicado de Salida 20231075
GESTIONADO POR
Telson José Jiménez Castañeda
2023-05-13 11:34



Salgar,

Doctor
OSCAR JULIAN CARDOZO SARMIENTO
Coordinador
Especialización en Patología de la construcción
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
Bogotá D.C.

Asunto: Respuesta a solicitud con radicado No. 20230067 del 09 de mayo de 2023

Respetado Doctor Cardozo,

La administración Municipal de Salgar - Antioquia, identificada con NIT 890.980.577-0, con el propósito de brindar espacios para la población del municipio que se encuentran fortaleciendo sus conocimientos profesionales en instituciones de educación superior y teniendo en cuenta los diferentes problemas de funcionamiento e infraestructura que presenta el Palacio Municipal ubicado en la calle 29 No. 30 - 17.

Para nosotros es importante, contar con el apoyo técnico de los profesionales de la Universidad Santo Tomás que están llevando a cabo alguna investigación o que tengan especialidad en el diagnóstico o propuesta de estudio en patología de la construcción, para poder tomar una decisión frente a la problemática presente y de este modo poder realizar acciones de intervención y futuro mantenimiento de las mismas, buscando contribuir al bienestar y desarrollo de nuestra comunidad y empleados que allí laboran.

Cordialmente,

CARLOS ANDRÉS LONDOÑO VÉLEZ
Alcalde Municipal

Transcriptor: John Osorio.

SALGAR EN BUENAS MANOS
Dirección: Calle 29 No. 30-17 Palacio Municipal – Código Postal 056470
Teléfono: (57)+(4) 8442330 - Fax: (57)+(4) 8442330 Ext 102 - Email: alcaldia@salgar-antioquia.gov.co

Figura 9: Respuesta a solicitud de ejecución de ejercicio académico

Fuente: Administración Municipal de Salgar - Antioquia

Elaboró: Alcalde Municipal de Salgar - Antioquia

Inicialmente a través de una lista de chequeo se desglosan aspectos de información a examinar para iniciar el estudio de la estructura:



LISTA DE CHEQUEO INVESTIGACIÓN PRELIMINAR		
1. Investigación preliminar	SI	NO
1.1. Fase documentación		
1.1.1. Nombre del proyecto		
1.1.2. Localización geográfica		
1.1.3. Revisión del proyecto original y registros de construcción		
1.1.4. Tipo de estructura		
1.1.4.1. Tipo de cimentación		
1.1.4.2. Sistema estructural		
1.1.5. Propietarios y usos		
1.1.6. Diseñadores y especificaciones del proyecto		
1.1.6.1. Arquitecto		
1.1.6.2. Ingeniero de suelos		
1.1.6.3. Ingeniero estructural		
1.1.6.4. Ingeniero asesor de materiales		
1.1.7. Especificaciones del proyecto		
1.1.7.1. Constructor		
1.1.7.2. Interventor		
1.1.7.3. Proveedores de materiales		
1.1.8. Historial de la estructura		
1.1.8.1. Construcción y puesta en servicio		
1.1.8.2. Vida útil proyectada		
1.1.8.3. Área construida		
1.2. Fase observación en campo		
1.2.1. Daño visible		
1.2.2. Desviaciones visibles y deformaciones intencionales		
1.2.3. Asentamientos en la cimentación		
1.2.4. Nivel freático		
1.2.5. Geometría y materiales estructurales		
1.2.6. Cargas y medio ambiente		
1.2.6.1. Humedad relativa		
1.2.6.2. Temperatura		
1.2.6.3. Presión		
1.2.6.4. Tipo de agua presente		
1.2.6.5. Sustancias agresivas y de concentración		
1.3. Fase toma de datos		
1.3.1. Descripción del sistema estructural		
1.3.2. Levantamiento Planimétrico		
1.3.3. Levantamiento grafico de daños		
1.3.4. Registro fotográfico		
1.3.5. Fichas de calificación del daño		
1.3.6. Planeamiento y definición de ensayos de materiales		

Tabla 2: Lista de Chequeo Investigación Preliminar Estudio Patológico – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Ejemplo Modulo de Peritaje Patológico de la Construcción y Obras Civiles

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio

Como investigación preliminar del caso de estudio, se requirió a la secretaria de planeación y obras públicas de la Administración Municipal de Salgar, información que brindara conocimiento del edificio y sus características físico espaciales, como: Antecedentes del edificio, intervenciones realizadas, Planimetría técnica, etc; cabe indicar que se establece un limitante a la investigación, en el sentido de información previa del mismo, lo anterior dada su inexistencia, sin embargo, se brindó asistencia por parte de dicha secretaria de despacho con un levantamiento digital de la obra, en el cual se detallan plantas, secciones y alzados, no evidenciando planos estructurales, ni fundaciones.

El diagnóstico patológico exhibe deficiencias y deterioro en sus materiales de construcción debido a prácticas de mantenimiento inadecuadas en la cubierta, estas deficiencias han dado lugar a la presencia posterior de problemas tales como humedad descendente, eflorescencias, infiltración de agua, acumulación de suciedad y daños mecánicos en puntos específicos, como aberturas de ventanas y desgaste debido a la antigüedad del material, a pesar de eso, el sistema estructural no evidencia lesiones que comprometan la estabilidad de la obra.

6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente

Se obtuvo la autorización previa de la administración Municipal, lo que nos permitió acceder a la edificación y llevar a cabo el estudio e investigación correspondientes.

6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración

En atención al asunto se indica que para el desarrollo del estudio patológico objeto del caso de estudio, se conforma un equipo multidisciplinario, cuyos perfiles profesionales corresponden a la ingeniería civil y la arquitectura, lo cuales son actualmente estudiantes de la Especialización en Patología de la Construcción.



6.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración

Las exploraciones se desarrollarán a través de ensayos de laboratorio (END) en el segundo semestre de la Especialización en Patología de la Construcción, período 2023 – II.

6.3 HISTORIA CLINICA

La historia clínica proporciona un registro detallado de la salud del caso de estudio, incluyendo antecedentes, síntomas presentes, intervenciones previas y factores ambientales relevantes.

Al considerar estos elementos en conjunto, los profesionales en patología de la construcción pueden obtener una visión más completa de la situación del caso de estudio y realizar un diagnóstico más preciso.

6.3.1 Responsables del estudio

El equipo de trabajo responsable del estudio patológico del caso de estudio corresponde a los siguientes profesionales:

- Arq. Vanessa Canola Pineda, Arquitecta de la Universidad Pontificia Bolivariana – Medellín, actualmente estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.
- Ing. Catalina Orozco, Ingeniera Civil de la Universidad EAFIT – Medellín, actualmente estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.
- Arq. Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto de la Universidad San Buenaventura – Medellín, actualmente estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

6.3.2 Fecha de realización del estudio

El estudio fue desarrollado entre abril y junio de 2023, esto incluye la fase de exploración inicial, que integra, localización del caso de estudio, características físico – espaciales, antecedentes históricos, historia clínica, inspección visual, determinación de las



lesiones evidenciadas, sus causas, afectación, posibles compromisos, diagnóstico patológico y propuestas de intervención.

6.3.3 Datos generales del paciente

A continuación, se relacionan los datos del caso de estudio seleccionado.

6.3.3.1 Nombre

La Casa de Gobierno del Municipio de Salgar – Antioquia, fue seleccionada como caso de estudio para el respectivo estudio patológico.



Figura 10: Fachada sobre la calle 29 - Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (23/05/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; **Vanessa Cañola Pineda**, Arquitecta; **Juan Camilo Gómez Berrio**, Arquitecto



Figura 11: Fachada sobre la Carrera 30 - Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (21/05/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.3.2 Localización

El Caso de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia, en el Municipio de Salgar. **(Departamento, municipio, vereda)**



COLOMBIA



ANTIOQUIA

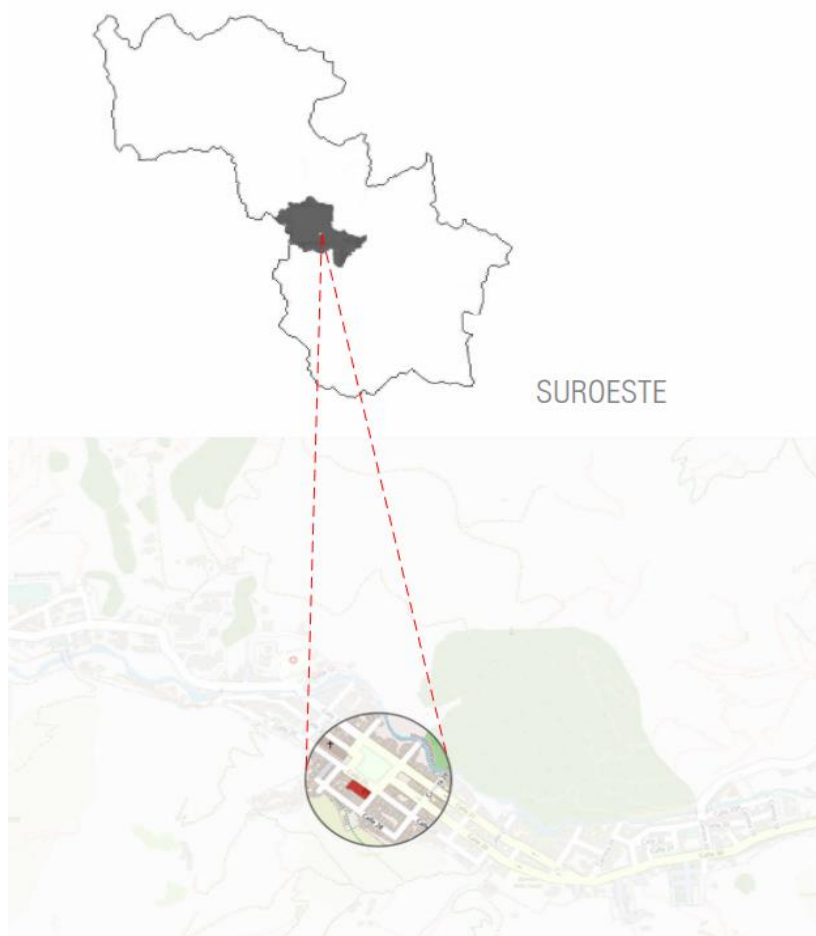


Figura 12: Localización – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Información digital Secretaría de Planeación y Obras Públicas

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

El municipio de Salgar está ubicado a $5^{\circ}57'91''$ de la latitud norte, a $75^{\circ}58'14''$

longitud oeste, al suroccidente del departamento de Antioquia, en límites con el departamento del Chocó.

Se trata de un municipio de categoría 6, el cual se extiende 423 km^2 , con una población de 17.675 habitantes, cuyo 49% se encuentra distribuida en la cabecera municipal (DNP, 2015).

6.3.3.3 Uso

El edificio actualmente cuenta con tres (3) niveles:

- En el nivel -1 que esta sobre la calle 29, se encuentra una oficina de la “*Casa de Gobierno*” (Secretaría de Desarrollo Agropecuario), los demás corresponden a locales comerciales.



- En el nivel 1 se encuentra la oficina de Archivo, la emisora y la veterinaria.
- En el segundo nivel están la oficina del ordenador del gasto, al igual que las secretarías de despacho y el concejo municipal.

Actualmente un espacio de la casa de Gobierno se encuentra en remodelación.



Figura 13: Zonificación Nivel -1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

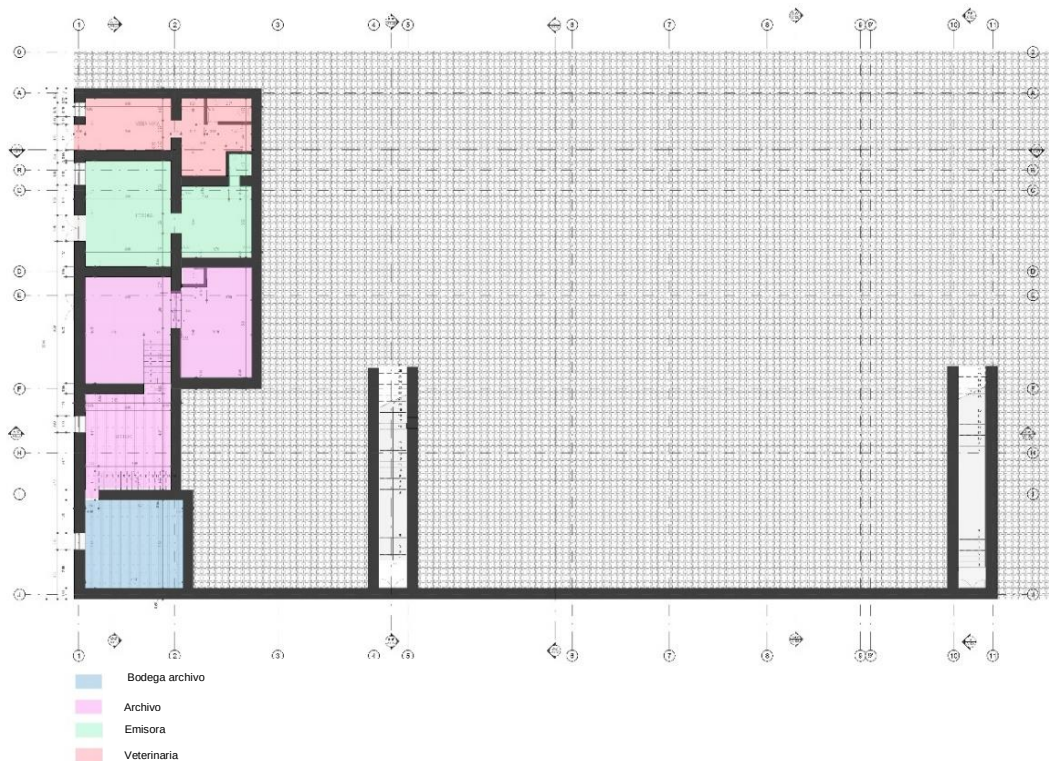


Figura 14: Zonificación Nivel 1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



Figura 15: Zonificación Nivel 2 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



6.3.3.4 Fecha de construcción

Data aproximadamente de 1.903.

6.3.3.5 Sistema constructivo

El sistema constructivo corresponde a tapia pisada en una edificación de época colonial colombiana que representa un método tradicional que involucra la compactación de tierra cruda para erigir muros de carga sin refuerzos.

Este enfoque, característico de la autoconstrucción de la época, utiliza la tapia pisada junto con otros materiales locales como el adobe.

La estructura resultante se completa con una cubierta de tejas de barro a dos aguas y un armazón de madera.

La disposición espacial sigue la tipología de las viviendas coloniales, presentando un diseño que abraza la estética de la época, se encuentra dispuesto sobre cimentación ciclópea, con patios centrales, corredores perimetrales que conforman galerías y, en algunos casos, jardines posteriores que sirven para diversos propósitos auxiliares.

El sistema constructivo de la Alcaldía Municipal en su mayor proporción es de tapia, y el espacio donde está ubicado el patio tres (3) fue construido en bahareque, pero este fue demolido por su estado, y actualmente se encuentra en etapa de remodelación.



Figura 16: Sistema constructivo – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.3.6 Técnica constructiva

La técnica constructiva utilizada fue Tapia Pisada, la cual consistió en el levantamiento de muros estructurales bajo la utilización de encofrados artesanales de madera cuya materia prima corresponde a tierra arcillosa húmeda, la cual se compactaba mediante pisonos de madera.

La construcción se sitúa en un terreno llano y su diseño arquitectónico sigue el estilo de una casa colonial.

En el centro de la estructura se encuentra un patio alrededor del cual se distribuyen los distintos espacios destinados a la vivienda y a servicios.

Cabe precisar que, en otros puntos de la edificación, se observó otro sistema constructivo que corresponde a Bahareque, el cual se basa en la combinación de guaduas que forman un entretejo con un recubrimiento de barro, o en algunos casos, estiércol.



6.3.3.7 Uso actual y previsto del sector

De acuerdo a lo establecido mediante el Esquema de Ordenamiento Territorial aprobado través del Acuerdo N° 063 de Junio 18 de 2000 “*Por el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Salgar - Antioquia*”, dentro de los usos establecidos en el sector, que si bien se encuentra en un proceso de redensificación, cabe destacar el desarrollo de actividades de carácter comercial, de bienes y servicios e institucional ya que en las proximidades al caso de estudio se localiza el Parque Edgar Londoño Ortiz, la iglesia San Juan Evangelista, la Estación de Policía, y la Casa de la Cultura Luis Fernando Vélez Vélez, al igual que un zócalo urbano compuesto por una variedad de restaurantes, cantinas y supermercados.

A continuación, se desglosan los usos en el inmueble:

Nivel -1 sobre la calle 29:

- Secretaría de Desarrollo Agropecuario
- Locales Comerciales

Nivel 1:

- Archivo Municipal
- Emisora Municipal
- Veterinaria Municipal

Nivel 2:

- Comunicaciones
- Secretaría de Gobierno
- Secretaría de Planeación y obras Publicas
- Secretaría de Salud y Desarrollo Comunitario
- Víctimas
- Personería Municipal



- Comisaría de Familia
- Secretaría de Hacienda
- Desarrollo comunitario
- Despacho Municipal
- Inspección Municipal

6.3.3.8 Importancia del paciente

El papel del paciente es fundamental en la práctica de la investigación del posgrado, ya que su participación es esencial para brindar asistencia patológica.

Esto implica llevar a cabo la inspección, recopilar la historia clínica y determinar el diagnóstico inicial necesario para iniciar el tratamiento de daños o fallas, para lograrlo, es crucial organizar, analizar y sintetizar los datos de manera precisa, con el objetivo de obtener un diagnóstico preliminar que refleje la situación de la edificación.

Posteriormente, se realizarán pruebas y ensayos para definir un diagnóstico definitivo y proponer alternativas de tratamiento basadas en los resultados obtenidos.

6.3.3.9 Normativa actual que lo rige

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR - 10 (Adoptado mediante Decreto 926 de Marzo 19 de 2010)
- Decreto 264 de Febrero 12 de 1963.
- Decreto 2358 de Diciembre 26 de 2019.
- Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 2000
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

6.3.4 En la edificación y/o construcción civil:

Se consulta con la Secretaria de Planeación y Obras Públicas del Municipio de Salgar respecto a información que refiere a la construcción de la edificación, sin embargo, se



establece como limitante el acceso a información inicial de construcción de la obra, dada su inexistencia.

Ahora bien, se brindó asistencia por parte de dicha secretaria de despacho con un levantamiento digital de la obra, en el cual se detallan plantas, secciones y alzados.

6.3.4.1 Tipo de cimentación

La cimentación para los muros de carga se estructura mediante bases de concreto ciclópeo, con un sobresaliente que supera el grosor de los muros, con el objetivo de distribuir eficazmente las cargas sobre el terreno.

Es relevante señalar que este diseño prescinde de la incorporación de vigas de concreto reforzado. Desde una perspectiva normativa, la cimentación se concibe como un sistema reticular de vigas que configuran anillos aproximadamente rectangulares en planta, garantizando así la transmisión integral y equilibrada de las cargas desde la superestructura hasta el suelo.

6.3.4.2 Altura

El análisis se centra en una construcción de tres (3) niveles, con una altura máxima que alcanza aproximadamente 4,32 metros hasta la cumbrera de la cubierta.

Cabe resaltar que en el año 2022 existía un piso adicional que elevaba la altura a 9.55m aproximadamente, dicho piso fue demolido por las lesiones graves que este tenía, y por expresa recomendación del Departamento Administrativo del Sistema de Prevención, Atención y Recuperación de Desastres del Departamento de Antioquia –DAPARD.

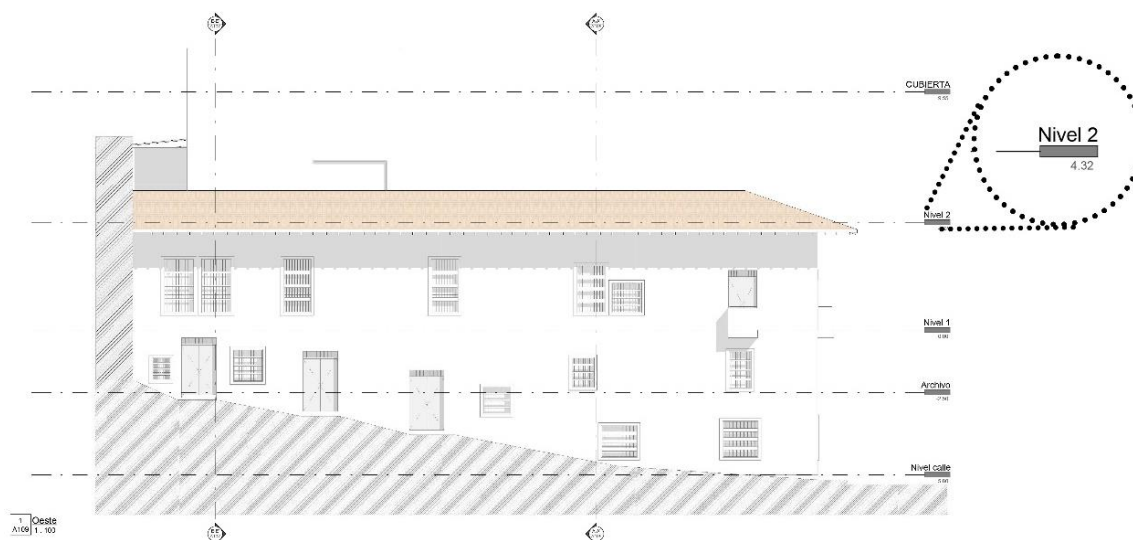


Figura 17: Fachada lateral – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.4.3 Área (número de pisos)

Inicialmente el caso de estudio contaba con 4 niveles, pero por las lesiones que tenían, fue necesario demoler una parte.

El caso de estudio registra un área aproximada de 1.909,91 m², actualmente tiene tres (3) pisos, cuyo piso central cuenta con tres (3) patios.

6.3.4.4 Estado general de construcción

El inmueble se encuentra en un estado de construcción clasificado como MODERADO, no obstante, se destaca una notable afectación por humedad en los elementos de la cubierta y una porción significativa del cielo raso, debido a prácticas de mantenimiento inadecuadas, las cuales han dado lugar a lesiones menores, como el deterioro de los pisos de madera, resultado del uso continuo de la edificación.

Inicialmente concebido con propósitos educativos, la transformación actual de la construcción hacia actividades institucionales de carácter público ha aumentado la exigencia en el uso de los espacios.

Particularmente, la cubierta emerge como el componente más vulnerable, requiriendo una atención detallada en esta investigación, su construcción se erige sobre una estructura de



madera, adoptando una tipología de par y nudillo que es distintiva de las construcciones en mampostería de tierra pisada que se remontan al comienzo del siglo XIX, periodo al cual pertenece la construcción en consideración.

Este diseño de cubierta se desarrolla a través de un entramado principal en madera, soportado por vigas principales que reposan sobre los muros de tapia pisada.

A pesar de que el diseño fundamental de la cubierta se adhiere al principio de par y nudillo, se aprecia un fortalecimiento en el entramado principal mediante la incorporación de costillas suplementarias dispuestas sobre los pares, estas costillas sirven como soporte para la colocación de la cubierta, aportando no solo a la estabilidad estructural, sino también a la atenuación de la inclinación en la que se extienden los faldones del tejado.

Este análisis se enfocará especialmente en la cubierta debido a sus características tradicionales y al proceso de manufactura que demanda una atención específica.

6.3.4.5 Información existente

La siguiente información fue suministrada por la secretaria de Planeación de la Administración Municipal de Salgar:

- Planos Arquitectónicos del proyecto en General

6.3.4.6 Fidelidad de los planos

En el año 2022 se realizó el levantamiento arquitectónico de “*la casa de Gobierno*” del municipio de Salgar, los planos que se adjuntan son obtenidos por medio de la secretaria de Planeación y Obras Públicas del municipio de Salgar, en el Departamento de Antioquia.

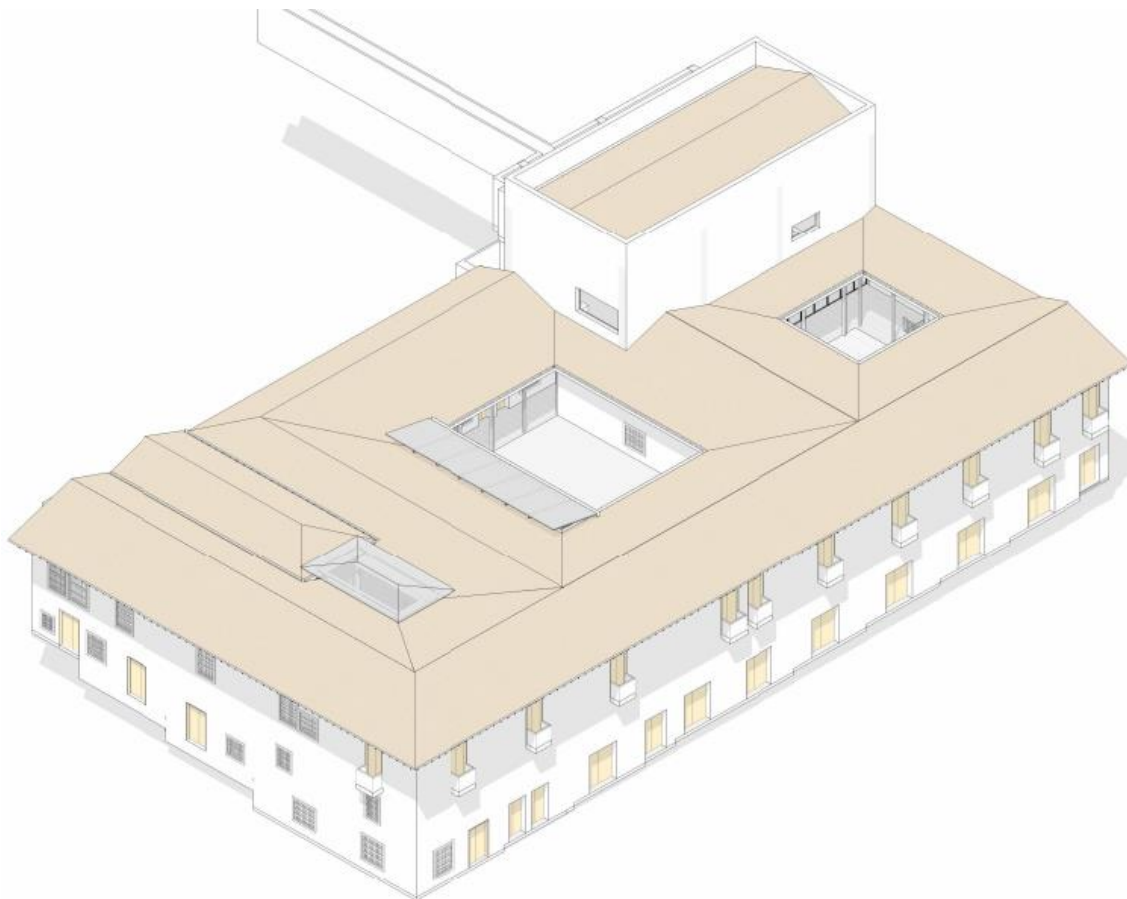


Figura 18: Isométrico – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

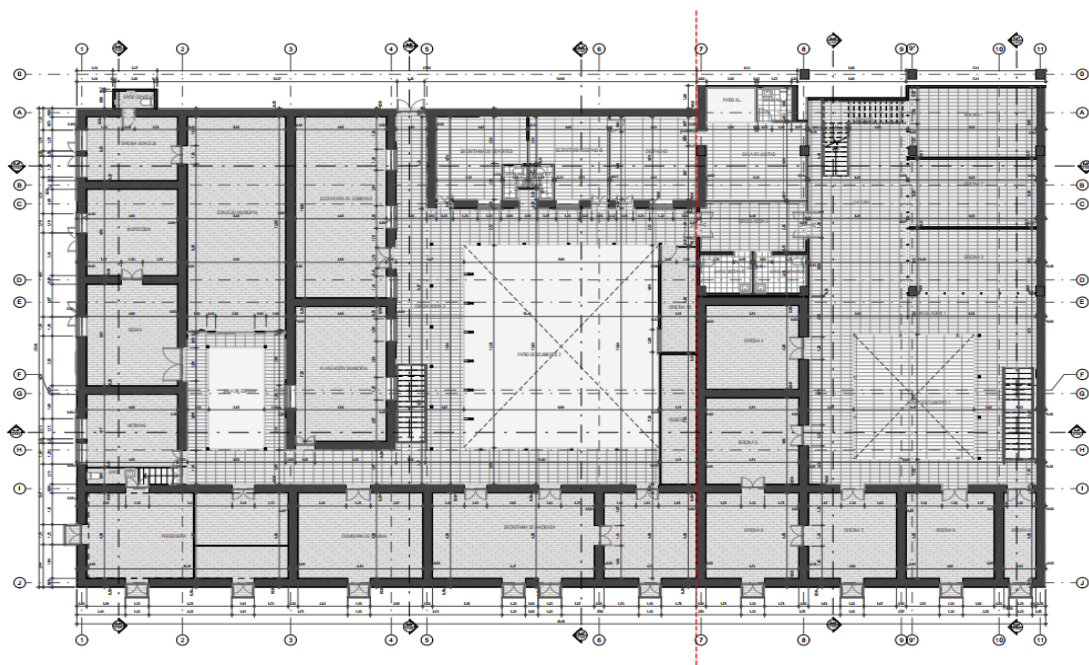


Figura 19: Planta Nivel -1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

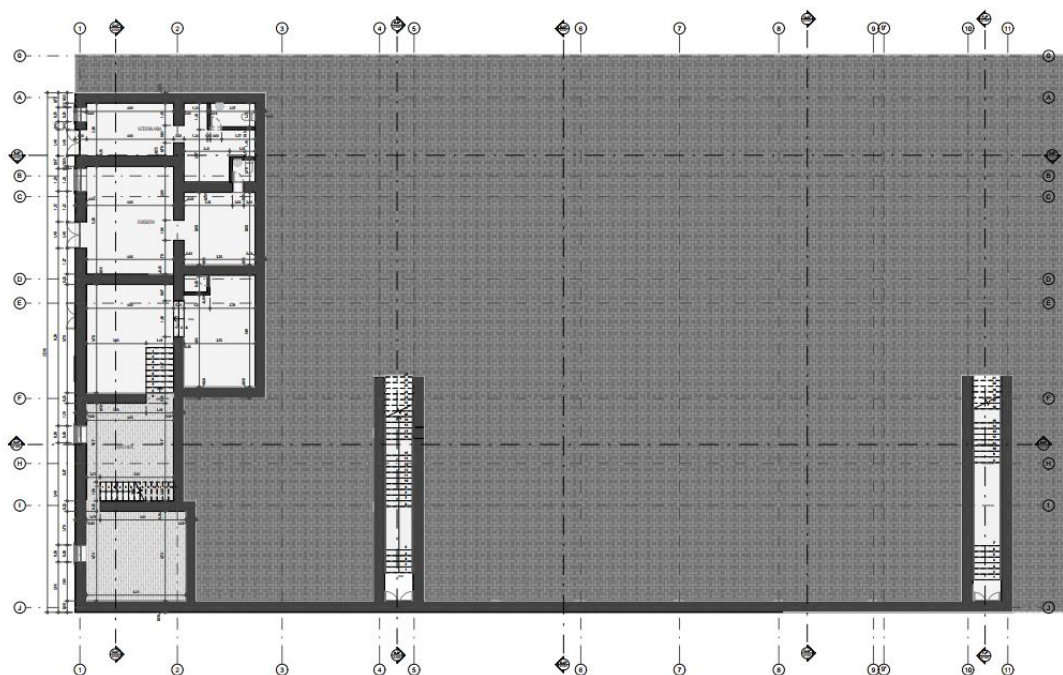


Figura 20: Planta Nivel 1 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

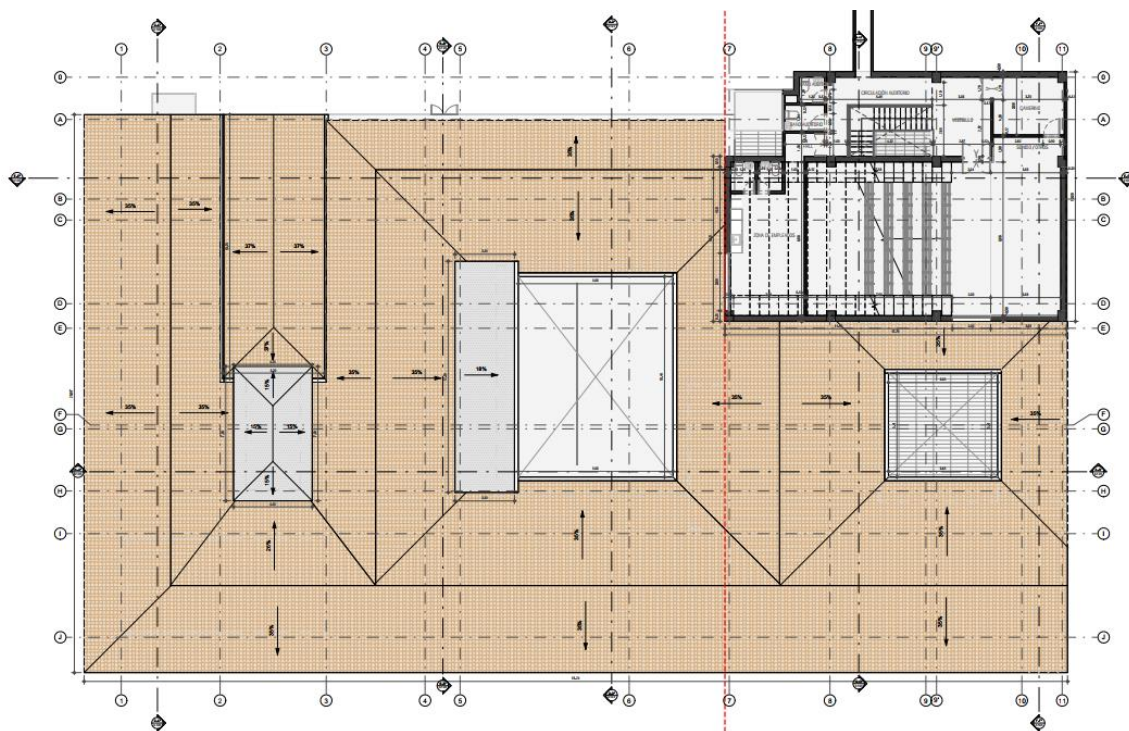


Figura 21: Planta Nivel 2 – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

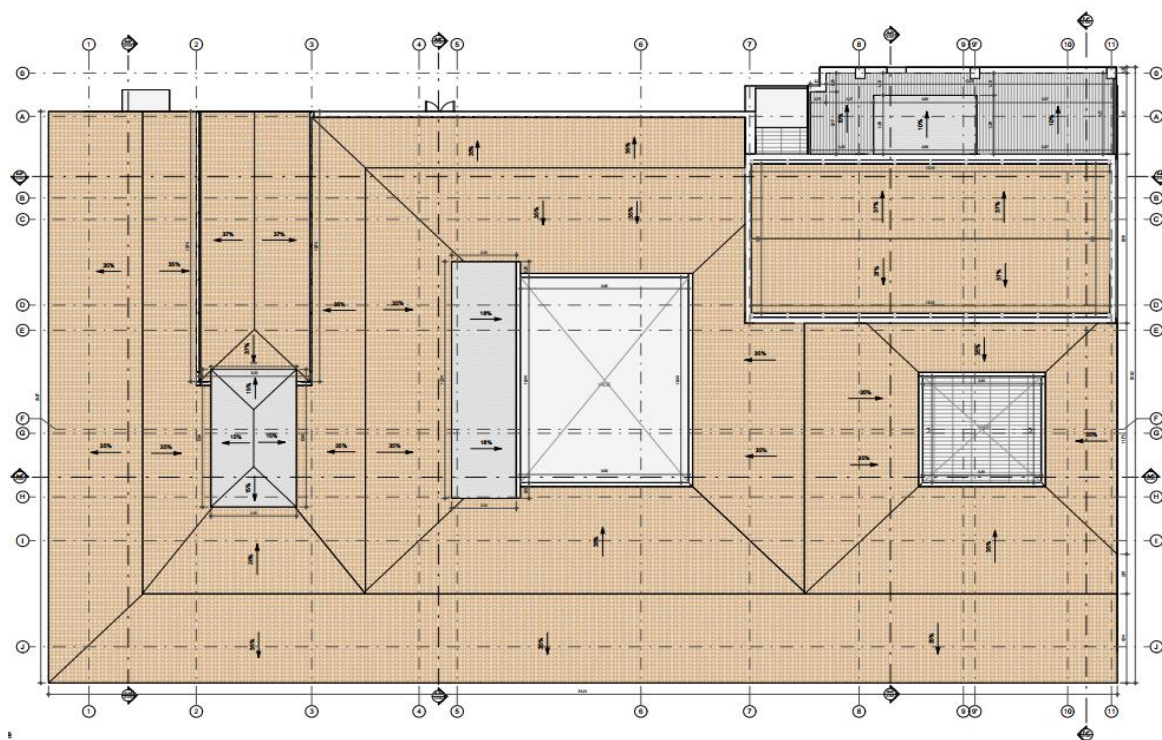


Figura 22: Planta de Cubiertas – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

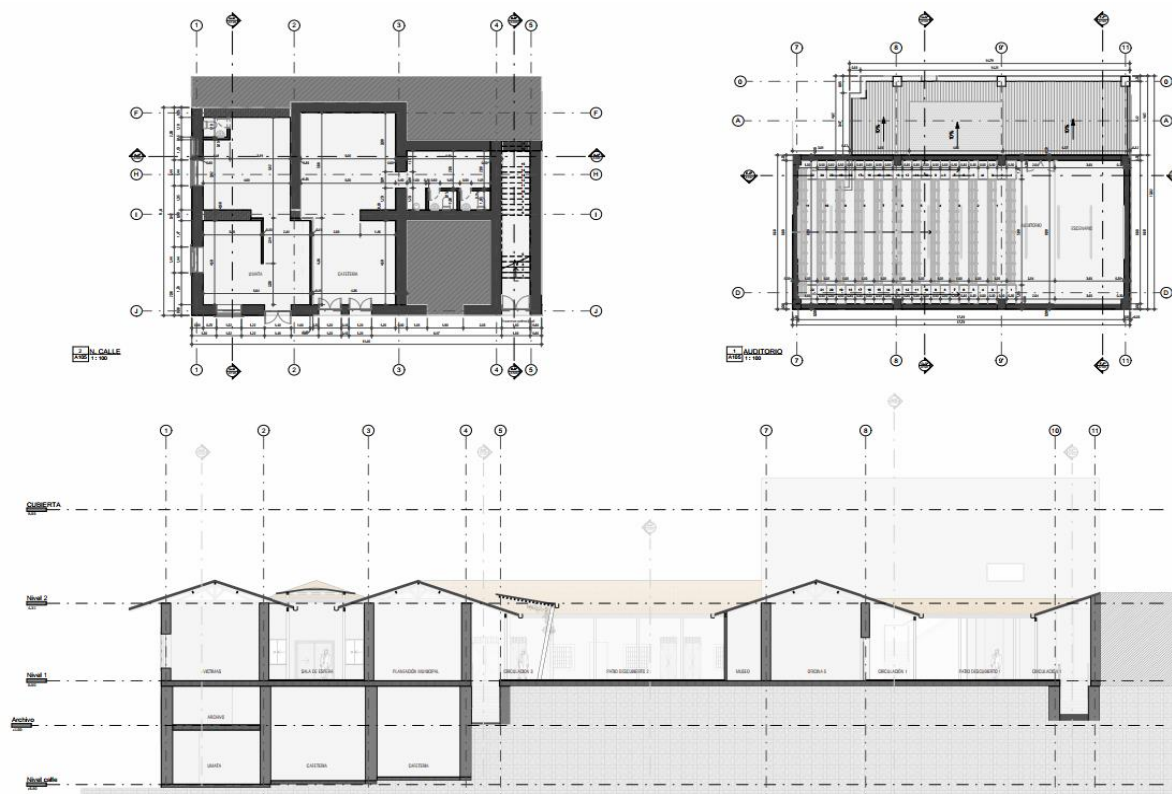
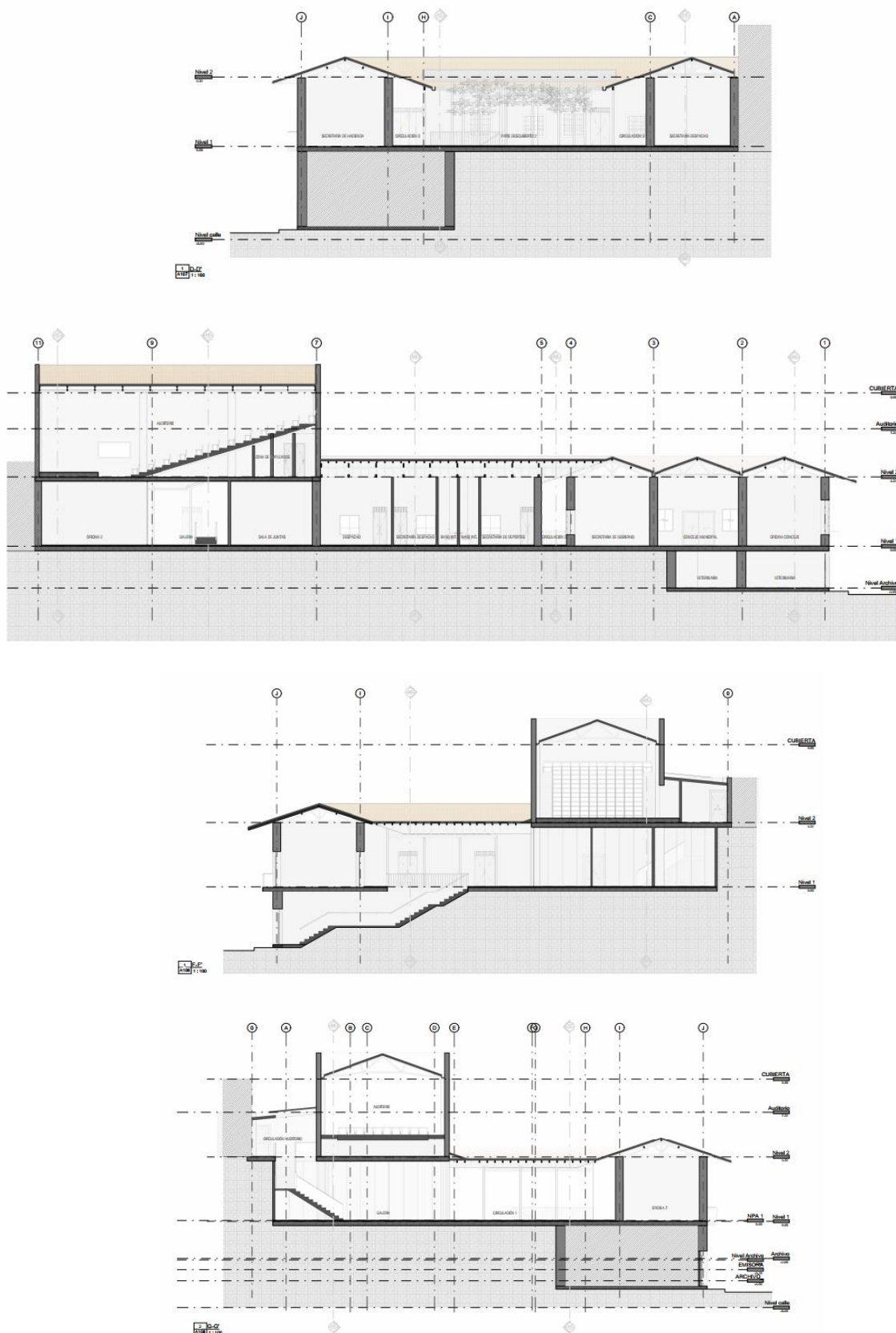
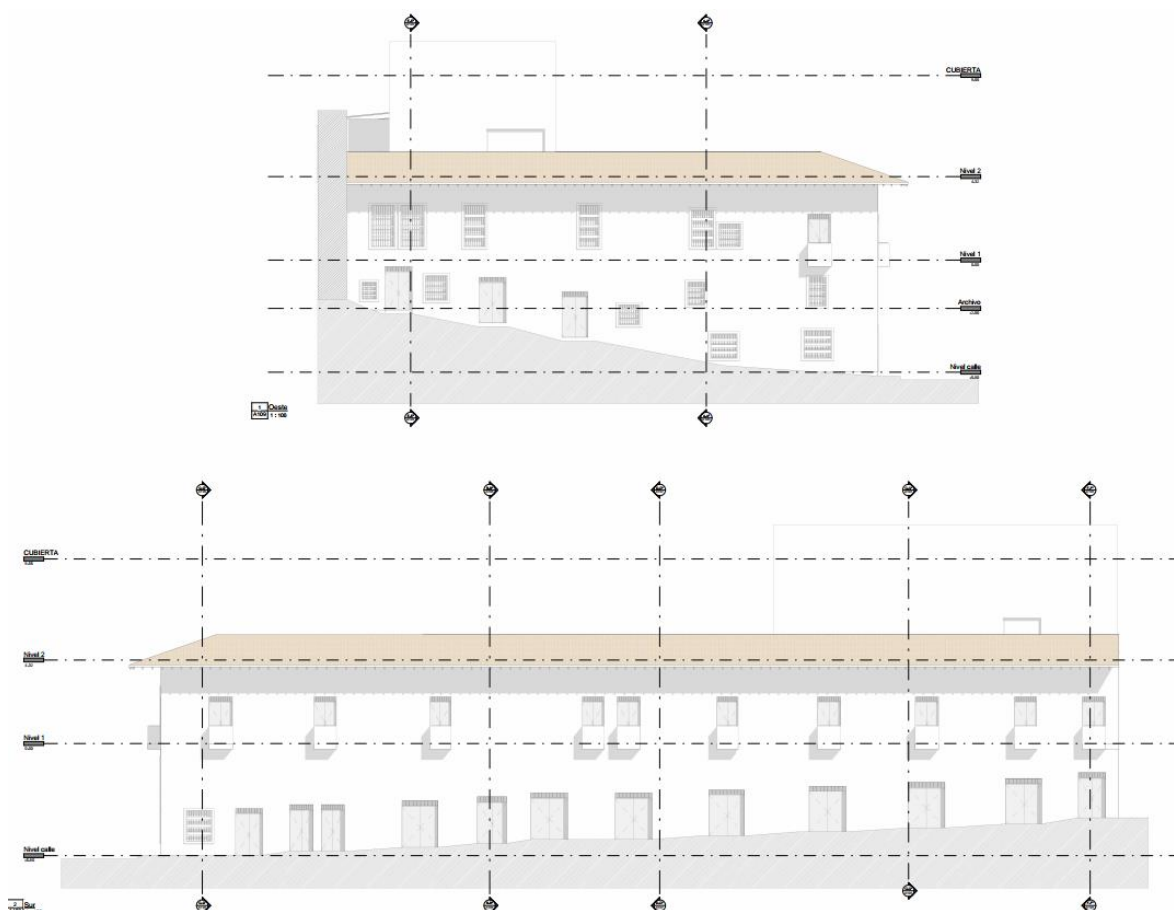


Figura 23: Sección Longitudinal – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar



Figuras 26, 27, 28 y 29: Secciones Longitudinales y Transversales – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar



Figuras 30 y 31: Alzado Lateral y frontal– Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y obras públicas del Municipio de Salgar

6.3.4.7 Constatación del estado del paciente

El caso de estudio presenta diferentes tipos de humedades, como filtración, capilaridad y condensación, que han causado diversas lesiones en la estructura desde una perspectiva patológica.

Las lesiones son causadas por la humedad, la falta de mantenimiento y procedimientos constructivos inadecuados para la protección de los elementos estructurales de las aguas lluvias.

6.3.5 Aplicación patológica

El edificio presenta una edad GERIÁTRICA, toda vez que es una edificación que considera una temporalidad aproximada de 120 años, la cual no consideró en su construcción las normas actuales de sismo resistencia, y se evidencia en las visitas técnicas preliminares a



la obra, presencia de afectaciones en elementos como la cubierta, entre otros, que podrían comprometer la estructura y seguridad de las personas.

6.3.5.1 Geriátrica

El enfoque patológico para el edificio Casa de Gobierno de Salgar es GERIÁTRICO, toda vez que los elementos constructivos y unidades que componen el edificio conservan una funcionalidad, pero la durabilidad e integridad de estos están en un estado de vulnerabilidad dada su vetustez.

Esto implica que, se deba realizar la revisión de la calidad de los materiales que lo constituyen, reconocer el proceso, origen, causas, evolución y síntomas de las lesiones que el edificio muestra, y con esto determinar la estrategia de reparación.

6.3.6 Datos específicos de las lesiones

A continuación, se detallan las lesiones, su correspondiente localización y afectaciones.

6.3.6.1 Afectaciones

Se evidenciaron:

- Afectaciones físicas por humedad y por suciedad.
- Afectaciones mecánicas por acabado de fisuramientos.
- Afectaciones químicas por eflorescencias y organismos vegetales.

6.3.6.2 Localización y levantamiento de daños

La investigación se llevó a cabo mediante el análisis de diversos elementos estructurales presentes en la edificación, entre los que se incluyen los pisos, los muros de tapia pisada, las columnas y vigas de madera, los acabados, así como el cielo falso y la cubierta.

La evaluación de aspectos físicos y mecánicos, así como el análisis de la composición y estructura de los materiales, se encuentra detallada en las Fichas de Calificación de Lesiones, las cuales están adjuntas en este documento.



A continuación se desglosa la localización y los daños presentes en los elementos del inmueble:

Localización: Nivel -1

Descripción de las lesiones:

- Presencia de humedad por filtración y capilaridad.



Figura 32: Detalle eflorescencia en mampostería

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

Localización: Nivel 1

Descripción de las lesiones:

- Se evidencia fisuramiento transversal en muros, con longitudes que oscilan los 2 metros lineales.



Figura 33: Detalle fisuramiento transversal en muros

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

- Los muros en tapia presentan fisuras transversales de varias longitudes y desprendimiento de capas, no evidenciando asentamientos diferenciales, sin embargo, se evidencia afectación por presencia de humedad por filtración accidental, situación que configura una condición de vulnerabilidad y riesgo ante la interacción de factores bióticos o antrópicos.



Figura 34: Detalle afectación en muro tapia de fachada.

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



Localización: Nivel 2

Descripción de las lesiones:

- Se evidencia una cubierta en teja de barro, con entramado de caña brava, en condiciones precarias que dejan ver compromiso en el estado de la estructura de madera y del cielo falso.



Figura 35: Detalle afectación por flexión y desprendimiento estructura cubierta en madera.

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



Figura 36: Detalle traslapes irregulares de alfaridas

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

- Se observa una afectación a las columnas en madera asociados a ataques de insectos coleópteros y xilófagos.



Figura 37: Detalle afectación de columna en madera por insectos

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



- Se observa un deficiente sistema de recolección de aguas lluvias, entre los que se cuentan canoas y bajantes en regular estado, adicionalmente, se evidencia inadecuado mantenimiento preventivo de la estructura.



Figura 38: Detalle humedad cubierta y deficiente sistema de recolección de aguas lluvias

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

- Se evidencia desprendimiento parcial del cielo falso en madera, al igual que el pañete y acabado arquitectónico, con posible riesgo de colapso.



Figura 39: Detalle desprendimiento parcial de cielo falso en madera

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



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

Una de las principales causas físicas directas que contribuyen significativamente a la generación de defectos y lesiones en el caso de estudio corresponde a prácticas inadecuadas e insuficientes de mantenimiento en varios de los elementos del inmueble, así como los agentes atmosféricos, esto es, la precipitación pluvial.

Estas lesiones se producen debido a la falta de métodos constructivos eficientes y un mantenimiento inadecuado en la edificación, lo cual impide una evacuación efectiva de dicha precipitación, como resultado, se han observado diversas manifestaciones de daños, como filtraciones y acumulaciones de agua, que han ocasionado una variedad de lesiones.

Las lesiones físicas que se han observado son el resultado de filtraciones primarias y secundarias, así como de acumulación de suciedad debido a la falta de lavado de fachadas y muros.

Un factor directo de estas lesiones es la diversidad de materiales, especialmente evidente en el caso estudiado donde se emplearon dos (2) sistemas constructivos diferentes, la tapia y el bahareque, en momentos distintos y sin una correcta integración para prevenir la acumulación de agua y suciedad.

Las lesiones mecánicas que se han generado se han clasificado como grietas primarias en los acabados, así como desprendimientos primarios en la estructura de cubierta y cielos falsos debido a los acabados de los elementos.

6.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente

La patología más relevante en el caso de estudio es la humedad de varias tipologías, es decir, por filtración, debido a su presencia constante en el paciente, se evidencia en varios recintos bajo las siguientes características:

- La patología que reviste mayor importancia, se evidencia en el elemento de la cubierta, la



cual se observa un compromiso de la estructura de cubierta en madera, cuyas características corresponden a cubierta en teja de barro, con entramado de caña brava, cabe anotar que si bien se evidencia falta de mantenimiento preventivo y correctivo en la misma, de igual manera se observan alfardas de diferentes espesores.

- Las canoas y bajantes en PVC localizados en el contorno de la cubierta exhiben un estado de elevado deterioro, caracterizado por la corrosión de los elementos horizontales (canales) y bajantes, en ciertos sectores, se observa la pérdida total de estos elementos, con soportes sueltos, corroídos y oxidados, este deterioro tiene como consecuencia un impacto directo en la estructura de madera a la cual están ancladas, generando humedad directa sobre las soleras y propiciando su deterioro y pudrición en áreas específicas.
- La cubierta, debido a la ausencia o deficiencia en su mantenimiento, exhibe imperfecciones considerables, presencia de vegetación y elementos orgánicos., a nivel interno, se manifiesta el desprendimiento del pañete, junto con manchas y suciedad causadas por filtraciones que han provocado el desprendimiento del cielo raso, consecuencia de la humedad que desciende desde la cubierta, con posible riesgo de colapso de la misma.
- Presencia de humedad por filtración en varios muros de tapia pisada.
- Presencia de xilófagos y fungi en columnas de madera, al igual que en puntos de la cubierta.
- Fisuramiento transversal en muros, con longitudes que oscilan los 2 metros lineales.
- Fisuramiento transversal y longitudinal en la losa de concreto del patio central, ubicada en el nivel 2.

6.3.8 Clasificación y origen de las patologías

La historia clínica del caso de estudio se desarrolló a partir de unas fichas resumen en las cuales se clasifican sus antecedentes, se diagnostica el posible daño y se califican



visualmente las lesiones halladas. (Adjuntas a este documento)

6.3.9 Datos generales del entorno

Se define el emplazamiento del caso de estudio en la trama urbana, y se analiza su entorno como criterio para el diagnóstico de las lesiones

6.3.9.1 Edificaciones u obras vecinas

El caso de estudio se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Salgar, adjunto a los equipamientos urbanos públicos más importantes, como el parque principal y la iglesia San Juan Evangelista.

El tejido urbano de la trama en damero corresponde a vivienda y equipamientos comerciales, como restaurantes y locales.

En la fachada posterior del caso de estudio se evidencia la ludoteca municipal, construida en el año 2019.

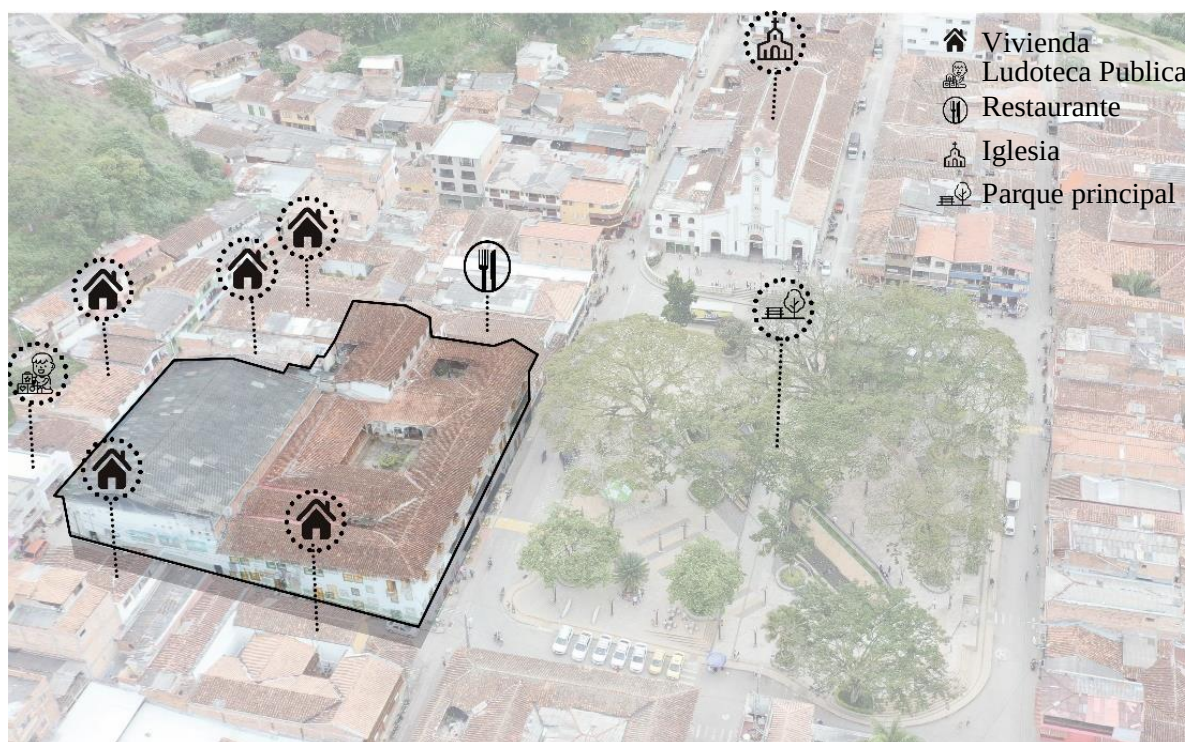


Figura 40: Esquema Edificaciones vecinas – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (04/05/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



6.3.9.2 Medio ambiente

FLORA:

- 1.803 individuos
- 84 familias reportadas, gran diversidad (Melastomataceae 14,77%, seguida de Rubiaceae con 9,40% y Cytheaceae con 5,86%).
- Según IUCN y los libros rojos se tienen helechos arborescentes de gran valor en la preservación de los recursos hídricos, con dos géneros: Alsophila y Cyathea, con diferentes especies y un gran número de ejemplares.
- Las especies en peligro de desaparición son: Ormosia sp (guamo), Ladembergia macrocarpa (azuceno), Cinchona pubescens (quinina roja o cascarilla)
- Las especies vulnerables: Hieronyma antioquensis (candelo).
- Es mayor la biodiversidad de Cerro Plateado que del Alto San José, donde además la intervención y presión sobre las maderas valiosas, como Lauraceae, es mucho mayor.

FAUNA:

En el Alto San José se registraron un total de 19 especies de Mastofauna, en Cerro Plateado 29 con la mayor variedad de especies mamíferas y en la Cuchilla 12.

- Los mamíferos más amenazados son:

El oso andino, el jaguar, el puma, el ñeque, los venados, la tatabra, el tigrillo y el perro de monte.

- Avifauna: 54 especies en el Cerro San José, 70 en Cerro Plateado y 30 especies en la Cuchilla.
- Las únicas especies endémicas para la cordillera occidental y central fueron la Odonthophorus hyperthrus, perteneciente al orden Galliformes, y la familia



Phasianidae, llamada comúnmente perdiz.

- Herpetofauna: 11 especies en el Alto San José, 10 en el Cerro Plateado y 9 en la Cuchilla.

La anterior información se recuperó de

<https://salgar-antioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>

6.3.9.3 Temperatura

La temperatura del municipio es de 23°C



Tabla 3: Representación de la temperatura y precipitaciones medias en el municipio

Fuente: <https://www.meteoblue.com/>

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

La "*máxima diaria media*" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Salgar, del mismo modo, "*mínimo diario media*" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

El Municipio de Salgar cuenta con un régimen de precipitaciones bimodal donde alcanza sus picos en los meses de mayo y octubre.

Lo anterior fue tomado de Plan de contingencia para incendios forestales municipio de Salgar - Antioquia.



6.3.9.4 Precipitaciones

La precipitación promedio del municipio es de 300mm.

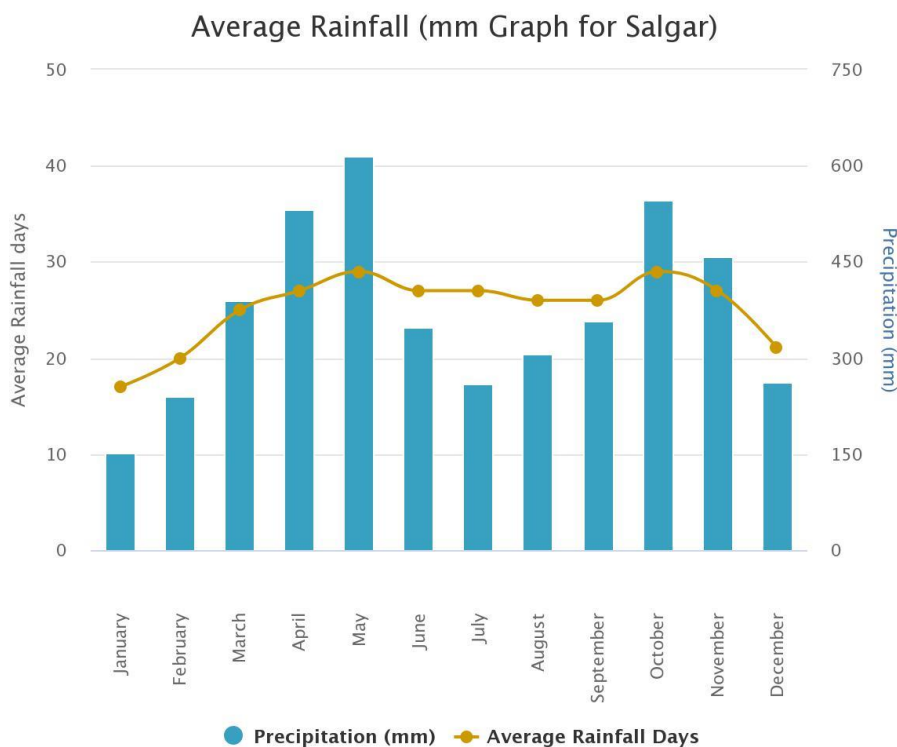


Tabla 4: Representación de las precipitaciones medias en el municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: <https://www.worldweatheronline.com/salgar-weather-averages/antioquia/co.aspx>

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.9.5 Nivel freático y escorrentías

En correspondencia con la hidrología, el Municipio de Salgar se ha caracterizado por su riqueza en agua, tanto por quebradas y ríos.

La quebrada La Liboriana es una de las principales, ya que, rodea un costado de la cabecera municipal (Zona urbana), por sus antecedentes tiene un monitoreo constante por parte de la autoridad competente.

La quebrada la Liboriana en el año 2015 provocó una avenida torrencial donde hubo muertos y desaparecidos.

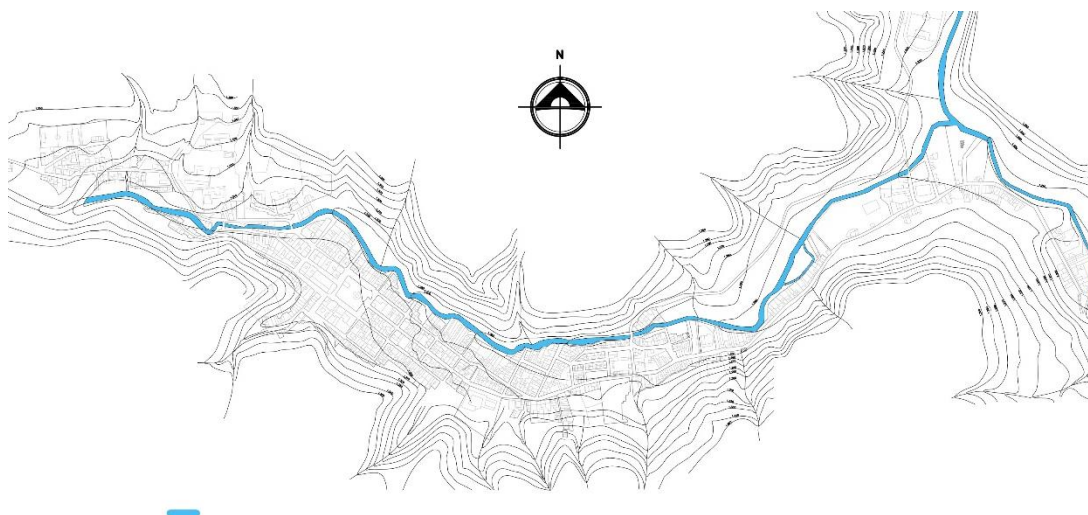


Figura 41: Quebrada la Liboriana

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.10 Arquitectura

La Casa de Gobierno se ubica en el casco urbano del Municipio de salgar, se emplaza en una esquina, entre la Calle 29 y la Carrera 30.

Tipológicamente corresponde a un edificio público, de dos (2) niveles y un (1) Subnivel, en el cual su zócalo urbano es de carácter comercial.

La composición espacial del edificio se desglosa en tres (3) niveles, los cuales albergan locales comerciales, la emisora municipal, el archivo municipal, las secretarías de despacho y la oficina del ordenador del gasto, cabe indicar que no cuenta con parqueaderos.



Figura 42: Registro Fotográfico sin fecha – Visual Fachada desde el Parque Principal - Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar

Fuente: Biblioteca Municipal de Salgar

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



Figura 43: Registro Fotográfico sin fecha – Fachada por la Calle 29 - Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar

Fuente: Biblioteca Municipal de Salgar

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



Figura 44: Registro Fotográfico sin fecha – visual Fachada por la Calle 29- Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar

Fuente: Biblioteca Municipal de Salgar

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.3.10.1 Calificación:

El Caso de estudio por su antigüedad, tiene lesiones que por los años no han sido reparadas, está construida en tapia.

Cuenta con tres (3) patios, donde está ubicado el tercer patio se encuentra en reconstrucción por su alto deterioro, al realizar la inspección visual se puede observar diferentes lesiones y esto nos hace determinar el estado de la edificación y es MODERADO.

6.3.10.2 Estilo arquitectónico

Esta construcción representativa de los estilos colonial y republicano, exhibe una estructura constituida por componentes de madera, muros edificados mediante la técnica de tapia pisada y una cubierta formada por tejas de barro.

Las características intrínsecas de esta edificación, en conjunto con la información relativa a sus años de construcción, indican un estilo arquitectónico claramente colonial. Este se distingue por la preponderancia de métodos constructivos como la tapia y el bahareque, la



presencia de patios internos, cubiertas notables de considerable altura elaboradas con tejas de barro, así como la presencia de puertas y balcones de generosas dimensiones fabricados en madera.

6.3.10.3 Contexto histórico

El caso de estudio se encuentra ubicado en una zona sin demarcación histórica.

6.3.10.4 Contexto Social

De acuerdo a la investigación preliminar de los antecedentes de la edificación, de acuerdo a entrevistas realizadas a varios residentes del municipio, específicamente del casco urbano, uno de sus usos correspondió a un equipamiento colectivo como institución educativa, y posteriormente, surgió la necesidad de constituirse como la actual casa de gobierno o sede de la Administración Municipal de Salgar.

6.3.10.5 Monumento de conservación

No Aplica

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

La estructura arquitectónica, clasificada como de tipo republicano, se compone mayormente de tapia pisada, con algunos muros perimetrales de linderos construidos en adobe.

Esta edificación reposa sobre una cimentación ciclópea y presenta una cubierta de teja de barro sostenida por una estructura de madera.

La tipología de la casa se caracteriza por un diseño de patio central, donde la estructura destaca por el detallado trabajo en las maderas que conforman los pilares perimetrales del patio principal y posterior.

La construcción de la Casa de Gobierno se llevó a cabo mediante el método de tapia pisada, que implica compactar tierra preparada en un encofrado por capas.

La calidad de la tierra es crucial, y se estima que la composición ideal incluye gravilla



(0-15%), arena (40-50%), limo (20-35%), y arcilla (15-25%).

Cabe indicar que se evidencia tapia pisada con excelente comportamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y durabilidad a largo plazo.

6.3.11 Estructura

Cimentación: La cimentación consiste en vigas corridas en piedra y material de relleno barro y argamasa de arena y cal.

En general la profundidad de la cimentación alcanza el suelo firme por debajo de la capa orgánica.

Las rocas que constituyen el material principal de la cimentación pueden ser de tipo anguloso, redondeado o una mezcla de los dos.

En el sistema de cimentación, de acuerdo con los análisis realizados, se evidencian lesiones producidas por la presencia de filtraciones al no contar con un sistema de drenaje adecuado que recoja las aguas de escorrentía y las aguas superficiales, esto ha originado humedades por capilaridad ascendente desde la cimentación hacia los muros y las columnas, no se presentan fallas en la cimentación generadas por asentamientos de la misma construcción.

Muros: El sistema estructural evidenciado corresponde a muros de carga, constituidos por tapia pisada, se complementa en algunas partes con una estructura puntual de columnas de base redonda o cuadrada en madera, que sirven de soporte a la cubierta.

Cubierta: Cubierta en madera compuesta de cuatro (4) faldones inclinados que se encuentran en aristas o limatesas salientes inclinadas.

6.3.11.1 Calificación:

- **Tapia Pisada / Bahareque:**

Es una técnica constructiva que implica la formación de muros mediante la compactación de tierra mediante golpes con un pisón dispuesto en un encofrado, facilitando



así el proceso de compactación por capas.

Es importante señalar que el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10, que constituye la normativa vigente en el país, no incluye disposiciones para la evaluación de este tipo de edificaciones.

Por lo tanto, la obtención o autorización de permisos para realizar reconocimientos, reforzamientos o expansiones planificadas es discrecional por parte de la Secretaria de Planeación y Obras Publicas de la Administración Municipal de Salgar.

- **Madera:**

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10, Título G que refiere a estructuras en madera, se incorpora que el uso del sistema estructural de madera presenta ventajas significativas en la construcción de viviendas de 1 o 2 pisos. (b) En el Sistema de Poste y Viga, los soportes verticales o columnas se distribuyen a distancias relativamente amplias y se conectan con vigas maestras, las cuales a su vez sostienen viguetas o cerchas que soportan el peso del entrepiso o la cubierta.

Este diseño implica esfuerzos notables en la madera, lo que demanda secciones considerables, a medida que se diseñan las cargas sobre la cimentación, se requiere un análisis de arriostramientos, muros de corte o diafragmas para contrarrestar las fuerzas generadas por viento y sismos.

Es importante señalar que el sistema estructural no exhibe grietas, fallas, asentamientos ni empujes laterales que comprometan la integridad portante del inmueble.

6.3.11.2 Por diseño y construcción

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10, Título A, Capítulo A10, que refiere a *EVALUACION E INTERVENCION DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSION DEL REGLAMENTO*, numeral A.10.2.2 – *ESTADO DEL SISTEMA*



ESTRUCTURAL, en concordancia con el literal A.10.2.2.1 – **CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN. DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL**, la construcción corresponde a tapia pisada, erigida aproximadamente en el año 1902, ha sido evaluada considerando la tecnología disponible en esa época.

La revisión revela un potencial de comportamiento estructural REGULAR, que si bien se observa una distribución uniforme de la masa y rigidez, se evidencian elementos clave como anclajes y amarres a su sistema estructural que posibilitan la estabilidad de la estructura, lo anterior considerando que su construcciones previa a la normativa de Construcción Sismo Resistente actual.

Dada la antigüedad de la construcción, la calificación resultante de la calidad del diseño y la ejecución de la estructura original se clasifica como REGULAR.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar cuidadosamente las características inherentes a las construcciones antiguas y la necesidad de implementar medidas adecuadas para mejorar su resiliencia y sostenibilidad estructural en el futuro.

6.3.11.3 Por estado de la estructura

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10, Título A, Capítulo A10, que refiere a *EVALUACION E INTERVENCION DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSION DEL REGLAMENTO*, numeral A.10.2.2 – **ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**, en concordancia con el literal A.10.2.2.2 – **ESTADO DE LA ESTRUCTURA**, esta evaluación se determina una calificación del estado actual de la estructura como REGULAR, lo anterior fundamentado en diversos aspectos críticos, entre ellos la posible influencia de sismos, fisuramientos originados por cambios térmicos, posibles reformas y el estado de los elementos de unión, entre otros factores determinantes.

La clasificación de la estructura existente se ha formulado considerando la escala de



REGULAR, este análisis integral subraya la necesidad de abordar medidas correctivas y de restauración, resaltando la importancia de preservar la integridad estructural y la seguridad a largo plazo de la edificación en cuestión.

6.3.12 Suelos y Cimentaciones

La cimentación corresponde a vigas continuas de piedra (ciclópea) con un espesor equivalente al de los muros de tapia pisada, que tienen aproximadamente 48 a 50 cm de espesor.

6.3.12.1 Geología general del paciente

El marco tectónico regional coincide con el emplazamiento de un arco continental en la margen oeste de la Cordillera Occidental durante el Neógeno, conocido como el arco Chocó-Panamá.

El Batolito de Farallones representa la evolución al oriente del arco magmático, que al formarse instruye rocas sedimentarias e ígneas pertenecientes al grupo Cañas Gordas.

El basamento está constituido por rocas sedimentarias pelíticas como limolitas y arenitas deformadas tectónicamente, las cuales están clasificadas dentro de la nomenclatura estratigráfica como pertenecientes al miembro Urrao, de la Formación Penderisco, del grupo Cañas Gordas.

Esta unidad durante el proceso orogénico fue intruida por rocas magmáticas calcoalcalinas conformadas por el Batolito de Farallones (Calle, 1980) y, posteriormente, por cuellos volcánicos y subvolcánicos de diatremas de composición dacítica.

6.3.12.2 Estudio de suelos realizado en el paciente

Si bien no se evidencia a la fecha de esta actuación, estudios geotécnicos en el paciente, se integra un estudio de suelos ejecutado en un predio cercano, realizado en Abril 25 de 2023, por el Ing Civil JUAN CARLOS RIVERA OSORNO, el cual hace parte como anexo



a esta investigación.

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de cuatro perforaciones localizadas estratégicamente, de estos sondeos se hace una descripción y en los anexos, se presenta cada uno de los registros campo, donde se indican la descripción de las muestras recuperadas, la posición del nivel freático, la secuencia estratigráfica y demás detalles pertinentes.

La selección de los sitios a explorar respondió a las necesidades de conocer la distribución de los suelos en profundidad, según las condiciones geológicas y geomorfológicas reconocidas.

Las perforaciones se realizaron mediante el sistema de percusión, en las cuales, se tomaron muestras para ensayos de laboratorio.

Adicionalmente se hizo una inspección en los alrededores de cada una de las zonas exploradas para verificar la presencia de áreas inestables cerca de cada región de intereses.

Se exploraron los sectores dentro de la zona de intereses, las muestras se describieron visualmente, donde se anotó la clasificación de campo, el color, la plasticidad, la consistencia, el cambio de estrato y demás observaciones complementarias.

Las muestras de las cucharas se empacaron en bolsas plásticas y fueron enviadas al laboratorio inmediatamente para el análisis de laboratorio.

Los S.P.T se llevaron a cabo con un martillo de seguridad de 0.62 KN de peso, que se dejaba caer desde una altura de 0.76 m (párrafo 5.4.1 de la norma ASTM D 1586-92), a intervalos de aproximadamente 1.25 m.

El valor de la resistencia a la penetración estándar (valor de N) se obtuvo como el número de golpes requerido para introducir la cuchara (Split barrel sampler) 305 mm, después de hacerla penetrar 150 mm. Una vez determinado el valor de N, la cuchara se penetraba 305 mm adicionales con el fin de obtener una mayor cantidad de muestra y así confirmar la



continuidad del estrato.

Las muestras se recobraron en tubos de pared delgada tipo Shelby de 76 mm de diámetro exterior (A.S.T.M D 1587), hincados a presión, y en cucharas (Split-barrelsampler) de 50.8 mm de diámetro exterior, 38.1 mm de diámetro interior y un tubo muestreado de 700 mm de longitud (norma A.S.T.M D 1586, aprobada en 1992), penetradas para el S.P.T.

En lo que respecta a las características físico mecánicas del terreno, los suelos analizados, donde se apoya la estructura, no presentan dispersión considerable de las condiciones físico-mecánicas, se clasifican, según criterios de la clasificación unificada de suelos U.S.C.S.

6.3.12.3 Tipo de cimentación realizada

La cimentación corresponde a vigas continuas de piedra (ciclópea) con un espesor equivalente al de los muros de tapia pisada, que tienen aproximadamente 48 a 50 cm de espesor.

6.4 DIAGNÓSTICO

La Casa de Gobierno exhibe deficiencias y deterioro en sus materiales de construcción debido a falta de mantenimiento o intervenciones inadecuadas en la cubierta, estas deficiencias han dado lugar a la presencia posterior de problemas tales como humedad descendente por gravedad, eflorescencias, infiltración de agua, acumulación de suciedad y daños mecánicos en puntos específicos, como aberturas de ventanas y desgaste debido a la antigüedad del material.

El análisis del entorno revela que la ubicación geográfica de la edificación y las condiciones climáticas locales, que incluyen fuertes precipitaciones y alta humedad relativa, son factores contribuyentes significativos a la problemática, además, evidencia problemas de diseño debido a la falta de un adecuado sistema de drenaje y el desgaste natural de los materiales de construcción debido a la antigüedad de la edificación (aproximadamente 120



años) han agravado la situación.

Para determinar la causa raíz de las humedades, se requiere un análisis más detallado, incluyendo la identificación de posibles puntos de entrada de agua, evaluación de los sistemas de impermeabilización y, en su caso, la revisión de posibles daños en la estructura que pudieran permitir la infiltración de agua.

La causa patológica principal se manifiesta en la cubierta, que evidencia filtraciones de agua que han conducido a un deterioro estructural significativo en la madera del elemento, que se encuentra en un estado grave de vulnerabilidad.

Se ha observado suciedad y descomposición en los elementos más expuestos a la causa primaria, como las inclemencias del tiempo y el agotamiento de la vida útil del material.

Durante la inspección inicial, se observó que múltiples áreas de la edificación presentan daños estructurales y estéticos debido a la infiltración de agua, y prácticas inadecuadas de reposición de elementos de madera en longitud y ancho.

Además, se identificaron signos de deterioro en los revestimientos y acabados interiores, lo que apunta a un riesgo de daños a largo plazo en la integridad de la edificación.

Esta patología ha generado la formación de grietas, pérdida de material y la presencia de organismos en el cielo raso y la estructura de madera.

Se ha constatado que las humedades por filtración están afectando principalmente a las áreas más expuestas a la intemperie y las zonas donde la estructura presenta deficiencias.

Estas infiltraciones pueden estar relacionadas con la falta de un adecuado sistema de drenaje y con la antigüedad de la construcción.

Cabe indicar que la situación actual pone en riesgo la durabilidad y seguridad de la edificación objeto de estudio, así como su valor histórico y patrimonial.

Nuestra tarea en este estudio patológico es identificar de manera precisa la fuente y el alcance de estas humedades por filtración, así como evaluar el grado de deterioro que han



causado en la edificación, esto implica llevar a cabo inspecciones visuales detalladas, analizar las condiciones climáticas y de drenaje que podrían estar contribuyendo al problema, y en su caso, realizar pruebas de laboratorio para caracterizar los materiales afectados y determinar la causa subyacente de las filtraciones.

Nuestro objetivo final es proporcionar recomendaciones concretas y viables para abordar las humedades por filtración, incluyendo soluciones efectivas que restauren la integridad de la Casa de Gobierno y eviten futuros daños.

Este diagnóstico técnico sienta las bases para un estudio patológico completo y un plan de intervención que garantice la preservación a largo plazo de este valioso patrimonio histórico y arquitectónico.

6.4.1 Lesiones

En el diagnóstico patológico se evidenciaron defectos y lesiones causadas por deficiente mantenimiento y condiciones de exposición ambiental específicas, entre otras, como:

- Fisuramiento transversal de muros internos.
- Desprendimiento de trozos de viga, alfardas y tablillas de madera de la cubierta.
- Desprendimiento de cielo falso de madera.
- Deformaciones de pandeo por flexión de vigas de cubierta y alfardas por traslapes con especificaciones técnicas diferentes a las de los materiales de cubierta.
- Agrietamiento de elementos en madera de la cubierta.
- Corrosión y oxidación de las canoas metálicas de aguas lluvia.
- Acumulación de naturaleza orgánica sobre la cubierta.
- Manchas de chorreo transversales a los elementos de fachada por efecto del material particulado.
- Presencia de humedad por filtración en varios sectores de la cubierta en madera.



- Presencia de eflorescencias, organismos y plantas en el elemento de cubierta y en el muro contiguo a las escaleras del ingreso al inmueble.
- Presencia de xilófagos y fungi en vigas de madera de la cubierta, al igual que en las columnas de madera del corredor en galería del patio principal.
- Descascaramiento superficial de pintura en muros externos.
- Ensuciamiento de fachada por contaminación.

Convención	
Calificación	Color
Leve	
Moderado	
Severo	
Grave	

Descripción	físico	mecánico	químico	organismos
Fisuramiento				
Desprendimiento				
Deformaciones				
Agrietamiento				
Corrosión / Oxidación				
Humedad				
Organismos (animales y vegetales)				
Eflorescencias				
Descascaramiento				
Suciedad				

Tabla 5: Matriz de síntomas – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

A pesar de eso, el sistema estructural no evidencia lesiones que comprometan la estabilidad de la obra.

Las lesiones son causadas por la falta de mantenimiento del inmueble, en este caso puntual, la protección de los elementos estructurales de las aguas lluvias.

Una de las principales causas físicas directas que contribuyen significativamente a la generación de defectos y lesiones en el caso de estudio son los agentes atmosféricos, como la precipitación pluvial.



Estas lesiones se producen debido a la falta de métodos constructivos eficientes y un mantenimiento adecuado en la edificación, lo cual impide una evacuación efectiva de la precipitación, como resultado, se han observado diversas manifestaciones de daños, como filtraciones y acumulaciones de agua, que han ocasionado una variedad de lesiones, a continuación se localizan en el plano general de lesiones:

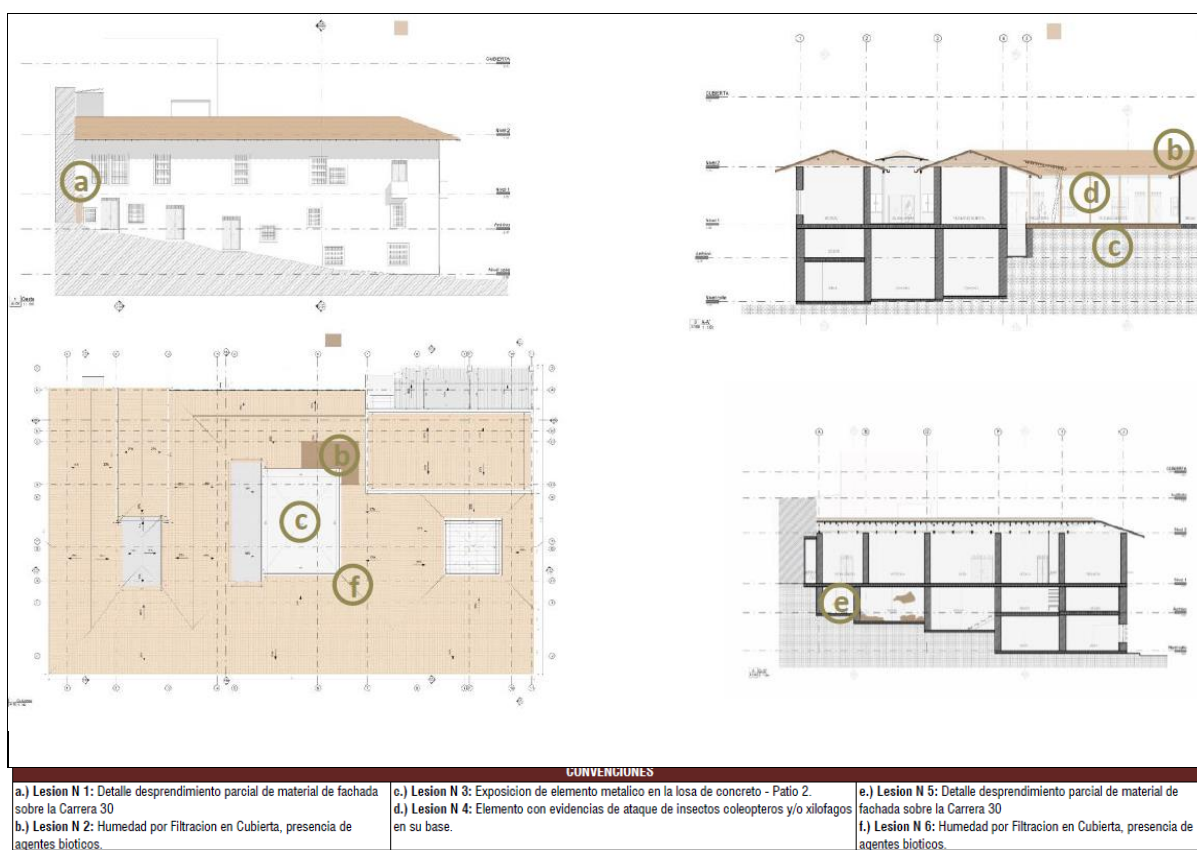


Figura 45: Plano General de Lesiones- Caso de Estudio – Casa de Gobierno - Salgar

Fuente: Elaboración Propia – Módulo Historia Clínica

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

6.4.1.1 Lesiones mecánicas

- **Desprendimientos:**

- La lesión se evidencia en la **CUBIERTA DEL CORREDOR INTERNO DEL PATIO CENTRAL**, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, la cual **PRESENTA DESPRENDIMIENTO DE VARIOS DE SUS ELEMENTOS POR SECCIONES (ALFARDAS, TABLILLA)**, la causa



directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por INSTALACION DE ALFARDAS Y VIGAS CON ESPECIFICACIONES TECNICAS DIFERENTES A LAS REQUERIDAS POR LA CUBIERTA, su estado actual evidencia ELEMENTOS DETERIORADOS SIN CAMBIO, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA..



Figura 46: Desprendimiento de elementos por secciones de la cubierta del corredor interno del patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- La lesión se evidencia en la **CUBIERTA DEL CORREDOR INTERNO DEL PATIO CENTRAL**, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y



el despacho del alcalde, la cual **PRESENTA DESPRENDIMIENTO DE CIELO FALSO EN MADERA**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por DEPOSITO SUPERFICIAL DE MATERIAL ORGANICO SATURADO POR FILTRACION DE AGUAS LLUVIA EN LA CUBIERTA, su estado actual evidencia ELEMENTOS DETERIORADOS SIN CAMBIO, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 47: Desprendimiento de cielo falso en la cubierta del corredor interno del patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Deformaciones:**

➤ La lesión se evidencia en la **CUBIERTA DEL CORREDOR INTERNO DEL**



PATIO CENTRAL, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, la cual **PRESENTA DEFORMACIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA EN MADERA**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por PANDEOS POR FLEXIÓN EN LA CUBIERTA, su estado actual evidencia ADECUACIONES POSTERIORES AL DISEÑO CON ELEMENTOS CUYAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DIFERENTES SIN CAMBIO, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 48: Deformaciones de la estructura de la cubierta en madera del corredor interno del patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Fisuramientos:**

La lesión se evidencia en la **MAMPOSTERIA DE LAS SECRETARIAS DE**



DESPACHO ADYACENTES AL PATIO CENTRAL, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, los cuales **PRESENTA FISURAMIENTOS DE LA MAMPOSTERÍA EN TAPIA PISADA CUYAS DIMENSIONES OSCILAN ENTRE 1,5 Y 1,8 mm**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por CARGAS MECÁNICAS Y SOMETIMIENTO DE LA ESTRUCTURA A FLEXIÓN, su estado actual evidencia RECUBRIMIENTO POSTERIOR CON REVOQUE, ESTUCO Y PINTURA CUYAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NO CONSIDERARON EL MATERIAL CONSTRUCTIVO, NI JUNTAS DE DILATACION, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIÁTRICA,

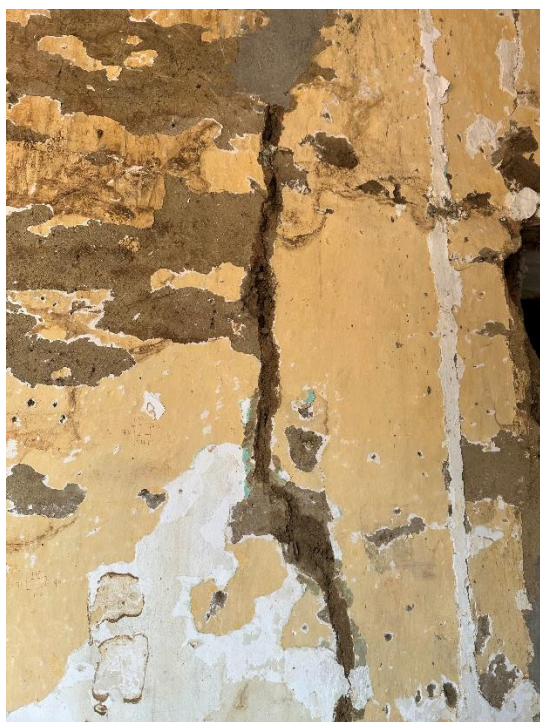


Figura 49: Fisuramientos de la mampostería en tapia pisada de las secretarías de despacho adyacentes al patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Agrietamiento:**

- La lesión se evidencia en la **CUBIERTA DEL CORREDOR PATIO CENTRAL**,



los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, los cuales **PRESENTA GRIETAS TRANSVERSALES DE VARIOS ELEMENTOS POR SECCIONES (VIGAS, ALFARDAS Y TABILLAS) CUYAS DIMENSIONES OSCILAN ENTRE 4 Y 5,2 mm**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por CONTACTO CON AGUA LLUVIA SOBRE LA MADERA PROVENIENTE DE LA CUBIERTA ALTERANDO SUS CONDICIONES FÍSICAS Y REDUCIENDO SU CAPACIDAD PORTANTE, su estado actual evidencia GRIETAS TRANSVERSALES POR PERDIDA DE RESISTENCIA SIN REPOSICIÓN DE ESTOS ELEMENTOS, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 50: Grietas transversales de varios elementos por secciones (vigas, alfardas y tabillas en la cubierta del corredor patio central

Fuente: Registro fotográfico propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Descascaramiento:**

➤ La lesión se evidencia en el **ACABADO DE LA MAMPOSTERIA EXTERNA**



SOBRE LA CARRERA 30, adjunto al ingreso de la emisora, los cuales **PRESENTA DESCASCARAMIENTO Y PERDIDA DEL RECUBRIMIENTO**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por IMPACTO EN EL PUNTO DEL ELEMENTO, METEORIZANDO EL COMPUESTO DE TAPOS PISADA Y ACENTUANDO LA SUSCEPTIBILIDAD AL DETERIORO POR ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE AGUA LLUVIA, su estado actual evidencia DESPRENDIMIENTO DEL RECUBRIMIENTO, PAÑETE Y CAPA DE PINTURA, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 51: Descascaramiento y pérdida del recubrimiento del acabado de la mampostería externa sobre la carrera 30

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.1.2 Lesiones físicas

- **Humedad:**

➤ La lesión se evidencia en varios **SECTORES DE LA ESTRUCTURA DE**



CUBIERTA, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, los cuales **PRESENTAN FILTRACIONES DE AGUA LLUVIA DESDE LA CUBIERTA**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es QUIMICA, posiblemente provocado por FILTRACION DE AGUA DIRECTAMENTE SOBRE LA MADERA Y A TRAVES DE LAS CANOAS METALICAS CON DEFICIENTE REPARACIÓN, ALTERANDO SUS CONDICIONES FISICAS Y ORGANOLEPTICAS, PROVOCANDO ABLANDAMIENTO, DEFORMACIONES Y AGRIETAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA EXPUESTOS COMO VIGAS, ALFARDAS Y TABILLAS, su estado actual evidencia PUDRICION POR SECCIONES DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 52: Filtraciones de agua lluvia desde la cubierta de la Secretaría de Hacienda

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Suciedad:**

- La lesión se evidencia en los **ACABADOS DE LA MAMPOSTERIA EXTERNA DEL INMUEBLE**, los cuales **EVIDENCIAN MANCHAS DE CHORREO A ELEMENTOS DE FACHADA POR MATERIAL**



PARTICULADO Y ACUMULACIÓN DE VEGETACION EPIFITA, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es QUIMICA, posiblemente provocado por DEPOSITO DE MATERIAL PARTICULADO, OBSTRUCCION DE CANOAS METALICAS Y HUMEDAD ACCIDENTAL DE AGUAS LLUVIA, su estado actual evidencia ENSUCIAMIENTO DE LA FACHADA, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 53: Manchas de chorreo a elementos de fachada por material particulado y acumulación de vegetación epifita

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- La lesión se evidencia en la **SUPERFICIE DE LA CUBIERTA**, la cual **PRESENTA ACUMULACION DE MATERIAL DE NATURALEZA ORGANICA**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es QUIMICA, posiblemente provocado por DEPOSITO DE MATERIAL PARTICULADO, MATERIAL



VEGETAL Y HECES DE ANIMALES, su estado actual evidencia
DETERIORO DE LAS TEJAS ESPAÑOLAS , PRESENCIA DE EPIFITAS,
AL IGUAL QUE LIQUENES, MUSGOS Y FUNGI, de acuerdo a lo anterior,
su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde
a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 54: Acumulación de material de naturaleza orgánica en la superficie de la cubierta

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.1.3 Lesiones químicas

- **Eflorescencias:**

- La lesión se evidencia en **VARIOS SECTORES DE LA CARA SUPERIOR DE LA MAMPOSTERÍA DE TAPIA PISADA**, los casos puntuales corresponden a la secretaría de hacienda y el despacho del alcalde, los cuales **PRESENTAN MANCHAS CON PRESENCIA DE LIQUENES**,



MUSGOS Y HONGOS O FUNGI, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por FILTRACION DE AGUA DESDE PUNTOS DE LA CUBIERTA SOBRE LA CARA SUPERIOR DE LOS MUROS DE TAPIA PISADA, CON POSIBLE DESCOMPOSICION DEL MATERIAL CONSTRUCTIVO, DE NO CONTRARRESTAR LA HUMEDAD POR FILTRACIÓN PROVENIENTE DE LA CUBIERTA, su estado actual evidencia MANCHAS Y PRESENCIA DE LIQUENES, MUSGO Y HONGOS O FUNGI, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 55: Manchas con presencia de líquenes, musgos y hongos o fungi en varios sectores de la cara superior de la mampostería de tapia pisada

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elabora: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- La lesión se evidencia en **LAS ESCALERAS DE INGRESO AL INMUEBLE**, las cuales **PRESENTAN MANCHAS CON PRESENCIA DE LIQUENES, MUSGOS Y HONGOS O FUNGI**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por FILTRACION DE AGUA LLUVIA DESDE EL DESAGUE DE LA LOSA EN CONCRETO DEL PATIO



CENTRAL, su estado actual evidencia MANCHAS Y PRESENCIA DE LIQUENES, MUSGO Y HONGOS O FUNGI, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 56: Manchas con presencia de líquenes, musgos y hongos o fungi en las escaleras de ingreso al inmueble por el nivel por la calle 29

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Oxidación y corrosión:**

- La lesión se evidencia en las **CANOAS DE AGUA LLUVIA EN EL PERIMETRO DE LA CUBIERTA DEL PATIO CENTRAL**, las cuales **PRESENTAN CORROSIÓN Y OXIDACION DE LAS CANOAS METALICAS Y BAJANTES**, la causa directa corresponde a **PROBLEMAS DE DISEÑO**, la causa secundaria es **FÍSICA**, posiblemente provocado por **DETERIORO CONSIDERABLE DE LOS ELEMENTOS METALICOS, SOPORTES LIBRES Y EN PROCESO DE OXIDACION**, su estado actual



evidencia DESPRENDIMIENTO DE CANOAS Y BAJANTES METALICOS Y CIRCULACION SIN RESTRICCION DE AGUA LLUVIA A LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA EN MADERA, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es MODERADO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 57: Corrosión y oxidación de las canoas metálicas y bajantes en el perímetro de la cubierta del patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.1.4 Organismos

- **Animales:**

- La lesión se evidencia en **VARIOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA DEL PATIO CENTRAL COMO VIGAS, ALFARDAS Y TABLILLA EN MADERA**, las cuales **PRESENTAN ALTERACIONES EN SU CONDICION FISICA POR LA PRESENCIA DE XILOFAGOS, LOS CUALES REDUCEN SU CAPACIDAD PORTANTE**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es



FÍSICA, posiblemente provocado por REDUCCION DE SECCION Y ABLANDAMIENTO DE VIGAS, ALFARDAS Y TABLILLAS DE LA CUBIERTA EN MADERA, su estado actual evidencia ATAQUE DE XILOFAGOS EN VARIOS PUNTOS DE LA CUBIERTA QUE PODRIAN COMPROMETER SU ESTRUCTURA, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 58 y 59: Presencia de xilófagos en varios elementos de la estructura de cubierta del patio central como vigas, alfardas y tablilla en madera

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elabora: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- La lesión se evidencia en **LAS COLUMNAS DE MADERA DE LA CUBIERTA DEL PATIO CENTRAL**, las cuales **PRESENTAN GRIETAS Y ALTERACIONES EN SU CONDICION FISICA POR LA PRESENCIA DE XILOFAGOS**, LOS CUALES REDUCEN SU **INTEGRIDAD Y CAPACIDAD PORTANTE**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es FÍSICA, posiblemente provocado por REDUCCION DE SECCION Y ABLANDAMIENTO DE LAS COLUMNAS DE MADERA, su estado actual evidencia ATAQUE DE XILOFAGOS EN VARIOS PUNTOS DE LAS COLUMNAS QUE PODRIAN COMPROMETER SU ESTRUCTURA



PROVOCANDO DEFORMACIONES DE LAS MISMAS, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERO, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figuras 60 y 61: Presencia de xilófagos en las columnas de madera de la cubierta del patio central

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

- **Vegetales:**

- La lesión se evidencia en **VARIOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA DEL PATIO CENTRAL (VIGAS, ALFARDAS Y TABLILLA EN MADERA**, las cuales **PRESENTAN ALTERACIONES EN SU CONDICION FISICA POR LA PRESENCIA DE LIQUENES, MUSGOS Y EPIFITAS , LAS CUALES PUEDEN REDUCIR SU CAPACIDAD PORTANTE DEBIDO AL ABLANDAMIENTO DE LA MADERA COMPROMETIENDO SUS PROPIEDADES FISICAS, MECÁNICAS Y ORGANOLEPTICAS**, la causa directa corresponde a DEFICIENTE MANTENIMIENTO, la causa secundaria es QUIMICA, posiblemente provocado por FILTRACION DE AGUAS LLUVIA EN VIGAS, ALFARDAS Y TABLILLAS DE LA CUBIERTA EN MADERA, su estado actual evidencia PUDRICION BLANDA POR ATAQUE DE



HONGOS E INCORPORACION DE EPIFITAS Y LIQUENES EN VARIOS PUNTOS DE LA CUBIERTA QUE PODRIAN COMPROMETER SU ESTRUCTURA POR SU REDUCCION DE SECCION Y DE SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, de acuerdo a lo anterior, su grado de afectación es SEVERA, su aplicación patológica corresponde a PREVENTIVA – GERIATRICA.



Figura 62: Presencia de líquenes, musgos y epifitas en varios elementos de la estructura de cubierta del patio central (vigas, alfardas y tablilla en madera)

Fuente: Registro Fotográfico Propio

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2 Ensayos

6.4.2.1 Ensayos Destructivos (ED)

Con la finalidad de salvaguardar la integridad estructural del edificio, se abstuvieron de realizar pruebas destructivas en componentes contruidos con tapia pisada, en virtud del excelente estado de conservación que ostenta la estructura edificada.

6.4.2.1.1 Extracción de Núcleos de Concreto 3”

Se realiza con el objetivo de obtener información detallada sobre la calidad y la integridad del material, contribuyendo así a la gestión efectiva del mantenimiento y la preservación a largo plazo de la infraestructura. (Patio Principal)



Figuras 63, 64 y 65: Extracción de núcleos de concreto 3'' in situ – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (21/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.1.2 Compresión de Núcleos de Concreto 3''

Este ensayo se llevó a cabo con el objetivo principal de evaluar la resistencia del material y su capacidad para soportar cargas compresivas de la placa de concreto del patio principal.



Figuras 66, 67 y 68: Procedimiento Ensayo Compresión de núcleos de concreto 3'' – Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (21/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



COMPAÑÍA: GÓMEZ BERRIO JUAN CAMILO										FECHA DE EMISIÓN: 4/12/2023										1. Cónico 2. Cónica y dividida 3. Columnar 4. Transversal 5. Fractura extremos 6. Cilindro puntiagudo										CONVERSIONES De kN a kgf, multiplique por: 101.972 De kgf/cm² a lb/in², multiplique por: 14.224 De MPa a kgf/cm², multiplique por: 10.1972									
OBRA: ALCALDIA MUNICIPAL DE SALGAR										REFERENCIA: 23157										DISEÑÓ: M. ROBLEDO																			
DIRIGIDO A: JUAN CAMILO GÓMEZ										LABORATORISTA: Y. RODRIGUEZ - A. CORDOBA																													
DIRECCIÓN: MUNICIPIO DE SALGAR																																							

Orden de trabajo	Núcleo Nº	F'c de Diseño (MPa)	Promedio Dimensiones (mm)				Área (mm²)	Edad para ensayo (días)	Fecha Ensayo	Tamaño Máximo Nominal (mm)	Masa (g)	Densidad (g/cm³)	Esbeltez L/D	Factor de Corrección	Dirección Carga	Carga Máxima (kgf)	Resistencia a (MPa)	Tipo de Fractura	Resistencia corregida			Humedad								
			L extracción	L corte	L capón	a													MPa	Kg/cm²	%									
* Localización																						PATIO CENTRAL AL LADO DE LA FUENTE DERECHO			Observaciones			N/A		
60016	1	N/A	87	75.2	77.9	50.2	1979.2	7	2023-11-28	5/1	331.0	2.2	1.55	0.97	AXIAL	5.8	2.9	2	2.8	29		N/A								
* Localización																						PATIO CENTRAL AL LADO DE LOS BAÑOS			Observaciones			N/A		
60016	2	N/A	64	57.3	60.4	50.3	1989.8	7	2023-11-28	5/1	246.0	2.2	1.20	0.92	AXIAL	26.4	13.3	2	12.2	124		N/A								
* Localización																						PATIO CENTRAL AL LADO DE LA FUENTE IZQUIERDO			Observaciones			N/A		
60016	3	N/A	80	64.7	67.5	50.4	1995.0	7	2023-11-28	5/1	286.0	2.2	1.34	0.94	AXIAL	51.8	26.0	2	24.4	249		N/A								

Historial de acondicionamiento de humedad							
Núcleo No.	* Fecha colocación concreto	Fecha Extracción	Hora Extracción (formato militar)	Fecha Corte	Hora Corte (formato militar)	Fecha Pulido	Hora Pulido (formato militar)
1	N/A	2023-11-21	14:20:00	2023-11-22	10:25:00	2023-11-28	12:02:00
2	N/A	2023-11-21	14:43:00	2023-11-22	10:28:00	2023-11-28	12:08:00
3	N/A	2023-11-21	14:50:00	2023-11-22	10:30:00	2023-11-28	12:10:00

La información registrada en las columnas de datos identificadas con (*), fue suministrada por el cliente, el laboratorio no es responsable de la incidencia que estos datos puedan ocasionar en la validez de los resultados.

CONDICIONES ESPECIALES			
φ del núcleo es <94 mm, justifique el por que se determinó este diámetro	Núcleo Nº 1	Núcleo Nº 2	Núcleo Nº 3
Descripción de defectos encontrados en los núcleos			
Núcleo con metal incrustado	Ubicación		
	Forma		



Muestra N°	Localización	Avance de carbonatación en (mm)
1	PATIO CENTRAL AL LADO DE LA FUENTE, DERECHO	23.99
2	PATIO CENTRAL AL LADO DE LOS BAÑOS	27.56
3	PATIO CENTRAL AL LADO DE LA FUENTE, IZQUIERDO	22.95

Figura 73: Resultados ensayo Carbonatación de núcleos de concreto 3" – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.2 Ensayos No Destructivos (END)

6.4.2.2.1 Esclerometría

Este ensayo se llevó a cabo con el propósito de evaluar la resistencia superficial del concreto.

Este Ensayo no destructivo (END) es esencial para determinar la dureza y la calidad superficial del material, proporcionando información valiosa para la evaluación del desempeño a largo plazo de la estructura.



Figuras 74, 75 y 76: Procedimiento de Esclerometría– Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (21/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

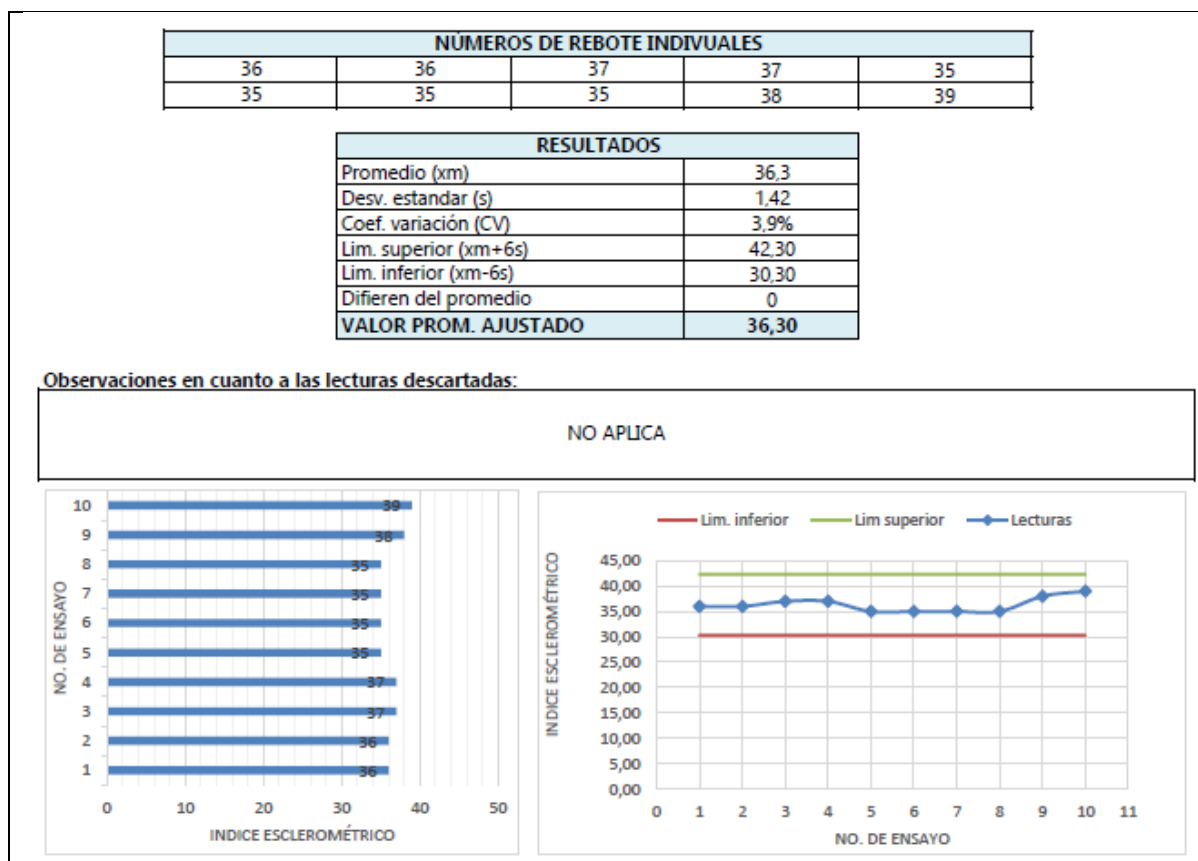


Figura 77: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado de las escaleras- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

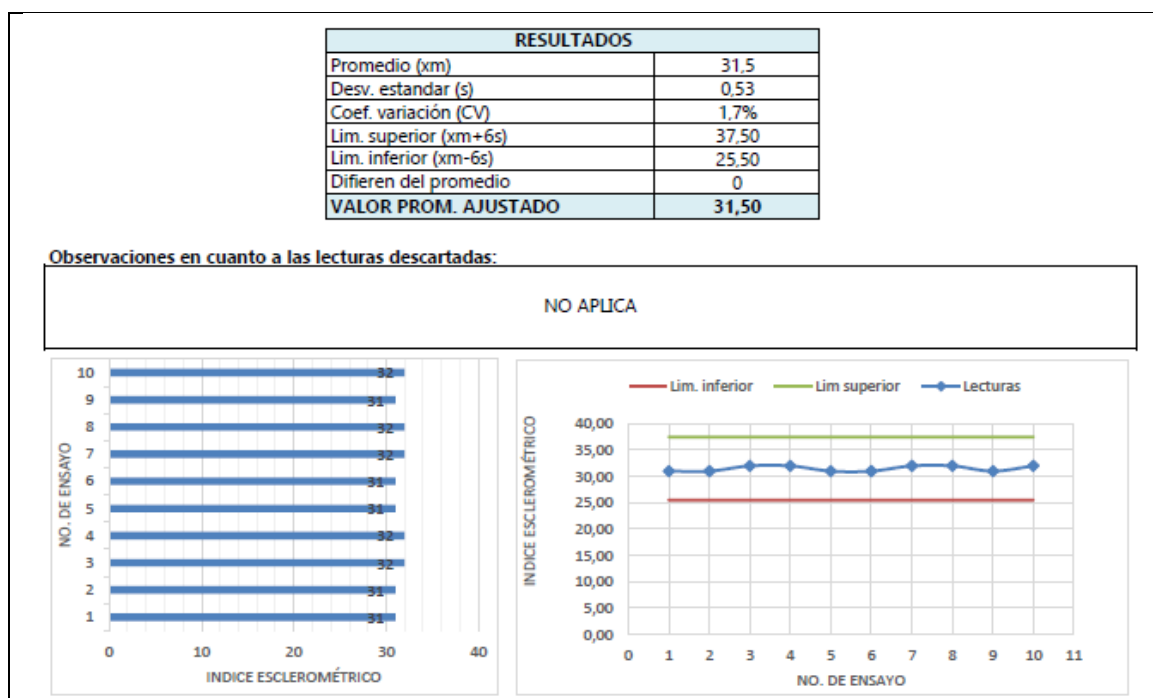


Figura 78: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado del Despacho del Alcalde- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

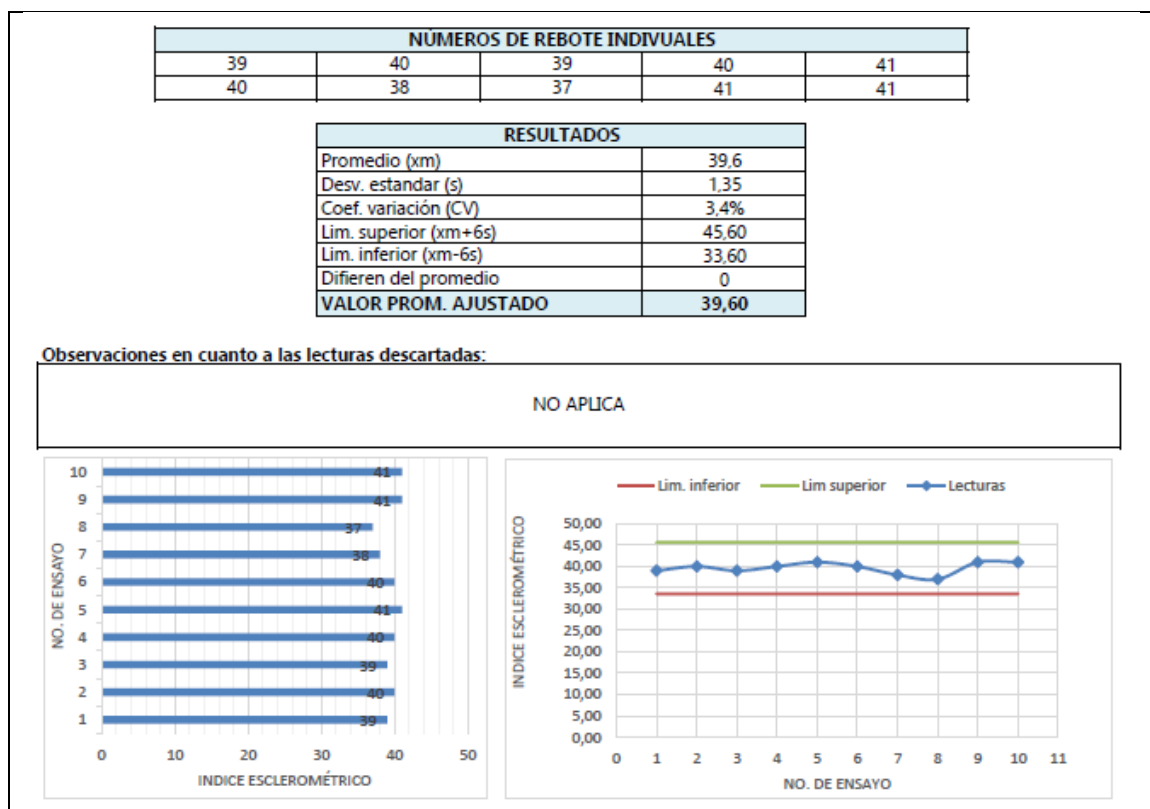


Figura 79: Resultados Esclerometría – Patio Principal al lado de la fuente - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elabora: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.2.2 Ultrasonido

Este ensayo tiene como objetivo principal evaluar la calidad del concreto y detectar posibles defectos internos sin dañar la integridad estructural, este ensayo no destructivo (END) es esencial para comprender la salud del material y planificar intervenciones de mantenimiento de manera precisa.



Figuras 80, 81 y 82: Procedimiento Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Registro Fotográfico Propio (21/11/2023)

Elabora: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

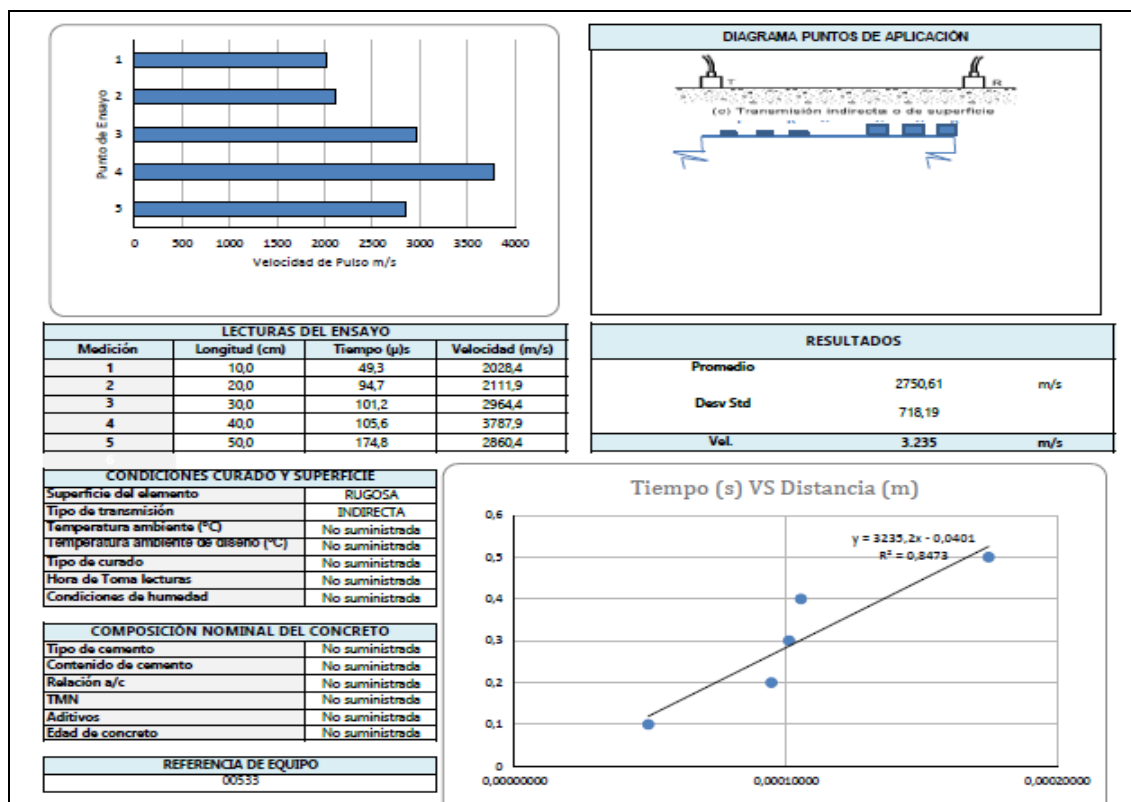


Figura 83: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado de las escaleras- Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia
Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

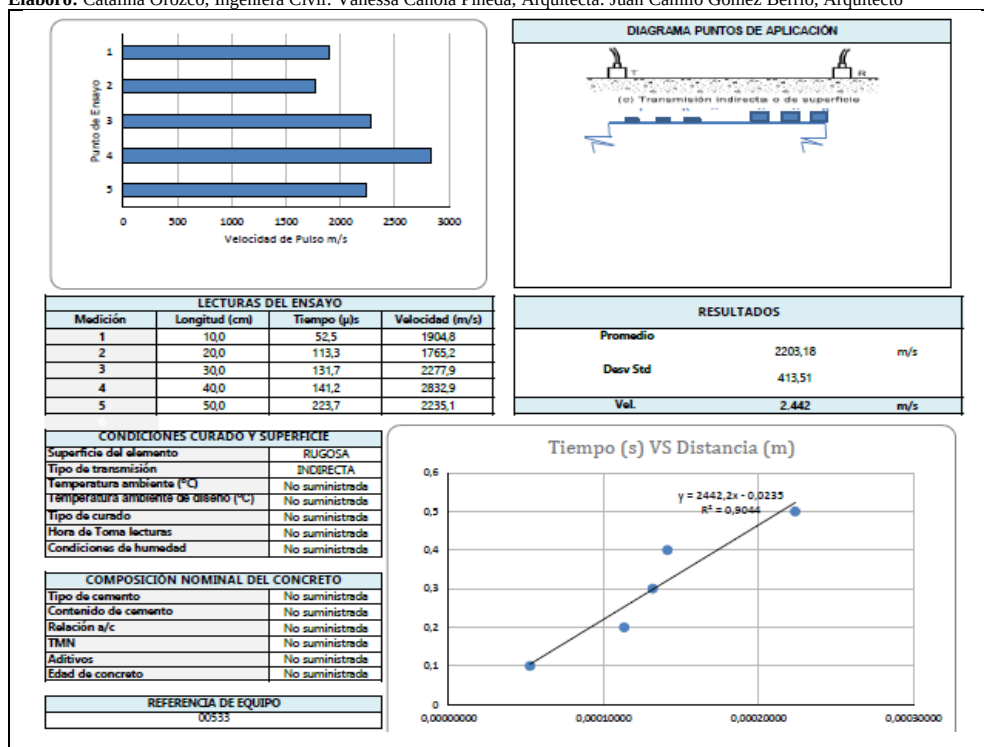


Figura 84: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado del despacho del alcalde - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia
Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

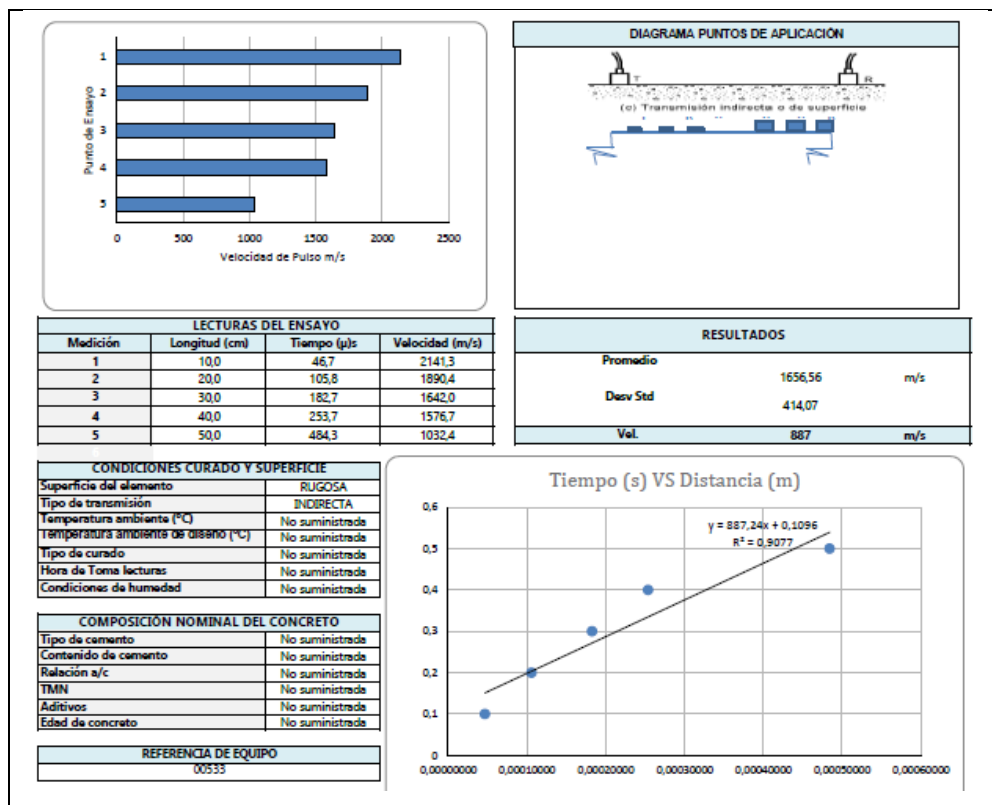


Figura 85: Resultados Ensayo de Ultrasonido de losa de concreto – Patio Principal al lado de la fuente - Casa de Gobierno de Salgar - Antioquia

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.2.3 Higrometría en maderas

Conforme al procedimiento establecido, los elementos ubicados en la cubierta se ven expuestos a condiciones ambientales caracterizadas por niveles notables de humedad atmosférica.

La madera, debido a su capacidad de absorción, inicia un proceso de descomposición localizado, acentuado por la humedad atmosférica que incrementa la probabilidad de la propagación de hongos y fungi.

En el caso de la cubierta en madera que presenta humedades por filtración, se realizó una evaluación para identificar las áreas afectadas y determinando la fuente de la filtración.

Una vez localizados los puntos vulnerables, se recomienda la implementación de medidas preventivas, seguimiento continuo y mantenimiento regular, como aplicar selladores o impermeabilizantes específicos para madera en las zonas afectadas, para contribuir



significativamente a evitar futuras humedades por filtración.

Además, es aconsejable revisar y reparar cualquier daño en la cubierta, como grietas, fisuras o tejas sueltas, que puedan facilitar la entrada de agua.

FECHA	ESPACIO	ELEMENTO	VALOR %
12/11/2023	Patio Central – Nivel 2	Columna en madera patio principal	14,4
12/11/2023	Secretaria de Hacienda – Nivel 2	Alfardas Cubierta	18,7
12/11/2023	Secretaria de Hacienda – Nivel 2	Viga cubierta	14,6
12/11/2023	Secretaría de Hacienda – Nivel 2	Viga Puerta	18,9

Tabla 6: Registro Lecturas Higrométricas - Madera

Fuente: Registro Fotográfico Propio (12/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

Se llevaron a cabo mediciones higrométricas directamente sobre las piezas de madera, centrándose principalmente en elementos de la cubierta (Alfardas y Vigas), se brindó énfasis en esta área debido a la identificación de los niveles más altos de humedad y la presencia de daños ocasionados por la filtración de agua procedente de la cubierta.

Es crucial destacar que la orientación de esta investigación se centra en la morfología observable y las propiedades físicas de la madera, a pesar de que estos aspectos no constituyen el objeto principal de la indagación actual, se sugiere considerarlos en caso de una intervención que involucre la totalidad del elemento.





Figuras 86, 87, 88, 89, 90 y 91: Registro Fotográfico Procedimiento inspección Higrométrica – Madera – Cubierta Secretaría de Hacienda
Fuente: Registro Fotográfico Propio (12/11/2023)
Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.2.4 Higrometría en Tapia Pisada

Este procedimiento se llevó a cabo “*in situ*”, específicamente en los muros construidos mediante la técnica de tapia pisada.

El enfoque principal de estas mediciones se centró en los muros interiores contiguos a elementos de madera que presentaban un alto grado de compromiso estructural y exhibían signos de humedad.

Este fenómeno se atribuyó a prácticas de mantenimiento deficientes, las cuales propiciaron niveles elevados de humedad relativa, en otros elementos de la edificación, mas no en el interior de la misma.

No se evidenciaron lesiones estructurales en los muros de tapia pisada, ni se evidencio un alto grado de humedad en los muros, dado el recubrimiento mediante revoque en concreto, estuco y pintura, el cual se aprecia en la extensión de la edificación en sus muros internos.



FECHA	ESPACIO	ELEMENTO	VALOR %
12/11/2023	Muro Fachada sobre la Carrera 30 – Nivel 1	Muro Exterior	4,3
12/11/2023	Emisora – Nivel 1	Muro Interno	3,9
12/11/2023	Secretaria de Hacienda – Nivel 2	Muro Interior	1,4
12/11/2023	Secretaria de Planeación – Nivel 2	Muro Interior	2,6

Tabla 7: Registro Lecturas Higrométricas – Tapia Pisada

Fuente: Registro Fotográfico Propio (12/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



Figuras 92, 93, 94, 95, 96 y 97: Registro Fotográfico Lecturas Higrométricas – Tapia Pisada – Muro Fachada sobre la Carrera 30

Fuente: Registro Fotográfico Propio (12/11/2023)

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

6.4.2.2.5 Estudio de Suelos

Los datos correspondientes a este numeral se encuentran analizados en el título de



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, adjunto a este documento.

6.4.3 Análisis de Resultados

Al examinar de manera superficial los datos recolectados de los materiales tanto en el lugar como en el laboratorio, se destaca claramente la importancia fundamental de los niveles de humedad en la calidad, integridad y longevidad de los materiales que constituyen la estructura del edificio, especialmente en lo que respecta al sistema estructural de la cubierta junto con sus componentes y el falso techo. Los índices recopilados señalan que estas condiciones ambientales inciden en la composición de la madera y en su comportamiento ante las cargas a las que se ve sometida.

En este contexto, la madera que integra el sistema estructural de la cubierta y se expone a un entorno con características de humedad similares a las registradas en la cubierta del edificio que exhibe indicios de pudrición, dando lugar a la degradación y debilitamiento de las piezas de madera.

No obstante, determinar la severidad de estas lesiones resulta desafiante, ya que se precisa una investigación detallada sobre la salud de las maderas de la estructura de cubierta y patio para establecer un tratamiento adecuado y pertinente.

Aun considerando la información recabada en el terreno, las condiciones meteorológicas influyen significativamente en la evolución de las lesiones primarias, toda vez que estas se intensifican debido a los efectos producidos por el agua y el viento sobre los materiales afectados, agravados por la composición orgánica inherente a dichos elementos.

Teniendo en consideración el tipo de suelo señalado en el análisis geotécnico y la ubicación del paciente en una zona con amenaza sísmica intermedia, resulta relevante destacar que durante un evento sísmico, las amplitudes de movimiento del suelo son más pronunciadas en materiales con velocidades de propagación de ondas sísmicas más bajas. Por ende, en materiales como la tapia pisada, es posible que se experimente un significativo aumento en los



movimientos del suelo, lo cual podría empeorar la situación, especialmente considerando la naturaleza geológica de la zona caracterizada por depósitos aluviales.

Los efectos de la humedad en la edificación, evidenciados en la cubierta debido a filtraciones por lluvias, han sido detectados durante la evaluación del suelo.

Si bien se evidencia la existencia de un cuerpo de agua cercano, existe una probabilidad considerable de que surjan problemas derivados de la capilaridad en esta circunstancia, subrayando la importancia de abordar estos asuntos de manera preventiva, aplicando un tratamiento adecuado y cuidado minucioso en las estructuras de cimentación.

A continuación se adjunta el plan de inspección y ensayos practicados en la ejecución de la investigación:

Plan de Inspección y Ensayos					
Ensayo	Descripción del ensayo	Norma	# de Muestras	Criterio de aceptación	Propósito de su realización
Compresión de Núcleos de Concreto 3"	En el ensayo se determina la distribución del acero de refuerzo en la zona de extracción del núcleo para evitar atravesar barras durante la perforación. El taladro se posiciona perpendicularmente a la superficie de extracción, y tras el corte, se mide y registra cualquier peculiaridad del núcleo. Ya en el laboratorio, se cortan los extremos para que la longitud cumpla con una relación 2 a 1 con el diámetro, y el espécimen se acondiciona durante cinco días antes de realizar el ensayo de compresión. Esta norma se aplica a elementos de concreto, como placas, columnas, vigas y muros de contención, y se recomienda cumplir con una relación de esbeltez de 1:2 (diámetro a	NTC 3658 – 2018 ASTM C42/C39	3	85% de la resistencia de diseño, permitiendo asegurar la capacidad estructural de cualquier tipo de construcción en concreto.	Permite conocer la resistencia a la compresión del concreto de una estructura existente. Cabe indicar que se determinan las condiciones de medición, incluyendo la relación de esbeltez, el refrentado, el curado y otros requisitos de servicio, siguiendo las directrices establecidas en la norma NTC 673:2010 en lo que respecta a la compresión.



Plan de Inspección y Ensayos					
Ensayo	Descripción del ensayo	Norma	# de Muestras	Criterio de aceptación	Propósito de su realización
	longitud) para los núcleos extraídos. Este ensayo debe llevarse a cabo para cumplir con los parámetros requeridos en la norma NSR-10, Título C.5.6.5.2, cuando se observen resistencias a la compresión bajas				
Profundidad de Carbonatación (PH) sobre núcleos de concreto	El ensayo de carbonatación implica la extracción de núcleos de concreto (cuyo diámetro no puede ser inferior a 50 mm.), seguido de la aplicación de una solución indicadora ácido-base (fenolftaleína en hidroalcohol con una proporción de 70% de alcohol y 30% de agua al 1%). Este método mediante el cual se miden las profundidades de carbonatación, puede ser llevado a cabo utilizando muestras elaboradas en el laboratorio, en especímenes tomados de estructuras terminadas “ <i>In situ</i> ”, (de acuerdo a lo establecido en la NTC 550) y se utilizara para realizar pruebas en el lugar.	RILEM CPC 18 - <i>Measurement of hardened concrete carbonation depth</i>	3 a 5 (Mínimo una vez al día, una muestra cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto)	Se verifica la profundidad de afectación de álcali-agregado por presencia de agua y pérdida de PH alcalino. Las áreas carbonatadas no cambian de color, en cambio, cuando su PH es mayor a 9, se pigmentara con una tonalidad rosa o magenta brillante, si se torna magenta opaco está parcialmente carbonatada, si el área aplicada retoma el color gris del concreto la muestra presenta carbonatación, este cambio de pigmentación evidencia la profundidad de carbonatación en la muestra de concreto.	Determinar la profundidad de la capa carbonatada en la superficie del endurecido hormigón, por medio de un indicador.
Esclerometría	Mide la resistencia del concreto mediante el rebote de una masa de acero que golpea, accionada por un resorte, sobre un pivote puesto en contacto con la superficie del concreto	NTC 3692 - 2018 ASTM 805-13a	4	No hay un criterio de aceptación en las normas. 1. Según lo estudiado en la especialización una muestra es aceptable si su coeficiente de variación es menor al 10% 2. La interpretación depende del especialista y la experiencia de este.	Localizar zonas del concreto con propiedades diferentes y/o de baja resistencia, es decir conocer la uniformidad del concreto de la losa.
Velocidad del Pulso Ultrasónico a través del concreto - Ultrasonido	Este ensayo se utiliza para evaluar la calidad y la integridad de los materiales de construcción, como	NTC 4325 – 1997 ASTM C 597-16	La norma no indica el número de muestras, sin embargo, la cantidad de muestras a recoger	Están determinados por las normas y estándares aplicables en la región específica o	El ensayo de ultrasonido en la construcción tiene varios propósitos clave, todos orientados a evaluar



Plan de Inspección y Ensayos					
Ensayo	Descripción del ensayo	Norma	# de Muestras	Criterio de aceptación	Propósito de su realización
	el hormigón. Este método implica la emisión de ondas ultrasónicas a través del material y la medición de la velocidad de propagación de estas ondas. Al analizar la velocidad y la reflexión de las ondas ultrasónicas, los profesionales de la construcción pueden determinar la uniformidad del material y detectar posibles defectos, como grietas o vacíos en el interior del hormigón.		dependerá de varios factores, como el propósito del ensayo, el tamaño y la complejidad de la estructura, así como los requisitos del proyecto.	el proyecto en cuestión. Estos criterios se establecen para evaluar la calidad y la integridad de los materiales de construcción, como el concreto, y pueden variar según el propósito del ensayo. Algunos criterios comunes para la aceptación en ensayos de ultrasonido en la construcción pueden incluir: velocidad de pulso, detección de defectos, comparación con estándares, registro de datos	la calidad y la integridad de los materiales utilizados en las estructuras.
Contenido de humedad en la Madera - Higrometría	Se evalúa el contenido de humedad presente en piezas de madera mediante el uso de un xilohigrometro	NTC 206-2:2018 NTC 2500 - 1997	La norma no indica el número de muestras, sin embargo, la cantidad de muestras a recoger dependerá de varios factores, como el propósito del ensayo, el tamaño y la complejidad de la estructura, así como los requisitos del proyecto.	Cuando las piezas de madera superan 20% de contenido de humedad, lo que indica que estos elementos no se encuentran en estado de equilibrio con el ambiente, por lo tanto, se propone la sustitución de elementos o piezas se realice utilizando madera idéntica o compatibles con las normativas NSR-10 y NTC 2500, preservando así la estructura original de la propiedad.	Determinar la cantidad de agua presente en la madera en relación con su peso seco, toda vez que el contenido de humedad puede afectar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la madera.
Contenido de Humedad en Tapia Pisada - Higrometría	Se evalúa el contenido de humedad presente en piezas de tapia pisada mediante el uso de un xilohigrometro,	AIS 610 – EP – 17 <i>Evaluación e Intervención de edificaciones patrimoniales de uno y dos pisos de adobe y tapia pisada</i>	La norma no indica el número de muestras, sin embargo, la cantidad de muestras a recoger dependerá de varios factores, como el propósito del ensayo, el tamaño y la complejidad de la estructura, así como los requisitos del proyecto.	Asegurar que el nivel de humedad del material esté dentro de los rangos especificados para garantizar la estabilidad y durabilidad de la construcción. Se establecen límites que eviten tanto la humedad excesiva, que podría conducir a problemas como la degradación y proliferación de hongos, como la falta de humedad, que podría resultar en fragilización del material. Además, el criterio busca	Determinar la cantidad de agua presente en la estructura conformada por tapia pisada toda vez que el contenido de humedad puede afectar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la tapia pisada, dando a lugar a deformaciones, agrietamientos o pérdida de resistencia. El ensayo busca asegurar que la tapia pisada mantenga su integridad y



Plan de Inspección y Ensayos					
Ensayo	Descripción del ensayo	Norma	# de Muestras	Criterio de aceptación	Propósito de su realización
				cumplir con posibles normativas o estándares que establezcan niveles aceptables de contenido de humedad para este tipo de construcción.	resistencia a lo largo del tiempo.

Tabla 8: Plan de Inspección y ensayos practicados

Fuente: Propia

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

7 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

7.1 Mapa de ubicación del paciente en la microzonificación sísmica de la ciudad

7.1.1 Tipo de suelo y sus características

La geología del municipio de Salgar se encuentra conformada por un conjunto de rocas ígneas volcánicas y rocas sedimentarias; estas últimas son las más abundantes en la zona de estudio y corresponden a las rocas del Grupo Cañas Gordas. (Alvares y González, 1978)

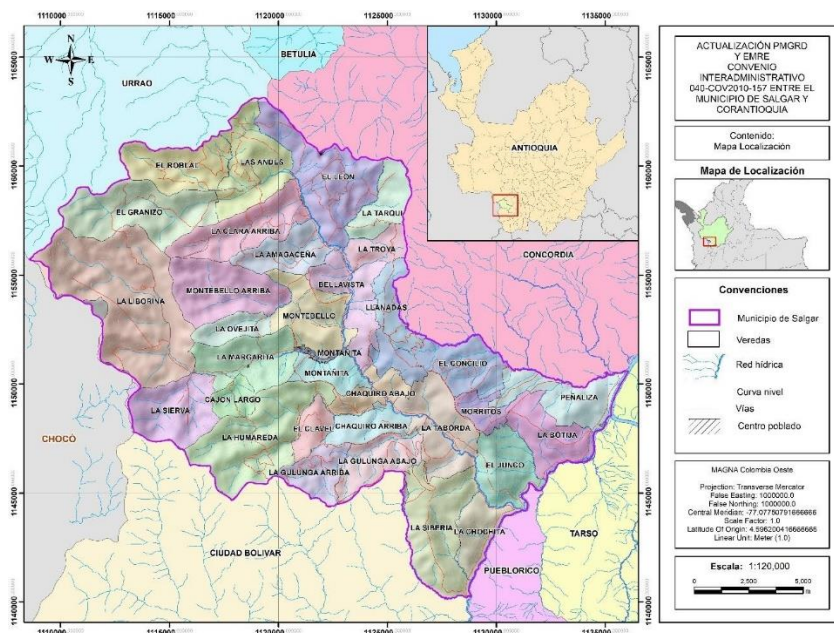


Figura 98: Localización del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Secretaría de Planeación y Obras Públicas del Municipio de Salgar - Antioquia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

El Grupo Cañas Gordas se encuentra dividido en dos formaciones con características



litológicas muy diferentes:

- La formación Barroso, agrupa un paquete de rocas volcánicas extrusivas e intrusivas del Cretácico superior, ubicadas hacia la parte centro-oriental del municipio.
- La formación Penderisco, se constituye por una secuencia de rocas sedimentarias (grauvacas, limolitas silíceas, conglomerados polimicticos con fósiles) también del Cretácico superior, localizadas hacia el sector centro-occidental; en esta última formación se encuentran sedimentos de características turbidíticas donde predominan sedimentos arenosos y arcillas que son agrupadas en dos miembros: el miembro Urrao de composición areno arcillosa con predominio de grauvacas con fragmentos de rocas volcánicas básicas y derrames diabásicos intercalados.

Los suelos generados por la meteorización de las rocas del miembro Urrao son limosos a arcillosos, rojizos a pardos, húmedos, consistencia blanda y muy susceptibles a los procesos erosivos.

En el límite oriental del municipio y en cercanías al cañón del río San Juan, correspondiente al corregimiento Peñalisa se encuentra otro paquete de rocas ígneas plutónicas de textura pegmatítica de edad Cretácica que pertenecen al denominado Gabro de Hispania. En el extremo suroriental se encuentran rocas volcánicas de edad terciaria agrupadas dentro del miembro volcánico de la Formación Combia; estas rocas se distribuyen en una faja alargada que va paralela al río Cauca.

Como unidades geológicas superficiales se encuentran depósitos cuaternarios recientes de origen aluvial y terrazas aluviales asociados a la dinámica depositacional de los afluentes del municipio, como la quebrada La Liboriana, río Barroso, río San Juan y río Cauca.

Además, durante los recorridos de campo efectuados por funcionarios de la Secretaría de Planeación y Obras Públicas del Municipio de Salgar se identificaron depósitos de vertiente y llenos antrópicos, los cuales no son cartografiados a la escala del siguiente mapa.

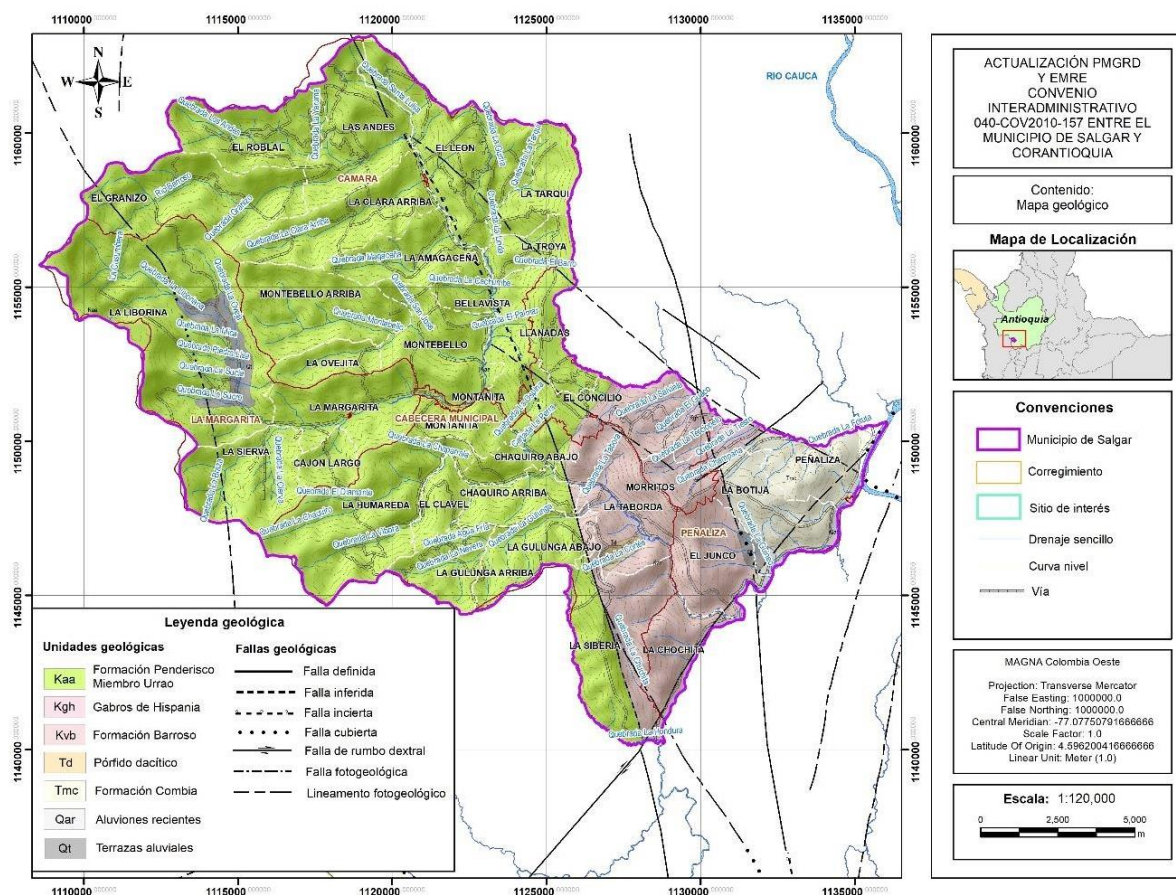


Figura 99: Mapa Geológico del Municipio de Salgar - Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y Obras Públicas del Municipio de Salgar - Antioquia
Elabora: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

La baja competencia de las rocas sedimentarias del Miembro Urrao, las cuales se encuentran afectadas por procesos estructurales como plegamiento, fracturamiento, fallamiento geológico y procesos de meteorización (suelos limosos a arcillosos), sumado a las características geomorfológicas en donde predominan vertientes con altas pendientes y con predominio de estratos con buzamiento paralelo a la dirección de la pendiente, son condiciones que propician que la mayor extensión del territorio sea susceptible geológicamente a la ocurrencia de movimientos en masa.

La zona con mayor actividad morfodinámica del municipio se presenta en el sistema montañoso de Cerro Plateado, en donde se observa permanentemente procesos de remoción en masa debido a una capa de suelo muy incipiente y una cobertura vegetal densa, que lo hace muy propenso a desgarres en temporadas de lluvia.



En la siguiente ilustración se presenta el mapa de las unidades geomorfológicas del SGC adaptado al límite municipal de Salgar, es notable que el ambiente estructural (72%) es predominante sobre el denudacional (23%) y el ambiente fluvial (6%), indicando un intenso tetanismo en la zona.

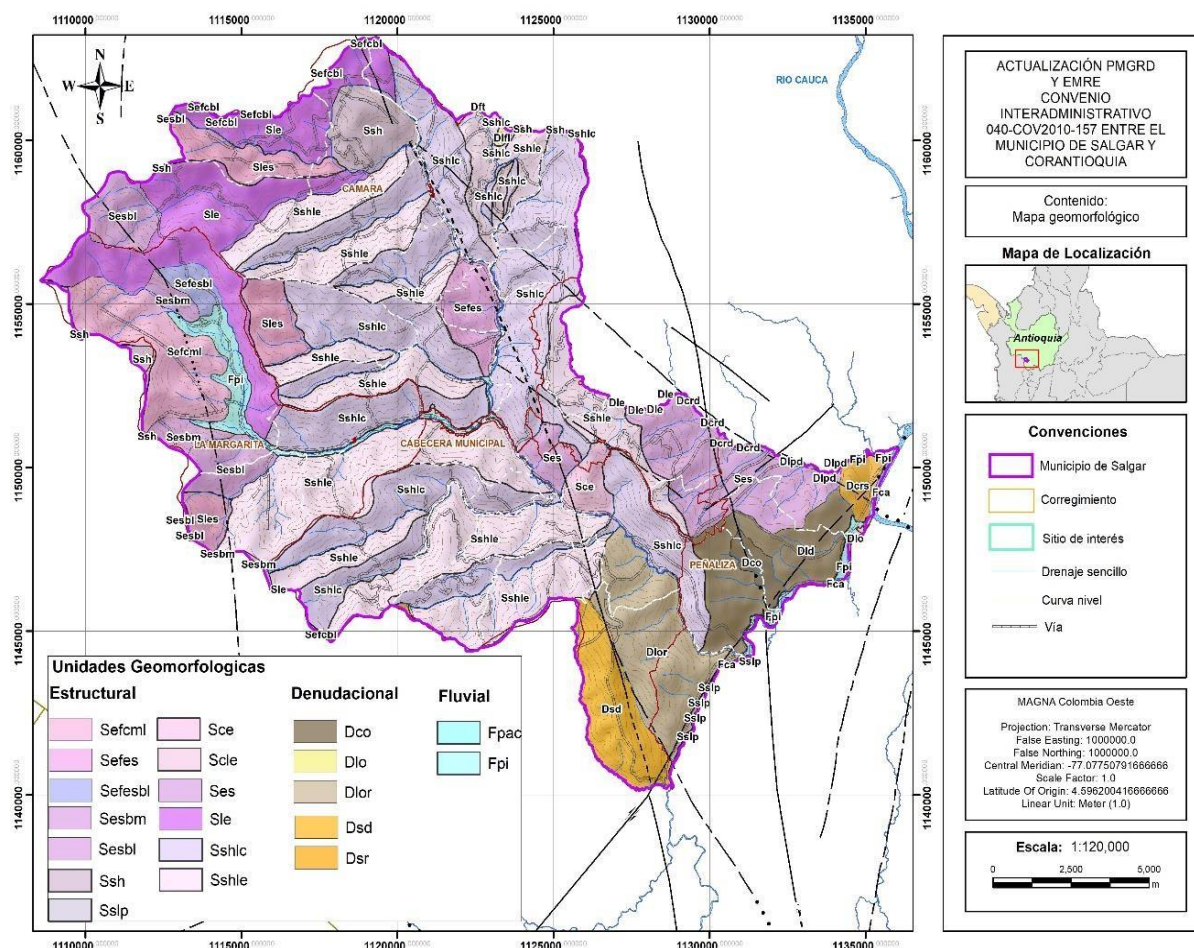


Figura 100: Mapa geomorfológico del Municipio de Salgar - Antioquia
Fuente: Secretaría de Planeación y Obras Públicas del Municipio de Salgar - Antioquia
Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

7.1.2 Fallas geológicas (Mapas, Estratigrafía, Geológico Microzonificación)

La tectónica de esta zona está definida por el sistema de fallas Cauca - Romeral el cual comprende una serie de estructuras que delimitan bloques fallados anticlinales y sinclinales conformados por sedimentos en la orogenia andina.

A nivel estructural, el territorio municipal se encuentra enmarcado en el sistema de fallas Romeral, con tendencia NW-SE, específicamente entre las fallas geológicas Remolino y

Guasabra, la falle Mistrató, la falla San Juan.

Según el análisis hecho por los diferentes medios gráficos y estudios técnicos se ha identificado que gran parte del territorio puede ser vulnerable a este tipo de amenaza, debido a los movimientos telúricos que se puedan presentar.

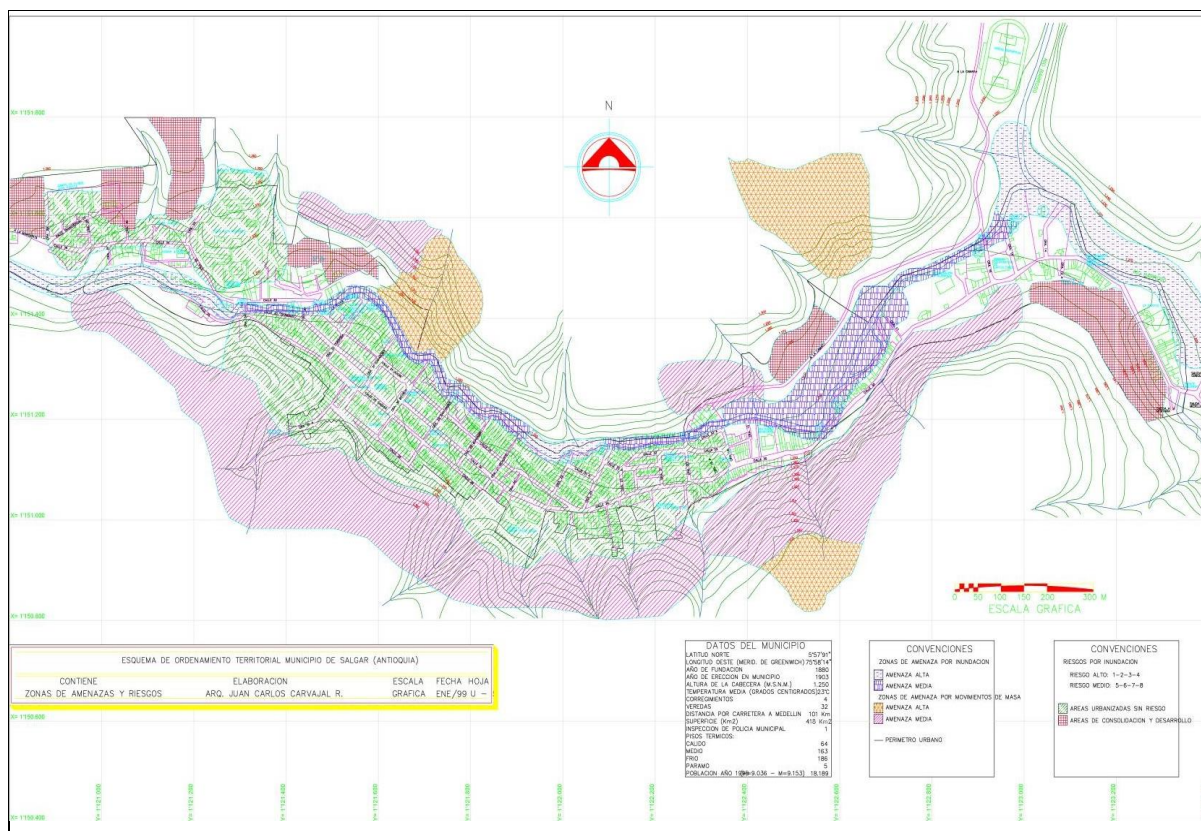


Figura 102: Zonas de Amenazas y riesgos Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 2021 – 2031 – Municipio de Salgar - Antioquia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

7.1.3 Estudios de vulnerabilidad sísmica previos

En la actualidad no se evidencian estudios de vulnerabilidad en la zona de estudio, sin embargo, solo se evidencia un ejercicio académico el cual se denomina “*Evaluación de la vulnerabilidad en la zona inundable de la cabecera urbana del municipio de Salgar*”, el cual es una iniciativa académica del Colegio Mayor de Antioquia, cuyo punto focal corresponde a amenazas hidrometeorológicas en el casco urbano del municipio de Salgar.



7.1.4 Antecedentes de sismos en la zona de estudio

Este punto incluye una breve revisión de la ocurrencia de sismos en el municipio enfocado en la probabilidad de generación de eventos de inestabilidad.

Este sistema de Fallas tiene una tendencia NW-SE, específicamente, entre las fallas geológicas Remolino y de Mistrató, las cuales influyen en los procesos morfogenéticos actuales, incrementando las tasas de erosión, la amenaza de movimientos en masa y el riesgo sísmico para el diseño de obras civiles (Alcaldía Municipal de Salgar, 2000) en (UNGRD, 2016).

La ocurrencia de sismos de 5 o más grados de magnitud local en la escala de Richter e hipocentros superficiales puede desencadenar deslizamientos o movimientos en masa (Rodríguez et ál.,1998).

Los eventos sísmicos fueron consultados en el Catálogo de sismicidad instrumental gestionado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) con datos históricos e instrumentales a partir del 1 de junio de 1993, de allí se pudieron obtener 29 registros de sismos, de los cuales 3 corresponden a registros históricos:

FECHA	HORA_UTC	TIPO	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	LUGAR
1962/07/30	15:18	Histórico	5.17	-76.35	64	6.5	Eje Cafetero, Colombia
1973/04/03	08:53	Histórico	4.58	-75.57	150	6.2	Salento, Quindío
1979/11/23	18:40	Histórico	4.73	-76.16	110	7.2	Eje Cafetero, Colombia
1994-02-07	12:50:15	Instrumental	5.968	-75.992	0	4.7	Salgar, Antioquia
1995-03-30	12:01:40	Instrumental	5.959	-75.95	0	2.4	Salgar, Antioquia
1995-11-28	13:13:12	Instrumental	5.971	-76.055	1.8	2.1	Salgar, Antioquia
2003-06-12	18:38:54	Instrumental	5.966	-75.942	0.1	2.3	Salgar, Antioquia
2011-04-17	08:13:54	Instrumental	6.029	-76.006	18.2	1.3	Salgar, Antioquia



FECHA	HORA_UTC	TIPO	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	LUGAR
2013-12-18	19:26:58	Instrumental	5.954	-75.999	69	1.4	Salgar, Antioquia
2014-01-12	02:32:45	Instrumental	5.924	-75.986	60.7	1.5	Salgar, Antioquia
2014-02-15	01:04:03	Instrumental	5.906	-75.971	51.3	1.7	Salgar, Antioquia
2015-02-08	18:35:12	Instrumental	5.974	-76.064	62.9	1.5	Salgar, Antioquia
2015-02-19	03:15:24	Instrumental	5.923	-75.964	58.3	1.5	Salgar, Antioquia
2015-05-09	18:17:34	Instrumental	5.905	-75.989	64	1.4	Salgar, Antioquia
2015-08-05	03:42:44	Instrumental	5.924	-76.04	47.3	1.2	Salgar, Antioquia
2016-02-10	04:16:57	Instrumental	5.924	-76.018	56.9	2.2	Salgar, Antioquia
2016-06-06	23:57:12	Instrumental	5.895	-75.955	37.4	1.4	Salgar, Antioquia
2016-08-11	01:04:42	Instrumental	6.02	-76.089	82.8	1.2	Salgar, Antioquia
2016-10-22	02:54:10	Instrumental	5.919	-76.027	72.5	1.5	Salgar, Antioquia

Tabla 9: Registro de sismos históricos e instrumentales para el Municipio de Salgar - Antioquia.

Fuente: Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 2021 – 2031 – Municipio de Salgar - Antioquia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

El evento instrumental de mayor magnitud corresponde a un sismo de 4,7 grados de magnitud local en el año de 1994, localizado cerca de la zona urbano a una profundidad somera, valor inferior al necesario generar alguna inestabilidad en la zona de estudio según lo reportado por Rodríguez et ál., (1998) y Rodríguez (2006) en Caballero, (2011).

En el siguiente grafico se representa la frecuencia de los sismos según su magnitud para el periodo de análisis dado.

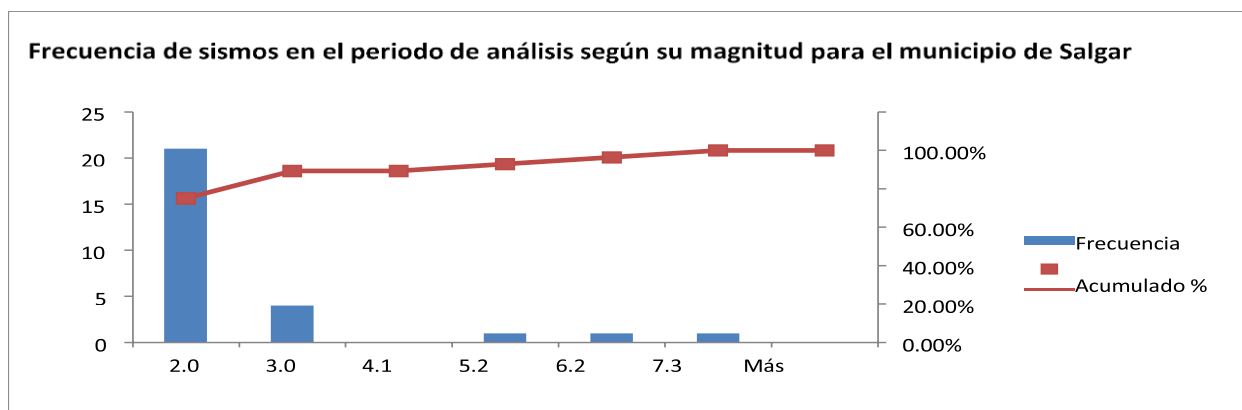


Tabla 10: Registro de sismos históricos e instrumentales para el Municipio de Salgar - Antioquia.

Fuente: Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 2021 – 2031 – Municipio de Salgar - Antioquia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

De la gráfica es posible interpretar que cerca de un 75% de los sismos registrados en el municipio durante los últimos 60 años no superan una magnitud de 2.0.

Sin embargo, es importante mencionar que la vulnerabilidad estructural presente en el municipio de Salgar puede aumentar la probabilidad de riesgo por colapso estructural ante un evento sísmico que supere la probabilidad de excedencia.

7.1.5 Geografía de la zona (Mapas estructurales y arquitectónicos de la zona del proyecto)

El caso de estudio patológico se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia, en el Municipio de Salgar.

El municipio de Salgar está ubicado a 5°57 '91" de la latitud norte, a 75°58 '14" longitud oeste, al suroccidente del departamento de Antioquia, en límites con el departamento del Chocó.

Es un municipio de categoría 6, el cual se extiende 423 km², con una población de 17.675 habitantes, cuyo 49% se encuentra distribuida en la cabecera municipal (DNP, 2015).



Figura 103: Localización – Casa de Gobierno – Salgar, Antioquia

Fuente: Información digital Secretaría de Planeación y Obras Públicas

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto



Figura 104: División política del Municipio de Salgar, Antioquia

Fuente: Información digital Secretaría de Planeación y Obras Públicas

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

Cabe indicar que a la fecha no se evidencian planos arquitectónicos de la zona de estudio, sin embargo, en el año 2022 se realizó el levantamiento arquitectónico de “la casa de Gobierno” del municipio de Salgar, los planos técnicos adjuntos son obtenidos por medio de la secretaria de Planeación y Obras Públicas de la Administración Municipal.

7.2 Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Av ó Ad

En la Norma Sismoresistente NSR-10 Tabla A.1.3-1 Procedimiento de diseño



estructural para edificaciones nuevas y existentes (NSR-10 Tabla A.1.3.-1) se especifican los aspectos que se deben para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una edificación, los cuales se desarrollan específicamente para el paciente a continuación:

7.1.6 Determinación de coeficientes de aceleración y de sitio

El paciente está ubicado en el municipio de Salgar Antioquia y de acuerdo con lo definido en la Norma Sismoresistente NSR-10 Tabla A.2.3-2, el mapa de zonificación sísmica lo estipula con amenaza sísmica intermedia.

Se determinan los coeficientes de aceleración de A_a (Aceleración pico efectiva) y A_v (velocidad pico efectiva) mostrados en los mapas de las figuras A.2.3-1, A.2.3-2, A.2.3-3; así mismo, los coeficientes de sitio F_a y F_v , y se define el coeficiente de importancia.

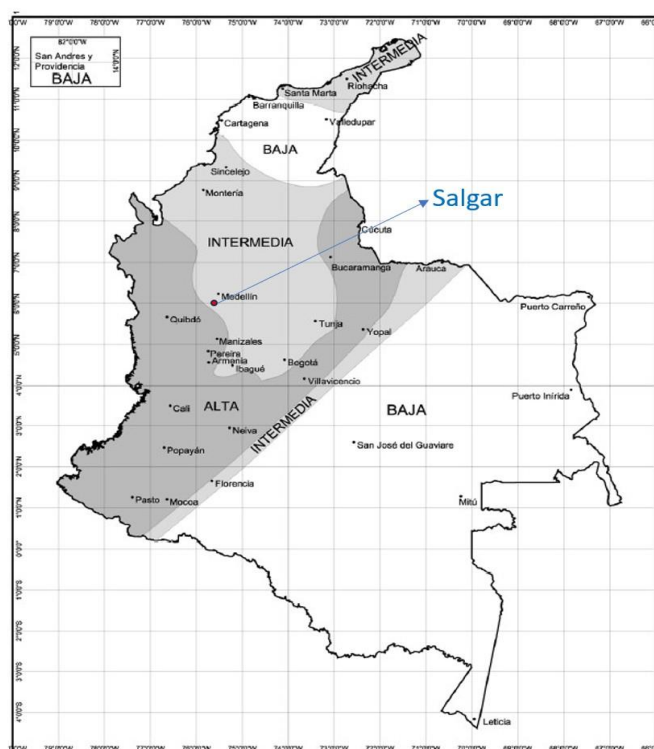


Figura 105: Figura A.2.3.1 – Zonas de amenazas sísmica aplicable a edificaciones para la NSR - 10 en función de A_a y A_v
Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

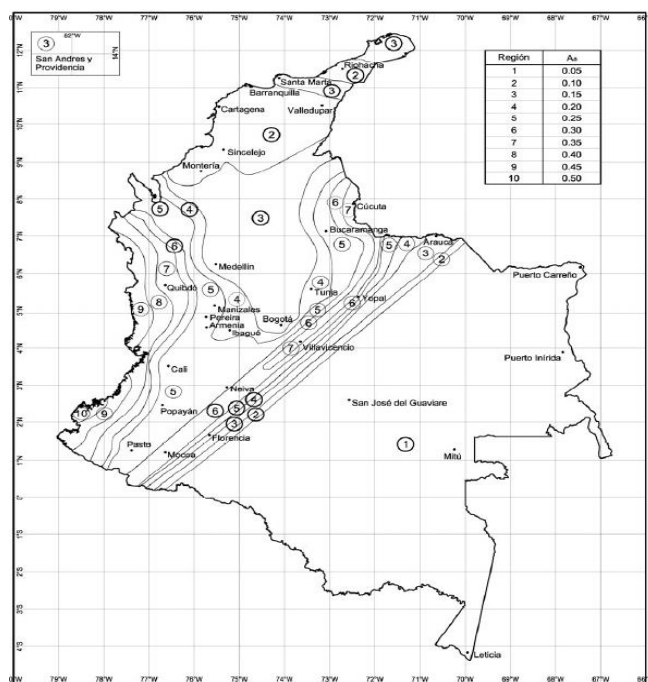


Figura 106: Figura A.2.3.2 – Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Mapa de Valores de A_a
Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

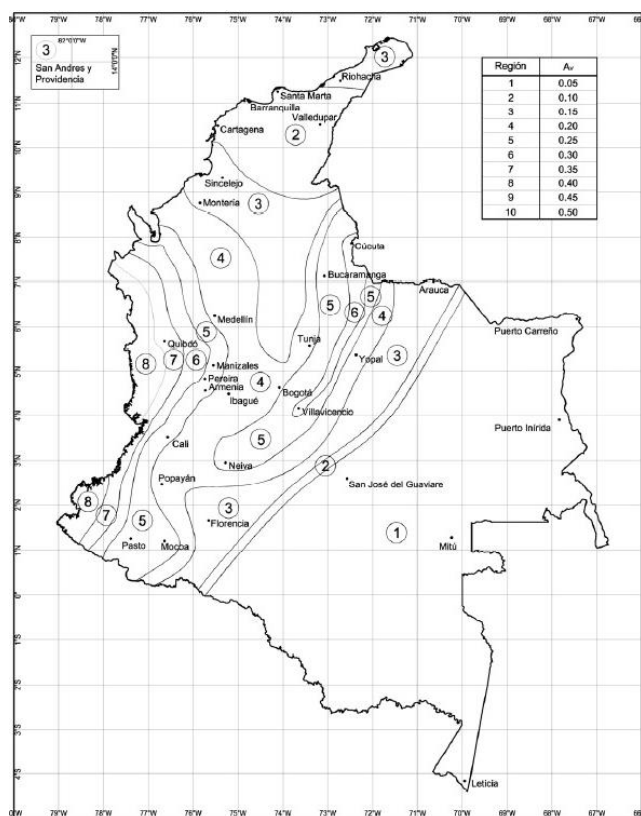


Figura 107: Figura A.2.3.2 – Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Mapa de Valores de A_v
Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10



De acuerdo con los mapas de las figuras A.2.3-1, A.2.3-2 y A.2.3-3 de determinan que los valores para los coeficientes A_a y A_v , se evidencia lo siguiente:

Zona de amenaza sísmica	Media
Valor de A_a	0,2
Valor de A_v	0,25

Tabla 11: Zonas de Amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño - Resultado de Valores de A_a y A_v

Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil: Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta: Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

7.1.7 Determinación de coeficientes F_a y F_v

Basado en los resultados de los ensayos de laboratorio, del estudio de suelos de una edificación vecina se evidencia que el suelo pertenece a suelos cohesivos hasta los 6 metros de profundidad y número medio de golpes obtenidos en el ensayo de penetración estándar:

$N = 43.91 \therefore$ está en el rango de $15 \leq N \leq 50$, podemos determinar el tipo de perfil de suelo como: **Tipo D**.

Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo		
Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{S}_{u1} \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) $> \bar{S}_{u1} \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s $> \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) $> \bar{S}_{u1}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36$ m)	



Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tablas 12, 13 y 14: Clasificación de valores del suelo, Valores del Coeficiente F para la zona de periodos cortos e intermedios del espectro

Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

De acuerdo con las tablas A.2.4-1, A.2.4-3 y A.2.4-4 tenemos:

Coeficientes de amplificación en zona de periodos cortos del espectro (F_a)	1.50
Coeficientes de amplificación en zona de periodos intermedios del espectro (F_v)	1.8

Tabla 15: Coeficientes de ampliación en zonas de periodos cortos e intermedios del espectro

Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

7.1.8 Determinación del grupo de importancia

La NSR-10 en su sección A.2.5 define los grupos de uso y los valores del coeficiente de importancia, de acuerdo a los grupos de usos el inmueble objeto del estudio patológico se clasifica en:

Grupo I – Estructuras de ocupación normal

Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este reglamento, pero que no se han incluido en los grupos II, III y IV.



Grupo II – Estructuras de ocupación especial

l) Edificios gubernamentales.

Grupo III - Edificaciones de atención a la comunidad

Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo **IV**:

f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

7.1.9 Coeficiente de importancia

El coeficiente de importancia, **I**, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que este asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos **II**, **III** y **IV** deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquellas del diez por ciento con un lapso de cincuenta años.

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 16: Valores del coeficiente de importancia

Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

Elaboro: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

De acuerdo con la NSR-10 en su apartado A.1.3.4, procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes (NSR -10 Tabla A.1.3-1) en la obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de A_a y A_v , se considera lo siguiente:



PARÁMETROS SÍSMICOS	
Perfil del suelo	D
Grupo de uso	II - Estructuras de ocupación especial
Coeficientes de importancia (I)	1.10
Riesgos sísmicos	Alta
Coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a)	0.2
Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (A_v)	0.25
Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada, dado en A.10.3. (A_e)	0.16
Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño, dado en A.12.2. (A_d)	0.09
Coeficientes de amplificación en zona de periodos cortos del espectro (F_a)	1.50
Coeficientes de amplificación en zona de periodos intermedios del espectro (F_v)	1.8

Tabla 17: Parámetros sísmicos

Fuente: Título A - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – N.S.R – 10

Elabora: Catalina Orozco, Ingeniera Civil; Vanessa Cañola Pineda, Arquitecta; Juan Camilo Gómez Berrio, Arquitecto

7.1.10 Grado de irregularidad

Los muros en tapia pisada y bahareque que conforman la estructura portante de la edificación no presentan lesiones importantes que comprometan su estabilidad, no obstante, las construcciones de tapia pisada pueden presentar particularidades en su estructura que aumentarían su susceptibilidad a daños sísmicos.

El tiempo que han estado en pie y la degradación de sus propiedades mecánicas hacen que estas edificaciones tengan un mayor riesgo de colapsar durante un terremoto.

Dentro del análisis realizado, se identificaron puntos particulares más vulnerables a un sismo, teniendo en cuenta su estado actual y las condiciones en las que se encuentran.

El estado actual de la estructura de la cubierta no es favorable en el caso de un sismo, ya que la madera se encuentra en alto nivel de deterioro y ha perdido sus propiedades portantes.

Por otra parte, la construcción se encuentra ubicada en una esquina lo que la hace más



vulnerable en la eventualidad de un sismo.

7.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente

7.3.1 Fichas de vulnerabilidad sísmica

Cabe precisar que la estructura del inmueble corresponde a un caso de estudio geriátrico (1902), cuya técnica constructiva corresponde a tapia pisada y bahareque.

Columnas en tapia pisada (espesor aprox.60m)				
-	Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En toda la edificación	Por cortante	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras	-
En toda la edificación	Por compresión	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras	-
Nivel -1	Exposición Ambiental por cambios de humedad y temperatura	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras	-
Primer Piso	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras	-
Segundo Piso	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras	-

Tabla 18: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en columnas en tapia pisada

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

Muros en tapia pisada (espesor aprox.60m)				
-	Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En toda la edificación	A flexión	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
En toda la edificación	A compresión	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Nivel -1	Por cortante	Ninguna / Muy leve	Se observa pañete de mortero en concreto, ahora bien, con base en la visita y el análisis realizado, se diagnostican fisuras por afectación directa al material, las cuales en conjunto con la falta de pendiente de los sifones se genera humedad por capilaridad. También se genera suciedad y aparición de organismos vegetales, debido al tiempo de exposición que éste conlleva.	
Primer Piso	Por cortante	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Segundo Piso	Por cortante	Ninguna / Muy leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-

Tabla 19: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en muros en tapia pisada

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



Placa en concreto – losa contrapiso				
-	Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
Nivel -1	A flexión	Ninguna	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Primer Piso	A flexión	Ninguna	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Segundo Piso	A flexión	Ninguna o Muy leve	La plaqueta presenta pérdida de sección parcial, reduciendo la capacidad a flexión. El excremento de palomas y la humedad por filtración de aguas lluvia, ocasionan el crecimiento de microorganismos, conllevando a la producción de ácidos que conllevan al deterioro del concreto.	

Tabla 20: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en placa – losa entrepiso

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

Vigas en Tapia pisada (espesor aprox.60m)				
-	Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En toda la edificación	Por cortante	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
En toda la edificación	Por Compresión	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Nivel -1	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Primer Piso	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Segundo Piso	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Moderado	Se evidencia pérdida de sección de viga por falta de mantenimiento de la estructura de cubierta, a causa de filtraciones de agua lluvia lo cual expone los elementos de madera a la intemperie, ocasionando procesos de pudrición blanca en el elemento. Adicionalmente, se evidencia traslapes irregulares de alfardas que si bien no comprometen la estabilidad funcional del elemento, sin embargo, la falta de mantenimiento y la acción del agua lluvia, podrían comprometerla.	

Tabla 21: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en vigas en tapia pisada

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



Muros en Mampostería (Bahareque / Tapia pisada – espesor aprox.60m)				
-	Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En toda la edificación	A flexión	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
En toda la edificación	A cortante	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	-
Nivel -1	A flexión	Ninguno / Muy Leve	Humedad que se presenta por la desprotección de las juntas de separación sísmica entre módulos	
Primer Piso	A flexión	Ninguno / Muy Leve	Muro no confinado con abertura controlada	
Segundo Piso	A flexión	Ninguno / Muy Leve	No se evidencian fisuras de corte, verticales o descascaramiento	

Tabla 22: Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural en muros en mampostería en tapia pisada

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

	Estructura					Suelos
	Fachada	Placa	Columnas	Vigas	Muros	
Imagen						-
Ejes	Nivel -1	Segundo Piso (Patio)	Segundo Piso (Patio)	Cubierta y fachada	Primer Nivel (Acceso Principal)	-



Descripción	Se evidencia desprendimiento de capa de pintura de fachada, al realizar un seguimiento detallado de la lesión, se evidencia presencia de pañete y tapas metálicas aleatoriamente insertadas, no compromete la estructura.	Grietas, desgaste superficial, exposición del acero	Elemento con evidencias de ataque de insectos coleópteros y/o xilófagos en su base, además con una posible afectación por fitodegradación.	humedad por filtración en la estructura portante, presencia de hongos y pudrición blanca, se evidencian alfardas de diferentes dimensiones, tablilla en madera y cana brava con presencia de humedad que puede afectar su integridad. la lesión presentada se presume debido a prácticas inadecuadas de mantenimiento, no es menos cierto de no intervenir el elemento, habría desplome.	Muros con presencia de humedad por capilaridad, desprendimiento de elementos en la superficie.	El nivel freático varía entre 11 y 15 mts. Entre 1 y 4 mts, es un limo arenoso de color pardo claro, presencia de partículas de grava subangulosa, de tamaño máximo ¾. Entre los 5 y 15 mts, es una arena limosa de color pardo, consistencia muy blanda, presencia de partículas de grava.
-------------	---	---	--	--	--	---

Tabla 23: Consolidado de fichas de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural general

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

	Materiales	Sismo	Fisuras	Organismos		Cuerpos de agua
				Vegetales	Animales	
Fotografía						



Descripción		Antecedentes de sismos registrados en el Departamento de Antioquia:				
		Yarumal (1911) (Subregión Norte Antioqueño) Magnitud 6.4 a 120 km de prof. Mutata (1952) (Subregión Urabá Antioqueño) Magnitud 5.9 a 20 km de Prof.				
	Tapia: Compuesto de tierra pisada (Arcilla, limo, arena y un bajo porcentaje de material orgánico)	Apartado (1977): (Subregión Urabá Antioqueño) Magnitud 6.5 a 23 km de Prof.	Se evidencian fisuras en el muro del nivel 1 (Acceso a la Administración Municipal), no se evidencian compromisos estructurales.	Presencia de fungi y hongos	Evidencia de ataques de insectos coleópteros y xilófagos	Avenidas torrenciales (Agosto 18 de 2015) Desbordamiento de la Quebrada la Liboriana , ocasionada por una descarga de 160 mm de lluvia, sobre Cerro El Plateado (ubicado al noroccidente de la cabecera urbana del municipio). El inmueble no presenta afectación por desbordamiento de cuerpos de agua, ni humedad por capilaridad.
	Bahareque: Compuesto de canas o palos entretrejidos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y paja	Murindo (1992): (Subregión Urabá Antioqueño)				
Pañete: Mortero de concreto	Magnitud 7.1 a 10 km de Prof.					
	- El Municipio de Salgar se encuentra en una zona de amenaza sísmica MEDIA. El inmueble no presenta afectación.					

Tabla 24: Consolidado General de Ficha de vulnerabilidad sísmica de los mecanismos de falla estructural General

Fuente: Elaboración Propia (28/09/2023)

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



causados por los terremotos en el Municipio de Murindo, ubicado en la subregión de Urabá, los días 17 y 18 de octubre de 1992.

En Medellín, la máxima aceleración registrada durante esos eventos sísmicos fue de 0,03g, una cifra significativamente inferior a la norma de resistencia sísmica de 0,25g establecida por el código correspondiente.

Esto significa que las edificaciones en la ciudad deberían estar diseñadas para soportar movimientos sísmicos hasta diez veces más intensos de lo que realmente experimentaron.

Estas estructuras, cuya construcción se basa en materiales tradicionales y en técnicas de edificación ancestrales, a menudo exhiben un déficit intrínseco de resistencia ante las fuerzas sísmicas, careciendo de los atributos estructurales necesarios para afrontar sismos sin sufrir daños sustanciales.

En consecuencia, se manifiesta una urgente necesidad de emprender un riguroso proceso de evaluación y mitigación de la vulnerabilidad sísmica inherente a este tipo de edificaciones cuya construcción refiere a tapia pisada, a fin de asegurar la integridad y seguridad de las personas que ocupan estos inmuebles y preservar el legado arquitectónico en áreas expuestas a riesgos sísmicos.

Ahora bien, en cuanto a la forma en que se puede abordar la sismicidad o las opciones para fortalecer la estructura construida del caso de estudio, se pueden contemplar las siguientes consideraciones:

- Antes de realizar cualquier trabajo de reforzamiento, es fundamental realizar una evaluación técnica detallada de la estructura para comprender sus puntos débiles y determinar las soluciones más adecuadas en función de las especificidades del edificio y la normativa local.
- Se pueden realizar mejoras en los cimientos de tapia pisada, como agregar refuerzos de concreto o acero para mejorar su capacidad de soporte y resistencia ante sismos.



- Incorporar muros o contrafuertes adicionales a la estructura de tapia pisada para aumentar su resistencia y rigidez ante fuerzas sísmicas, incluyendo el uso de concreto armado o materiales de refuerzo.
- Los techos y entrepisos también pueden ser áreas críticas en una estructura de tapia pisada, se sugiere considerar reforzar estas partes con vigas y columnas de acero, aumentando la sección transversal de estos elementos, mediante la adición de madera adicional o el refuerzo con elementos metálicos, como placas o pernos de anclaje los cuales mejorarían la resistencia a sismos.
- Reforzar la conexión entre los elementos de la estructura, como las paredes de tapia pisada y los cimientos, lo cual es imprescindible para evitar la separación o el desplazamiento durante un sismo, y en lo que respecta a la cubierta en madera, el uso de sujetadores de alta calidad, como pernos o herrajes de refuerzo.
- Considerar la incorporación de sistemas de aislamiento sísmico que reduzcan las fuerzas transmitidas a la estructura durante un sismo, los cuales se realizarían debajo de la estructura, aunque menos comunes en cubiertas de madera, se pueden considerar amortiguadores de vibración o dispositivos de aislamiento sísmico para reducir las fuerzas transmitidas a la cubierta durante un sismo.

8. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Según el diagnóstico establecido y la propuesta de intervención, se identifica que la causa principal de las lesiones en el inmueble se atribuye a un mantenimiento deficiente y a la falta de coherencia entre los materiales empleados en la cubierta, en términos de dimensiones y capacidad portante de los mismos, estas irregularidades corresponden a:

- Manchas de chorreo a elementos de fachada por acumulación de material particulado y epifitas.
- Descascaramiento y pérdida de recubrimiento del acabado de la mampostería externa



en tapia pisada sobre la carrera 30.

- Deficiencias en la operatividad de las conexiones entre dos pendientes de la cubierta inclinada hacia el interior, debido a acumulación de material de naturaleza orgánica.
- Obstrucción de canoas metálicas y bajantes debido corrosión, oxidación e insuficiente pendiente para la correcta evacuación, ocasionando filtración de agua lluvia hacia el interior del edificio.
- Pérdida de capacidad de carga en elementos estructurales de la cubierta debido a presencia de humedad en la estructura se atribuye a la insuficiente aplicación de impermeabilización, generando filtraciones que, a su vez, provocan la descomposición de los elementos del sistema estructural de la cubierta en madera, incluyendo vigas, alfardas y tablillas.
- Humedad, descomposición y desprendimiento de cielo falso.
- Grietas, extracción de partes y ataque de xilófagos en columnas de madera de los patios, las cuales reducen su integridad y capacidad portante.
- Eflorescencias debido a presencia de líquenes, musgos y hongos en sectores de la cara superior de la mampostería de tapia pisada.

Estos problemas conllevan un riesgo considerable para la seguridad física de los ocupantes habituales y los visitantes del inmueble.

En el marco de esta propuesta, se presentarán tres (3) posibles alternativas de intervención para abordar la causa identificada en el diagnóstico.

De manera concisa, se destacará una de estas alternativas como la más factible, la cual será detalladamente desarrollada, así las cosas, con el fin considerar una intervención consecuente y constructiva en el inmueble y el uso que allí se desarrolla se describen a continuación:

Según el diagnóstico establecido y la propuesta de intervención, se identifica que la



causa principal de las lesiones en el inmueble se atribuye a un mantenimiento deficiente y a la falta de coherencia entre los materiales empleados en la cubierta, en términos de dimensiones y capacidad portante de los mismos.

Estas irregularidades corresponden a:

- Manchas de chorreo a elementos de fachada por acumulación de material particulado y epifitas.
- Descascaramiento y pérdida de recubrimiento del acabado de la mampostería externa en tapia pisada sobre la carrera 30.
- Deficiencias en la operatividad de las conexiones entre dos pendientes de la cubierta inclinada hacia el interior, debido a acumulación de material de naturaleza orgánica.
- Obstrucción de canoas metálicas y bajantes debido corrosión, oxidación e insuficiente pendiente para la correcta evacuación, ocasionando filtración de agua lluvia hacia el interior del edificio.
- Pérdida de capacidad de carga en elementos estructurales de la cubierta debido a presencia de humedad en la estructura, se atribuye a la insuficiente aplicación de impermeabilización, generando filtraciones que, a su vez, provocan la descomposición de los elementos del sistema estructural de la cubierta en madera, incluyendo vigas, alfardas y tablillas.
- Humedad, descomposición y desprendimiento de cielo falso.
- Grietas, extracción de partes y ataque de xilófagos en columnas de madera de los patios, las cuales reducen su integridad y capacidad portante.
- Eflorescencias debido a presencia de líquenes, musgos y hongos en sectores de la cara superior de la mampostería de tapia pisada.

Estos problemas conllevan un riesgo considerable para la seguridad física de los ocupantes habituales y los visitantes del inmueble.



En el marco de esta propuesta, se presentarán tres (3) posibles alternativas de intervención para abordar la causa identificada en el diagnóstico.

De manera concisa, se destacará una de estas alternativas como la más factible, la cual será detalladamente desarrollada, así las cosas, con el fin considerar una intervención consecuente y constructiva en el inmueble y el uso que allí se desarrolla, se describen a continuación:

8.1. Propuestas de Intervención

De forma resumida, se resaltaré una de las próximas opciones como la más viable, la cual será minuciosamente elaborada, en este sentido, el propósito corresponde a evaluar una intervención coherente y constructiva en la propiedad y su actividad asociada, se presentan a continuación las propuestas de planes de intervención:

- Reparación localizada
- Refuerzo estructural
- Reconstrucción total

8.1.1 Plan de Intervención N° 1 – (Reparación Localizada):

Esta opción implica abordar áreas específicas de la cubierta de madera que han sido afectadas estructuralmente sin comprometer la totalidad de la estructura.

El proceso incluye una inspección meticulosa para identificar las zonas dañadas, seguida por la remoción cuidadosa de la madera deteriorada.

Posteriormente, se procede a la sustitución de las secciones dañadas con nuevas piezas de madera, asegurando una unión firme y segura.

Para reforzar aún más las áreas reparadas, se pueden incorporar conectores metálicos, placas de refuerzo o adhesivos estructurales, garantizando así la integridad estructural de la cubierta.



Para esta alternativa se estima un tiempo de intervención localizada de cuatro (4) meses, teniendo en consideración que se estipula una intervención de la cubierta y detalles menores de la fachada en el inmueble.

8.1.2 Plan de Intervención N° 2 – (Refuerzo Estructural):

En esta alternativa, se realiza una evaluación exhaustiva de la cubierta para identificar áreas de debilidad.

En lugar de abordar solo las zonas afectadas, se implementa un refuerzo generalizado para fortalecer toda la estructura.

Esto puede incluir la introducción de elementos de refuerzo como tirantes, vigas adicionales o refuerzos de acero, adicionalmente, se pueden aplicar productos de consolidación, como consolidadores de madera o resinas epoxi, para fortalecer áreas específicas y prevenir la propagación de la degradación, buscando optimizar la resistencia global de la cubierta y garantizar su estabilidad a largo plazo.

Para esta alternativa se estima un tiempo de intervención localizada de cuatro (4) meses, teniendo en consideración que se estipula una intervención de la cubierta mediante refuerzos estructurales y detalles menores de la fachada en el inmueble.

8.1.3 Plan de Intervención N° 3 – (Reconstrucción total de la cubierta):

Cuando la cubierta de madera está gravemente comprometida en múltiples áreas, la reconstrucción total se convierte en una opción viable.

Este enfoque implica una demolición controlada de la estructura existente. Trabajando en colaboración con un ingeniero estructural, se diseña una nueva cubierta que cumple con los estándares de construcción actuales y que presenta una mayor resistencia y durabilidad.

Durante la reconstrucción, se emplean materiales modernos y tratamientos protectores para la madera, asegurando una mayor longevidad y resistencia al deterioro futuro. Este proceso garantiza una renovación completa de la cubierta, brindando una solución a largo



plazo y mejorada en términos de estabilidad estructural.

Se estima un tiempo de intervención de siete (7) meses, teniendo en consideración que se hará intervención completa de la estructura de la cubierta, columnas de madera de los patios y actividades en la mampostería de la fachada del inmueble.

8.2. Plan de Intervención Seleccionado

Considerando las propuestas específicas elegidas para abordar la intervención en el inmueble bajo estudio, se determinan las conclusiones de los planes de acción propuestos como soluciones a la patología identificada:

Por otro lado, la primera alternativa propuesta tiene como objetivo principal mitigar puntualmente la patología evidenciada en un punto del elemento, mientras que la segunda alternativa propuesta considera mitigar fuerzas aplicadas sobre la madera mediante refuerzos metálicos, evitando comprometer la estructura a fuerzas de flexión y compresión, con ello frenando el deterioro estructural de la cubierta y la afectación a la mampostería.

Es importante destacar que debido a lo evidenciado al momento de la inspección y lo mencionado en el diagnóstico, el Plan de Intervención N° 3 se perfila como la opción más viable para abordar de manera integral la patología que afecta extensamente la edificación, para lo cual se decide realizar la reconstrucción total de la cubierta, como medida de solución definitiva de la patología, esta involucra los siguientes procedimientos:

1. Evaluación Inicial:

- Realizar una inspección minuciosa de la cubierta para identificar daños estructurales en la madera y en las tejas de barro.
- Documentar y fotografiar el estado actual de la cubierta para análisis y referencia.

2. Aseguramiento de la Zona:

- Implementar medidas de seguridad para proteger a los trabajadores y a los residentes cercanos durante la intervención.



- Colocar vallas y señalización adecuada para delimitar la zona de trabajo.

3. Demolición y Retiro:

- Desmontar cuidadosamente la cubierta existente, retirando las tejas de barro de manera que puedan ser reutilizadas si es posible.
- Inspeccionar la estructura de madera subyacente para evaluar la necesidad de reparaciones o reemplazo.

4. Tratamiento y Reparación de la Madera:

- Realizar un tratamiento a la madera existente para prevenir problemas futuros relacionados con humedad, hongos e insectos.
- Realizar las reparaciones necesarias en la estructura de madera, reemplazando partes dañadas según las indicaciones del ingeniero.

5. Reemplazo o Reparación de Tejas:

- Evaluar el estado de las tejas de barro y determinar si es necesario reemplazar algunas o todas.
- Realizar reparaciones en tejas dañadas y clasificarlas para reutilización si es posible.

6. Instalación de barrera contra la humedad:

- Ejecutar una barrera contra la humedad, como membranas impermeabilizantes, para proteger la madera de problemas relacionados con la humedad.

7. Reconstrucción de la Cubierta:

- Construir la nueva estructura de acuerdo con el diseño aprobado y las especificaciones del ingeniero.
- Instalar las tejas de barro de manera precisa y segura, asegurándose de que estén bien sujetas y selladas.

8. Acabados y Selladores:

- Aplicar selladores y acabados de alta calidad en las tejas y la madera para proteger



contra los elementos y mejorar la longevidad.

9. Cambio de los pilares:

- Reemplazar los pilares que sostienen la cubierta por unos nuevos, ya que los existentes tienen ataque de insectos coleópteros y/o xilófagos en su base.

10. Inspección Final y Pruebas:

- Realizar una inspección exhaustiva para garantizar que la reconstrucción cumpla con los estándares de construcción y las especificaciones del diseño.
- Realizar pruebas de impermeabilización y resistencia estructural según sea necesario.

11. Entrega y Capacitación:

- Entregar la cubierta reconstruida al propietario, proporcionando documentación sobre los materiales utilizados y los cuidados necesarios.
- Ofrecer orientación sobre el mantenimiento regular para preservar la integridad de la cubierta.



8.2.1. Fichas de Intervención

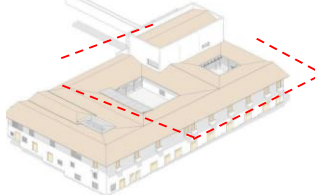
FICHA TÉCNICA INTERVENCIÓN				
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS				
VICERRECTORIA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA				
ESPECIALIZACIÓN- PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN				
CASA DE GOBIERNO- SALGAR - ANTIOQUIA	Mg. Arq. María Isabel Mayorga Hernández	Arq. Vanessa Cañola Pineda, Ing. Civil Catalina Orozco, Arq. Juan Camilo Gomez	EDIFICACION	nov-23
PACIENTE	DOCENTE	ELABORO	ESPACIO	FECHA
INTERVENCIÓN ELEMENTOS DE MADERA				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: La madera, como elemento constructivo, es un material versátil y sostenible que ha sido utilizado en la construcción de edificaciones durante siglos. Algunas variedades comunes incluyen pino, roble, abeto y cedro. Algunas características clave de la madera como material de construcción incluyen: Calidez y Estética: La madera en una cubierta agrega un toque de calidez y belleza natural al entorno. Su grano y color proporcionan una apariencia atractiva y atemporal que se integra armoniosamente con el entorno, ya sea en un entorno urbano o rural. Resistencia a la Intemperie: La madera utilizada en cubiertas generalmente se elige por su resistencia a la intemperie. Es crucial seleccionar maderas duraderas y aplicar selladores o tratamientos que protejan contra la exposición constante al sol, lluvia y cambios de temperatura. Sostenibilidad: Al elegir madera certificada y proveniente de fuentes sostenibles, se puede contribuir a la sostenibilidad de los bosques y reducir el impacto ambiental de la construcción.		LOCALIZACIÓN: Esta ubicado en la cubierta de la casa de gobierno. 		
		DEFECTOS OBSERVADOS: Se evidencia una cubierta en teja de barro, con entramado de caña brava, en condiciones precarias que dejan ver compromiso en el estado de la estructura de madera y del cielo falso. Se observa un deficiente sistema de recolección de aguas lluvias, entre los que se cuentan canoas y bajantes en regular estado, adicionalmente, se evidencia mantenimiento preventivo de la estructura Se evidencia desprendimiento parcial del cielo falso en madera, al igual que el pañete y acabado arquitectónico, con posible riesgo de colapso. Se observó que múltiples áreas de la edificación presentan daños estructurales y estéticos debido a la infiltración de agua, y prácticas inadecuadas de reposición de elementos de madera en longitud y ancho. Esta patología ha generado la formación de grietas, pérdida de material y la presencia de organismos en el cielo raso y la estructura de madera.		
   		PROPUESTA DE INTERVENCIÓN : El objetivo es reemplazar la cubierta de madera existente para mejorar la durabilidad, la seguridad estructural y la estética del espacio. Selección de materiales: Seleccione cuidadosamente las maderas a utilizar, considerando su resistencia, durabilidad y apariencia estética. Retiro de la Cubierta Existente: Desmontar y retirar cuidadosamente la cubierta de madera existente, asegurando la gestión adecuada de los desechos. Limpieza del Área: Limpie el área de construcción de cualquier obstáculo o vegetación no deseada. Estructura base: Construir la estructura base, asegurando una distribución adecuada de las cargas y la solidez necesaria. Instalación de Vigas y Soportes: Coloque cuidadosamente las vigas y soportes, asegurando su alineación y nivelación. Elección de Técnicas de Fijación: Seleccione las técnicas de fijación más apropiadas para garantizar la estabilidad y la durabilidad de la cubierta. Aseguramiento de la Impermeabilización: Implementar medidas efectivas para impermeabilizar la cubierta y prevenir problemas relacionados con la humedad. Sellado y Acabado: Aplique selladores y acabados de calidad para proteger la madera contra los elementos y mejorar su durabilidad. Cambio de pilares: Se debe reemplazar los pilares que sostienen la cubierta por unos nuevos, ya que los existentes tienen ataque de insectos coleópteros y/o xilófagos en su base. Inspección de Calidad: Realice una inspección final para garantizar que la construcción cumpla con los estándares de calidad y seguridad. Entrega al Propietario: Entregar la cubierta completada al propietario, proporcionando instrucciones de mantenimiento y cualquier garantía aplicable.		
		FIRMA DEL ARQUITECTO / INGENIERO:		
		Nombre:		
		Hecho en:		
		Fecha:		

Tabla 27: Ficha Técnica Plan de Intervención (Madera) – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



FICHA TÉCNICA INTERVENCIÓN				
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS				
VICERRECTORIA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA				
ESPECIALIZACIÓN - PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN				
CASA DE GOBIERNO-SALGAR - ANTIOQUIA	Mg. Arq. María Isabel Mayorga Hernández	Arq. Vanessa Cañola Pineda Ing. Civil Catalina Orozco Arq. Juan Camilo Gomez	EDIFICACION	nov-23
PACIENTE	DOCENTE	ELABORO	ESPACIO	FECHA
INTERVENCIÓN ELEMENTOS DE TAPIA PISADA				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: La tapia pisada es un tipo de material constructivo que se utiliza comúnmente en la construcción de muros y cercas. Se conoce también como tapial o muro de tierra apisonada. La tapia se caracteriza por ser un muro macizo construido mediante la compactación de tierra o arcilla en capas sucesivas. Material utilizado: Tierra: La tierra utilizada para la construcción de tapia es generalmente arcillosa o con una composición que le otorgue cierta cohesión. La elección del tipo de tierra puede variar según la región y las propiedades específicas del suelo. Ventajas de la tapia: Económica: La tapia suele ser una opción más económica en comparación con otros materiales de construcción. Sostenible: Al utilizar materiales locales, la tapia puede ser considerada una opción más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Aislamiento térmico: La tierra tiene propiedades naturales de aislamiento térmico, lo que puede ser beneficioso en términos de eficiencia energética. Limitaciones: Menor resistencia estructural: En comparación con materiales como el concreto o el acero, la tapia puede tener una menor resistencia estructural. Sensibilidad al agua: La tapia puede ser vulnerable a la erosión si se expone constantemente al agua.		LOCALIZACIÓN: Esta ubicado en la fachada y en muros internos.  		
   		DEFECTOS OBSERVADOS: Se evidenció desprendimiento de capa de pintura de fachada, al realizar un seguimiento detallado de la lesión, se evidencia presencia de pañete y tapas metálicas aleatoriamente insertadas. La lesión presentada en los muros de la fachada es de corte superficial, no compromete la integridad estructural aun, sin embargo, la composición del muro que corresponde a tapia y la filtración directa de aguas lluvias, podría generar un compromiso superior con el tiempo. El muro interno (Emisora) tiene actualmente una lesión física por humedad por capilaridad en absorción. esta lesión asciende desde el suelo hacia la cubierta, también hay desprendimiento de revestimiento y hongos e la superficie.		
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: Inspección y Evaluación: Realizar una inspección detallada de los muros de tapia afectados Evaluar la composición del suelo y las condiciones ambientales que podrían estar contribuyendo a los problemas.		Estabilización Temporal: En caso de que existan riesgos inmediatos de colapso, implementar medidas de estabilización temporal para garantizar la seguridad de la estructura y de las personas en la zona.		
Drenaje y control de humedad: Implementar medidas para controlar la humedad, ya que esta puede ser una causa común de deterioro en muros de tierra. esto podría incluir la instalación de sistemas de drenaje adecuados y la mejora de la impermeabilización.		Reconstrucción parcial o total: Si las afectaciones son extensas y la estabilidad estructural está comprometida, considerar la reconstrucción parcial o total del muro de tapia, siguiendo prácticas constructivas actualizadas.		
Protección contra Agentes Ambientales: Aplicar tratamientos superficiales protectores, como revestimientos específicos o pinturas, para proteger el muro de tapia contra las inclemencias del tiempo y la erosión.		Monitoreo Continuo: Implementar un programa de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las intervenciones y detectar cualquier signo de deterioro futuro.		
Documentación y Registro: Documentar todas las intervenciones realizadas, incluyendo detalles técnicos, materiales utilizados y fechas de ejecución. Mantener un registro actualizado para futuras referencias.				
FIRMA DEL ARQUITECTO/INGENIERO:		Nombre:		
Hecho en:		Fecha:		

Tabla 28: Ficha Técnica Plan de Intervención (Tapia Pisada) – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



8.3. Plan de Mantenimiento

El objetivo principal de esta actividad es desarrollar un documento que enumere los elementos e ítems que requieren atención en el mantenimiento de la Casa de Gobierno del municipio de Salgar.

Esta información se consolida en un formato que contempla distintas columnas para especificar los tiempos destinados a la limpieza, inspección, mantenimiento, reparación, renovación o reemplazo, entre otros aspectos relevantes, cabe indicar que se utilizará como base la bibliografía proporcionada en clase, específicamente el método REHABIMED.

Carnet de identidad					
INFORMACIÓN DEL EDIFICIO					
Propietario	Municipio de Salgar Antioquia				
Datos de contacto:	Alcaldía municipal				
Dirección:	Calle 29 N° 30-17				
Barrio / Población:	Salgar Antioquia				
Responsable del mantenimiento:	Secretaria de planeación y Obras Públicas.				
Número de plantas en sótano:	0		Número de plantas:	3	
Número de locales comerciales:	7	en propiedad	Número de oficinas	11	Propias
	0	en alquiler		0	En alquiler
Antigüedad en años:	Más de 100		Profundidad edificada:	29 m	
Superficie construida:	1909,91 m2		Superficie patios, jardines:	3 patios	
DATOS URBANÍSTICOS MUNICIPIO					
Calificación urbanística (usos permitidos):	Gubernamental		Afectaciones, censos, hipotecas:	Ninguna	
Catalogación patrimonial:	Ninguna		Edificabilidad:	Ninguna	
Número plantas permitidas:	3		Profundidad edificable:	Ninguna	
CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO					
Zona (urbana/rural):	Urbana		Distancia al núcleo urbano:	0 km	
Anchura calle:	5 m		Anchura aceras:	0,8 m	
Altura edificio vecino izquierdo:	N/A		Altura edificio vecino derecho:	6 m	
SERVICIOS DE SUMINISTRO					
Agua potable:	SI		Electricidad:	SI	
Alcantarillado:	SI		Teléfono:	SI	

Tabla 29: Carnet de Identificación – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Método REHABIMED, Arquitectura Tradicional Mediterránea, II Rehabilitación el edificio

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PARA EL AÑO: 2024				
Elementos	A inspeccionar	A limpiar	A reparar	A renovar
ESTRUCTURA (Asegurar la coherencia del descenso de cargas)				
Paredes y/o pilares	Cada 6 meses	cada 6 meses	cada año (pintura)	50 años
Escaleras	Cada 6 meses	Diario	cada año (pintura)	15 años
Armazón de cubierta	Cada 6 meses	–	cada año (pintura)	25 años
Pisos y entre pisos	Cada 6 meses	Diario	Cada año (cambio de tablonos averiados)	25 años
CUBIERTA (Asegurar la evacuación de la lluvia)				
Revestimiento de cubierta	Cada 6 meses	–	Cada 1 año (cambio de tejas averiadas y/o reacondición)	25 años
Aleros	Cada 6 meses	Cada 6 meses	Cada año (pintura)	25 años
FACHADA (Asegurar el comportamiento termohigrométrico y evitar desprendimientos a la calle)				
Revestimientos	Cada 6 meses	cada 6 meses	Cada año (resanar y pintar)	25 años
Balcones	Cada 6 meses	Diario	Cada año	25 años
Carpintería	Cada 6 meses	Cada 8 días	Cada año (pintar/esmaltar)	25 años
Barandillas, rejas	Cada 6 meses	Cada 15 días	Cada año (pintar/esmaltar)	25 años
INSTALACIONES (Garantizar su funcionamiento y la seguridad al usuario)				
Agua	Cada año	–	–	25 años
Saneario	Cada año	–	–	25 años
Electricidad	Cada año	–	–	25 años
Gas	Cada año	–	–	25 años
VALORACIÓN ECONÓMICA (Conocer los costes de la operación)				
Previsión de gastos:	2 millones	7 millones	30 millones	–
Gastos reales:				
OBSERVACIONES				
FIRMA DEL ARQUITECTO/INGENIERO:		Nombre:		
Hecho en:		Fecha:		

Tabla 30: Calendario de mantenimiento – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Método REHABIMED, Arquitectura Tradicional Mediterránea, II Rehabilitación el edificio - Herramienta 11 - Material de apoyo a la etapa de mantenimiento del edificio

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

9 IMPACTO AMBIENTAL

9.1 PLAN DE MANEJO DE RCD

El plan de manejo ambiental de los residuos de construcción y demolición (en adelante PMA-RCD), tiene como objetivo planificar de manera correcta los procesos y actividades que se desarrollaran en el proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, con el fin de prevenir, mitigar y minimizar los posibles impactos ambientales que pueden ser ocasionados por la ejecución de la obra civil.



Además, esta herramienta de planificación promueve el aprovechamiento de los residuos generados y el cierre de ciclos de materiales como un mecanismo de las buenas prácticas de desarrollo sostenible, social y económica.

Este documento técnico tiene como base los requerimientos legales establecidos en la Resolución 0472 del 2017 modificada mediante la Resolución 1257 del 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por lo cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD, con el objetivo de prevenir, corregir y mitigar los posibles impactos ambientales.

9.2 ALCANCE

El presente programa se formula dando cumplimiento a los lineamientos de la Resolución 472 de 2017 modificada mediante Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, este plan debe radicarse con 30 días de antelación, solicitando el registro como Gran Generador, para el proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar.

9.3 PROGRAMA AMBIENTAL RCD

9.3.1 Datos del generador

Razón Social	ALCALDÍA MUNICIPAL
Número de Identificación Tributaria (NIT)	890.980577-0
Dirección	Municipio de Salgar Antioquia, Calle 29 N° 30 – 17
Encargada	Alcaldía municipal
Teléfono	-----
Correo electrónico	notificacionjudicial@salgar-antioquia.gov.co

Tabla 31: Datos del generador – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



9.3.2 Datos de la obra o proyecto

Nombre de la obra	INTERVENCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE LA “CASA DE GOBIERNO”
Ubicación de la obra	Calle 29 N° 30 – 17
Área del lote del proyecto	1909,91 m ²
Área a construir (m2)	NA
Número y fecha de expedición de la licencia	-----
Tiempo estimado de la ejecución de la obra	7 meses

Tabla 32: Datos de la obra o proyecto – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

9.3.3 Proyección de RCD a generar

A continuación, se relaciona la proyección de los residuos de construcción y demolición que se generaran durante la ejecución del proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar.

Los residuos de construcción y demolición fueron proyectados en base al presupuesto presentado en el ítem 10 del presente documento.

PROYECCIÓN DE RCD A GENERAR	
TIPO DE RCD	TONELADAS (t)
1. Residuos de construcción y demolición - RCD susceptibles de aprovechamiento:	
1.1 Productos de excavación y sobrantes de la adecuación del terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.	0,00
1.2 Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.	0,00
1.3 Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.	339,96
1.4 No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimiento de zinc o estaño, plásticos tales como: PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, madera y compuestos de madera, cartón-yeso (drywall), entre otros.	321,32
2. Residuos de construcción y demolición - RCD no susceptibles de aprovechamiento:	
2.1 Los contaminados con residuos peligrosos.	19,21
2.2 Los que por su estado no pueden ser aprovechados.	6,63
2.3 Los que tengan características de peligrosidad, estos se registrarán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.	0,00
Total (t)	687,12

Tabla 33: Proyección de RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



Se espera que durante la ejecución del proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, se generen **687,12** toneladas de residuos de construcción y demolición. Se resalta que los residuos peligrosos y ordinarios serán gestionados por gestores autorizados que cuenten con los permisos y licencia ambiental expedida por la Autoridad Ambiental.

9.3.4 Costo del proyecto, obra o actividad

Para la ejecución del proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar se proyecta un costo aproximado de \$610.952.560; este valor se detalla en el ítem 10 del presente documento.

9.3.5 Descripción de las actividades específicas de prevención y reducción de generación de RCD

Para la ejecución del proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, se implementarán medidas de prevención y reducción de la generación de RCD, para lo cual se tendrá como estrategia la realización de compras ajustadas de acuerdo con lo proyectado o requerido por el proyecto, buenas prácticas de manejo en la recepción y almacenamiento de las materias primas que se adquirirán. Por lo anterior, se definen las siguientes acciones:

Se realizará compra del material para la obra teniendo en cuenta la cantidad proyectada durante la planificación del proyecto; esto con el fin de evitar exceso de material.

Los materiales pétreos y de cantera que se requieran para el proyecto, serán comprados en sitios que cuenten con los respectivos permisos y Licencias Ambientales determinados por la normatividad ambiental vigente.

Se establecerán en los frentes de trabajo, áreas de almacenamiento de los materiales, control de escorrentía superficial y manejo de aguas lluvias en la obra adecuadas para prevenir pérdida de estos; procurando en todo momento que estén alejados de la circulación y



de otras zonas destinadas para el almacenamiento de residuos.

En la etapa de excavaciones los residuos pétreos generados serán utilizados en actividades de acondicionamiento dentro de la obra.

De no ser posible lo mencionado, se realizará la disposición final de RCD de acuerdo con la normatividad ambiental vigente. Se debe resaltar que en la actualidad el municipio no cuenta con puntos limpios, plantas fijas o móviles para el aprovechamiento de los materiales.

Como contingencia se solicitará la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final de RCD se realizarán con las Empresas de Servicios Públicos de Salgar.

9.3.6 Manejo temporal de RCD en obra

Durante la intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, se realizará separación en la fuente con el fin de identificar el valor de los RCD, específicamente para verificar que residuos se pueden reciclar, reutilizar y/o revalorizarlo dentro de la obra; lo anterior, atendiendo los requerimientos establecidos en la Resolución 1257 de 2021 emitida por MINAMBIENTE, de esta forma, se buscará optimizar los materiales, minimizar la cantidad de residuos no aprovechables y el impacto ambiental que se pueda generar por su disposición final.

9.3.6.1 Medidas a implementar

RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS

- Al finalizar cada jornada de trabajo se hará una limpieza general y cada vez que se requiera se recogerán los residuos presentes en el sitio de obra.
- En el sitio de obra se deberá disponer canecas para el manejo de los residuos comunes.
- El material que sea susceptible de recuperar se clasificará y se depositará en canecas para material de reciclaje y será entregado a las empresas recicladoras.
- El Generador propenderá por minimizar la generación de residuos comunes, implementando dentro de sus estrategias el aprovechamiento y la capacitación al



personal.

RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION (RCD)

- Separar y clasificar el material de demolición con el fin de reutilizar el material que se pueda y el sobrante deberá ser retirado y enviarlo a disposición final en caso de que no sea susceptible de aprovechamiento.
- Se humectará el material de demolición que sea acopiado para su reutilización, cuando sea necesario.
- Se utilizarán mallas de cerramiento o poli sombra para aislar los residuos de construcción y demolición.
- El material orgánico producto de la actividad de descapote en lo posible será reutilizado en el mismo proyecto.
- El material de excavación que se pueda reutilizar y los de rellenos serán cubiertos totalmente con material plástico resistente.
- Los materiales sobrantes de la excavación de la obra se dispondrán en los sitios aprobados por autoridades ambientales.
- Las rutas de las volquetas que movilicen material sobrante de excavación, demoliciones deberán cumplir las normas establecidas por la Secretaría de Tránsito y Transporte de la ciudad que tenga autorización para hacerlo.
- Los puntos ecológicos se ubicarán de acuerdo al tipo de residuos que se genere en cada área de la obra y rotulados de acuerdo a su clasificación según la Resolución 2184 de 2019.



Figura 108: Clasificación de los residuos de acuerdo con la Resolución 2184 de 2019
Fuente: Resolución 2189 de 2019

El almacenamiento temporal de los residuos se refiere a los puntos de acopio en donde se depositan los residuos para posteriormente ser aprovechados y/o entregados a la empresa gestora para su disposición final.

Condiciones en las que deben estar los puntos de acopio:

- Limpio, organizado, señalizado y categorizado de acuerdo al tipo de residuo y su compatibilidad
- Debe estar protegido de las lluvias, y así evitar que los residuos entren en contacto con el agua y generen alguna reacción química o lixiviados.
- Contar con iluminación y ventilación adecuada en el sitio
- El lugar debe contar con paredes de fácil lavado, con pisos nivelado y de fácil lavado por posibles derrames, y una ligera pendiente al interior para evitar estancamiento de líquidos.
- Poseer acometidas y drenajes para lavado.
- El lugar debe contar con equipos adecuados para extinción de incendios, y fecha de vencimiento válida.
- Contar con un programa de control de vectores y elementos que restrinjan el acceso al mismo (Roedores, insectos, perros, etc.) con el fin de prevenir



enfermedades y conservar los materiales.

- Tener un espacio suficiente para el almacenamiento adecuado de los residuos.
- El lugar no debe estar ubicado en zonas de espacio público.

MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

De acuerdo al decreto 4741 del 2005 se establece que el generador es responsable de los residuos o desechos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos, por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente.

La entrega se debe realizar a empresas que se encuentren certificadas ante la autoridad ambiental, y se tiene en cuenta el manejo integral en la cual se especifica que todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

Se deben clasificar como peligroso aquellos recipientes o embaces que estuvieron en contacto con cualquier sustancia química o residuo peligroso, y se debe especificar cuál fue de acuerdo a la ficha de seguridad de este.

El contenedor de los residuos peligrosos líquidos será en material metálico de color rojo, el cual debe estar debidamente rotulado.

Para residuos peligrosos sólidos de menor tamaño se pueden utilizar canecas plásticas con bolsas de color rojo, al momento de ser dispuesto la bolsa debe estar rotulada con el tipo de residuo contenido.



Figura 109: Identificación y manejo de RESPEL

Fuente: Decreto 4741 del 2005

ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PROYECTO

El almacenamiento temporal de los residuos se refiere a los puntos de acopio en donde se depositan los residuos para posteriormente ser aprovechados y/o entregados a la empresa transportadora para su disposición final.

Condiciones en las que deben estar los puntos de acopio:

- Limpio, organizado, señalizado y categorizado de acuerdo al tipo de residuo y su compatibilidad
- Debe estar protegido de las lluvias, y así evitar que los residuos entren en contacto con el agua y generen alguna reacción química.
- Contar con iluminación y ventilación adecuada en el sitio
- El lugar debe ser fácil de limpiar para el mantenimiento del área
- El lugar debe contar con equipos adecuados para extinción de incendios, y fecha de vencimiento válida.
- Contar con un kit anti derrames
- Tener un espacio suficiente para el almacenamiento adecuado de los residuos.
- El lugar no debe estar ubicado en zonas de espacio público.



- Los residuos líquidos deben estar debidamente rotulado, y sobre una estructura o dique de contención para evitar posibles fugas sobre el suelo y deben tener las fichas de seguridad de estos.
- La capacidad de los diques debe ser del 100% de la capacidad de los líquidos contenidos más el 10%.
- Las etiquetas del centro de acopio deben estar establecida de acuerdo con el decreto 1496 del 2018.
- Se debe llevar un registro de los residuos producidos en las actividades del proyecto.

9.3.7 Implementación del PMA - RCD

Se reportará a la autoridad ambiental – CORANTIOQUIA, la implementación del PMA- RCD con sus respectivos soportes dentro de los 15 días calendario al finalizar cada trimestre durante los años de ejecución de la obra y una vez finalizado el proyecto se remitirá el reporte de la implementación de este dentro de los 45 días calendario siguientes a la terminación de la obra, tal como indica la Resolución 1257 del 2021.

El cálculo de la meta de aprovechamiento se realiza teniendo en cuenta la categoría del municipio, que, para el caso de Salgar, Antioquia es del 5% por tratarse de un municipio de categoría 6, de acuerdo con lo establecido en el artículo 9 de la Resolución 1257 del 2021.

La meta estipulada para la ejecución del proyecto es de 34,5 toneladas correspondientes al 5% de los Residuos de Construcción y Demolición a generar, que como se mencionó en el ítem 9.2.3 de proyección de RCD es de 687,12 toneladas.

En la siguiente tabla se detalla cómo serán gestionados los residuos generados durante la ejecución del proyecto:



ANEXO I. FORMATO ÚNICO PARA LA FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL DE RCD						
DATOS DEL GENERADOR						
NÚMERO ÚNICO PARA EL GENERADOR POR PARTE DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL POR PROYECTO	-----					
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Municipio de Salgar Antioquia					
NIT	-----					
DIRECCIÓN	Calle 29 N° 30-17					
TELÉFONO	-----					
CORREO ELECTRÓNICO	-----					
NOMBRE CONTACTO	Alcaldía municipal					
PROYECTO						
NOMBRE DE LA OBRA	Casa de Gobierno					
9. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL DE RCD - OBRA REAPERTURA DE LA BOCA DE LOS MANZANILLO Y REVITALIZACIÓN DE LA CIÉNAGA JUAN POLO						
Se deberá remitir el reporte de implementación del Programa de Manejo Ambiental de RCD a la Autoridad Ambiental competente, con las respectivas constancias expedidas por los gestores, dentro de los plazos establecidos en la resolución vigente.						
9.1 ALMACENAMIENTO, APROVECHAMIENTO (EN OBRA O ENTREGADO A UN GESTOR) Y DISPOSICIÓN FINAL						
Periodo reportado: (Corresponde a las fechas de inicio y final del trimestre de reporte)						
TIPO DE RESIDUO (Total del periodo)	TONELADAS DE RCD APROVECHADAS EN OBRA	TONELADAS DE RCD ENTREGADAS A RECEPTOR	TONELADAS DE RCD ENTREGADO EN PUNTO LIMPIO	TONELADAS DE RCD ENTREGADO A UNA PLANTA DE APROVECHAMIENTO	TONELADAS DE RCD ENTREGADO EN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	TOTAL RCD (t)
1. Residuos de construcción y demolición - RCD susceptibles de aprovechamiento:	0,97	33,47	0,025	0,077	0,00	661
1.1 Productos de excavación y sobrantes de la adecuación del terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1.2 Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
1.3 Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.	0,67	16,11	0,000381	0,04	0	339,96
1.4 No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimiento de zinc o estaño, plásticos tales como: PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, madera y compuestos de madera, cartón-yeso (drywall), entre otros	0,30	17,35	0,0251	0,04	0	321,32
2. Residuos de construcción y demolición - RCD no susceptibles de aprovechamiento:						
2.1 Los contaminados con residuos peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,21
2.2 Los que por su estado no pueden ser aprovechados.	0,00	0,00	0,00	0,00	6,63	6,63
2.3 Los que tengan características de peligrosidad, estos se registrarán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUB TOTAL MANEJO RCD	0,97	33,47	0,03	0,08	6,63	687,12
Total (Ton RCD aprovechadas en obra + Ton RCD entregas a receptor + Ton RCD entregas a punto limpio + Ton RCD entregas a planta de aprovechamiento)	34,54					
9.2 INDICADORES						
NÚMERO	NOMBRE DEL INDICADOR			TONELADA (t)	INDICADOR / PORCENT AJE	
1	Cantidad de RCD generado en obra (t) % (t total)			687,1	100%	
2	Cantidad de RCD aprovechado en la obra (t) % (t aprovechadas/ t total)			1,0	0,14%	
3	Cantidad de RCD entregado en punto limpio (t) % (t entregadas / t total)			0,025	0,00%	
4	Cantidad de RCD entregado en planta de aprovechamiento de RCD (t) % (t entregadas / t total)			FALSO	0,00%	
5	Cantidad de RCD gestionado por receptor % (t entregadas / t total)			33,5	4,87%	
6	Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t) % (t entregadas / t total)			6,6	0,96%	
7	Meta total de aprovechamiento			34,5	5,02%	
Cordialmente,						
FIRMA (Representante legal generador de RCD)						
C.C. o NIT						
NOMBRE						

Tabla 34: Formato único para la formulación e implementación del programa de RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elabora: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



9.3.7.1 Indicadores

El siguiente cuadro será diligenciado de forma trimestral por el proyecto de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, y será reportado a la Autoridad Ambiental garantizando el cumplimiento de la Resolución 1257 de 2021.

Número	Nombre del Indicador	Tonelada	Indicador/Porcentaje
1	Cantidad de RCD generado en obra (t) % (t total)	687,1	1,000
2	Cantidad de RCD aprovechado en la obra (t) % (t aprovechadas/ t total)	0,962	0,001
3	Cantidad de RCD entregado en punto limpio (t) % (t entregadas / t total)	0,025	0,000036
4	Cantidad de RCD entregado en planta de aprovechamiento de RCD (t) % (tentregadas / t total)	0,077	0,000
5	Cantidad de RCD gestionado por receptor % (t entregadas / t total)	33,4	0,049
6	Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t) % (t entregadas / t total)	25,8	0,038
7	Meta total de aprovechamiento	34,5	5,0%

Tabla 35: Indicadores RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

9.3.7.2 Metas

Una vez finalicen las actividades de intervención y/o rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar, se calculará la meta de aprovechamiento teniendo en cuenta lo siguiente:



Número	Nombre del Indicador	Tonelada	Indicador/Porcentaje
1	Cantidad de RCD generado en obra (t) % (t total)	687,1	100%
2	Cantidad de RCD aprovechado en la obra (t) % (t aprovechadas/ t total)	0,962	0,1%
3	Cantidad de RCD entregado en punto limpio (t) % (t entregadas/t total)	0,025	0,0036%
4	Cantidad de RCD entregado en planta de aprovechamiento de RCD (t) % (t entregadas / t total)	0,077	0,0112%
5	Cantidad de RCD gestionado por receptor % (t entregadas / t total)	33,4	4,9%
6	Cantidad de RCD llevado a sitio de disposición final de RCD (t) % (t entregadas / t total)	25,8	3,8%
7	Meta total de aprovechamiento (Sumatoria 2,3 y 4)	34,5	5,0%

Tabla 36: Indicadores RCD – Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

Es importante mencionar que por tratarse de un proyecto de intervención y/o rehabilitación de una estructura existente, no se generarán residuos productos sobrantes de excavación. Así mismo, al desarrollarse en un municipio categoría 6 cumplirá con una meta de aprovechamiento mínima del 5% de los RCD generados.

Una vez finalice el proyecto, se calculará la meta de aprovechamiento teniendo en cuenta el total de los Residuos de Construcción y Demolición relacionados en el cuadro de proyección de RCD a generar.

La obra aprovechará como mínimo el 5% del peso total de los residuos de construcción a generar anualmente por el tiempo de ejecución del proyecto, que corresponde a 34,5 toneladas de RCD.

Los RCD generados durante la rehabilitación de la “CASA DE GOBIERNO” del municipio de Salgar son: residuos pétreos (cerámicas), no pétreos (madera y compuestos de madera), los contaminados con residuos peligrosos (waipes, rodillos, remanentes de pintura,



entre otros) y los que por su estado no pueden ser aprovechados, tales como los residuos ordinarios.

Este plan de manejo de Residuos de Construcción y Demolición no exime al contratista de tener los controles ambientales propios de una obra para controlar y mitigar los impactos que puedan generarse en el recurso aire, suelo y agua.



10 PRESUPUESTO

El presupuesto estimado de la propuesta de intervención a realizar en el paciente, es el siguiente:

			CONDICIONES ORIGINALES		
ÍTEM	OBRA	UND.	CANT.	V/R UNIT	VALOR
PRELIMINARES					
1	Retiro de tabilla de piso vigas, soleras y carga manual sobre camión o contenedor, incluye el cargue y transporte de los materiales aprovechables hasta la bodega o	m2	134,00	\$ 46.570,60	\$ 6.240.460,40
2	Desmonte de techo en teja de barro con recuperación del 40%, donde la estructura lo permita, para reutilización en otros proyectos de la administración municipal . Sin importar altura ni tipo de estructura.	m2	551,00	\$ 51.294,60	\$ 28.263.324,60
3	Demolicion de cielo raso registrable de placas de fibras naturales y minerales, con medios manuales.	m3	330	45.042,60	\$ 14.864.058,00
4	demolicion de pisos en baldosa	m2	130,00	\$ 18.430,00	\$ 2.395.900,00
CUBIERTAS					
5	Construcción de techo en teja de barro; incluye tabilla en zapan, alfarda en abarco, estructura en madera, techoline, emboquillado de teja y todo lo necesario para su correcto funcionamiento o no incluye viga solera	m2	366,80	\$ 641.759,10	\$ 235.399.225,97
6	suministro transporte e instalacion de columna en madera con capitel según diseño original de la alcaldia	und	20,00	630.275,34	12.605.506,80
7	suministro transporte e instalacion de viga en madera de 4x6"	ml	148,50	292.368,54	43.416.728,19
8	suministro transporte e instalacion de canal de aguas lluvias de pvc tipo amazonas	ml	96,00	123.058,97	11.813.661,12
9	Formación de limahoya con plancha de lamina galvanizada, confeccionada en obra, Incluye piezas especiales, solapas, fijaciones, conexiones a bajantes y junta de estanqueidad.	m2	47,70	62.035,79	2.959.107,18
10	suministro e instalacion de mant o asfaltico para impermeabilizar el sobrecielo en board	m2	37,61	57.960,00	2.179.875,60
PINTURAS					
11	Aplicación de pintura a base de agua en muros para exteriores, con vinilo Tipo 1 de primera calidad, tres manos o las necesarias hasta obtener una superficie pareja y homogénea. Incluye suministro y transporte de los materiales, color a definir según aprobación de la SP.	m2	700,00	42.098,70	29.469.091,40
12	Aplicación de pintura a base de aceite en muros exteriores a tres manos o las necesarias hasta obtener una superficie pareja y homogénea. Incluye suministro y transporte de los materiales, color a definir según aprobación de la SP.	m2	136,00	38.249,95	5.201.993,47
13	recuperacion de revaques y resanes muros	m2	270,00	35.775,00	9.659.250,00
INSTALACIONES ELECTRICAS					
14	Suministro e instalación de circuito alimentador en 2#8+1#10+1#10T AWH, THHN para tablero de distribución. Incluye tubería EMT 1", accesorios y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	ml	55,00	\$ 65.105,86	\$ 3.580.822,30
15	Suministro e instalación de tablero monofásico de 12 circuitos 2F, 4H. Incluye fijación y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	1,00	\$ 336.950,00	\$ 336.950,00
16	Suministro transporte e instalación de tablero monofásico de 4 circuitos Incluye fijación, breaker bipolar de 40A y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	1,00	\$ 290.700,00	\$ 290.700,00
17	Suministro transporte e instalacion de tablero monofasico 220/110V, 4 circuitos sobrepuesto	und	1,00	\$ 290.700,00	\$ 290.700,00
18	Suministro e instalación de interruptor automático enchufable 2x30A	und	5,00	\$ 90.769,76	\$ 453.848,80
19	Suministro e instalación de interruptor automático enchufable 1x20A o 1x15A	und	5,00	\$ 39.319,76	\$ 196.598,80
20	Suministro e instalación de salida para tomacorriente doble con polo a tierra 15A, 120V, 3 hilos, marca leviton. Incluye tubería EMT 1/2", alambre 12 AWG THHN, caja 2400 EMT, aparato y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	75,00	\$ 203.727,16	\$ 15.279.537,00
21	Suministro e instalación de salida para tomacorriente doble con polo a tierra GFCI 15A, 120V, 3 hilos, marca leviton. Incluye tubería EMT 1/2", alambre 12 AWG THHN, caja 2400 EMT, aparato y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	2,00	\$ 318.177,16	\$ 636.354,32
22	Suministro e instalación de salida para iluminación en plafón. Incluye tubería EMT 1/2", alambre 12AWG THHN, caja 4x4 EMT, tomacorriente leviton y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	32,00	\$ 208.872,16	\$ 6.683.909,12
23	Suministro e instalación de circuito ramal en 2#12+1#12T a instalar en tubería EMT 1/2"	ml	73,00	\$ 55.534,16	\$ 4.053.993,68
24	Suministro e instalación de salida para Interruptor sencillo. Incluye tubería EMT 1/2", alambre 14 AWG THHN, caja 4x4 EMT, aparato y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	12,00	\$ 197.205,16	\$ 2.366.461,92
25	Suministro e instalación de salida para Interruptor doble o escala. Incluye tubería PVC 1/2", alambre 14 AWG THHN, caja 4x4 PVC, aparato y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	und	2,00	\$ 202.367,16	\$ 404.734,32
26	siministro e instalacion de canaletas de 60 x 40 con division	ml	210,00	\$ 53.551,76	\$ 11.245.869,60
27	Suministro e instalación de panel led de 60x60	und	32,00	\$ 419.420,26	\$ 13.421.448,32
28	suministro transporte e instalacion de tubería emt 1/2" incluye ganchos y todo lo necesario para su correcta instalacion	ml	51,27	\$ 27.076,00	\$ 1.388.186,52
VARIOS					
29	Aislamiento de seguridad (Incluye Andamios para tunel de seguridad, tapas de melamina, yute verde y todo lo necesario para su correcta instalacion)	ml	20,00	\$ 130.760,55	\$ 2.615.211,00
ASEO					
30	Aseo general en obra	día	5,00	\$ 450.000,00	\$ 2.250.000,00
VALOR TOTAL COSTOS					\$ 469.963.508,44
VALOR ADMINISTRACION (25%)					\$ 117.490.877,00
VALOR UTILIDAD (5%)					\$ 23.498.175,00
VALOR TOTAL					\$ 610.952.560,00

Tabla 37: Presupuesto Intervención

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción



11 PROGRAMACIÓN

Se estima un tiempo de intervención de siete (7) meses, teniendo en consideración que se hará intervención completa de la estructura de la cubierta, columnas de madera de los patios y actividades en la mampostería de la fachada del inmueble:

ÍTEM	ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PRECONSTRUCCIÓN																												
2	OBRAS PRELIMINARES																												
3	DESMONTE ESTRUCTURA																												
4	CUBIERTA																												
5	PROTECCIONES Y OBRAS AUXILIARES																												
6	MAMPOSTERIA EN TAPIA PISADA																												
7	CERRAMIENTOS																												
8	ASEO Y LIMPIEZA																												

Tabla 38: Programación Plan de Intervención total – Estudio Patológico de Casa de Gobierno del Municipio de Salgar - Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Elaboro: Grupo Estudiantes Especialización en Patología de la Construcción

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ La investigación tiene como objetivo principal la identificación y categorización de fallos o daños presentes en diversos componentes del sistema estructural de la "Casa de Gobierno" del municipio de Salgar, localizada en el Departamento de Antioquia.

✓ De acuerdo con los alcances definidos en el presente documento, este estudio patológico se fundamentó en pruebas, inspecciones y monitoreo de las lesiones existentes en el inmueble, lo que permitió la evaluación y la identificación de la patología que afecta principalmente al objeto de estudio.

✓ En el desarrollo del estudio patológico al paciente, se identificaron diversas lesiones en la edificación, las cuales incluyen desprendimiento de capa de pintura de tapia pisada de la fachada principal, filtraciones por agua lluvia provenientes de la cubierta, las canoas y desagües, humedades en elementos de madera de la estructura de la cubierta, desprendimientos



de elementos de la misma y cielo falso, al igual que lesiones provocadas por organismos animales y vegetales, y manchas en los muros.

✓ El progreso patológico ha causado una considerable degradación en ciertas áreas, reduciendo significativamente la durabilidad de los materiales y, por ende, comprometiendo la seguridad para su uso.

✓ Para analizar estas lesiones, se aplicó una metodología que comenzó con una inspección visual, seguida de un monitoreo continuo durante la ejecución del estudio patológico. Este proceso permitió categorizar las lesiones patológicas en la propiedad, identificando cada causa y utilizando instrumentos para facilitar la evaluación mediante ensayos destructivos (ED) y no destructivos (END), con el objetivo de determinar el estado y las condiciones de la edificación.

✓ Todas las lesiones identificadas y su respectivo seguimiento fueron documentadas en anexos específicos, como el registro fotográfico, la creación de fichas de historia clínica, y los ensayos de laboratorio que se llevaron a cabo para establecer el diagnóstico., cabe indicar que estos documentos respaldan las propuestas de intervención correspondientes al diagnóstico formulado.

✓ De acuerdo al diagnóstico, se determinó que la humedad por filtración, resultado principalmente de la falta de mantenimiento y problemas de diseño en la cubierta, es la lesión que afecta en mayor medida al objeto de estudio, cabe indicar que el enfoque del estudio patológico estaba dirigido a identificar la patología que afectara en un porcentaje más significativo a la edificación.

✓ Tras realizar esta evaluación, se elaboraron tres (3) propuestas de intervención, eligiendo la que ofrecería una solución definitiva a la patología más representativa de la edificación, esta propuesta que si bien podría estar restringida al ámbito académico, incluye un presupuesto, un cronograma, una propuesta de intervención y un plan de mantenimiento que



estima periodicidad y frecuencia de cambio de materiales, lo permitirá incrementar la vida útil del inmueble.

✓ **En lo que respecta a proyectos similares que correspondan a investigaciones equivalentes, se adjuntan algunas recomendaciones generales:**

- Al momento de abordar el paciente, tener presente la normativa vigente en materia de construcción.
- Efectuar una evaluación preliminar del estado de conservación del inmueble.
- Realizar una inspección visual del exterior e interior del inmueble, así como evaluación de vulnerabilidad sísmica de la zona donde se ubique el paciente.
- Identificar áreas concretas con riesgo de colapso, priorizar las intervenciones necesarias para su mantenimiento y preservación.
- Ejecutar ensayos de análisis de materiales (ED y END), para evaluar el estado de conservación y la estabilidad estructural de los elementos de tapia pisada y madera.
- Estimar varios programas de intervención, como mínimo tres (3).
- Elaborar un programa que contemple la conservación, rehabilitación y reutilización de los materiales y elementos constructivos.
- Aplicar técnicas de consolidación y refuerzo de los materiales de tapia pisada y madera, como el uso de placas de acero, sellado de juntas y el refuerzo de pilares y columnas, considerar investigaciones realizadas al respecto.
- Realizar un monitoreo y seguimiento de las obras de rehabilitación.
- Establecer protocolos de mantenimiento y reparación preventivos de los elementos intervenidos, que permita extender su vida útil.
- Implementar un sistema de monitoreo, seguimiento que permita evaluar el progreso y el estado de conservación de las obras realizadas.



- Establecer un plan de gestión integral que garantice la conservación y rehabilitación de la edificación y la prevención de riesgos y eventos adversos.
- Instaurar protocolos de intervención en casos de emergencia.
- Implementar un sistema de alerta y coordinación que permita enfrentar situaciones de emergencia y garantizar la seguridad de las personas y la integridad de la edificación.
- Participar en capacitaciones especializadas respecto a materiales de construcción y nuevas tecnologías constructivas, los cuales brindaran conocimientos invaluable a la hora de abordar proyectos afectados por patología de la construcción.



13 BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

- [1] **Angulo Guerra, F.** (2008). *Tipologías Arquitectónicas Coloniales y Republicanas: Afinidades y Oposiciones*. Universidad Tadeo Lozano. Recuperado de https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field_attached_file/pdf-tipologias-_pag-_web.pdf
- [2] **Arango, S.** (1990). *Historia de la Arquitectura en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. p. 291
- [3] **Arriaga, F; Peraza, F; Bobadilla, I; Bobabilla, M; García, F.** (2002). *Intervención en Estructuras de Madera*. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. p. 15-393
- [4] **Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica.** (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10*. Bogotá, AIS. p. 1.625
- [5] **Broto, Carles.** (2006). *Enciclopedia Broto de patologías en la edificación*. Barcelona. p. 31-59
- [6] **Casas Figueroa, L.** (2012). *Humedades*. Programa Editorial Universidad del Valle. p. 21-204
- [7] **XVI Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción - CONPAT.** - Patología en tierra cruda, estudio de caso construcciones en el área andina. (2017). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/327050817_PATOLOGIA_EN_TIERRA_C RUDA_ESTUDIO_DE_CASO_CONSTRUCCIONES_EN_EL_AREA_ANDINA/link/5b74f2f992851ca65063cccd/download
- [8] **[Construcciones de tapia]**. Recuperado de <https://raices.patrimoniomedellin.gov.co/oficio/construcciones-de-tapia/>
- [9] **Cruz H, Ricardo A; Cortes, W.L.** Evaluación Sismo Resistente de edificaciones Antiguas de Tapia pisada de adobe. (2002) Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/2537/2867>
- [10] **Fondo de Prevención y atención de emergencias – FOPAE.** (2011). Guía de Patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Recuperado de: https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Guia_patologias_constructivas_e_structurales_no_structurales.pdf
- [11] **Harris, S.** (2001) *Building Pathology: Deterioration, Diagnostics and Intervention*. John Wiley and Sons Inc. p. 58-273
- [12] **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC** (1997). Norma Técnica Colombiana NTC 2500: Ingeniería Civil y Arquitectura: Uso de la Madera en la Construcción, Bogotá, Colombia. P.79



- [13] **Londoño Montoya, R.** (2012) *Salgar: Entre Leyendas e historia*. Medellín. Papiroscentro.
- [14] **[Manual de Construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado]**. Recuperado de https://www.desenredando.org/public/libros/2001/csrve/guadua_lared.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.co
- [15] **Monjo Carrio, J.** (1997). *Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid. Editores Munilla- Iería. p. 24-41
- [16] **Monjo Carrio, J; Maldonado Ramos, L.** (2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*. Madrid. Editores Munilla- Iería. p. 27-40
- [17] **Mesa, Darío.** (1986) *La Historia tras los Edificios*, en: Tobón Botero Néstor. *Arquitectura de la colonización Antioqueña*. Tomo II Caldas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Banco Central Hipotecario, P .17
- [18] **Ortiz Campañá Meritxell.** *CATapia. la arquitectura de tapia en Cataluña. conocimiento, reivindicación y restauración.* (2014). Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48514/Memoria.pdf>
- [19] **Paredes Cisneros, S.** (2017). *Casas en la Colonia*. Revista Credencial. Recuperado de <https://www.revistacredencial.com/historia/temas/casas-en-la-colonia>
- [20] **Pinzón Sánchez, G.** (2013). *Hábitat y Cultura en las viviendas de la Colonización Antioqueña en El Quindío: Sociedad Rural o Sociedad Urbana*. Universidad La Gran Colombia. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14255229/habitat-y-cultura-en-las-viviendas-de-la-red-alma-mater>
- [21] **[REHABEND 2014. Congreso Latinoamericano sobre Patología de la construcción, tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio]**. Recuperado de: https://grupos.unican.es/gted/07_Foros%20T%C3%A9cnicos/REHABEND2014/LibroRehabend2014.pdf
- [22] **Restrepo Restrepo, R.** (2017) *Salgar y su Historia*. Salgar. Publicitarias Gilbert.
- [23] **Ruiz Valencia, D; Galindo Jaramillo, P; Hernández Niño, A; Reyes Ortiz, J; Restrepo Palacio, M; Barrera Ospina N; Martínez Murcia J; López Pérez, C** (2023) *Reforzamiento estructural de edificaciones patrimoniales en tierra de 1 y 2 pisos: Aplicación de la normativa AIS – 610-EP-2017*. Informes de la Construcción Vol. 75. Recuperado de: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6438/7730>
- [24] **[Sistemas Estructurales Permitidos en Colombia]**. Recuperado de: <https://blog.legis.com.co/construccion/sistemas-estructurales-permitidos-en-colombia>
- [25] **Tobón Botero, N.** *El Legado Arquitectónico de la Colonización Antioqueña*. Revista



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES: 1704



Credencial. Recuperado de

<http://www.iie.unal.edu.co/memorias/pdfsmemorias/pdfsvangohg/nelsontobonbotero.pdf>



ANEXOS

ANEXO 1. ENSAYOS PRACTICADOS.

ANEXO 2. FICHAS DE VULNERABILIDAD SISMICA

ANEXO 3. ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 4. FICHAS DE HISTORIA CLÍNICA

ANEXO 5. FICHAS DE INTERVENCION

ANEXO 6. CARNET DE IDENTIDAD DEL PACIENTE Y FICHA DE
MANTENIMIENTO

ANEXO 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 8. PLANIMETRIA

ANEXO 9. FICHAS DE PRODUCTOS RECOMENDADOS PARA EL PACIENTE

ANEXO 10. GLOSARIO

ANEXO 11. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U)