

**ESTUDIO PATOLOGICO PARA RECUPERACION DE UNA DE LAS CINCO TORRES
DEL CONJUNTO BOSQUE DE TAMARINDOSS EN NEIVA - HUILA**

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO - TPI

2-2019

YESICA ALEXANDRA OSPINA OLAYA

FABIAN ANDRES VELAZQUEZ CAMACHO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

VICERECTORIA DE LA UNIVERSIDA ABIERTA A DISTANCIA

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

IBAGUE, JULIO 2019



**ESTUDIO PATOLOGICO PARA RECUPERACION DE UNA DE LAS CINCO TORRES
DE LA URBANIZACION BOSQUE DE TAMARINDOSS, NEIVA - HUILA**

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO- TPI

2-2019

YESICA ALEXANDRA OSPINA OLAYA

FABIAN ANDRES VELAZQUEZ CAMACHO

PRESENTADO A:

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

**PARA OPTAR A TITULO DE ESPECIALISTA EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCION**

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

VICERECTORIA DE LA UNIVERSIDA ABIERTA A DISTANCIA

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

IBAGUE, JULIO 2019



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	5
2. JUSTIFICACION	7
3. OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo General.....	8
3.2 Objetivos Específicos	8
4. MARCO REFERNCIAL	9
4.1 Marco Teórico	9
4.2 Marco Legal.....	13
5. ALCANCE Y LIMITACIONES	14
5.1 Alcance.....	14
5.2 Limitaciones	15
6. METODOLOGIA	16
6.1 Descripción del Paciente	16
6.2 Preparación Del Estudio	20
6.3 Historia Clínica.....	21
6.3.1 Responsables y realización del estudio	21
6.3.2 Datos generales del paciente	21
7. DIAGNOSTICO	22



7.1 Seguimiento	22
7.2 Identificación de lesiones	23
7.3 Descripción de lesiones	25
7.4 Estudios y análisis	27
7.5 Toma de muestras	28
8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	30
8.1 Evaluación De Cargas:	30
8.2 Especificaciones Y Normatividad	31
8.3 Estado De Las Derivas	32
8.4 Estado De Las Vigas.....	33
9. INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL	34
9.1 Listado de actividades a ejecutar dentro estudio patológico	35
9.2 Presupuesto de Intervención.....	41
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA.....	43
LISTADO DE IMÁGENES.....	44
ANEXOS.....	46



1. INTRODUCCION

En cuanto a las necesidades relacionadas con la construcción de infraestructura, y toda la problemática propia de su naturaleza, se han determinado tres aspectos, enfoques o puntos de vista claves en el desarrollo de la metodología del proyecto edilicio, en diferentes modalidades de contratación y entorno, los cuales son consultoría, ejecución y la supervisión técnica y/o interventoría.

Con esto, se centra la necesidad de una ideología de formalidad y trazabilidad en los proyectos de infraestructura del país, ya que su ausencia provoca de manera indefectible la proliferación de patologías en dichos proyectos, que pueden llegar a generar consecuencias nefastas.

Los proyectos constructivos pueden presentar deficiencias a nivel técnico, administrativo, ambiental, jurídico y financiero, por errores que se producen antes, durante y después de la construcción, que afectan en el menor de los casos, el plazo de la construcción y/o financiamiento económico de los proyectos; estas deficiencias pueden ser preventivas, corregidas o mitigadas en su momento.

Al momento de realizar una construcción, existen unos factores fundamentales a tener en cuenta por parte del constructor, esto con la finalidad de que el proyecto tenga la proyección deseada en años de utilidad y servicio. Por ende, uno de los factores principales a estudiar, es el suelo de cimentación, pues de allí parte el éxito de la misma; es de gran importancia la capacidad portante del suelo, pero un factor muy significativo y de poco estudio es la composición de los mismo, ya que esto fácilmente genera una afectación y ocasiona a la estructura de cimentación, daños irreversibles. También aspectos como las fallas geológicas, la cercanía de estos terrenos a fuentes hídricas, etc.



Otro factor muy importante y de relevancia es el desarrollo de las obras bajo los reglamentos o parámetros constructivos, como lo son las normativas de construcción establecidas, lo cual en muchas ocasiones se omiten tal vez para acelerar los procesos constructivos, minimizar costos y finalidades que tiene el constructor; que posteriormente vienen a ser el desenlace de patologías graves en la construcción, que en ocasiones ni una intervención de mejora llega a hacer efectiva.

Por último, este estudio de patología tiene como objetivo analizar una torre ubicada en la ciudad de Neiva-Huila; en el momento de la visita se analizaron diferentes afectaciones que presenta la estructura, como también llegar a realizar un estudio comparativo con los procesos constructivos empleados durante dicha construcción, y la aplicación de la normativa NSR-2010.



2. JUSTIFICACION

La razón principal del estudio de patología para la torre Bosque de Tamarindos, es que de entrada está fallando con la implementación de la norma vigente de sismo resistencia la NRS-10. Por tal motivo la necesidad de realizar unos estudios intensivos que establezcan estado de la estructura y así lograr identificar que genere la presencia de dichas patologías.

La responsabilidad y el compromiso ético es uno de los valores que debe identificar a los que desarrollan un proyecto, pues de los procesos de construcción que implementen así mismo se refleja el comportamiento y durabilidad de una estructura.

Uno de los motivos de para trabajar con la estructura torre de tamarindos, es porque vimos en ella varias fallencias, que desde el punto de vista patológico se pueden llegar a realizar intervenciones que mejoren dicha estructura, les den a sus usuarios la plena seguridad de habitarla por un tiempo más prolongado; hacerlo de manera confiable y segura sin llegar a temer que no sea funcional y garantizar dicha intervención, bajo los parámetros de la norma constructiva NSR-10.



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio de patología para la estructura ubicada en la ciudad de Neiva-Tolima, condominio torre B Bosque de Tamarindos.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las patologías presentes en la torre con el fin de clasificarlas y poder justificar las intervenciones o propuestas indicadas.
- Realizar a nivel estructural un estudio que nos determine el estado actual de dicha edificación.
- Establecer las soluciones claras que lleguen a dar un resultado de mejora.
- Garantizar por medio de la intervención realizada la prolongación de la vida útil de dicha edificación.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco Teórico

- a. **Lesiones mecánicas:** este tipo de lesión está dada por la sobrecarga a la cual este expuesta la estructura, donde se generan tensiones internas y finalmente la ruptura la cual se ve representadas en fisuras y grietas. Estas fisuras afectan los elementos de recubrimiento con tal y las grietas ya entran a generar fallas en los elementos constructivos.
- **Deformaciones:** siempre que haya la presencia de fuerzas externas dentro de una estructura, este presentara modificaciones con relación a lo inicialmente planteado en su construcción y por ende en lo ejecutado, estas fuerzas pueden estar relacionadas con asentamientos de la cimentación, desplomes, flechas, pandeos de elementos verticales, alabeos.
 - **Rupturas:** dentro de estas se presentan las fisuras y las grietas, las cual de otra forma afectan directamente la estructura unas más profundamente que la otra; por ejemplo, las grietas ya comprometen los elementos estructurales internamente y las fisuras son las que afectan los elementos de manera superficial.
 - **Desprendimientos:** estos se dan por la falta de cohesión, de igual forma las causas son diversas, pero entre ellas las más frecuentes son las mecánicas.
 - **Erosión:** por un lado, vemos los desgastes de algunos elementos estructurales, por ejemplo, las esquinas, también hay elementos que se encuentran totalmente expuestos, por ejemplo, las fachadas en lo alto de las estructuras, una de las causas que afectan dichos elementos, es el arrastre de los agentes atmosféricos.



b. **Lesiones físicas:** esta se presenta con aspectos físicos de la intemperie precisamente relacionados con; humedades, suciedad y erosión física.

- **Humedades:** se da por diferentes aspectos y relaciona a la presencia de agua en las estructuras, generados por cantidad de factores como por ejemplo, en el momento del desarrollo de la obra **materiales** porosos que no dan finalmente el sellado requerido para la estructura; otro factor es por **capilaridad** la cual es un agua que proviene del terreno como tal; por **condensación** que ya esta es asociada al rocío y vapor que recorre por ejemplo las fachadas de las estructuras; y finalmente los **accidentales** como por ejemplo ruptura de tuberías, en ocasiones por acciones mecánicas, corrosión lo que finalmente facilita la salida del agua afectando.
- **Suciedad:** está dada principalmente por la contaminación ambiental y por ende el contacto de las partículas suspendidas en el aire con el elemento. El depósito de dichas partículas en un elemento y además de eso estar menos expuesta a la presencia continua de agua y viento, más un material con gran porosidad y rugosidad, generara una afectación mayor. Por otro lado, al realizar un lavado diferencial, con poco control de la esorrentía del agua, genera una afectación mayor, ya que esta suciedad puede quedar incrustada en partes donde la rugosidad del material de construcción es mayor.
- **Erosión física:** se presenta por las partículas de agua suspendidas en la atmosfera, por ejemplo, en el caso de llegar a tener temperaturas muy bajas, esta agua suspendida en el elemento con mayor porosidad, lo que generara es un aumento de su tamaño, lo que finalmente generara la fractura del elemento con tal.



c. **Lesiones químicas:** están dadas por las reacciones entre los elementos de construcción y los agentes externos productos por contaminantes y organismos vivos.

- **Eflorescencia:** se da en el momento que las sales se cristalizan en algún elemento disolviéndolas y arrastrándolas al exterior.
- **Criptoflorescencia:** el mismo proceso de la eflorescencia con la diferencia que la cristalización de las sales se quedan internamente en la estructura, generando también problemas en acabados y desprendimiento parcial en ocasiones total de las fachadas.
- **Oxidación:** se oxidan los elementos normalmente que se encuentran expuestos, de seguir la exposición se pueden presentar dos alternativas patológicas, el aumento o la disminución del elemento.
- **Corrosión:** es la pérdida del material por medio de un efecto formado por el elemento metálico y otro material cercano. Dicha oxidación puede presentarse en diferentes etapas entre ellas esta: de manera **oxidación previa** donde dicho material es decir el hierro, presenta una oxidación al contacto con el agua o el aire, ya cuando hay **aireación diferencial** es la continua humedad en un elemento lo cual producirá la corrosión del mismo, por otro lado está la **inmersión** esta es más delicada ya que se habla de una humedad de larga duración por tal motivo hay una formación de hidróxido de hierro que actúa en el PH del agua y pues se presentara la pérdida del material, finalmente el par galvánico el cual se da cuando se ponen en contacto un elemento de una estructura como por ejemplo cerrajería y carpintería, dando con resultado un distinto potencial eléctrico, de allí va presentar corrosión, el elemento más electronegativo.



- **Organismos:** en estos se encierran los animales, planta y hongos; por un lado los animales puede representar un riesgo en todo momento de una construcción desde su inicio, afectando por ejemplo los materiales de construcción con excrementos, hasta después de contruidos porque en ocasiones se anidan en ellos, generan sobrecargas por un lado y daños por ejemplo en estructuras como la madera etc.; el tema de las plantas provocan distintos daños si se habla de las raíces afectaran de manera relevante en fisuras y grietas que presente la estructura, la escorrentía del agua por temas de estas planta cerca a los balcones por ejemplo generan daños a la misma; los hongos otro tema del cual se debe prevenir una estructura, ya que genera un mal aspecto y además de eso pudrición en elementos como la madera , los acabados de la estructura son los más afectados por dichos hongos.
 - **Erosión:** la causa de esta es la contaminación ambiental, por un lado, se presenta en elementos donde su superficie es porosa o blanda donde se va a presentar una retención de agua significativa; también se puede presentar una especie de alveolos los cuales dejaran que entre el agua de lluvia ala elemento; la lixiviación también genera una perdida grande de las características de los materiales.
- d. **Extracción de Núcleos:** Este método de ensayo brinda procedimientos estandarizados para obtener y ensayar especímenes para determinar la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta y a la flexión de concreto colocado.
- e. **Carbonatación en el concreto:** es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio (con alto pH) a carbonato de calcio, el cual tiene un pH más neutral.



4.2 Marco Legal

- **DECRETO 926 – 19/marzo/2010**
- **DECRETO 2525 – 13/julio/2010**
- **DECRETO 092 – 17/enero/2011**
- **DECRETO 340 – 13/febrero/2012**
- **DECRETO 945 – 5/junio/2017**
- **NORMA INV E-418 (Extracción de Núcleos)**
- **ASTM C42 (Extracción de Núcleos)**



5. ALCANCE Y LIMITACIONES

5.1 Alcance

La realización de este estudio patológico es con el fin de identificar las lesiones, y ver las que evidencien más afectación y requieran de esta manera ser tratadas de inmediato, para ser reparada, rehabilitadas o en el caso reforzadas, para que cumplan de lleno con su función.

Este proyecto tiene como finalidad, realizar un estudio patológico, el cual tiene el alcance de poder llegar a intervenir las cinco torres, que comprenden el conjunto residencial torres de tamarindo; pero principalmente la inspección visual se hará de una sola torre la cual es la torre A con el fin de identificar las diferentes patologías presentes en ella, entre ellas la deficiencia estructural. Estos estudios se realizarán con extracción de núcleos, regatas y posiblemente más ensayos con los cuales podamos identificar el estado del paciente a intervenir.

En cuanto a la parte estructural se realizó una modelación de la estructura para saber el comportamiento de esta en cuanto a la vulnerabilidad sísmica, y su comportamiento en relación a la norma sismo resistente.



5.2 Limitaciones

Contar con todo un equipo de trabajo que estuviera a nuestra disposición para realizar más a fondo los análisis no fue posible, pues requería de un costo muy alto y esto solo abarca fines académicos, pero de igual forma se trató de darle el alcance más grande que se pudo.

En cuanto a los estudios de la modelación de la estructura, con el fin de ver la vulnerabilidad sísmica, fue algo complicado pues no somos estructurales y se tuvo que trabajar con la ayuda de un ingeniero estructural y de esta manera identificar el comportamiento, y por ende requerimiento de refuerzo para la estructura en lo que a vulnerabilidad sísmica refiere.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no se contó con cargas transmitidas al suelo, por esto se asumen las y se calculan con cargas típicas.



6. METODOLOGIA

El estudio de patología desarrollado, abarco diferentes aspectos fundamentales para lograr un trabajo completo e integrado; en el desarrollo de las actividades durante la carrera se desarrollaron unos módulos los cuales fueron fundamentando nuestro trabajo de TPI; así es como se le da este enfoque al estudio patológico:

- Historia clínica
- Diagnostico
- Análisis de resultados
- Intervención
- Conclusiones
- Recomendaciones

6.1 Descripción del Paciente

Portería: dos torres de dos pisos

Torre 1: caseta de vigilancia, baño, correspondencia y depósito 1 en segundo piso. Torre 2: shut de basuras y deposito 2 en segundo piso.

Zona Administrativa: administración, sala de bienvenida, cocina y baño privado.

Cuenta, además, con Salón social, baños sociales, zona de BBQ, parque infantil, cancha múltiple con graderías.



Zona de Piscina: una piscina para adultos con una profundidad de 0.5 a 1.60 metros, piscina infantil con una profundidad de 0.20 a 0.50 metros, cuenta con baño y vestier.

Cuenta con circulaciones interiores, zonas verdes y jardineras.

Parte Exterior de la Urbanización: 3 locales comerciales (actualmente funcionan restaurantes) y bahía de parqueo. Cuneta con cerramiento en malla eslabonada y antepecho en mampostería.

Casas: construcción de 43 casas de 2 niveles, con parqueadero privado, distribuidas en 3 manzanas internas.

Torres: construcción de 5 torres de apartamentos de 5 pisos cada uno, con una distribución interna de 4 apartamentos por pisos en los pisos del 1 al 4 y 2 pent-house en el piso 5.

La identificación de las torres es por letras de la A hasta la E y por colores, así: Torres A color rojo, Torre B color verde, Torre C color Naranja, Torre D color Azul y Torre E color amarillo.

Cada Torre cuenta con dos accesos uno por el parqueadero en semisótano y dos por las vías internas.

Cada Torre cuenta con escaleras de acceso desde parqueadero hasta el quinto piso.

Cubierta: en teja de asbesto cemento tipo español a dos aguas y placa aligerada sobre circulaciones.

En general la urbanización Bosque de Tamarindos cuenta con 18 apartamentos por torre (90 apartamentos en total), 111 parqueaderos privados y 23 parqueaderos comunes.

Para el caso de estudio se selecciona la torre más afectada la cual corresponde a la torre D de color azul, su proceso constructivo está conformado por un sistema estructural portante de pórticos de concreto reforzado, cuya distribución por piso es la siguiente:



Pisos del 1 al 4: 4 apartamentos con doble eje de simetría cuya distribución consiste en: Acceso con hall de 1,95 metros cuadrados, cocina con un área de 13,4 metros cuadrados, habitación de servicio de 7,20 metros cuadrados, baño social con un área de 2,30 metros cuadrados, sala-comedor con un área de 16,80 metros cuadrados habitación 1 con un área de 9.10 metros cuadrados, habitación 2 con un área de 9.80 metros cuadrados y habitación principal con un área de 9.80 metros cuadrados, baño privado con un área de 7.20 metros cuadrados, balcón 1 con un área de 4.90 metros cuadrados y balcón privado con un área de 6,95 metros cuadrados.

Piso 5: 2 pent-house con un eje de simetría, cuya distribución consiste en: hall de entrada, sal, comedor, cocina, patio de ropas, habitación y baño de servicio, habitación principal con baño privado y zona de vestier, dos habitaciones auxiliares, un estudio, un baño social y un gran balcón.

Planta de cubiertas: cubiertas en teja de asbesto cemento tipo español a dos aguas con estructura metálica sobre pent-house y placa aligerada en concreto sobre circulaciones donde se ubican los tanques de almacenamiento de agua potable.

Zonas comunes: circulaciones internas y accesos a apartamentos con un área de 19,20 metros cuadrados y escaleras con un área



Imagen 1. Portería del conjunto Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



Imagen 2. Salón social del conjunto Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



Imagen 3. Fachada del conjunto Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico

6.2 Preparación Del Estudio

Para el siguiente estudio patológico se realizaron diferentes visitas, la principal fue la de inspección, donde se concluye que, de las 5 torres existentes, se le hará el estudio a la torre B, esta inspección realizada con el fin de determinar las diferentes patologías que prestaba la torre; dar un diagnóstico y la posible intervención o solución y finalmente las conclusiones.



6.3 Historia Clínica

6.3.1 Responsables y realización del estudio

En este caso los comprometidos al desarrollo de la presentación de soluciones ante este estudio patológico, y el desarrollo del mismo, son los Ingenieros Civiles Fabián Velásquez Camacho y Jessica Ospina durante el periodo académico de la especialización patología de la construcción, que se inició para la fecha octubre del 2018.

6.3.2 Datos generales del paciente

Nombre: ESTUDIO PATOLOGICO PARA RECUPERACION DE UNA DE LAS CINCO TORRES DEL CONJUTNO BOSQUE DE TAMARINDOSS EN NEIVA - HUILA

Localización: el presente estudio se realizó en la ciudad de Neiva, departamento del Huila, en la dirección calle 49 número 7-70 comuna 2; urbanización torres de tamarindo.

Uso: está destinada para uso de vivienda multifamiliar.

Fecha de construcción: fue construido en el año 1992.

Constructora: Compañía Agrícola de Inversiones S.A

Sistema constructivo: sistema porticado de concreto reforzado.

Técnica constructiva: La fecha de construcción del edificio es de 1992 en la vigencia de la CCCSR Ley 400 de 1984, su sistema estructural portante es de pórticos de concreto reforzado, por consiguiente, No cumple con los requisitos de sismo resistencia de la norma actual NSR-10.



7. DIAGNOSTICO

7.1 Seguimiento

Después de haber realizado la visita de inspección, tomado el registro fotográfico, tenemos claro cuáles son las lesiones que afligen la estructura; de esta forma establecer el tipo de intervención que requiere la edificación, es la parte más fundamental de este trabajo pues de esta manera conoceremos el alcance de dicha intervención en todos sus aspectos tanto económico, como técnico.

El presente estudio de patología se realiza con la finalidad de evaluar la condición actual de los elementos estructurales de una de las cinco torres del conjunto residencial torres de tamarindo, de la ciudad de Neiva en el departamento del Huila, versus el reglamento colombiano sismo resistente NSR-10.

También se busca identificar las diferentes lesiones que presentan la estructura y sus agentes causantes para entrar a realizar una reparación de la estructura ya sea de manera preventiva o curativa.



7.2 Identificación de lesiones

Paciente	Torre 4	No. Pisos	5	Temperatura	27°C
Localización	Bosque de Tamarindos	No. Apartamentos	18	Humedad Ambiente	###
Uso	Vivienda Multifamiliar	Apartamentos x Piso	4-2		
Fecha de Construcción	1986				
Sistema Constructivo	Sistema Convencional				
Sistema Cimentación	Zapatas y Vigas				
Sistema Estructural	Apertado concreto				
Aplicación Patológica		Observaciones			
Pediatrica					
Geriatrica					
Forense					
Preventiva	X				
DIRECTAS					
Físicas		Mecánicas		Químicas	
Humedad	X	Sismos		Contaminación Ambiental	
Erosión		Empujes		Humedad	X
Agentes Atmosféricos	X	Rozamientos		Carbonatación	
Contaminación		Sobrecargas		Corrosión	X
Suciedad	X	Pudrición		Organismos	
Otras		Pérdida de Capacidad	X	Otras	
		Asentamientos			
		Pérdida de Adherencia			
		Otras			
INDIRECTAS					
				Diseño	
				Materiales	X
				Procedimiento	
				Falta de Mantenimiento	X
				Cambio de uso	
				Esfuerzos Inesperados	
				Otras	
CALIFICACIÓN					
Estado	Afectación	ELEMENTOS DE AFECTACIÓN			
Muy Leve	0% - 20%	Alimentación	X	Cielorazos	
Leve	20% - 40%	Estructura	X	Pisos	
Severo	40% - 60%	Mamposterías	X	Ductos/Redes	
Grave	60% - 80%	Carpinterías	X		
Muy Grave	80% - 100%	Acabados	X		
		Cerámicas	X		

Imagen 4. Esquema de lesiones en el conjunto Bosque de Tamarinos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



Imagen 5. Afectaciones humedades y ensuciamientos del edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



Imagen 6. Afectaciones en los entrepisos del edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



Imagen 7. Afectaciones en la jardinería del edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



Imagen 8. Afectaciones en las zonas comunes edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



7.3 Descripción de lesiones

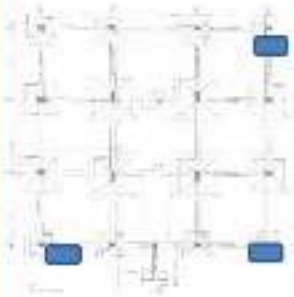
COMUNIDAD RESIDENCIAL BOSQUE DE TAMARINDOS NEIVA - HUILA		DESCRIPCIÓN DE LESIONES	
		LESIÓN	MANCHAS NEGRAS POR EXPOSICIÓN AL MEDIO AMBIENTE
			 
ESQUEMA		IMÁGENES	
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN		La suciedad aparente en la fachada del edificio es el resultado de la acumulación (temporal o permanente) de partículas ensuciantes acumuladas por agentes ambientales.	
DIAGNÓSTICO		La afectación continua de los elementos al medio ambiente, la falta de protección de la fachada, y la acumulación de elementos ensuciantes afectan los elementos de concreto y mampostería en grilla.	
TRANSCENDENCIA		Al presentarse mayormente en la mampostería en grilla, material predominante, deben ser evaluados para su protección.	
ELIMINACIÓN DE LA CAUSA		Mejoramiento de las superficies que reciben y transportan el agua lluvia, la implementación de detalles constructivos que refuercen la rápida evacuación de elementos ensuciantes.	
REPARACIÓN DEL EFECTO		Determinar el nivel de afectación en los elementos y materiales, realizar instalaciones y trabajos que permitan la reparación, limpieza y fiscal mantenimiento posterior.	
PREVENCIÓN		Mantenimiento continuo a superficies.	

Imagen 9. Descripción de las lesiones edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico



ELEMENTO ESTUDIADO	CAUSAS						NIVEL DE DAÑO	NIVEL DE RIESGO	NIVEL DE REPARACIÓN	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN						
	DIRECTA			INDIRECTA						Seguridad	Funcionalidad	Costos	Apariencia	Conservación	Reparación	Consolidación
	Materiales	Flaqueo	Quiebras	Dilatación	Materiales	Mala de obra	Mantenimiento									
CIMIENTO																
FACHADAS																
MURO																
CELOFRASO																
ENTRERISO																
CUBIERTA																
REVOCQUE																
ENLUCIDOS																
CARPINTERÍA																
ACABADOS																

COMUNTO RESIDENCIAL BOSQUE DE TAMARINDOS NEIVA - HULA

IV. DIAGNOSTICO

LESIÓN

ENCUADRE POR HUMEDAD

ESQUEMA

IMÁGENES

DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN

La humedad se adhiere debido a los altos niveles de humedad de los materiales.

DIAGNOSTICO

Se observa humedad adherida afectando principalmente los mampuestos de arcilla, por escurrimiento de lluvia o por la utilización de mampuestos viejos.

TRANSCENDENCIA

Al presentarse magueteo en la mampostería en arcilla, material predominante, deben ser evaluados para su protección.

ELIMINACIÓN DE LA CAUSA	Proteger los elementos con agentes hidrófugos, incorporación de instalaciones y/o procedimientos que permitan mejor manejo del agua lluvia. Limpieza general y mantenimiento periódico.																					
REPARACIÓN DEL EFECTO	Reemplazar piezas y/o elementos afectados. Proteger.																					
PREVENCIÓN	Mantenimiento rutinario y específico.																					
	ELEMENTO ESTUDIADO	CAUSAS						NIVEL DE DAÑO	NIVEL DE RIESGO	NIVEL DE REPARACIÓN	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN											
		DIRECTA			INDIRECTA																	
		Materiales	Flaqueo	Quiebras	Dilatación	Materiales	Mala de obra	Mantenimiento	Seguridad	Funcionalidad	Comfort	Aspecto	Edu.	Modo	Costo	Características	Necesario	Imposible	Reparación	Reparación	Consolidación	Mantenimiento
	CIMIENTO																					
FACHADAS																						
MURO																						
CELOFRASO																						
ENTRERISO																						
CUBIERTA																						
REVOCQUE																						
ENLUCIDOS																						
CARPINTERÍA																						
ACABADOS																						

Imagen 10. Descripción de las lesiones edificio Bosque de Tamarindos
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



7.4 Estudios y análisis

Realización de levantamiento arquitectónico y estructural a partir de la toma de mediciones en campo y compilación de esta información de forma gráfica en una serie de planos que detallan la ubicación de elementos arquitectónicos, estructurales y maquinaria del edificio.

El estudio de patología estructural se basa en una evaluación la edificación por medio de una inspección de campo, extracción de núcleos, regatas y ensayo de carbonatación con fenolftaleína, para un posterior análisis y entrega del concepto del estado actual del inmueble.

A partir de los datos obtenidos en las diferentes fases del estudio se realiza la modelación del edificio como fundamento para la ejecución de un análisis de vulnerabilidad sísmica y diseño de reforzamiento, el cual suple los requisitos estructurales establecidos por el reglamento de construcción sismo resistente del 2010.

El estudio de suelos se realiza en pro de calcular las características físicas y mecánicas del suelo de cimentación, acorde a la ciencia, técnica y métodos de exploración existentes, de acuerdo a los parámetros del ala norma sismo resistente NSR-10.

- **Realización de regatas:** mediante unos apiques se deja visible el acero de refuerzo del elemento para su inspección y medición.
- **Extracción de núcleos:** con ayuda del equipo especializado se extraen muestras cilíndricas de concreto en elementos representativos de la estructura.
- **Ensayo de carbonatación:** rompiendo un trozo de concreto preferiblemente en un borde se aplica fenolftaleína, de esta forma las partes que no muestren un color rosáceo estarán afectadas por carbonatación.



7.5 Toma de muestras

CONJUNTO BOSQUE DEL BOSQUE DE TAMARINDOS - HUILA		REQUISITOS			
FOTOGRAFIA		ESPESORES		Sección Torre 4	
	DESCRIPCION	Viga de concreto armado de 20x30 cm			
	ESPESORES	Concreto armado		Concreto armado	
	SECCIONES	Viga	Substrato	Acero	20x30
	SISTEMA CONSTRUCTIVO	Sistema de concreto armado			
OBSERVACIONES		Se observó la presencia de fisuras en la parte superior de la viga de 20x30 cm. Se observó la presencia de fisuras en la parte superior de la viga de 20x30 cm.			
					
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA		Muestra 1		Muestra 2	

CONJUNTO BOSQUE DEL BOSQUE DE TAMARINDOS - HUILA		REQUISITOS			
FOTOGRAFIA		ESPESORES		Sección Torre 4	
	DESCRIPCION	Columna de concreto armado			
	ESPESORES	Concreto armado		Concreto armado	
	SECCIONES	Columna	Substrato	Acero	20x30
	SISTEMA CONSTRUCTIVO	Sistema de concreto armado			
OBSERVACIONES		Se observó la presencia de fisuras en la parte superior de la columna de 20x30 cm. Se observó la presencia de fisuras en la parte superior de la columna de 20x30 cm.			
					
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA		Muestra 1		Muestra 2	

Imagen 11. Ficha Toma de Muestras
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



Imagen 12. Regata en columnas para prueba de carbonatación
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



Imagen 13. Concreto no Carbonatado
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

8.1 Evaluación De Cargas:

Losa

- *Peso propio:* Sistema de viguetas en dos direcciones de 15x30 con aligeramiento de bloques de concreto y loseta de 5 cm de espesor separadas 90 cm centro a centro, en la zona inferior se considera recubrimiento de 2cm de espesor.

Carga muerta adicional = 300kg/m²

Carga viva = 180kg/m²

Cubierta

- Carga muerta:

Estructura de la cubierta = 15kg/m²

Tejas = 20kg/m²

Luminarias = 5kg/m²

Cielo raso = 5kg/m²

Varios = 5kg/m²

Subtotal carga muerta = 50kg/m²

Carga viva = 50kg/m²



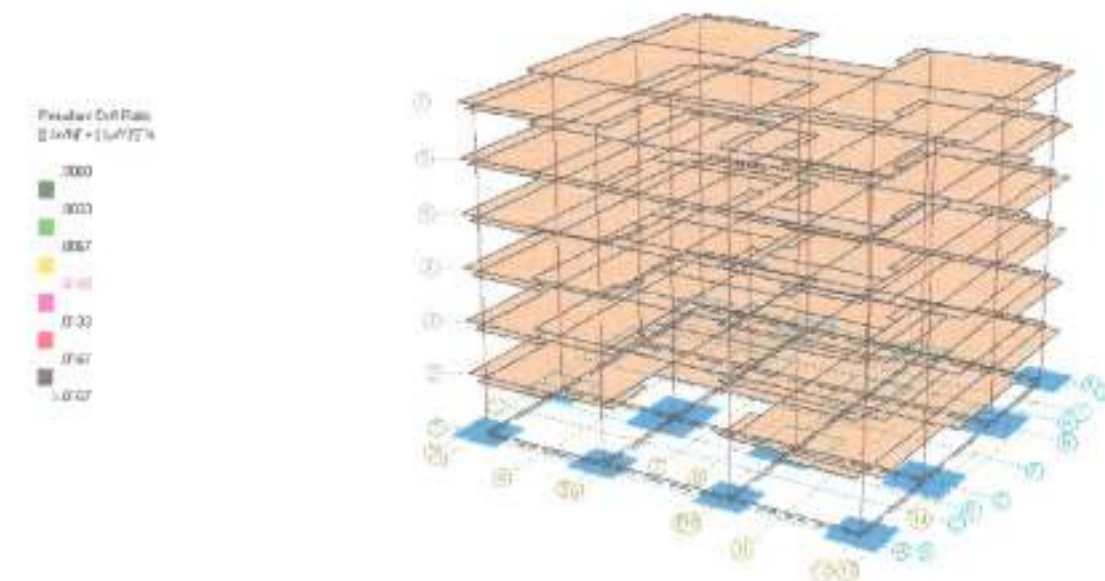
8.2 Especificaciones Y Normatividad

Se realizó el análisis de la estructura se hizo en el programa de elementos finitos aplicando la norma NSR-10. La evaluación de la fuerza sísmica se hizo con el método de Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes:

- Resistencia a compresión para concretos $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- El esfuerzo para varillas diámetro $\frac{1}{2}$ " $f_y = 60000 \text{ psi}$
- El esfuerzo para varillas diámetro $\frac{3}{8}$ " $f_y = 40000 \text{ psi}$



8.3 Estado De Las Derivas



LINEAR ANALYSIS - SUMMARY MAXIMUM STORY DRIFT RATIO, D/h

Story	Drift-Ratio at CENTER OF MASS			MAXIMUM Corner Story-Drift-Ratio			
	DriftX	DriftY	DriftR	DriftX	DriftY	DriftR	Axis
6	0.3417	0.2329	0.3418	0.3632	0.2602	0.3637	B-12
5	0.6231	0.3604	0.6233	0.6651	0.4077	0.6660	B-12
4	0.1832	0.1565	0.1833	0.2093	0.1709	0.2098	B-12
3	0.1611	0.1284	0.1611	0.1710	0.1404	0.1712	B-12
2	0.1069	0.0809	0.1069	0.1131	0.0887	0.1132	J-12
1	0.0413	0.0299	0.0413	0.0438	0.0329	0.0439	J-12
Maxima	0.6231	0.3604	0.6233	0.6651	0.4077	0.6660	

DriftX = (Dx/h)max

DriftY = (Dy/h)max

DriftR = [(Dx/h)² + (Dy/h)²]^{1/2}max

Imagen 14. Resumen cuadro de derivas
Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico

*Las derivas son superiores a las admisibles 1%



8.4 Estado De Las Vigas

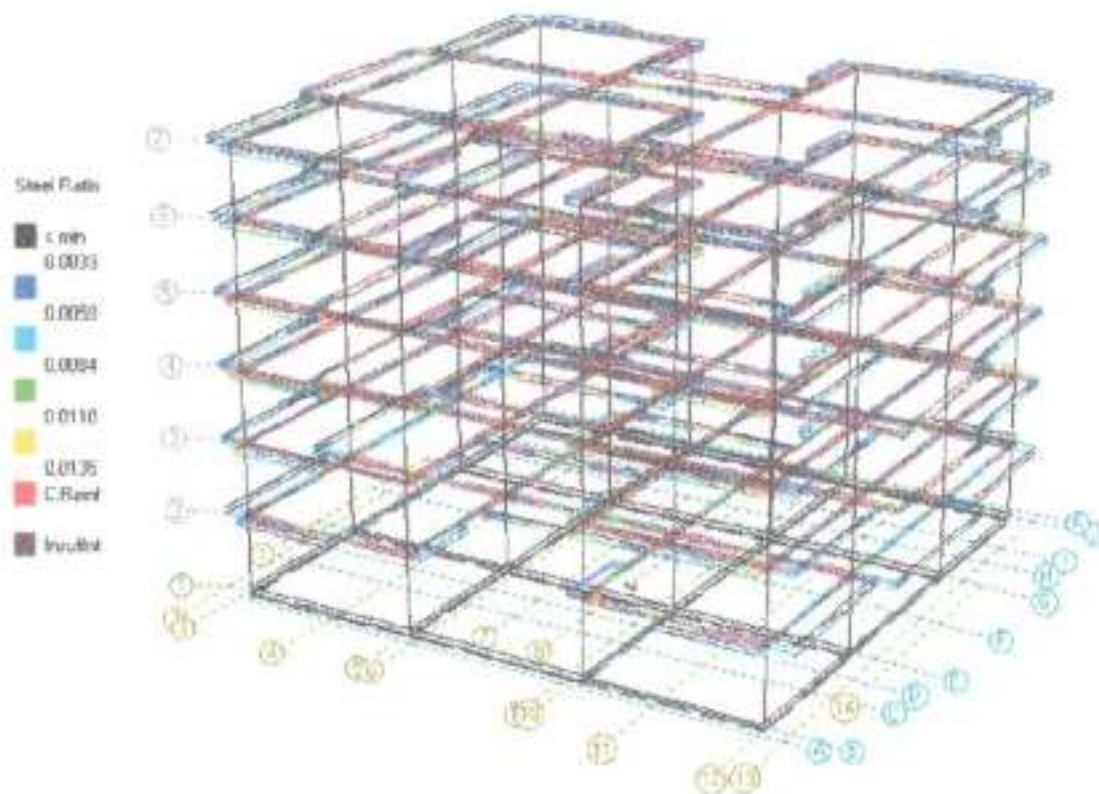


Imagen 15. Estado general de Vigas

Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico

*Se observan una gran cantidad de vigas sin suficiente refuerzo.

- Los elementos rigidizadores principales existentes (vigas y columnas) presentan sección insuficiente de refuerzo.
- Las derivas presentadas para el sismo de diseño son superiores a las admisibles 1%
- La estructura no cumple con requisitos de sismo resistencia de la NSR-10 en su condición actual.



9. INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

En general, las soluciones que se proponen están encaminadas a la intervención de la edificación para cumplir requisitos mínimos de resistencia estructural y de minimizar los esfuerzos en la mampostería que generan daños.

- Se propone el reforzamiento de todas las columnas de concreto en todos los niveles, para así, buscar un comportamiento resistente y dúctil de la edificación para efectos sísmicos. Se debe efectuar dicho recalce con un encamisado de concreto reforzado.
- Rigidizar la estructura con la adición de pantallas y/o muros en concreto reforzado. Se propone la adición de pantallas en los ejes B, J, y 8 según esquema:

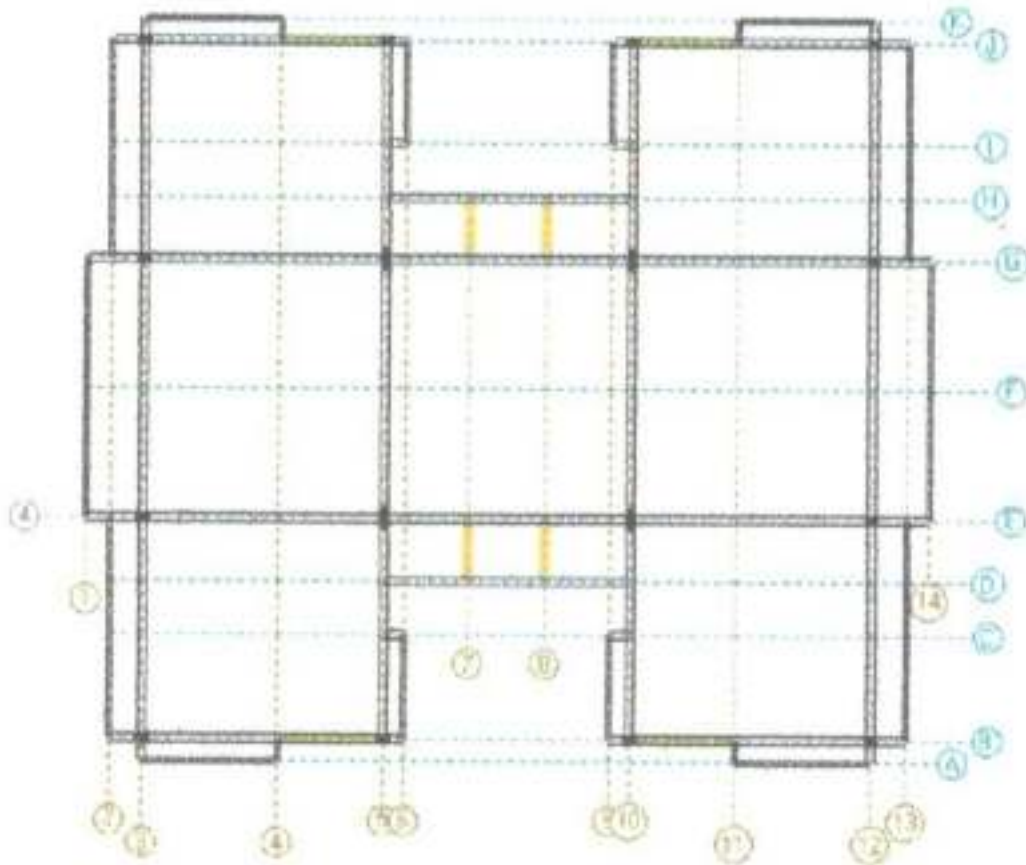




Imagen 16. Ubicación de Pantallas rigidizadoras Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico

- Dilatar la estructura de los muros perimetrales para conformar las juntas constructivas.
- Mantenimiento y limpieza de fachadas
- Mantenimiento y/o Cambio de elementos cubierta con la implementación y/o mejora de manejo de aguas lluvias.
- Conformar Dilataciones horizontales y goteros en separaciones de placas de entrepiso.
- Eliminar Materas y jardineras en las circulaciones del punto fijo para control de humedades y disminución de carga viva.

9.1 Listado de actividades a ejecutar dentro estudio patológico

DESCRIPCION	UN
PRELIMINARES y COMPLEMENTARIOS	
REFERENCIACION DE LA OBRA	
Localización y Replanteo con Equipo de Topografía de las Áreas a Intervenir	M2
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	
Cerramientos Provisionales en Tela Blanca y Cerco de Madera altura h=2.10 m, para aislamiento Áreas Exteriores a intervenir. Incluye Instalación + Retiro al final de la obra.	MI
Cerramientos o Encapsulamiento en Superboard de Espacios con Acceso Restringido. Incluye Instalación + Retiro al final de la obra.	m2
Protección Superficies de Pisos y Otros con Cartón Corrugado o similar	m2
Salvavidas para Trabajo en Altura Fachadas en madera (1 a 7 usos)	m2



Malla Protección Fachadas en Polisombra color verde	m2
DESMONTE Y DEMOLICIONES CON DISPOSICION DE MATERIALES Y/O SOBRANTES	
DESMONTES	
Desmante de Rejas Metálicas y sistema de fijación. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
Desmante de Barandas (de cualquier material y dimensión) y sistema de fijación. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	MI
Desmante de Cubierta en Teja y sistema de fijación. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
DEMOLICIONES	
Demolición Integral Muros en Bloque de Arcilla espesor a=15 cm (con o sin pañete). Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
Demolición Integral Muros Sencillos en Ladrillo Tolete Macizo espesor a=12.5 cm. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
Demolición Integral Columnetas y Viguetas de Confinamiento Mampostería en Concreto Reforzado. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	MI
Demolición Sobrecimiento (en cualquier material). Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
Demolición Parcial Recubrimiento Pisos en cerámica. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
CIMENTACION	
DEMOLICIONES EN CONCRETO	
Corte con Disco Diamantado Losa de Contrapiso en concreto reforzado, para demolición controlada	MI
Demolición Parcial Placa de Contrapiso en Concreto Reforzado, espesor 10 a 15 cm, Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2



Demolición Parcial Zapatas en Concreto Reforzado. Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m3
Demolición Integral Tanque de Agua Subterráneo en Concreto Reforzado. Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m3
EXCAVACIONES y PROTECCION	
Excavación Manual Zapatas Cimentación (incluye retiro, cargue y transporte fuera de la obra)	m3
Excavación Manual Vigas Cimentación (incluye retiro, cargue y transporte fuera de la obra)	m3
Perfilada Manual Paredes y Fondo de Excavación	m2
Pañete de Protección Paredes Excavación	m2
Entibados en madera (1 a 7 usos) para estabilización terreno por excavaciones profundas	m2
RELLENOS	
Relleno en Material Seleccionado Proveniente de la Excavación. Incluye: Extendida, Nivelación, Humedecimiento y compactación)	m3
Subbase Granular equivalente a Recebo B-400, según especificación y recomendación del estudio de suelos, bajo placa Contrapiso	m3
ESCARIFICACION y ANCLAJES	
Escarificación Recubrimiento Superficial Concreto Zapatas Existentes para Recalces	m2
Limpieza de superficie escarificadas con chorro de agua a presión mínima de 2500 psi	m2
Tratamiento superficial con Sikadur 32 primer o similar para recalce y/o anclaje de elementos de cimentación en concreto	m2
Anclaje: Perforación + Inyección epóxico (Diámetro y longitud Variable)	Und
CONCRETOS CIMENTACIÓN	
Concreto Pobre de limpieza, espesor e=5cm en concreto f'c=2.000 psi	m2
Zapatas de Cimentación en Concreto Reforzado de f'c=3.000 psi 21 Mpa	m3



Viga de Cimentación en Concreto Reforzado de $f'c=3.000$ psi 21 Mpa	m3
Placas de Contrapiso Macizas $h=10$ cm en concreto $f'c=3.000$ psi 21 Mpa	m2
ACERO DE REFUERZO CIMENTACION	
Acero PDR-60 Zapatas Cimentación $f_y=4.200$ kg/cm2 (420Mpa)	kg
Acero PDR-60 Vigas Cimentación $f_y=4.200$ kg/cm2 (420Mpa)	kg
Malla Electrosoldada $f_y=5.000$ kg/cm2 (500 Mpa) M295 - Placa Contrapiso	kg
ESTRUCTURA EN CONCRETO	
DEMOLICIONES EN CONCRETO	
Corte con Disco Diamantado Losas Entrepisos en concreto reforzado, para demolición controlada	ml
Demolición Parcial Losas Aligeradas en Concreto Reforzado Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m2
Demolición Integral Escalera Área en Concreto Reforzado. Incluye corte de refuerzo, trasiego, cargue, retiro, transporte y disposición fuera de la obra	m3
Regata con Disco Muros en Ladrillo Tolete Macizo o Bloque Hueco para ubicación reforzamientos.	ml
Desmante o Demolición Franjas de Muro en Ladrillo Macizo o Bloque Hueco, para ubicación de reforzamientos. Incluye trasiego, cargue, retiro, transporte y almacenamiento para reutilización	ml
Alquiler Formaleta Entrepiso (Parales, Cerchas, Crucetas, etc.,) para Apuntalamiento Temporal Estructura durante reforzamiento	m2/mes
ESCARIFICACION y ANCLAJES	
Escarificación Recubrimiento Superficial Concreto Columnas Existentes para Recalces	m2
Limpieza de superficie eskarificadas con chorro de agua a presión mínima de 2500 psi	m2
Tratamiento superficial con Sikadur 32 primer o similar para recalce y/o anclaje de recalce de columnas	m2
Anclaje: Perforación + Inyección epóxico (Diámetro y longitud Variable)	Und



CONCRETOS ESTRUCTURA	
Recalce Columnas en Concreto Reforzado Autonivelante de $f'c=3.000\text{PSI} - 21\text{Mpa}$	m3
Pantallas Nuevas en Concreto Reforzado Autonivelante de $f'c=3.000\text{PSI} - 21\text{Mpa}$	m3
Vigas Nuevas en Concreto Reforzado de $f'c=3.000\text{PSI} - 21\text{Mpa}$	m3
Recalce Vigas de Borde Escaleras y Otros en Concreto Reforzado Autonivelante de $f'c=3.000\text{PSI} - 21\text{Mpa}$	m3
Restitución Losas Aligerada $h=35\text{ cm}$ Entrepisos en concreto reforzado $f'c=3.000\text{PSI} - 21\text{Mpa}$, con recubrimiento superior e inferior	m2
ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURA	
Acero PDR-60 Reforzamiento Columnas $f'y=4.200\text{ kg/cm}^2$ (420Mpa)	kg
Acero PDR-60 Reforzamiento Pantallas $f'y=4.200\text{ kg/cm}^2$ (420Mpa)	kg
Malla Electrosoldada $f'y=5.000\text{ kg/cm}^2$ (500 Mpa) M.2.21 Placa Steel-Deck y Placas Entrepiso	kg
MAMPOSTERIA	
MUROS EN LADRILLO	
Reposición Muros espesor $e=12\text{ cm}$ en Ladrillo Prensado de $24.5 \times 12.5 \times 5.5\text{cm}$, con dimensiones, textura, color y características similares a la del ladrillo existente, mortero de pega M.1:4 de color similar al existente	m2
Reposición de Franjas de Muro en Ladrillo Prensado de $24.5 \times 12.5 \times 5.5\text{cm}$, con dimensiones, textura, color y características similares a la del ladrillo existente, mortero de pega M.1:4 de color similar al existente	ml
Reposición de Piezas de Muro en Ladrillo Prensado de $24.5 \times 12.5 \times 5.5\text{cm}$, con dimensiones, textura, color y características similares a la del ladrillo existente, mortero de pega M.1:4 de color similar al existente	Und
CONFINAMIENTO MAMPOSTERIA	
Columnetas de Confinamiento dentro de Muro de $15 \times 11.5\text{ cm}$ en concreto reforzado $f'c=3000\text{ psi}$	ml
Instalación Refuerzo Horizontal Muros (Grafilas)	ml



Anclaje: Perforación + Inyección epóxico Ø 3/8" L = 14.29 cm	Und
REFUERZO CONFINAMIENTO MAMPOSTERIA	
Grafil 5mm (reforzamiento horizontal mampostería)	kg
Acero PDR-60 (confinamiento mampostería)	kg
CUBIERTA	
BASES PARA IMPERMEABILIZACIONES	
Reposición Endientado con Mortero Impermeabilizado, espesor promedio e=4 cm sobre Cubierta	m2
Reposición Mediacaña con Mortero Impermeabilizado Cubiertas	ml
PAÑETES	
PAÑETES	
Pañete Corriente Muros con mortero M.1:4 y espesor e=2 cm Reposición Muros	m2
Pañete Dilataciones con mortero M.1:4 y espesor e=2cm	ml
Pañete Filos con mortero M.1:4 y espesor e=2cm	ml
IMPERMEABILIZACION	
Impermeabilización Cubiertas	
Restitución Sistema de Impermeabilización Compuesto por IgA sol Cubierta (3 capas) + Tela Refuerzo Poliéster Fiel (2 capas) + Pintura Reflexiva Aluno, sobre Placa Cubierta Principal	ml
INSTALACIONES ELECTRICAS	
PRELIMINARES	
DESMONTE DE ILUMINACION	
Retiro de luminarias	UN
DESMONTE DE TOMACORRIENTES	
Retiro de toma en muro	UN



9.2 Presupuesto de Intervención



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El recalce de columnas debe hacerse desde el sótano hasta la cubierta y máximo 2 columnas al tiempo enfrentadas en eje de simetría
- Apuntalar todo el piso a intervenir.
- Considerar realizar reconformación de fachada. Cambiar fachaletas, aplicar pañetes impermeabilizados, mejorar fronteras de humedad, utilizar pinturas hidrófugas.
- Considerar realizar cambio de fachada. Retirar fachaleta, aplicar pañetes impermeabilizados, mejorar fronteras de humedad, cambio de fachada: Se recomienda graniplast.



BIBLIOGRAFIA

- <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6216/23capitulo14.pdf?sequence=23&isAllowed=y>
- <https://blog.structuralia.com/los-12-tipos-de-lesiones-en-edificios-que-todo-ingeniero-arquitecto-debe-conocer>
- <https://www.echeverrimontes.com.co/blog/patologia-de-la-construccion-intervencion-y-restauracion-de-edificios/>
- <http://itegranca.es/criptoflorescencias/>



LISTADO DE IMÁGENES

- Imagen 1. Portería del conjunto Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico.
- Imagen 2. Salón social del conjunto Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico.
- Imagen 3. Fachada del conjunto Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 4. Afectaciones lesiones del edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 5. Afectaciones humedades y ensuciamientos del edificio Bosque de Tamarindos. Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 6. Afectaciones en los entrepisos del edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 7. Afectaciones en la jardinería del edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 8. Afectaciones en las zonas comunes edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 9. Descripción de las lesiones edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez estudio patológico
- Imagen 10. Descripción de las lesiones edificio Bosque de Tamarindos Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



- Imagen 11. Ficha Toma de Muestras Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico
- Imagen 12. Regata en columnas para prueba de carbonatación Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico
- Imagen 13. Concreto no Carbonatado Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico
- Imagen 14. Resumen cuadro de derivas Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico
- Imagen 15. Estado general de Vigas Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico
- Imagen 16. Ubicación de Pantallas rigidizadoras Fuente: Ing. Jessica Ospina – Ing. Fabián Velásquez, estudio patológico



ANEXOS