

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN OFICINAS DE PROYECTOS
DE UN COMPLEJO ADMINISTRATIVO DE MUROS DE TAPIA EN EL
MUNICIPIO DE SEGOVIA – ANTIOQUIA**

AUTORES:

GERMAN HERNÁNDEZ SALDARRIAGA
CC. 1030606503

CRISTHIAN FERNANDO BUILES CASTAÑEDA
CC. 98694857

SOAD MARHENA HAZBON CAMACHO
CC. 1102391976

GEORGIA PAULINA GARZON CASTILLA
CC. 1064842413

ASESORA:

ARQ. DIANA PATRICIA GARAVITO ALMONACID

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
MODALIDAD VIRTUAL
MEDELLÍN (ANTIOQUIA)

DICIEMBRE AÑO 2024

Resumen

El presente documento denota el proceso de auscultación practicado a un paciente antiguo construido en tapia ubicada en Segovia – Antioquia. Para este proceso se realizó la investigación partiendo de las patologías con mayor deterioro y que representara condiciones de estudio relevantes, concentrado en un área de aproximadamente 100 m2.

El peritaje, dio paso a planificar la aplicación de ensayos que permitieran evaluar las opciones de mejora para las patologías detectadas en la edificación y de esta manera analizar las alternativas más adecuadas para dar solución y garantizar la funcionalidad de la edificación.

Palabras clave: Paciente, auscultación, peritaje.

Abstract

The present document denotes the auscultation process practiced to an old patient built in a wall located in Segovia - Antioquia. For this process the investigation was carried out starting from the pathologies with greater deterioration and that will represent relevant study conditions, concentrated in an area of approximately 100 m² (Review - Tests that allowed determining the pathologies and intervention methods).

The expertise gave way to plan the application of a series of tests that allowed to evaluate the improvement options for the pathologies detected in the building and thus analyze the most appropriate alternatives to provide solutions and ensure the functionality of the building.

Keywords: Patient, auscultation, expert opinion.

Tabla de Contenido

Pág.

Resumen.....	2
Índice de Tablas	6
1. Introducción	1
2. Problemática.....	2
3. Justificación	3
4. Objetivos	4
4.1. Objetivo General	4
4.2. Objetivos Específicos.....	4
5. Marco Normativo.....	5
5.1. Relación norma Aci-318-19 Y Nsr –10	6
5.2. Marco Conceptual	9
6. Antecedentes.....	11
6.1. Ubicación	14
7. Recolección de los datos del eestado actual del paciente	17
7.1. MODELO ONTOLÓGICO.....	18
8. Parametrización de patologías en el modelo	20
8.1. MODELO DE INTERVENCIONES Y REHABILITACIONES DE ESPACIOS.	

8.1.1. Cimientos	24
8.1.2. Cubierta.....	26
8.2. Condición estructural	28
8.3. Patologías y Mecanismos de Falla	31
9. Propuesta de ensayos	33
9.1. Ensayos destructivos – Resistencia a la compresión.....	33
9.2. Ensayos destructivos – Resistencia a la flexión	36
10. Propuesta de Intervención	¡Error! Marcador no definido.
10.1. Recomendaciones adicionales	¡Error! Marcador no definido.
11. Conclusiones	45
Bibliografía	47

Índice de Tablas

Tabla 1. Marco Normativo Histórico.....	5
Tabla 2. Comparación normativa NSR-10-ACI-318 & AIS 610	7
Tabla 3. Conceptos relevantes	10
Tabla 4. Tabla de parámetros de patologías.....	21
Tabla 5. Intervenciones y temporalidad de mantenimientos	23
Tabla 6. Estructuración por fases.....	23

Índice de Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1 Causas y efectos de las manifestaciones patológicas estructurales	9
Ilustración 2 Registro de toma de muestras en campo.....	12
Ilustración 3. <i>Localización general del paciente</i>	12
Ilustración 4. <i>Localización general del paciente</i>	14
Ilustración 5. Mapa de la ubicación de Batolito (Ant) zona central de Colombia.....	15
Ilustración 6. Tipos de roca que conforma el batolito antioqueño.....	15
Ilustración 7. Mapa de zonas de precipitaciones en Colombia - 2015.....	16
Ilustración 8. Recopilación de información del paciente.....	17
Ilustración 9 Modelo ontológico.....	18
Ilustración 10 Modelo general del paciente	19
Ilustración 11 Modelo de identificación de patologías.	20
Ilustración 12 Modelo de mejoras y rehabilitación.....	22
Ilustración 13 <i>Sistema de cimentación del paciente erosionado y desconfinado</i>	25
Ilustración 14 <i>Sistema de cimentación del paciente</i>	25
Ilustración 15. Vista superior de muros en tapia, oficina de proyectos	26
Ilustración 16.s <i>Tipos de cerchas</i>	27
Ilustración 17 Teja termoacústica	27
Ilustración 18 Grietas en pisos.....	29
Ilustración 19 Falla en muro con grieta vertical completa.....	29
Ilustración 20 Deterioro por efecto del agua.....	30
Ilustración 21 Deterioro en paredes por humedad.....	30
Ilustración 22 Cableado sin protección ni etiquetado	31
Ilustración 23 Registro de ensayo a compresión.....	34
Ilustración 24. Registro de ensayo a compresión.....	34
Ilustración 25. Referencia de NTC 4205	35
Ilustración 26. Registro de ensayo a flexión.....	36
Ilustración 27. Registro de ensayo a flexión.....	37
Ilustración 28. Registro de pisos existentes	38

Ilustración 29. Registro de muros existentes	40
Ilustración 30. Registro de cubierta existente	41
Ilustración 31 Registro de cielo raso existente	42
Ilustración 32 Registro de ventaneria existente	43

1. Introducción

Las edificaciones son estructuras de alta durabilidad en el tiempo pero que pueden verse afectadas a por fenómenos tales como eventos sísmicos, clima inclemente, factores sociales, inadecuado uso de materiales, temporalidad de uso de estos, inadecuados procesos constructivos, entre otros factores que avanzan el deterioro.

Los estudios de análisis patológico representan una relación directa entre las causas y las consecuencias de una estructura ya sea una edificación, un tramo de vía, un puente o un sistema de contención o estabilización de terreno. (Técnica et al., s. f.)

Uno de los acontecimientos que marco a Colombia en el siglo pasado fue el evento sísmico ocurrido en la ciudad de armenia en el año 1999 el cual cobro la vida de 921 personas, provocando lesiones a 2.300 personas y 30.000 viviendas afectadas, produciendo de manera potencial daños a instalaciones institucionales, generando así más de un millón de metros cúbicos derivados del evento. (Servicio Geológico Colombiano, 2024)

El desarrollo del informe se centra en la investigación preliminar del paciente donde se realiza el acopio de la información con fines académicos y estableciendo lo relacionado a la línea base que permite el desarrollo inicial del proceso de auscultación del paciente, ahora bien, aunque es temprano para definir el método o diagnostico patológico, si se esclarece la sintomatología del paciente de estudio.

2. Problemática

El complejo de oficinas objeto de estudio presenta una variedad de lesiones que a lo largo de la historia han sido intervenidas de manera superficial, estas oficinas han prestado un servicio desde los años 30's conservando el tipo de uso para la que fue construida. El deterioro de la edificación es progresivo y más aún tras haber pasado por diferentes eventos sísmicos, de forma que a hoy es evidente el deterioro en sus componentes volviendo necesario el evaluar las condiciones actuales y el origen de su avance en las lesiones presentes para determinar así qué tipo de intervención se debe realizar a la estructura con la finalidad de prolongar su vida útil y funcionalidad de forma segura; ya que, estas oficinas siguen siendo concurridas por el personal administrativo y visitantes.

La configuración estructural vigente se basa en cimientos que fueron contruidos en concreto ciclópeo, paredes en tapia pisada, cerchas de cubierta en madera, láminas de teja termo acústica, pisos en concreto, puertas y ventanas en vidrio y aluminio, además, cuenta con amplias zonas comunes como la losa en concreto ciclópeo rematado con un cemento pulido. Del total de los 1.000 m² de área construida de la edificación, la presente intervención se concentrará en una sección de 100 m² donde labora el personal de proyectos, dado que esta área presenta patologías representativas en muros y losa que son susceptibles a mayor afectación en futuros eventos sísmicos.

2.1. Pregunta Problema

¿De qué manera se pueden establecer el mejoramiento en las patologías halladas en las oficinas de la edificación _____ que garanticen su habitabilidad y resistencia frente a futuros sismos y que, a su vez, frenen el deterioro de la estructura?

3. Justificación

Las construcciones en tapia son tradicionales en Colombia, aunque las construcciones antiguas no están reglamentadas por la normativa sismorresistente, existe normativa vigente como el decreto 2113 de 2019 del ministerio de vivienda para la inspección e intervención de estas edificaciones.

La edificación objeto de estudio se construye posterior a la creación de normas NSR-10, NSR-98, Decreto-Ley 1400 de 1984 y AIS 100-81. En el año 1981 en Colombia se toma la decisión de crear el primer modelo de código aplicable basado en una estructura de normalización de diseño y construcción AIS 100-81, la cual es el punto de partida histórico en el desarrollo posterior de normativas para la construcción de edificaciones en el país.

La edificación está elaborada con mezcla de materiales que han sido modificados, adheridos y reemplazados con el tiempo y actualmente se puede ver pisos en concreto monolítico, muros en tapia y cubiertas con materiales vigentes como las tejas UPVC termoacústicas y maderas de más de 100 años lo que hace que el paciente adquiera cierta complejidad a la hora de evaluar las lesiones y sus causas.

Las anteriores intervenciones han contribuido a alargar la vida útil de esta centenaria estructura, pero se debe resaltar que el uso de materiales de baja huella de carbono es aliciente para realizar el presente estudio y aportar desde la academia su conservación, sumado a ello; al disminuir el uso de materiales contaminantes, se dejará un rastro limpio desde su producción, lo que hace que fácilmente sean reintegrable al ecosistema cuando se cumpla el ciclo de vida de la edificación.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar un diagnóstico a partir de un análisis patológico de los elementos estructurales de las oficinas administrativas de la empresa Aris Mining en el municipio de Segovia, Antioquia con el propósito de identificar y dar solución a las patologías presentes.

4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar mediante visitas de campo las condiciones actuales de la estructura realizando la recolección de información necesaria para el diagnóstico.
- Identificar las causas de las lesiones encontradas en la edificación a través del análisis de los materiales empleados en su construcción y de los ensayos destructivos y no destructivos llevados a cabo en laboratorio.
- Proponer métodos de intervención para mejorar las condiciones existentes de la estructura.

5. Marco Normativo

La evolución a lo largo del tiempo ha permitido establecer diversas mejoras y modificaciones al proceso de reglamentación en cuanto se refiere a los parámetros constructivos, conduciendo al desarrollo y la consolidación de la Norma Sismorresistente (NSR-10)

Tabla 1.

Marco Normativo Histórico

Normatividad	Descripción
NSR-10	En el año de 2010 es actualizado el Reglamento de Sismo Resistencia NSR-98, asignándosele el nombre que precede como ‘‘Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10’’. La cual se sigue tomando como norma actualizada de referencia.
NSR-98	Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente del año 1998, normatividad establecida bajo los Ley 400 de 1997 · Decreto 33 de 1998 · Decreto 34 de 1999. esta norma fue derogada por la NSR-10.
AIS 100-83	Con los acontecimientos ocurridos con el sismo de Popayán en 1983, deriva la necesidad de ampliar el alcance

de la AIS 100-81. Definiendo nuevamente el alcance de una nueva norma.

AIS 100-81

Primera normatividad aplicable en el territorio colombiano basado en la traducción de la norma americana Structural Engineers Association of California, ATC-3. Dando así origen a la primera normatividad voluntaria del país.

Decreto 1400 de 1984

El 7 de junio se establece mediante decreto el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, con el fin de establecer

Nota. Elaboración propia a partir de NSR-10, NSR-98, AIS 100-83, AIS 100-81 y decreto 1400 de 1984.

5.1. Relación norma ACI-318-19 Y NSR –10

Debido a que el material predominante de la estructura analizada está conformado por muros de tapia pisada, se dificulta la comparación de las normativas enunciadas en el presente capítulo haciendo necesario considerar una tercera norma, dado que la NSR-10 no contempla las construcciones en tierra.

La Asociación de ingeniería sísmica (AIS), el Ministerio de Cultura y el Instituto distrital de patrimonio cultural (IDPC) son conscientes de la vulnerabilidad y del vacío normativo relacionado con estas edificaciones deciden expedir la norma AIS 610-EP-17_2 *Evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de uno y dos pisos de adobe y tapia pisada.*

Tabla 2.

Comparación normativa NSR-10-ACI-318 & AIS 610

		<i>ACI-318 / NSR 10</i>	<i>AIS 610-EP-17_2.</i>
TIPIFICACIÓN DEL MATERIAL		Ningunas de las dos normas contempla el uso de adobe ni de tapia pisada dentro de los materiales aceptados por las normas.	Refiere como apéndice descrito en A1 y A2 de NSR en el apartado que describe las consideraciones a tener en cuenta para la evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de uno y/o dos pisos de adobe y tapia pisada. (AIS, 2019)
DERIVAS Y CONSIDERACIONES	S	El índice de flexibilidad, generado por efectos verticales como el máximo cociente entre	La deriva máxima considerada es de 0.5% y un módulo elástico considerado E= 70 MPa.(AIS, 2019)

	las deflexiones verticales medidas en la edificación y las deflexiones permitidas por el Reglamento.	
AGRIETAMIENTOS	Ninguna de las dos normas contempla el uso de adobe ni de tapia pisada dentro de los materiales aceptados por las normas.	Presenta los patrones de agrietamiento y mecanismos de colapso típico en la tipificación del material del paciente de estudio. La tabla 6.8.1-1 denota las fallas a flexión con relación a los ejes horizontales y verticales en machones derivados de las cargas de sismo, fallas por aberturas de puertas y ventanas(AIS, 2019)
	Ninguna de las dos normas contempla el uso de adobe ni de tapia pisada dentro de los materiales aceptados por las normas.	La utilización de entramados horizontales y verticales en madera o plástico con el fin de aumentar su rigidez y resistencia a flexión, cortante y axial en los muros. (AIS, 2019)
TIPO DE REFORZAMIENTO		

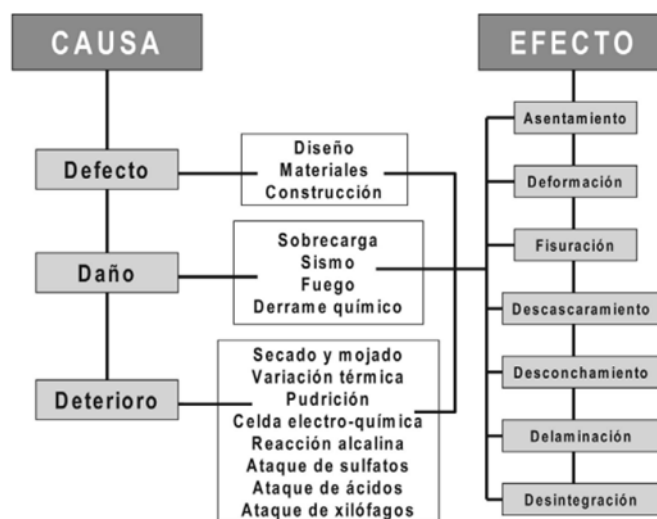
Nota. Elaboración propia

5.2. Marco Conceptual

Dentro los conceptos más relevantes se encuentran los conceptos derivados de las condiciones causas efecto que pueden estar relacionadas con los criterios patológicos dentro de la evaluación diagnóstica de un paciente.

Ilustración 1

Causas y efectos de las manifestaciones patológicas estructurales



Nota: Tomado de Guía Técnica para Inspección de Edificaciones después de un Sismo

Tabla 3.

Conceptos relevantes

FACTORES DETERMINANTES EN LOS ANÁLISIS PATOLÓGICOS	
Patología de la construcción	<i>“Compendio de alteraciones más o menos graves, que se manifiestan en parte o la totalidad de un edificio”. (Ana María Elguero, 2004)</i>
Humedad	<i>Fenómeno de ingreso de agua por condiciones atmosféricas que generan efectos nocivos con relación a la creación de microorganismos. (Ana María Elguero, 2004)</i>
Corrosión	<i>Reacción indeseada y destructiva entre un material y su entorno. (Ana María Elguero, 2004)</i>
Fisura	<i>Alteración en el concreto que genera la contracción del material, ya sea en estado plástico o derivado por cargas o por exposición ambiental en el estado endurecido generalmente de baja profundidad. (Toxement, 2019)</i>
Grieta	<i>Alteración en el concreto que genera la contracción del material, ya sea en estado plástico o derivado por cargas o por exposición ambiental en el estado endurecido que afecta la sección transversal del elemento estructural (Toxement, 2019)</i>

Nota. Elaboración propia

6. Antecedentes

La tapia pisada ha sido empleada en varias regiones de Colombia como es el caso de Antioquia y Santander, en las cuales se encuentran construcciones muy antiguas que permanecen funcionales a pesar del tiempo y de las adversidades del entorno y de la naturaleza a pesar de la rigidez propia de las construcciones en tierra, estas suelen presentar una alta vulnerabilidad sísmica por lo cual no son consideradas como reglamentación por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). Dado que este tipo de construcciones predomina (la mayoría de casos por antigüedad) en el país, se han generado e implementado diversos estudios de mantenimiento, restauración y rehabilitación que en ocasiones han sido consultadas o plasmadas en las bases de datos de artículos académicos y científicos e incluso en algunos casos prácticos con enfoque sostenible que trabajan con este estilo de construcciones. Ahora, teniendo en cuenta la antigüedad del paciente a estudiar, su uso comercial y el papel que “juega” en el medio ambiente, permite que la rehabilitación del complejo de oficinas sea viable.

Como parte del reconocimiento in situ, se realizó el estudio del suelo en donde fue construido el paciente (ES 026-21 Oficinas – E) practicado a 15 metros de la ubicación de la zona de la oficina, se contó con perforaciones de tres puntos (P1-P2-P3) de 10 m, 6 m y 6 m respectivamente, encontrando el perfil estratigráfico mostrado en la ilustración 3 con una tipología de suelo antrópico y residual. (Or, 2021)

Ilustración 2

Registro de toma de muestras en campo



Nota. Tomado de documento ES 026-21 Oficinas.

Ilustración 3.

Perfil estratigráfico y clasificación de la Zona de estudio

PROF. [m]	S1	S2	S3
1,00	SM	SM	SM
2,00	SM	SM	SM
3,00		SM	SM
4,00		ML	ML
5,00	ML		
6,00	SM		
7,00			
8,00			
9,00			
10,00			
	Lleno Antrópico		
	Suelo Residual		

Nota. Tomado de documento ES 026-21 Oficinas.

Aunque el estudio de suelos no refleja la categorización del material como dispersivo, expansivo y colapsable, si se evidencia una matriz del material con un contenido heterogéneo de aproximadamente 54.95%, el cual corresponde a limos de baja y alta compresibilidad; sin embargo, dada esta categoría la cual no refleja el aspecto mineralógico de la zona en la cual se puede encontrar materiales con matriz de alto potencial de degradación gracias a la rareza del suelo residual derivado de la conformación del “batolito antioqueño se puede llegar a ser afectado por la saturación generada por las condiciones climáticas de las altas precipitaciones en la zona y sumado a la especie de guaduales en zona de media ladera, en los cuales se ha observado (con base en experiencias puntuales en el sitio) que son precursoras de los procesos de tubificación del subsuelo causado por su comportamiento absorbente de flujos de agua para su propia sobrevivencia, este fenómeno, se conoce por su traducción al inglés como “*Piping*” lo cual da lugar al debate sobre si son la causa o razón de los desplazamientos y asentamientos mostrados en la estructura de baranda de o salida de emergencia.

El complejo de oficinas está ubicado en una colina escarpada cerca al casco urbano con una baja altura, rodeada de vegetación y de dos cuencas, Esta región presenta un conjunto de socavones que forman una red de túneles que desde la superficie conducen a labores mineras, (actividades realizadas desde hace 150 años aproximadamente) y evidenciando poca actividad agrícola y ganadera predominando entonces la actividad minera.

Ilustración 4.

Localización general del paciente



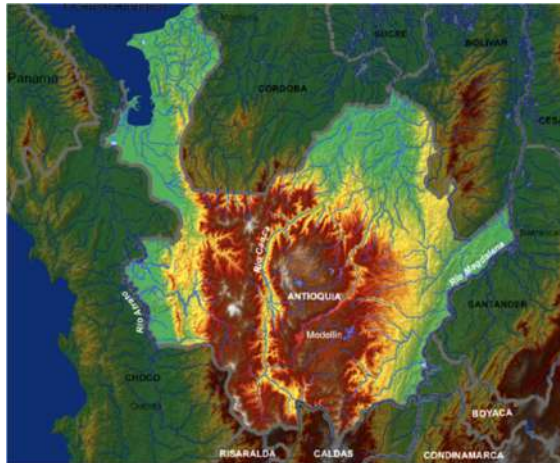
Nota: Fuente Propia tomada por medio asistido por RPAS (del inglés Remotely Piloted Aircraft System)

6.1. Ubicación

El paciente a estudiar se encuentra ubicado en el municipio de Segovia, Antioquia en donde se tienen temperaturas que oscilan entre los 25 y 32° C, de alta humedad (cercana al 100%), los vientos pueden alcanzar los 45 km/h, los suelos competentes en donde predominan los limos arcillosos, los saprolitos y la formación geológica reconocida como “batolito antioqueño” teniendo en cuenta su ubicación en lo determinado en la Ilustración 2, su conformación geológica está determinada por los diferentes tipos de rocas denotados en la Ilustración 3.

Ilustración 5.

Mapa de la ubicación de Batolito (Ant) zona central de Colombia.



Nota: Tomada de fuente externa:

https://es.wikipedia.org/wiki/Batolito_antioque%C3%B1o#/media/Archivo:Antioquia_shaded.png

g

Ilustración 6.

Tipos de roca que conforma el batolito antioqueño

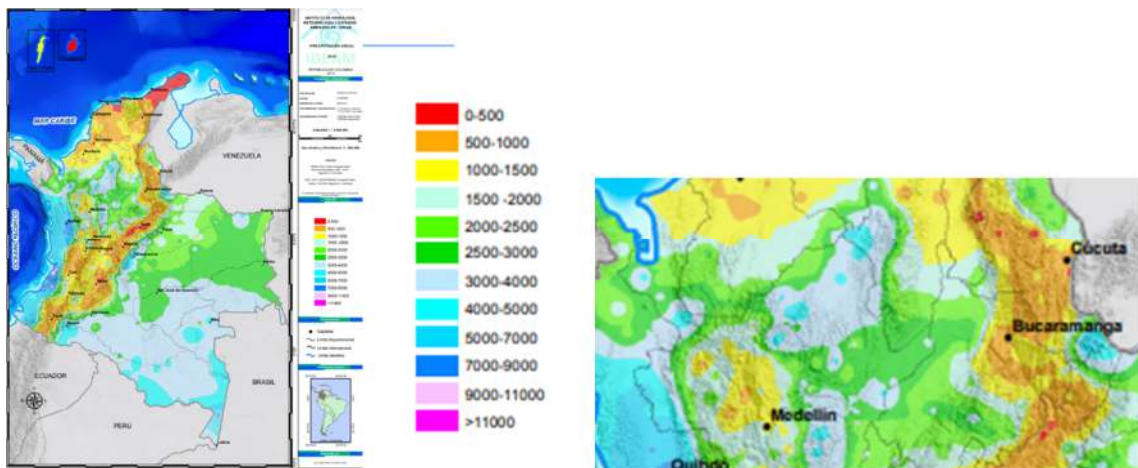
Tipos de roca	%
Granodiorita	62
Tonalita	26
Cuarzodiorita	4
Monzogranito	4
Cuarzo-monzodiorita	2
Gabro	1
Diorita	1

Nota. Tomada de https://es.wikipedia.org/wiki/Batolito_antioque%C3%B1o

Por otro lado, lo relacionado con el clima en la zona, se exalta la condición de constantes precipitaciones en el año, junto con su temperatura en épocas de verano propicia las condiciones de humedad en el aire.

Ilustración 7.

Mapa de zonas de precipitaciones en Colombia - 2015



Nota: Tomada de fuente externa:

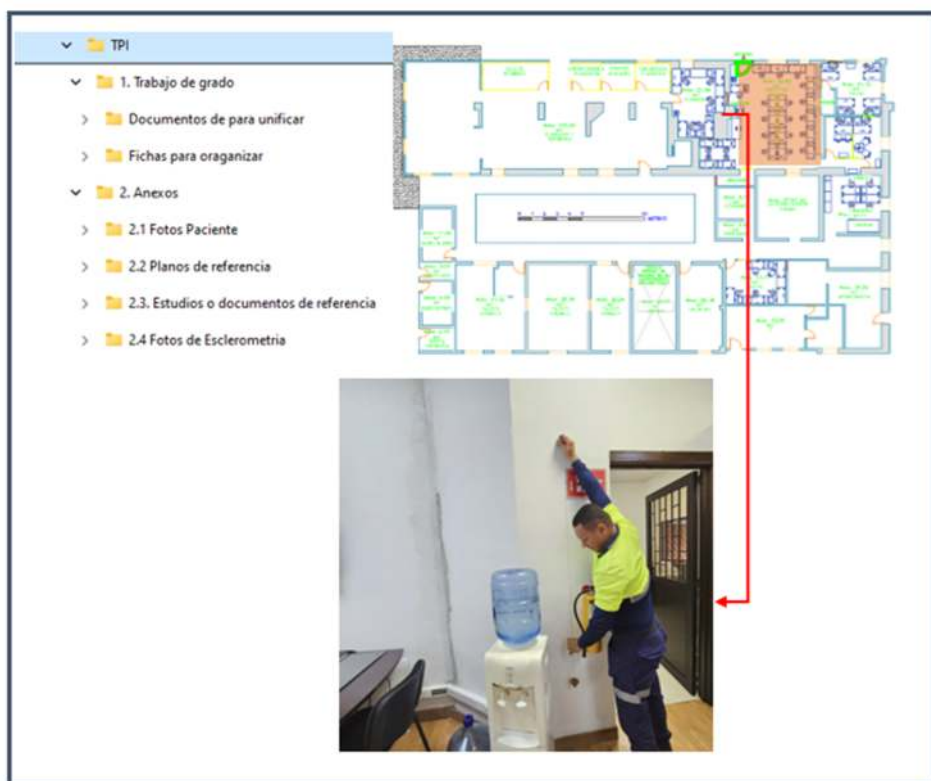
<http://www.ideam.gov.co/documents/10182/98893526/Precipitacion+Anual+A%C3%B1o+2015.pdf/4fba809f-2e5e-4965-be36-c566ba100153?version=1.0>

7. Recolección de los datos del eestado actual del paciente

El levantamiento de la información hace parte del compilado de documentación el cual establece el desarrollo de las estructuras de condiciones patológicas que se denotan en las informaciones vinculadas por medio de un modelo ontológico que permite conocer de manera practica la condición del paciente mediante el uso de la una herramienta de modelado como lo es el software Revit en su versión 2025.

Ilustración 8.

Recopilación de información del paciente



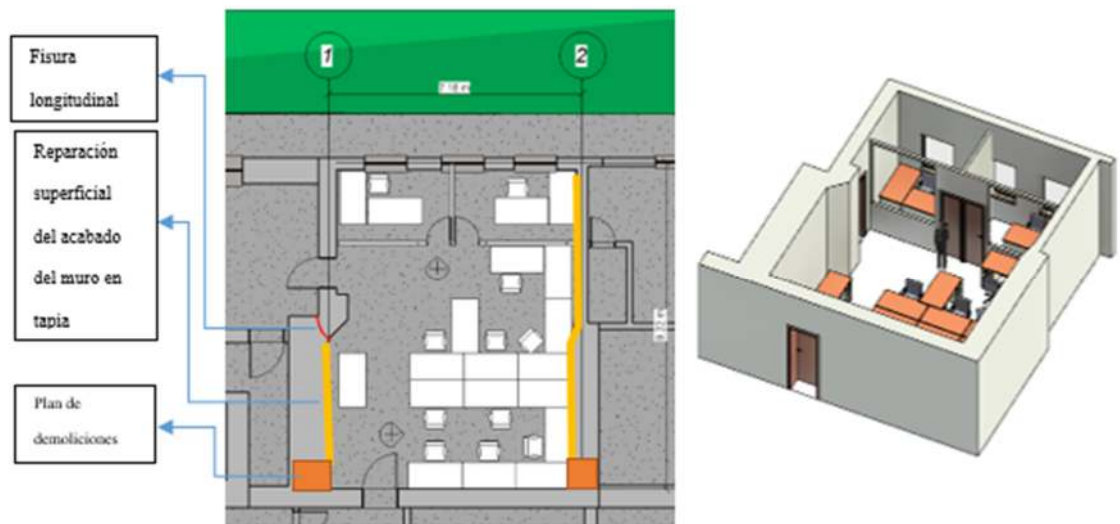
Fuente: propia - Autodesk Revit

7.1. MODELO ONTOLÓGICO

A partir de la modelación de la condición inicial se parte para la estructuración de los demás procesos de clasificación de las lesiones encontradas al interior de las oficinas de del área de proyectos.

Ilustración 9

Modelo ontológico



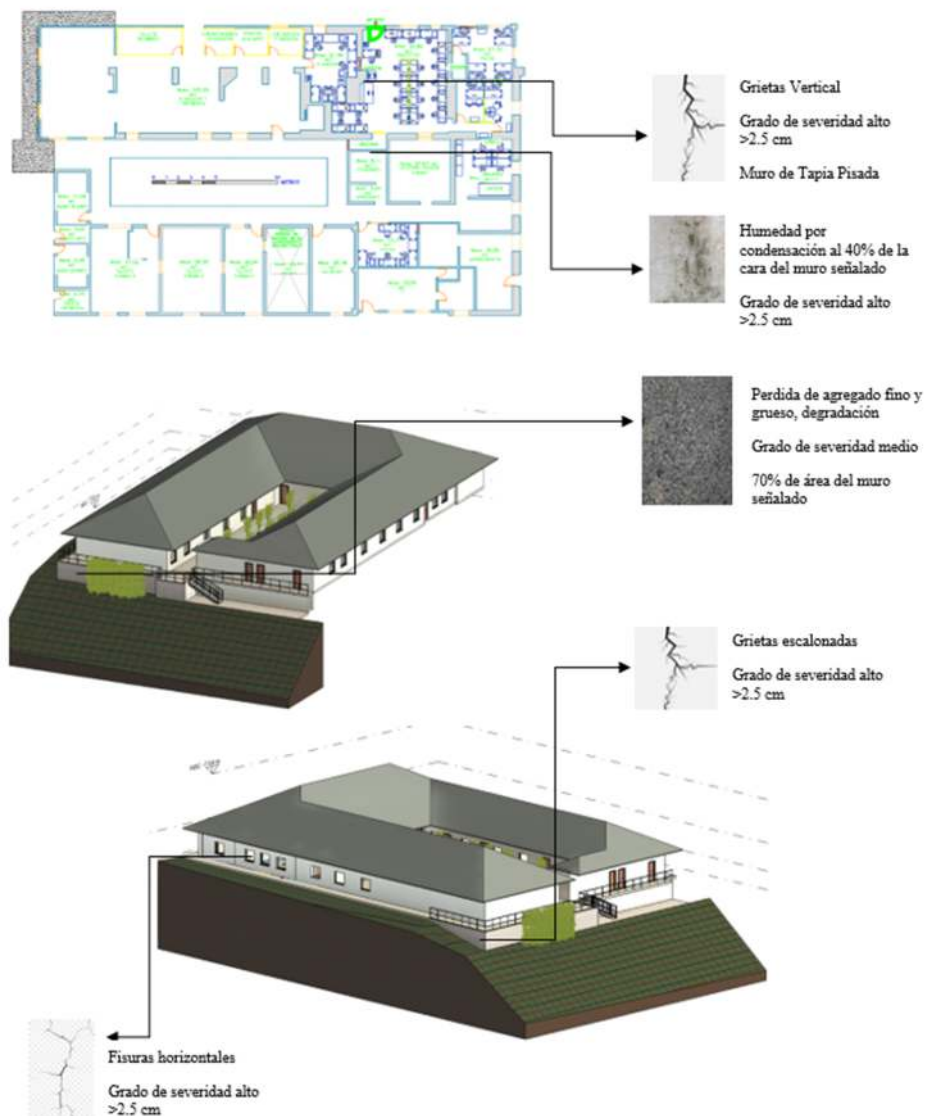
Fuente: propia – Autodesk Revit

El modelo particular analizado subyace de un modelo generalizado para el análisis del TPI el cual aborda otras consideraciones importantes del complejo de oficinas, sin embargo, es importante mencionar esta información con el fin de conocer con mayor profundidad la relación

de patologías que pueden estar ocasionando patologías en cadena relacionadas con las condiciones evidenciadas en el tiempo del paciente.

Ilustración 10

Modelo general del paciente



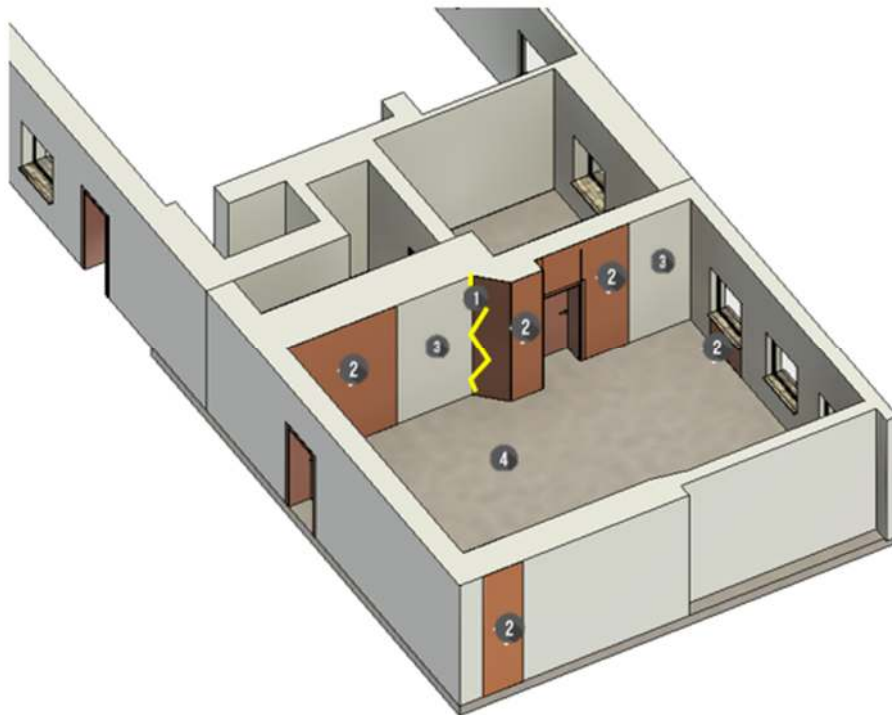
Fuente: propia – Autodesk Revit

8. Parametrización de patologías en el modelo

Una vez analizando los factores o parámetros que inducen los daños o las patologías del paciente se observa y denotan para este ejercicio académico 4 patologías los cuales contienen una unidad representativa según la característica más importante de medición del daño.

Ilustración 11

Modelo de identificación de patologías.



Fuente: propia – Autodesk Revit

Tabla 4.

Tabla de parámetros de patologías.

PATOLOGÍAS ENCONTRADAS			
PATOLOGÍAS	MECANISMO DE DAÑO	MÉTODO DE REPARACIÓN	UNIDAD DE TRABAJO
1. Grieta Longitudinal	Grieta derivada por	Para las grietas que se encuentran dentro las áreas de demolición será retirad el material afectado para su retiro	M1
2. Demoliciones por remodelación	Demolición de tapia para garantizar los espacios para la remodelación	Se realizará la demolición controlada de manera descendente para controlar los desprendimientos	M3
3. Mejora en Su capa superficial	Degradación y falta de adhesión en el mortero de pega	Se escarificará la toda la superficie se instalará malla plástica y aplicación de mortero SikaMur o equivalente	M2
4. Reemplazo de piso en tableta de triplex acartonada0.	Degradación en El tiempo desgaste superficial por el uso de las sillas de cada puesto de trabajo	Demolición y retiro de piso en tableta para reemplazo por piso vinílico de alto tráfico.	M2

Nota. Elaboración propia

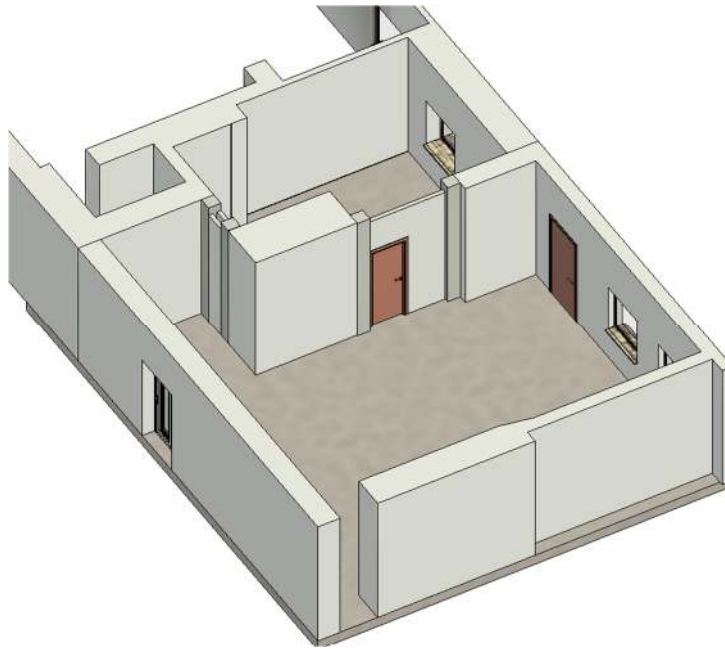
Con base al modelo de trabajo se consideraron esquema de color ar identificar las áreas de demolición importantes dentro del sistema de análisis de cambios e intervenciones a realizar, posteriormente nos permitirá realizar los pasos pertinentes para la estructuración del plan de mantenimiento.

8.1. MODELO DE INTERVENCIONES Y REHABILITACIONES DE ESPACIOS.

Se realiza el modelo gemelo que permite visualizar las proyecciones de intervención para la oficina y permite denotar los posibles procesos para la mejora del espacio, intervenir ante las patologías encontradas, cuantificar su reparación y o rehabilitación.

Ilustración 12

Modelo de mejoras y rehabilitación.



Fuente: propia – Autodesk Revit

Tabla 5.

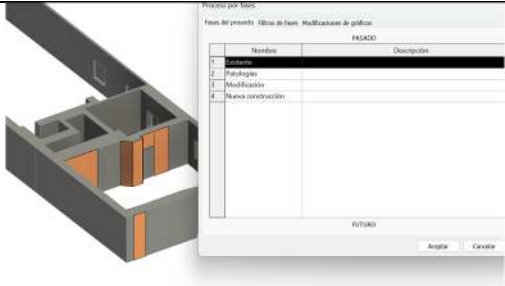
Intervenciones y temporalidad de mantenimientos

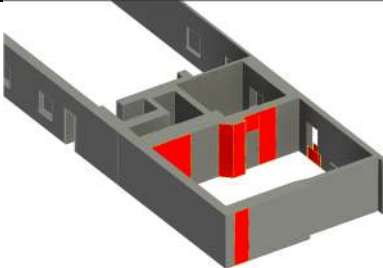
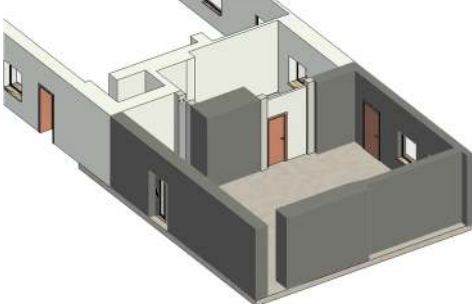
TIPO DE INTERVENCIÓN Y MEJORA	TIPO DE INTERVENCIÓN	TIEMPOS Y TIPO DE MANTENIMIENTO
Muros (Columnetas)	Construcción De columnetas de 30X30 en concreto de 25 MPa que confinen los muros circundantes a los vanos que se demolerán.	Anual: Resane de imperfecciones y 2 mano de impermeabilizante tipo bronco.
Muros (cerramiento de espacios)	Sistemas livianos tales como Drywall y perfilería Steel Frame para delimitar espacios de la misma oficina.	Anual: Lijado de imperfecciones, 2 manos de pintura tipo coraza.

Fuente: propia

Tabla 6.

Estructuración por fases

<i>Análisis de patologías</i>	<i>Fases de señalización de zonas de demolición derivado por sectores de fisuras</i>	 El diagrama muestra un modelo 3D de un edificio con algunas zonas marcadas en naranja para indicar áreas de demolición. A la derecha, se muestra una captura de pantalla de una interfaz de usuario de software. La interfaz tiene un menú superior con opciones como 'Nuevo', 'Filtros de datos', 'Modificaciones de gráficos', 'Filtros del proyecto', 'Filtros de datos', 'Modificaciones de gráficos'. Debajo hay una tabla con columnas 'NOMBRE' y 'DESCRIPCIÓN'. La tabla contiene cuatro filas numeradas: 1. Demolición, 2. Patologías, 3. Rehabilitación, 4. Nueva construcción. En la parte inferior de la interfaz hay un botón 'Actualizar' y dos botones 'Agregar' y 'Eliminar'.
-------------------------------	--	--

<i>Análisis de intervenciones</i>	<i>Detección de intervenciones</i>	
<i>Modificaciones</i>	<i>Fase de modificaciones proyecciones</i>	

Fuente: propia

8.1.1. Cimientos

Los muros se encuentran fundidos sobre cimientos continuos mediante zarpas de piedra compuestas por cemento, grava y arena (como se ve en la ilustración 8), no es posible evidenciar algún tipo de tratamiento aislante en los contactos directos con el suelo. Además, los pisos están aislados de las zarpas y es frecuente encontrar aberturas progresivas de los elementos, los pisos y los muros.

Ilustración 13

Sistema de cimentación del paciente erosionado y desconfinado



- ✓ Desconfinamiento
- ✓ Perdidas de agregado
- ✓ Humedad por condensación

Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 14

Sistema de cimentación del paciente



Separaciones en elementos tales
como juntas constructivas por
efectos de movimientos sísmicos y
efectos laterales. > 12 mm

Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 15.

Vista superior de muros en tapia, oficina de proyectos



Localización de muros en tapia por costado de cornisa o cielo raso de la edificación.

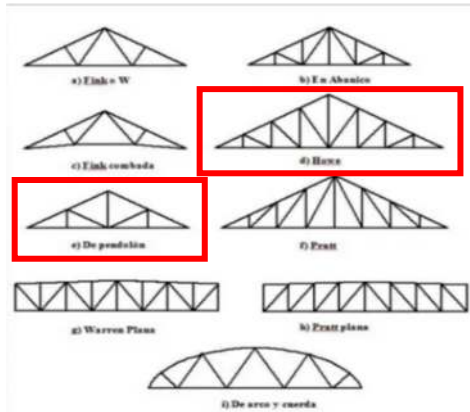
Nota: Registro fotográfico propio

8.1.2. Cubierta

Las cerchas presentan una tipología de material en maderos de 6x12 cm inmunizada con brea, por su antigüedad constructiva, dentro de su configuración geométrica constructiva se referencia a un “hibrido” entre dos tipologías, tipo (Howe) – (De Pendolón), siendo la ultima la que más se le asemeja por su distribución de templetes de acero como tirantes a tracción.

Ilustración 16.

Tipos de cerchas



Nota. Tomado de <https://sl.bing.net/gXLKBtM2Gom>

Ilustración 17

Teja termoacústica



Nota: Fuente Propia tomada por medio asistido por RPAS (del inglés Remotely Piloted Aircraft System)

8.2. Condición estructural

En el paciente se ha logrado evidenciar la presencia de grietas en los pisos enchapados causando la afectación de estos como se puede observar en la figura 13, a su vez, se ha encontrado una lesión en uno de los muros con una geometría irregular como se observa en las ilustraciones 14 y 15 generando progresivamente una fisura vertical en una esquina lo que conlleva a que la sección del muro pierda su aplome hasta presentar una discontinuidad del elemento y por ende un desprendimiento del muro restante. Por otra parte, es evidente el efecto de la humedad en los remates y paredes de los muros ya sea por contacto con el entramado de madera o las cerchas mal recubiertas entendiéndose entonces como una mezcla de materiales que suscitan malas adherencias, irregularidades y desplomes de los muros observándose en las ilustraciones 15 y 16; finalmente, las instalaciones y redes eléctricas como son las bandejas porta cables, las luminarias en mal estado, los desprendimientos de drywall en los cielos rasos manifiestan condiciones con oportunidad de mejora, esto visible en la ilustración 17.

Se debe recalcar que este tipo de elementos contruidos en tapia pisada presentan una fragilidad considerable ante los eventos sísmicos y el agua, en este paciente, la mayoría de las lesiones son efectos secundarios del deterioro por causa del frecuente dinamismo tectónico de la región. Anteriormente se le han practicado algunas intervenciones de carácter superficial y/o estético como son resanes en las fisuras de las paredes y los pisos, pero realmente nunca se han llevado a cabo intervenciones a profundidad que aporten una verdadera solución demostrando que la falta de mantenimientos preventivos y acción ante los pequeños daños han hecho que las patologías progresen.

Ilustración 18

Grietas en pisos



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 19

Falla en muro con grieta vertical completa.



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 20

Deterioro por efecto del agua



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 21

Deterioro en paredes por humedad



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 22

Cableado sin protección ni etiquetado



Nota: Registro fotográfico propio

8.3. Patologías y Mecanismos de Falla

Se pudo inferir del análisis del estudio de suelo ES 026-21 Oficinas - E, que se tiene un suelo competente que de forma general no presenta alta expansión al entrar en contacto con agua, dada las altas precipitaciones en el sector. Se tiene presencia de suelos residuales con granulometría de mezcla heterogénea compuesta por gravas, arenas y finos; los cuales no son fácilmente erosionables por acción de corrientes de aguas superficiales.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se presenta la particularidad de la existencia de guadua en varios sectores de la edificación, donde el enraizamiento profundo alcanza la cimentación y se tiene acumulación de humedad permanente por efecto de cobertura de la radiación por el follaje del individuo arbóreo, también se evidencia desconfinamiento y lavado de material terreo y de componente del material agregado del monolito de cimentación; en

edificaciones del sector ya se tuvo este fenómeno al construir en ladera con el resultado de arrastre de material particulado por las cavidades del avance de las raíces y formación interna o subsuperficial de oquedades, en presencia de sismos esta falta de áreas de apoyo repercute en asentamientos de las cimentaciones y pisos.

9. Propuesta de ensayos

Se practican ensayos destructivos y no destructivos en muros y pisos para determinar su comportamiento físico, y de esta manera emitir concepto para frenar y solucionar las patologías halladas y que la estructura pueda afrontar futuros eventos sísmicos.

9.1. Ensayos destructivos – Resistencia a la compresión

Teniendo en cuenta que no se pudo obtener una conformación de una muestra tipo murete de los muros de tapia existentes dado que se encontraron en sitio directamente los bloques separados los cuales son excedentes de los muros existente en la oficina, se evalúa la inspección de la deformación y capacidad del material para soportar cargas y su forma de fallo para detectar las alternativas de intervención dadas las características del material.

Por consiguiente se realizo un ensayo a compresion no confinada a la probeta del ladrillo o bloque encontrado con el fin de analizar de manera superficial su comportamiento y poder detectar recomendaciones de intervencion dado que la materialidad predominante en los muros que conforman la oficina es la tapia pisada.

Ilustración 23

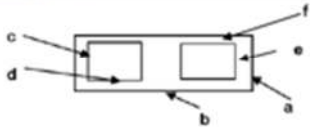
Registro de ensayo a compresión



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 24.

Registro de ensayo a compresión

INFORME DE ENSAYO													
 Universidad Pontificia Bolivariana SECCIONAL BUENAVISTA Km 7 vía Piedecuesta		OBRA: CONTROL DE CALIDAD				FECHA DE INFORME: martes, 19 de noviembre de 2024							
		SOLICITADO POR: SOAD MARHENA HAZBON CAMACHO				FECHA DE RECEPCIÓN: lunes, 18 de noviembre de 2024							
		SONDEO: NO APLICA		N° DE ENSAYOS: 1		FECHA DE PRUEBA: lunes, 18 de noviembre de 2024							
		MUESTRAS: 1		PROFUNDIDAD: NO APLICA		CALCULÓ: Trigo, Edwin A. Rangel Ardila							
		DESCRIPCIÓN: MAMPOSTERÍA				OPERADOR: Tec. Ruben Bonilla Garcia							
Codigo Informe: RES-24-059		INFORME N° 47				PÁGINAS: 1							
													
N°	MUESTRA	TIPO DE LADRILLO	MEDIDAS, mm						CARGA kN	RESISTENCIA			
			a	b	c	d	e	f		BRUTA		NETA	
										MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
1	LADRILLO	MACIZO	75	35	0	0	0	0	47,2	18,0	183,4	18,0	183,4
OBSERVACIONES: La muestra presenta en una cara mortero de revoque con un espesor de 3,5 cm LOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ENSAYADAS SE PROHIBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME FIN DEL REPORTE													

Nota: Registro derivado de ensayo realizado en la muestra

Ilustración 25.

Referencia de NTC 4205

Tipo	Resistencia mínima ¹⁾ a la compresión Pa (kgf/cm ²)		Absorción de agua máxima en %			
			Interior *		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	5,0 (50)	3,5 (35)	13	16	13,5	14
PV	18,0 (180)	15,0 (150)	13	16	13,5	14
M	20,0 (200)	15,0 (150)	13	16	13,5	14

*M= Macizo (Bloque)

Nota: Norma técnica colombiana NTC 4205

De la información anteriormente observada consultando la Norma Técnica Colombiana NTC 4205 “Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos”, nos permite realizar la comparativa entre las materialidades desde un enfoque de tecnificación a nivel de fabricación industrial de un bloque en arcilla cocida con las condiciones ideales y una muestra extraída de del paciente el cual cuenta con más de 50 años de construcción y su espécimen extraído se evidencia que fue fabricado in situ por medios artesanales muy típicos del tipo de construcción en tapia pisada, realizando lo que aparenta ser un bloque apisonado y secado a intemperie.

Los datos de resistencia obtenidos se encuentran por debajo de la media esperada para un espécimen de arcilla el cual basado en la Ilustración 25 se observa los resultados obtenidos inferiores a los 20 MPa o 200 Kgf/cm², obteniendo como resultado 18 MPa o 183,4 Kgf/cm².

9.2. Ensayos destructivos – Resistencia a la flexión

Lo observado en el ensayo a flexión en la muestra o espécimen examinado es su carga puntual aplicada antes de la falla la cual arroja un valor de 390 N o 39,8 Kgf, representa un valor relativamente bajo considerando las cargas que podrían estar asociadas por cargas muertas en los dinteles de vanos de las puertas y ventanas que se conforman en esta materialidad de tapia pisada. Por lo cual ante una posible sobrecarga derivada ante el sismo aplicado al muro podría inducir una falla frágil la cual podría ser muy peligrosa teniendo en cuenta el perfil de desprendimiento de material, por lo cual se hace evidente rigidizar el diafragma del muro y reforzar dinteles en concreto o madera inmunizada.

Ilustración 26.

Registro de ensayo a flexión



Nota: Registro fotográfico propio

Ilustración 27. Registro de ensayo a flexión

 Universidad Pontificia Bolivariana UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA VIGILADA MINEDUCACIÓN Km 7 vía Piedecuesta	OBRA: CONTROL DE CALIDAD		FECHA DE INFORME: martes, 19 de noviembre de 2024
	SOLICITADO POR: SOAD MARHENA HAZBON CAMACHO		FECHA DE RECEPCIÓN: lunes, 18 de noviembre de 2024
	SONDEO: N.A	N° DE ENSAYOS: 1	FECHA DE PRUEBA: lunes, 18 de noviembre de 2024
	MUESTRAS: 1	PROFUNDIDAD: N.A	CALCULÓ: Trigo, Edwin Alexander Rangel A.
RESISTENCIA A LA FLEXION (MODULO DE ROTURA) NTC 4017	DESCRIPCIÓN: LADRILLO		OPERADOR: Tec. Ruben Dario Bonilla
	INFORME N°	ORDEN DE SERVICIO N°	PAGINAS: 1
	RES-24-060	47	

N°	MUESTRA	Distancia entre soportes	Ancho Neto	Profundidad	EDAD, días	CARGA, N	MODULO DE ROTURA (Mr)
		L (mm)	b (mm)	d (mm)			Pa
1	LADRILLO MACIZO	360,0	180,0	100,0	N.R	390,6	0,1

OBSERVACIONES: ⁽¹⁾ suministrado por cliente
 La muestra presenta una fisura en la cara sometida a la carga
 N.R.: No reportado. N.P.F.: No presenta falla visible

Nota: Registro derivado de ensayo realizado en la muestra

10. Recomendaciones y propuestas de intervención

Dentro de las recomendaciones y propuesta de invención se enlista una serie de hallazgos y propuestas de mantenimiento o acciones de mejora con el fin de garantizar una ampliación del ciclo de vida de la estación de trabajo u oficina requerida por la compañía para sus labores cotidianas, tal y como se observa en las siguiente áreas o zonas circundantes al área de las oficinas administrativas.

10.1.1. Pisos

Ilustración 28.

Registro de pisos existentes



Nota: Registro fotográfico propio

Materialidad:

Pisos con materialidades distintas según su entorno, se observan pisos en loseta cerámica de 0.50m X 0.50m, en zonas peatonales pisos en concreto pulido con acabado brillante y con terminaciones con endurecedor.

Hallazgo:

Pisos carentes de juntas de dilatación, presenta fisuras y agrietamientos transversales

Recomendación:

Se propone como método de mejora la construcción de juntas de dilatación inducidas con el fin de generar la falla por dicha junta mas no por otros sectores lo cual debilite la placa de piso en los sectores de circulación.

El movimiento en las juntas de contracción de un piso generalmente es muy pequeño, pero la humedad y el tránsito considerable exigen que la junta sea rellenada. En algunos casos se usan selladores elastoméricos, para dar soporte a los bordes y evitar desportillamiento de las juntas aserradas, se recomienda usar un relleno epóxico semirrígido de buena calidad con una dureza shore A- 80 o D- 50, según la norma ASTM D 2240. sellamientos de las juntas aserradas, se recomienda usar un relleno epóxico semirrígido de buena calidad con una dureza shore A- 80 o D- 50, según la norma ASTM D 2240.

10.1.2. Muros

Ilustración 29.

Registro de muros existentes



Nota: Registro fotográfico propio y AIS-610-EP-17, cap. 7.2

Materialidad:

Muros tipo 1: Muros en mampostería de arcilla tipo farol confinados con columnetas en concreto de 0.20m X .20m.

Muros tipo 2: Muros en construcción tradicional en tapia pisada.

Hallazgo:

Muros tipo 1: con alto un porcentaje de afectación por humedad por condensación cercano al 40 % de su área.

Recomendación:

Muros tipo 1: Limpieza de suciedad en muros de mampostería, aplicación de pintura impermeabilizante tipo bronco elástico o equivalente.

Muros tipo 2:

10.1.3. Cubierta**Ilustración 30.**

Registro de cubierta existente



Nota: Registro fotográfico propio

Hallazgo:

Algunas correas presentan cortes y se observa presencia de organismos fungí, se presenta deformaciones, ondulaciones, carencia de remates corta goteras.

Recomendación:

Cambio y retiro de cumbrera principal o caballete en teja termoacústica con longitud mínima de desarrollo de 60 cm x 3 m de longitud, con previo tratamiento anticorrosivo y pintada en RAL 6005 color corporativo, instalación con tornillo autoperforante sobre la intersección de cresta/correa de la misma, para evitar el ingreso de aguas lluvias y evitar el contacto con el circuito eléctrico

Reacondicionar las ménsulas de contacto de las cerchas de cubierta con el fin de garantizar las transmisiones de carga en los puntos de apoyo requeridos.

10.1.4. Cielo raso**Ilustración 31**

Registro de cielo raso existente



Nota: Registro fotográfico propio

Hallazgo:

El cielo raso presenta diferentes desprendimientos de los paneles y mala apariencia en sus juntas contiguas, desprendimiento de los elementos de sellados o unión.

Recomendación:

Remplazo modular de cielo raso en Drywall por módulos en PVC con junta dilatantes con pirlanes en PVC.

10.1.5. Ventanería**Ilustración 32**

Registro de ventanería existente



Nota: Registro fotográfico propio

Hallazgo:

Fisuración horizontal no superior 0.2 mm, ligeramente aparente, la cual se observa entre las esquinas de los vanos de la ventanería existente, como resultado de leves asentamientos derivados de eventos sísmicos recientes, lo que aportó al bloqueo de una de las ventanas exteriores los cual no permite su apertura.

Recomendación:

Sistema de reforzamiento con entramado en madera en dinteles de puertas y ventanas.

Según lo descrito en AIS-610-EP-17, cap. 7.2

11. Conclusiones

La edificación presenta características de evaluación con poca investigación ligada a las normas actuales, dada la antigüedad del método constructivo, aun así se resalta el uso provechoso del aporte de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica a través de la norma AIS-610-EP-17 “*Evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de uno y dos pisos de adobe y tapia pisada*”, con la cual se concluye las estrategias de evaluación, rehabilitación y entendimiento de fallas estructurales en muros en tapia pisada.

Dada la importancia, tamaño de las cerchas y material de las mismas las cuales son en maderas protegidas con brea, técnica la cual ha sido y sigue siendo usada en el territorio nacional como un método de inmunización de estos materiales, se debe entonces; seguir garantizando la cobertura con este mismo producto u otros inmunizantes y el aislamiento total del exterior por medio de buenas conexiones entre tejas o parches del mismo material bien adheridos; evitando el contacto con el agua.

Teniendo en cuenta lo determinado en cada uno de los apartados observados en el presente informe y teniendo en cuenta lo relacionado con la antigüedad de la edificación la norma aplicable para un análisis estructural es la norma AIS 610-EP-17_2, dentro de los elementos de reforzamiento que hubiera ha lugar en el paciente, conservando únicamente consideraciones de diseño con NSR 10 con relación a los elementos de concreto que hubiera ha lugar dentro el proceso de reforma evaluando las consideraciones dado el material de aceptación por la norma sismorresistente.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los dos ensayos realizados se puede inferir en que, aunque el paciente cuenta con un gran porcentaje de su materialidad en tapia pisada desde que se tomen los controles requeridos para rigidizar el sistema, protegerlo de la humedad, eliminar los tipos de irregularidades ya sea por efectos de remodelación, esto permitirá conservar la esencia histórica del mismo.

Los muros en tapia, aunque fue construida hace más de 50 años, bien conservada ante las condiciones de humedad y aunque no se logran resistencias mínimas de la norma para la fabricación de bloques macizos, si se encuentran muy cercanos al rango inferior de la norma conservando una incertidumbre baja al momento de la toma de decisiones sobre la demoliciones parciales o totales de las secciones de muro existentes.

El paciente con las mejoras y plan de mejoras podrá continuar prestando el servicio para el que fue diseñado en la compañía aun así con la variabilidad de materialidad de la tapia y otros sistemas livianos.

Las intervenciones no afectan de manera significativa la integridad de la edificación, por lo contrario, se infiere que mejora o potencia la condición ontológica del paciente para garantizarle más años su ciclo de vida, con un plan de mantenimiento adecuado.

Bibliografía

Ana María Elguero. (2004). *Patologías Elementales* (Nobuko, Ed.; 1.^a ed., Vol. 1).

Servicio Geológico Colombiano. (2024, marzo). *Sismicidad histórica en Colombia*. Sismo de 1999/01/25.

Técnica, G., Farbiarz, J. F., Campos, A., Jesús, G., Arango, H., Omar, T., Cardona, D., Revisión, A., Castro, G. E., Enrique, J., Ochoa, R., Especializado, P., & Sectorial, G. (s. f.). *GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES*.

<http://www.asosismica.org><http://www.sire.gov.co>www.conlospiesenlatierra.gov.cowww.fopae.gov.co[Evaluación de Daños](http://www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/componentes/EvaluacionDanos)<http://www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/componentes/EvaluacionDanos>

Toxement. (2019). *Guía de especificación para el tratamiento de fisuras en el concreto*.