



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DIAGNOSIS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN LA
INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA FÁBRICA DE LICORES Y
ALCOHOLES DE ANTIOQUIA**

Autor

Karina Melissa Devia García

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2020**



**DIAGNOSIS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN LA INFRAESTRUCTURA
FÍSICA DE LA FÁBRICA DE LICORES Y ALCOHOLES DE ANTIOQUIA**

Karina Melissa Devia García

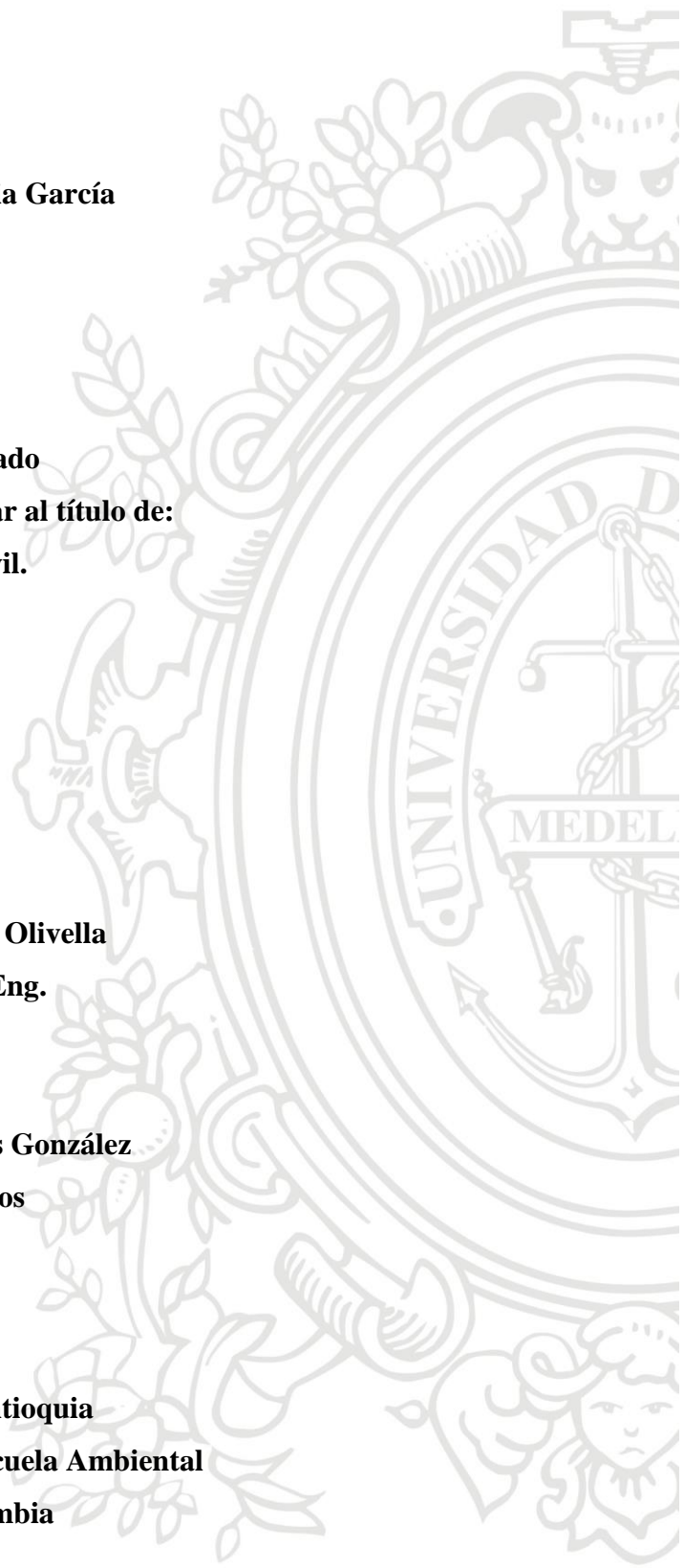
**Trabajo de grado
como requisito para optar al título de:
Ingeniera Civil.**

Asesores:

**Álvaro José Mattos Olivella
Ing. Civil, M. Eng.**

**Juan Alberto Villegas González
Ing. Alimentos**

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2020.**



Agradecimientos:

Le agradezco profundamente a Dios por su gracia y bendiciones que me han permitido llegar hasta aquí, a mis padres y hermano por su apoyo incondicional en todo momento, a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia por aportar a mi formación personal y profesional y a mi asesor, el ing. Álvaro Mattos por su acompañamiento y guía para la realización de este trabajo.



Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	8
1. Introducción	9
2. Objetivos	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivos específicos.....	10
3. Marco Teórico	10
3.1. Patología estructural	10
3.2. Aspectos que debe garantizar una estructura	11
3.2.1. Vida útil.....	11
3.2.2. Durabilidad.....	11
3.3. Agentes de degradación de una estructura	12
3.4. Lesiones en las estructuras	12
3.4.1. Lesiones físicas	13
3.4.1.1. Humedad	13
3.4.1.2. Erosión	13
3.4.1.3. Suciedad	14
3.4.2. Lesiones mecánicas	14
3.4.2.1. Deformaciones	14
3.4.2.2. Grietas	14
3.4.2.3. Fisuras	15
3.4.2.4. Desprendimientos.....	15
3.4.2.5. Erosiones mecánicas	15
3.4.3. Lesiones químicas	15
3.4.4. Causas de las lesiones	16
3.4.4.1. Causas directas	16
3.4.4.2. Causas indirectas	17
3.5. Análisis del proceso patológico.....	17
3.5.1 Diagnostico patológico.....	17
4. Metodología	18
5. Resultados y análisis	19
5.1. Losa de los corredores	20
5.2. Cubierta de bodega de añejamiento de rones número 3.....	24
5.3. Deterioros en el pavimento	29

5.4. Cuarto de seguridad industrial.....	32
5.5. Zonas aledañas a los laboratorios.....	36
5.6. Torre de destilación.....	38
5.7. Análisis de resultados.....	41
Conclusiones.....	47
7. Referencias bibliográficas.....	49
8. Anexos.....	50
Anexo A. Plano de planta general de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.....	50



Listado de Figuras

Figura 1. Fases del proceso patológico. Fuente: (Chávez Vega & Álvarez Rodríguez, 2005).	17
Figura 2. Diagnóstico de estudio patológico. Fuente: (Hernández P., 2014).....	18
Figura 3. Metodología a seguir en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.	18
Figura 4. Zonas de afectación en la losa de cubierta de los pasillos circundantes al patio de maniobras de la FLA.....	21
Figura A1. Plano de planta general de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia. Fuente: Archivo FLA.	50

Listado de Tablas

Tabla 1. Vida útil de las estructuras según su tipo y localización.....	11
Tabla 2. Humedades sobre la losa de los corredores.....	22
Tabla 3. Desprendimientos del material de revestimiento sobre la losa de los corredores.....	23
Tabla 4. Deterioro del material que cubre la cubierta de la bodega de rones número 3.	26
Tabla 5. Evidencias de humedad sobre pisos y muros de la bodega número 3 de rones.....	27
Tabla 6. Eflorescencias sobre pisos de bodega de rones número 3.....	28
Tabla 7. Fisuras sobre el pavimento flexible.....	30
Tabla 8. Descascaramiento del pavimento rígido.	31
Tabla 9. Deterioros por la humedad en cuarto de seguridad industrial.....	33
Tabla 10. Afectaciones en la cubierta del cuarto de seguridad industrial.	34
Tabla 11. Eflorescencias en el cielo raso de madera del cuarto de seguridad industrial.....	35
Tabla 12. Intervención inapropiada en el muro para la instalación de redes hidráulicas.....	36
Tabla 13. Machas de humedad y desprendimiento del material de revestimiento del muro. .	37
Tabla 14. Desprendimientos y fisuras en el embaldosado de la torre de destilación.....	39
Tabla 15. Tanque de la torre de destilación con muestras de humedad, manchas y fisuras en su base.	40
Tabla 16. Agentes de degradación en cada zona de estudio.	42
Tabla 17. Cuadro resumen de las patologías estructurales presentes en las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.	44

Listado de Fotografías

Fotografía 1. Vista superior de los corredores de la fábrica	20
Fotografía 2. Losa de los corredores de la fábrica.	20
Fotografía 3. Apoyos sobre la losa de los corredores de la fábrica y acumulación de agua sobre la misma.....	21
Fotografía 4. Humedades sobre la losa	22
Fotografía 5. Manchas oscuras sobre la losa de los corredores.	22
Fotografía 6. Desprendimientos del material de revestimiento.	23
Fotografía 7. Fachada de bodega de añejamiento de rones número 3.	25
Fotografía 8. Toneles de añejamiento de ron.....	25
Fotografía 9. Costado norte bodega número 3.....	26
Fotografía 10. Costado sur bodega número 3.	26
Fotografía 11. Humedad sobre muros de bodega de rones número 3.....	27
Fotografía 12. Humedad sobre pisos de bodega de rones número 3.	27
Fotografía 13. Eflorescencias sobre piso de concreto de bodega de rones número 3.....	28
Fotografía 14. Eflorescencia sobre cárcamos de bodega número de rones número 3.	28
Fotografía 15. Ejemplo de cubierta metálica con teja tipo standing seam.....	29
Fotografía 16. Fisuras en el pavimento flexible.....	30
Fotografía 17. Descascaramiento del pavimento rígido.	31
Fotografía 18. Cuarto de seguridad industrial de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.....	32
Fotografía 19. Deterioros por la humedad en el cuarto de seguridad industrial.	33
Fotografía 20. Afectaciones en la cubierta del cuarto de seguridad industrial.	34
Fotografía 21. Eflorescencias en el cielo raso de madera del cuarto de seguridad industrial.	35
Fotografía 22. Intervención inapropiada en el muro para la instalación de redes hidráulicas.....	36
Fotografía 23. Machas de humedad y desprendimiento del material de revestimiento del muro.	37
Fotografía 24. Torre destiladora de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.	38
Fotografía 25. Desprendimientos y fisuras en el embaldosado.	39
Fotografía 26. Tanque de la torre destiladora con muestras de humedad, manchas y fisuras en su base.	40

Listado de Gráficas

Gráfica 1. Materiales utilizados en cada zona de estudio dentro de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.	42
Gráfica 2. Agentes de degradación sobre los elementos.....	43
Gráfica 3. Patologías estructurales en la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.	45
Gráfica 4. Porcentaje de afectación en la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de	46

Resumen

El presente trabajo corresponde al informe final de práctica empresarial, el cual tiene como propósito identificar y hacer un diagnóstico de las patologías estructurales más recurrentes que se están afectando la infraestructura física de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, ubicada en el municipio de Itagüí, dichas patologías se presentan debido a la acción de los agentes de degradación y a la falta de mantenimiento periódico, por esta razón es de suma importancia poder mitigar el efecto que producen las patologías estructurales, ya que la incidencia de las mismas representa un peligro para las personas que laboran en la edificación. Para tal fin, este trabajo se fundamenta en una metodología que se consta de cuatro fases de estudio y análisis: la primera fase comprende es una revisión bibliográfica para recolectar información correspondiente a las patologías estructurales, la segunda fase a una inspección preliminar de la infraestructura de la fábrica, la tercera fase a una diagnosis de las patologías estructurales y por último la cuarta fase corresponde a la clasificación de las patologías estructurales encontradas previamente para conocer los casos más recurrentes que se presentan en el interior de la Fábrica. Finalmente, se presentan los resultados de los casos de estudio de acuerdo a la metodología y las conclusiones.

Palabras clave: Patología estructural, diagnosis, lesiones, infraestructura.

Abstract

This research corresponds to the final practice report, which aims to identify and make a diagnosis of the most recurrent structural pathologies that are affecting the physical infrastructure of the facilities of the Liquor and Alcohols Factory of Antioquia, located in the municipality of Itagüí, these pathologies appear due to the action of the degradation agents and the lack of periodic maintenance, for this reason it is of utmost importance to mitigate the effect produced by structural pathologies, since their incidence represents a danger for the people who work in the building. To this end, the work is based on a methodology that consists of four phases of study and analysis: the first phase comprises on a bibliographic review to collect information corresponding to structural pathologies, the second phase to a preliminary inspection of the factory's infrastructure, the third phase on a diagnosis of structural pathologies and finally the fourth phase corresponds to the classification of structural pathologies previously found to know the most recurrent cases that occur inside the Factory. Finally, the results of the case studies are presented according to the methodology and conclusions.

Keywords: Structural pathology, diagnosis, injuries, infrastructure.

1. Introducción

Es de suma importancia que las edificaciones cuenten con una infraestructura idónea para desarrollar eficientemente el objetivo de su construcción y asimismo salvaguardar la integridad de las personas que permanecen en ella. Por este motivo, pese a que las estructuras siempre estarán expuestas a desgastes y deterioros ocasionados por agentes ambientales, las cargas y su uso con el paso del tiempo, si no se hace una adecuada planeación, una correcta ejecución de los procesos constructivos y un eficaz control de mantenimiento pueden aparecer las patologías estructurales, las cuales tipifican un problema, ya que las mismas, pueden afectar la apariencia física de la estructura, su resistencia mecánica de los materiales, su durabilidad y estabilidad, lo cual se verá reflejado en la afectación de la vida útil de las estructuras y junto con ello en una disminución de su nivel de servicio.

La infraestructura física de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, también conocida como la FLA, está ubicada en el municipio de Itagüí y se constituye por una extensión total de 124.841 m² con un área construida de 61.769 m² como se puede visualizar en el Anexo A en la Figura A1, dicha infraestructura data del año 1968, excepto las bodegas de añejamiento de ron número 2, 3 y 4 que fueron construidas en el año 2011, es decir que la Fábrica en general es una edificación antigua que fue construida sin la regulación de la Norma Colombiana Sismo Resistente del 1998 para esa época, lo que la hace vulnerable ante la ocurrencia de un evento sísmico. Según estudios previos hallados en los archivos de la Fábrica, se evidenció que no existen controles de mantenimiento a las estructuras existentes desde hace ya varios años debido a cuestiones administrativas, por estos motivos es común a través de una inspección visual de la infraestructura física encontrar procesos patológicos, los más frecuentes son aquellos ocasionados por humedades producto de la infiltración de las aguas de lluvias sobre las losas y del ascenso por capilaridad sobre los muros, lo que ha llevado al desprendimiento del material superficial y además han dado paso a la aparición de manchas y eflorescencias, este es un problema no solo estético, sino que a largo plazo podría llegar a afectar la capacidad estructural de los elementos. Otra patología común es el deterioro de los pavimentos rígido y flexible los cuales presentan un gran número de grietas y desprendimientos. Por todos estos procesos patológicos mencionados anteriormente, es muy importante implementar medidas de mantenimiento, mitigación y prevención que permitan tener un adecuado desempeño de las estructuras durante sus periodos de vida útil, para que de esta manera los elementos desempeñen su función y además brinden seguridad y confort a los empleados de la Fábrica.

El marco teórico del presente trabajo, abarca los conceptos de patología estructural, los aspectos que se deben garantizar en una estructura como lo son la vida útil y la durabilidad, los agentes de degradación de una estructura, las lesiones en las estructuras, incluyendo sus tipos y causas, por último, el análisis y diagnóstico de un proceso patológico.

El fin de la metodología planteada en este trabajo, es hacer una diagnosis de los procesos patológicos que se presentan en el interior de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, teniendo presente que para esta investigación no se ejecutarán pruebas de laboratorio para

conocer el estado los elementos afectados, sino que dicho estudio se realizará partiendo del análisis de los síntomas de deterioro que son visibles y que se manifiestan en la infraestructura física, con el propósito de tener la certeza de los agentes causantes y de los efectos que provocan dichas patologías estructurales, para en un futuro evitar hacer posteriores acciones de reparación y mitigación que resultarían ineficientes para cada caso en cuestión, sino se logra solucionar primeramente la raíz de los problemas de dichas afectaciones. Es importante garantizar los periodos de vida útil de servicio de cada elemento estructural y no estructural de una edificación, en el caso de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, dada la importancia y naturaleza misma de la empresa, tanto para el Departamento de Antioquia como para el resto del país, es una necesidad apremiante contar con una infraestructura física apropiada que cumpla con todos los estándares de calidad y requerimientos técnicos, para poder brindar seguridad a las personas que allí laboran y a su vez, permitir el correcto desarrollo de todos los procesos que se llevan a cabo dentro de la misma.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar un diagnóstico enfocado a la identificación de los procesos patológicos que están afectando la infraestructura física de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar las diversas causas generadoras de las patologías estructurales presentes en la FLA.
- Estudiar los tiempos de vida útil, durabilidad de las estructuras de concreto y su ciclo de mantenimiento.
- Evaluar el efecto de las patologías estructurales en el producto final de la FLA.

3. Marco Teórico

3.1. Patología estructural

Zanni (2008) refiere que la patología de la construcción, es la ciencia que se dedica a estudiar los problemas o enfermedades que surgen en los edificios después de ser construidos, los cuales pueden (o no) manifestarse mediante un síntoma sensible, ya sea este visual, auditivo, olores, entre otros.

Debido al uso y con el paso del tiempo, las estructuras pueden mostrar síntomas de degradación evidentes en su aspecto físico, dependiendo de la magnitud de dicha degradación y la velocidad con la que se produce, la estructura puede perder parcial o totalmente, la capacidad para cumplir la función para la cual fue diseñada y construida, produciendo la finalización de su vida útil (Montoya Vallecilla, 2017), razón por la cual una patología estructural, es un indicador claro

de que una estructura deja de ser adecuada para el servicio requerido y por lo tanto es necesario que sea reconstruida o reemplazada.

3.2. Aspectos que debe garantizar una estructura

3.2.1. Vida útil

La vida útil de una estructura es el periodo en el cual se conservan sobre la estructura las exigencias del proyecto de seguridad, funcionalidad y estética, sin costos inesperados por mantenimiento, es esta medida se puede decir, que si la estructura carece de cualquiera de estas tres propiedades (seguridad, funcionalidad y estética) ya sobrepasa su periodo de su vida útil (Montoya Vallecilla, 2017). A continuación, en la Tabla 1 se muestra la estimación de la durabilidad de las estructuras de acuerdo a su tipo.

Tabla 1. Vida útil de las estructuras según su tipo y localización.
Fuente: EHE - 08, 2008, p.43.

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal	Entre 3 y 10 años
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas	Entre 10 y 25 años
Edificios de viviendas u oficinas y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media	50 años
Edificios de carácter monumental o de importancia especial	100 años
Puentes y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta	100 años

3.2.2. Durabilidad

La norma española de construcción EHE – 08 (2011) afirma que: “la durabilidad de una estructura de concreto consiste en su capacidad de soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta” (p. 143).

La norma Colombiana de Construcción NSR -10 (2010) en el Título C, menciona los requisitos de durabilidad que deben tener las estructuras de concreto, dicha durabilidad parte de la capacidad que tienen las estructuras de soportar durante toda su vida útil las solicitaciones de carga de diseño y las condiciones físicas y químicas a las cuales será expuesta. Según Montoya

(2017), las estructuras de concreto son regularmente consideradas como durables y con un bajo costo de mantenimiento, sin embargo, la resistencia de la estructura de concreto reforzado dependerá tanto de la resistencia del concreto como de la resistencia del acero, es decir, cualquiera de los dos que se deteriore, comprometerá la estructura como un todo.

El tiempo que una estructura de concreto puede durar desempeñando el servicio requerido, depende de numerosos factores relacionados con el rigor de las condiciones de exposición y servicio y con la correspondiente idoneidad del concreto, el diseño, la construcción y el mantenimiento de la estructura. (Comisión Federal de Electricidad, 1994, p. 231)

Así también como de la exposición que tenga a los agentes atmosféricos y de contaminación ambiental durante su vida útil.

3.3. Agentes de degradación de una estructura

El edificio actúa como un escudo protector para los usuarios que lo habitan. Recibe sobre sí y soporta todas las agresiones de las cuales debe brindar resguardo a sus ocupantes. Hay diversos procesos que dan lugar a la degradación de las edificaciones, estos agentes agresores pueden resumirse en dos grandes grupos:

1. Agentes internos o endógenos.
2. Agentes externos o exógenos.

El primero hace referencia a la tendencia propia de cualquier material de construcción de autodegradarse. Los externos o exógenos están representados por los agentes meteorológicos (viento, lluvia, granizo), los saltos térmicos, la acción de sismos, etc. Hay sin embargo un agente externo no natural que es causante de más de un daño a las edificaciones: la acción del hombre, y más concretamente, los cambios que se hacen en las edificaciones como, por ejemplo, la apertura de vanos de muros, la creación de nuevos apoyos que alteran las condiciones de cálculo originales, el aumento de sobrecarga con respecto a la prevista originalmente, etc., todas estas, causan lesiones más graves de lo que podría imaginarse. (Zanni, 2008, p. 27)

3.4. Lesiones en las estructuras

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico. Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo el estudio patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento. En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello es conveniente hacer una distinción y aislar en primer lugar las diferentes lesiones. La “lesión primaria” es la que surge en primer lugar y la lesión o

lesiones que surgen a partir de ésta se denominan “lesiones secundarias”. El conjunto de lesiones que pueden aparecer en una edificación es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar, pero en líneas generales, según sus causas directas se pueden dividir en tres familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas. (Broto Comerma, 2005, pp. 32- 35) A continuación, se exponen los tipos de lesiones directas que se pueden presentar en una edificación:

3.4.1. Lesiones físicas

Son todas aquellas en la que la problemática patológica se produce a causa de agentes meteorológicos, y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos. Las causas físicas más comunes son:

3.4.1.1. Humedad

Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal y apto en un material o elemento constructivo. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. En función de la causa se pueden distinguir cinco tipos de humedades:

- **De obra:** es la generada durante el proceso constructivo, cuando no se propicia la evaporación mediante un elemento de barrera.
- **Humedad capilar:** es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
- **Humedad de filtración:** es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachadas o cubiertas.
- **Humedad de condensación:** es la producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión del vapor, como los interiores, hacia la presión más baja, como los exteriores.

3.4.1.2. Erosión

Es la pérdida o transformación superficial de un material total o parcial. El tipo de erosión más común es la atmosférica, que es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos. Generalmente se trata de la meteorización de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe las láminas superficiales del material constructivo.

3.4.1.3. Suciedad

Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas. En algunos casos puede incluso llegar a penetrar en los poros superficiales de dichas fachadas. Se pueden distinguir dos tipos diferentes de suciedad:

- **Ensuciamiento por depósito:** es el producido por la simple acción de la gravedad sobre las partículas en suspensión de la atmósfera.
- **Ensuciamiento por lavado diferencial:** es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción del agua de lluvia.

3.4.2. Lesiones mecánicas

Son aquellas en las que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Estos pueden ocasionar consecuencias graves si no son intervenidos, ya que representan un peligro para la integridad de las personas, pues afectan la funcionalidad de las estructuras. Se distinguen cinco conjuntos de lesiones:

3.4.2.1. Deformaciones

Son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como no estructurales y son consecuencia de esfuerzos mecánicos. Estas lesiones pueden ser origen de lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos:

- **Flechas:** son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales o transmitida desde otros elementos a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento.
- **Pandeos:** se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical.
- **Desplomes:** son la consecuencia de empujes horizontales sobre la parte superior o cabeza de elementos verticales.
- **Alabeos:** son la consecuencia de la rotación de elementos debida generalmente, a esfuerzos horizontales.

3.4.2.2. Grietas

Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. En función del tipo de esfuerzos mecánicos se distinguen:

- **Por exceso de carga:** son las grietas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento al ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados. Este tipo de grietas requieren, generalmente, un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.
- **Por dilataciones y contracciones higrótérmicas:** son las grietas que afectan a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación.

3.4.2.3. Fisuras

Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos y en algunos casos, se consideran una etapa previa a la aparición de las grietas. Las fisuras se pueden dividir en dos grupos:

- **Reflejo del soporte:** es la fisura que se produce en el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por junta, por falta de adherencia o por deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.
- **Inherente al acabado:** en este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación – contracción, en el caso de los chapados y por retracción en los morteros.

3.4.2.4. Desprendimientos

Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas. Los desprendimientos afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos, a los que hay que prestar una atención especial porque representan un peligro para la seguridad del viandante.

3.4.2.5. Erosiones mecánicas

Son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer erosiones en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en las partes altas y cornisas, debido a las partículas que transporta el viento.

3.4.3. Lesiones químicas

Son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico químico. El origen de estas lesiones suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan

provocando descomposiciones que afectan a la integridad de los materiales y reducen su durabilidad. Este tipo de lesiones se pueden dividir en los siguientes tipos:

- **Eflorescencias:** se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de la humedad. Los materiales contienen sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y se cristalizan en la superficie del material. Esta cristalización suele presentar formas geométricas que recuerdan a las flores y que varían dependiendo del tipo de cristal.
- **Oxidaciones:** es la transformación de los metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno.
- **Corrosión:** es la pérdida progresiva de las partículas de la superficie del metal. En las estructuras de hormigón pueden suceder por la posible filtración de agua desde el exterior a través de fisuras, que afecta, sobre todo, a las armaduras más superficiales (estribos) pero que puede alcanzar a todas ellas, con más intensidad cuanto más húmedo y más agresivo es el ambiente.
- **Erosiones:** las del tipo químico son aquellas que, a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos.

3.4.4. Causas de las lesiones

“Si la lesión es la que origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero origen de las lesiones. Un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea anulada la causa” (Broto Comerma, 2005, p. 35). Una lesión puede tener una o varias causas que la originan, razón por la cual es imprescindible identificarlas y categorizarlas según su tipo para poder efectuar la diagnosis del proceso patológico que se presente.

Las causas que originan las lesiones se clasifican en dos grupos directas e indirectas. (Vázquez Vidoso, 2011, p. 14):

3.4.4.1. Causas directas

- **Mecánicas:** Son aquellas producidas por asientos en el terreno, esfuerzos mecánicos (cargas), empujes, dilataciones, contracciones, impactos, rozamientos.
- **Físicas:** Son aquellas producidas por agentes atmosféricos, lluvia, viento, entre otros.
- **Químicas:** Son aquellas producidas por la contaminación ambiental, sales solubles contenidas y organismos.

- **Lesiones previas:** Son aquellas producidas por humedades, deformaciones, grietas y fisuras, desprendimientos, corrosiones.

3.4.4.2. Causas indirectas

- **De proyecto:** Son aquellas producidas por una mala elección del material, técnica o sistema constructivo deficiente.
- **De ejecución:** Se deben a una mala ejecución de lo dispuesto en el proyecto.
- **Del material:** Son aquellas producidas por una mala elección del material, o un cambio del mismo.
- **De mantenimiento:** Son aquellas producidas por un uso incorrecto o una falta de mantenimiento periódico.

3.5. Análisis del proceso patológico

El objetivo de realizar un análisis de un proceso patológico es brindarle solución al problema que se presenta en un elemento constructivo, efectuando la reparación al elemento afectado para devolverle su misión inicial. En la Figura 1 se muestra que el primer paso para intervenir un elemento constructivo es realizar un diagnóstico, que parte de conocer el origen, las causas, la evolución, los síntomas y el estado actual que tiene en el elemento, por otro lado, para realizar un estudio patológico, se debe recorrer dicho camino de forma inversa. Así pues, se debe empezar observando el estado actual del elemento constructivo, analizar los síntomas que se presentan, y como es su evolución dadas las causas y su origen (Chávez Vega y Álvarez Rodríguez, 2005).

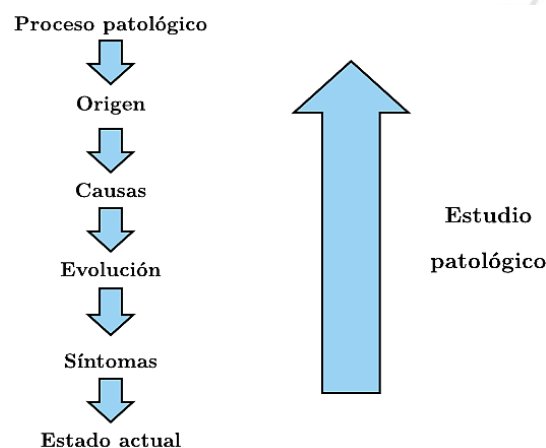


Figura 1. Fases del proceso patológico. Fuente: (Chávez Vega y Álvarez Rodríguez, 2005).

3.5.1 Diagnóstico patológico

Patricia Díaz Barreiro (2014), expone que el diagnóstico de un proceso patológico, es el resultado de un estudio previo que tiene como propósito determinar el grado de afectación que

se presenta en el elemento afectado dependiendo de su estabilidad, funcionalidad, seguridad y aspecto. Realizar el estudio de las patologías estructurales permite identificar y evaluar las fallas que se presentan en un elemento, a fin de renovar su vida útil a través de la intervención del mismo, es importante precisar que por medio de un diagnóstico patológico no solo se definirán las correcciones que se deben implementar, sino que permitirá prevenir la aparición de patologías estructurales en nuevos proyectos (Hernández P., 2014). En el esquema de la Figura 2 se muestran los parámetros que incluye un estudio patológico, que comprende el análisis de causas, toma de decisiones y acciones posteriores.

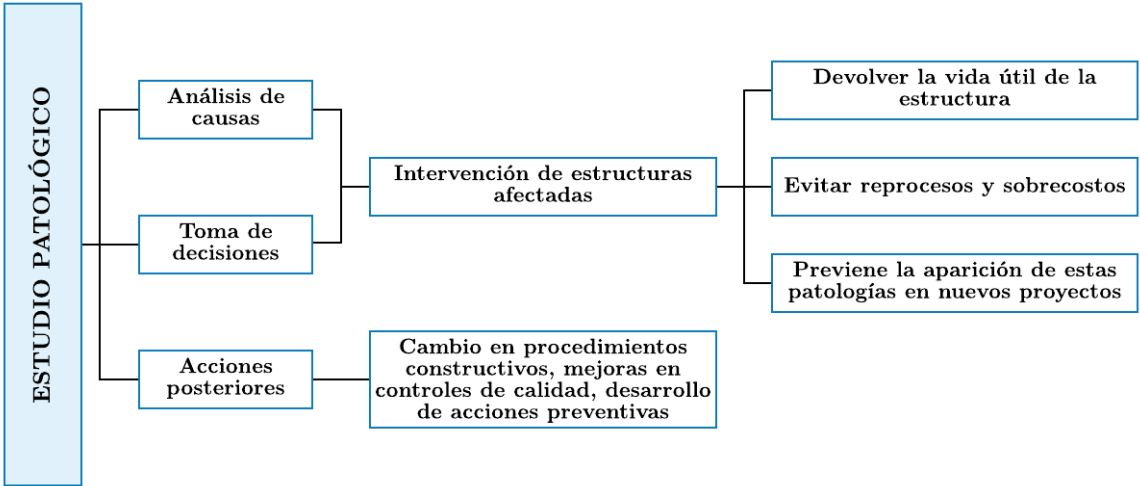


Figura 2. Diagnóstico de estudio patológico. Fuente: (Hernández P., 2014).

4. Metodología

La metodología desarrollada para este trabajo se fundamentó en la Figura 3, en la cual se puede ver que la estructura metodológica gira en torno a cuatro fases que se llevaron a cabo a lo largo del desarrollo de este estudio, las cuales son: Revisión bibliográfica, Inspección preliminar, Diagnóstico de patologías y Clasificación de patologías.

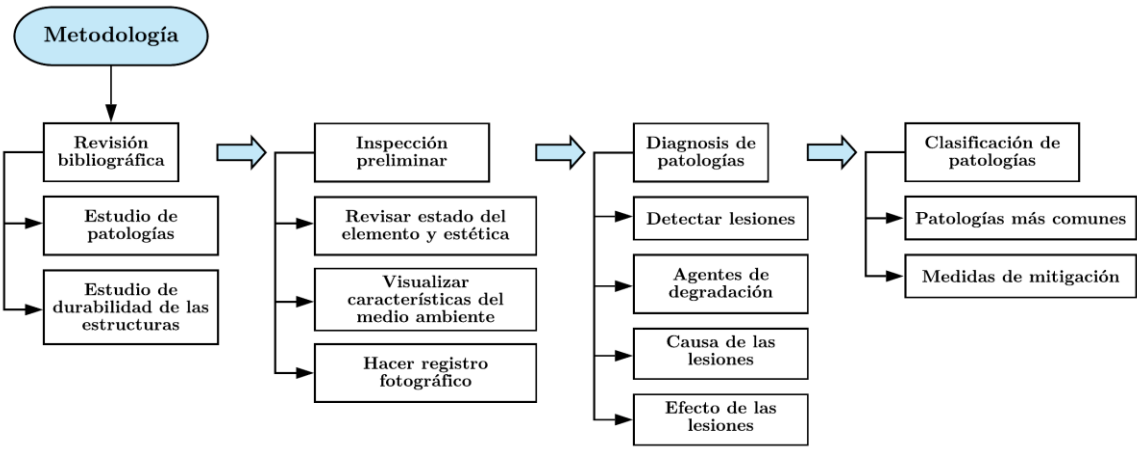


Figura 3. Metodología a seguir en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

La primera fase correspondió a un proceso de investigación que partió de una revisión bibliográfica que consistió en una recopilación de información existente de diferentes tipos de fuentes primarias como revistas científicas, libros, trabajos de grado y normas técnicas, y a su vez se usaron fuentes secundarias como enciclopedias y bases de datos, con el propósito de realizar un estudio para consultar acerca del estado del arte de los procesos patológicos que se pueden presentar en una edificación, para así definir que era una patología estructural, cuales son los agentes de degradación que se pueden presentar en una estructura, y que tipos de lesiones pueden aparecer a causa de dichos agentes y como pueden ser intervenidas, todo ello enmarcado dentro de un estudio y diagnóstico patológico. También se realizó un estudio de los aspectos que debe garantizar una estructura después de su construcción como lo son la durabilidad y periodo de vida útil que van de la mano.

La segunda fase para el desarrollo de la metodología, se fundamentó en hacer una inspección preliminar para evaluar el estado de la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, donde por medio de mediante visitas técnicas se efectuó un reconocimiento visual y general a lo largo de todas las instalaciones con dos propósitos: el primero revisar el aspecto de los elementos estructurales como no estructurales, ya que el estado del mismo, es un indicador claro de cuando se presenta un proceso patológico sobre un elemento, y el segundo consistió en reconocer las características del entorno en el cual se encuentra ubicado el elemento y como es la incidencia del medio ambiente sobre el mismo. Partiendo de esta inspección preliminar, se seleccionaron posteriores casos de estudio de patologías estructurales, los cuales se recolectaron mediante un registro fotográfico.

La tercera fase consistió en reconocer y distinguir los signos de las patologías estructurales previamente seleccionadas en la infraestructura de la Fábrica, es decir, en cada caso en cuestión se hizo la identificación y caracterización de la patología, se analizó el grado de afectación que se presentaba y el tipo de lesión que se tenía a fin de estudiar sus posibles agentes de degradación, causas y el efecto que estaban ocasionando sobre los elementos afectados. Esta fase es el punto de partida para analizar futuras medidas de mitigación que se podrían emplear en los elementos afectados para devolverle su vida útil y proveer seguridad para las personas dentro de las instalaciones de la Fábrica.

Por último, en la cuarta fase de esta metodología, se realizó la clasificación de las patologías estructurales que se hallaron en la infraestructura en las diferentes zonas de estudio dentro de la Fábrica, con el fin de hacer un análisis y determinar cuáles eran los casos más recurrentes que se presentaban y cuál podría ser su relación de acuerdo a sus agentes de degradación. Asimismo, se plantearon diferentes medidas de mitigación que se podrían implementar en cada patología estructural a fin de que estas puedan ser reparadas para recuperar su funcionalidad.

5. Resultados y análisis

Las patologías estructurales detectadas en la infraestructura física de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia se deben en su mayoría a la falta de controles de mantenimiento sobre

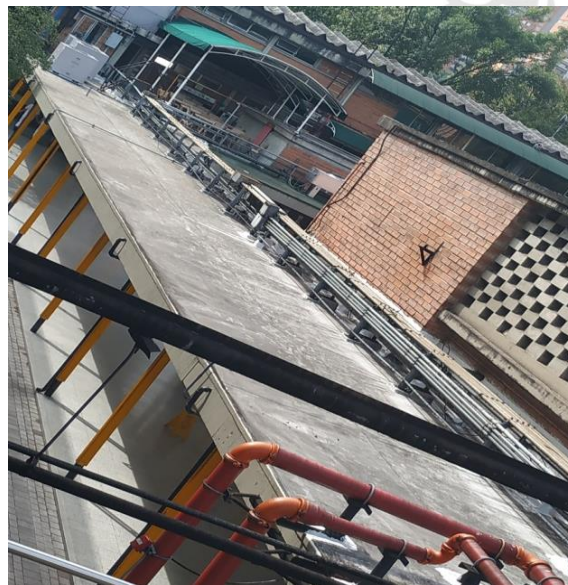
las estructuras, esto sumado a los años de la edificación. A continuación, se muestran los casos más recurrentes que se hallaron en las visitas técnicas por las instalaciones de la Fábrica:

5.1. Losa de los corredores

Las instalaciones de la Fábrica cuentan con unos corredores en la zona circundante al patio de maniobras que comprenden un área total de 1150 m², los cuales se pueden visualizar en la Fotografía 1 demarcados con una línea azul, y en la Fotografía 2; dichos corredores son de gran importancia para la ejecución de los procesos de producción dentro de la Fábrica, ya que permiten el acceso a zonas como lo son la planta envasadora, el área de preparación de aguardiente, la bodega de licores nacionales, y de añejamiento 1, los talleres de montacargas y mecánico y el almacén de materiales, razón por la cual los corredores son un área de alto tránsito peatonal y vehicular industrial, y así mismo, sobre la losa de cubierta que sirve a los corredores en algunas secciones se apoyan diferentes sistemas de redes, haciendo de esta una superficie de carga y apoyo como se puede ver en la Fotografía 3. La losa plana de los corredores es de concreto reforzado, tiene un ancho en unas secciones de 4.25 m, en otras de 2.45 m y un espesor de 0.25 m.



Fotografía 1. Vista superior de los corredores de la fábrica



Fotografía 2. Losa de los corredores de la fábrica.

En la Figura 4, se muestran los corredores y se pueden ver unas demarcaciones con unos óvalos rojos que corresponden a los sitios de afectación en la losa de la cubierta plana de dichos pasillos. La losa dado a su tiempo de servicio y al encontrarse en contacto directo con el sol y la lluvia, y adicionalmente no poseer un eficiente drenaje que permita la evacuación del agua, se puede visualizar también en la Fotografía 3 demarcado con un óvalo amarillo los empozamientos de las aguas de lluvia sobre la misma, lo que ha dado paso a la aparición de patologías debidas a fallas en el sistema de impermeabilización lo que ha permitido la infiltración y acumulación de agua sobre la cubierta.

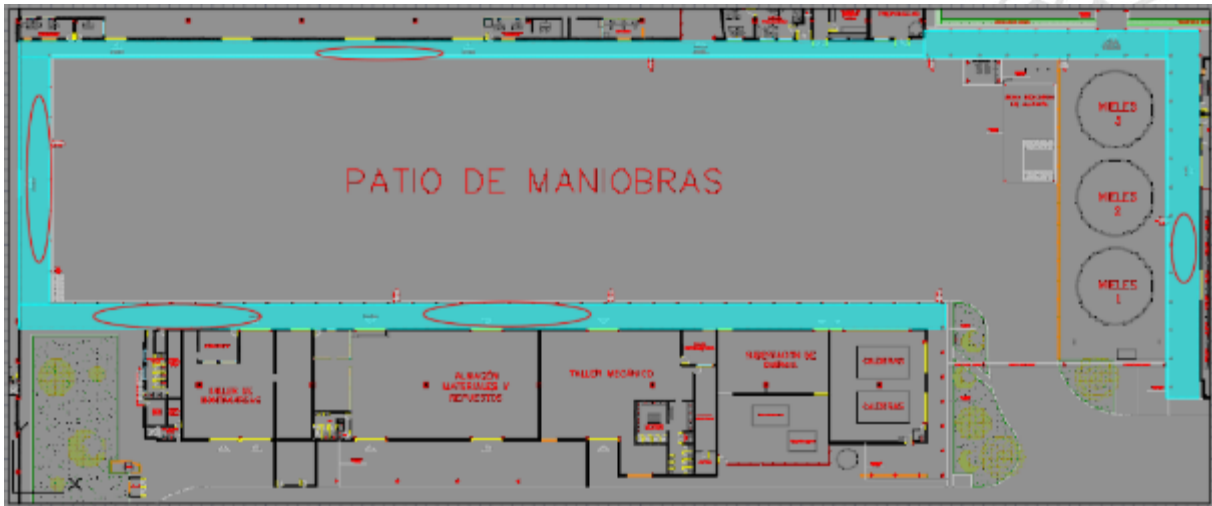


Figura 4. Zonas de afectación en la losa de cubierta de los pasillos circundantes al patio de maniobras de la FLA



Fotografía 3. Apoyos sobre la losa de los corredores de la fábrica y acumulación de agua sobre la misma


A continuación, en las Tablas 2 y 3 se describen los procesos patológicos hallados sobre la losa de plana de concreto de los corredores:

Tabla 2. Humedades sobre la losa de los corredores.
Fuente: propia.

Humedades sobre la losa	
	
Fotografía 4. Humedades sobre la losa de los corredores.	Fotografía 5. Manchas oscuras sobre la losa de los corredores.
Inspección visual	Se detecta que las humedades que en su mayoría se manifiestan transversales a la dirección de los apoyos de la losa, acompañadas de un fuerte olor.
Tipo de lesión	Física – Humedad y Manchas.
Agente de degradación	Acción de la lluvia, sol y viento (agentes atmosféricos).
Causa directa de lesión	Causa física ocasionada por fallas de los mantos de impermeabilización sobre la losa, lo que ha permitido que el agua penetre el elemento, provocando humedad por filtración.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • La humedad sobre el concreto puede ocasionar corrosión de la armadura de acero, el deterioro de la misma afecta la capacidad portante del elemento, ya que las barras se vuelven frágiles y se pueden romper fácilmente ante los esfuerzos de tracción que están sometidas. • Fisuras del concreto que rodea al acero si este presenta corrosión. • Contaminación a las secciones que se encuentran sin humedad. • Se pueden producir fisuras en el concreto producto de los ciclos de humedecimiento y secado que se presentan sobre la losa. • Se puede producir una afectación de las instalaciones eléctricas que están embebidas en la losa. • Deterioro del material de revestimiento.

Tabla 3. Desprendimientos del material de revestimiento sobre la losa de los corredores.

Fuente: propia.

Desprendimientos del material de revestimiento	
	
<p><i>Fotografía 6.</i> Desprendimientos del material de revestimiento.</p>	
Inspección visual	Se detecta que en varias secciones de la losa una pérdida del material de revestimiento, dejando el concreto sin protección a la vista.
Tipo de lesión	Mecánica – Desprendimiento.
Agente de degradación	Agua de lluvia y ciclos de calor/frío.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Causa física debido a la humedad por filtración que produce una acumulación de agua sobre la pintura, y la misma al dilatarse produce una falta de adherencia entre el material de acabado y la base superficial del elemento. • Los ciclos de frío y calor a los que está expuesto el elemento, vuelven frágil el material de revestimiento. • También puede ser un efecto de mala ejecución del proceso constructivo, como suciedad en la superficie
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la pintura y pérdida del aspecto estético del elemento. • Desagregación superficial. • Fisuras que darán paso a nuevos desprendimientos. • Pérdida de las propiedades de los materiales.

Según los procesos patológicos descritos anteriormente, es evidente que cada una de las patologías halladas sobre la losa de los corredores de la Fábrica se debe a la acción física del agua que se filtra sobre el elemento, provocando un alto grado de humedad que se refleja en deterioros de los materiales acortando así la vida útil del elemento. Antes de ejecutar cualquier acción de mantenimiento correctivo para su reparación, es de suma importancia evaluar por medio de un análisis más detallado el nivel de daño que tiene la estructura, para prever si es

posible recuperar su funcionalidad o, por el contrario, ya por el grado de deterioro que presenta se hace necesario la construcción de una nueva losa, ya que recurrir como primera instancia a reparar superficialmente el elemento, podría ser una acción contraproducente a largo plazo, puesto que el concreto seguirá deteriorándose con el paso del tiempo, lo cual se verá reflejado en pérdidas económicas y aún más grave en posibles afectaciones para las personas si se presentara un colapso del elemento afectado por la pérdida de su resistencia en un evento sísmico.

No es el alcance de este trabajo profundizar acerca de qué ensayos se podrían ejecutar para verificar la resistencia del concreto de la losa y el estado de la armadura de acero, para ver si están cumpliendo su función de acuerdo a su diseño en los planos estructurales, técnicamente ese sería el primer paso a realizar para tomar la decisión de cómo intervenir el elemento afectado. En caso de poder conservar la estructura, a continuación, se enuncian acciones que se podrían ejecutar para mitigar las patologías estructurales e intervenir la losa para recuperar su funcionalidad y durabilidad, teniendo presente que los costos de intervención de la estructura crecerán progresivamente cuanto más tarde se haga la misma, ya que cada día se afectará más el elemento:

Es importante ir a la raíz del problema de la losa de los corredores, es necesario encontrar la manera eficiente de parar la filtración de agua desde la superficie de la misma, para ello se deben quitar los mantos impermeabilizantes que se tienen, ya que son deficientes y usar unos nuevos que impidan que la humedad llegue al concreto, teniendo cuidado de que estos deben estar bien fijados a los bordes exteriores del elemento, de igual manera se debe realizar mantenimiento periódico a los bajantes y canales de la cubierta para poder evacuar el agua de una manera controlada y evitar los empozamientos de las aguas de lluvia.

Ya en la parte inferior de la losa, se deben corregir las lesiones mostradas anteriormente empezando con la remoción del revoque en mal estado donde se presentan las humedades y los desprendimientos, en los sitios donde se presentan las manchas, es necesario limpiar muy bien la superficie afectada de toda suciedad con ayuda de una solución ácida suave y un cepillo de cerdas duras, luego es importante enjuagar muy bien la superficie para eliminar cualquier residuo de la solución usada para la eliminación de las manchas. Luego de tratar las manchas se debe proceder a aplicar de nuevo la capa de revoco sobre la superficie y antes de aplicar el acabado de pintura, la superficie debe estar limpia, seca, lisa y libre de partículas sueltas, o cualquier otro tipo de suciedad.

5.2. Cubierta de bodega de añejamiento de rones número 3

La bodega de añejamiento de rones número 3 tiene un área de 5000 m², la cual está ubicada en el costado suroeste de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia como se puede ver en el Anexo A en la Figura A1 demarcada con color azul, en la Fotografía 7 se puede visualizar la fachada de la misma.



Fotografía 7. Fachada de bodega de añejamiento de rones número 3.

El Ron Medellín añejo es uno de los productos más sobresalientes de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, debido a su novedoso proceso de fabricación de añejamiento natural en toneles de roble durante 3, 5, 8, 10 y 12 años (Fotografía 8), lo que ha hecho acreedor a la empresa a varios sellos de calidad nacionales e internacionales por el producto. La Fábrica para seguir cumpliendo la normatividad nacional e internacional, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), le hace dos auditorías de seguimiento al año para poder conservar los sellos del producto, entre los requisitos que se deben cumplir que la bodega de almacenamiento debe contar con unas condiciones ideales como lo son: temperatura (28-30 °C), humedad (72 - 75 % H.R.) y oscuridad (Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, 2020).



Fotografía 8. Toneles de añejamiento de ron.

Luego de realizar una inspección visual, se encontró que la bodega de rones número 3 presenta un deterioro en la infraestructura del techo, lo cual ocasiona problemas de filtración de aguas de lluvia en las esquinas de la bodega. A continuación, en las Tablas 4, 5 y 6 se describen los procesos patológicos hallados en dicha bodega:

Tabla 4. Deterioro del material que cubre la cubierta de la bodega de rones número 3.

Fuente: propia.

Deterioro del material que cubre la cubierta de la bodega de rones número 3



Fotografía 10. Costado sur bodega número 3.



Fotografía 9. Costado norte bodega número 3.

Inspección visual	Se detecta un deterioro generalizado del material impermeabilizante de la cubierta de la bodega en las zonas próximas al empalme con los muros.
Tipo de lesión	Física – Erosión.
Agente de degradación	Agentes meteorológicos (lluvia, sol y viento)
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Causa física debida a empozamientos de agua sobre la cubierta, lo que pudo haber causado que el material impermeabilizante haya perdido sus características mecánicas y químicas, generando que tanto la capa superficial como las láminas que se encuentran debajo de esta, se encuentren en un alto estado de deterioro permitiendo la filtración del agua de lluvia. • Ciclos de humedad y secado que provocan contracción y dilatación sobre el material. • También puede ser un efecto de mala ejecución del proceso constructivo al poner los mantos de impermeabilización.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del material impermeabilizante y pérdida de sus propiedades. • Debilitamiento de la estructura de la cubierta. • Filtración de aguas lluvias al interior de la bodega. • Posible contaminación del producto al interior de la bodega.

Tabla 5. Evidencias de humedad sobre pisos y muros de la bodega número 3 de rones.
Fuente: propia.



Evidencia de humedad en los pisos y muros de la bodega de rones número 3	
	
<p>Fotografía 12. Humedad sobre pisos de bodega de rones número 3.</p>	<p>Fotografía 11. Humedad sobre muros de bodega de rones número 3.</p>
<p>Inspección visual</p>	<p>Se detecta una condición de humedad sobre los muros y pisos aledaños a las esquinas en el interior de la bodega.</p>
<p>Tipo de lesión</p>	<p>Física – Humedad y erosión.</p>
<p>Agente de degradación</p>	<p>Agua lluvia</p>
<p>Causa directa de lesión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Causa física debida a acumulación de agua al interior de la bodega donde se recoge el agua de lluvia, por lo que se deduce que las canoas de la cubierta no funcionan de manera correcta. • Falta de mantenimiento en las canoas de la bodega.
<p>Efecto de la lesión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La humedad constante sobre los muros de concreto podría disminuir la capacidad portante de los mismos y desgastar la superficie del piso de concreto aumentando su porosidad. • La humedad produce manchas sobre los elementos. • La acumulación de agua cerca de las estibas que sostienen los toneles de roble que almacenan el ron, provoca olores no deseados dentro de la bodega. • Posible contaminación del producto al interior de la bodega. • Las condiciones de humedad que se presentan pueden atraer plagas que contaminarán el interior de la bodega y con ello el producto terminado.

Tabla 6. Eflorescencias sobre pisos de bodega de rones número 3.

Fuente: propia.

Eflorescencias sobre los pisos de la bodega de rones número 3



Fotografía 13. Eflorescencias sobre piso de concreto de bodega de rones número 3.



Fotografía 14. Eflorescencia sobre cárcamos de bodega número de rones número 3.

Inspección visual	Se detecta unas manchas blancas en el piso al interior de la bodega.
Tipo de lesión	Química – Eflorescencias.
Agente de degradación	Acción del agua.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • La acumulación de agua en los pisos y cárcamos ha ocasionado fracturación del cristal de las partículas, rupturas de poros y formación de sales al interior del material del piso (concreto) produciendo eflorescencias de color blanco.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del pH del concreto, lo que produce su degradación. • Aumento de la porosidad del piso de concreto. • Corrosión de los cárcamos al interior de la bodega. • Aparición de sales cristalizadas y manchas sobre el que son difíciles de quitar.

Es evidente que cada una de las patologías estructurales que se encontraron en la bodega de rones número 3 se debe a la acción física del agua que se filtra por la infraestructura de la cubierta que se encuentra en mal estado, por ello para poder reparar los procesos patológicos en el interior de la misma, es necesario intervenir la causa directa de las lesiones, es decir parar la filtración de aguas de lluvia.

Para reparar la cubierta de la bodega es necesario retirar la lona superior que se encuentra en mal estado, reacomodar el polímero que sirve como aislante y como alternativa de mitigación, se podría implementar un sistema de cubierta metálica con tejas tipo standing seam de color blanco (Fotografía 15), ya que estas son idóneas para evitar las filtraciones de agua si las mismas se colocan con los solapes adecuados teja a teja y además tienen filtro UV para mantener la temperatura interior necesaria, no contaminan, ni generan hongos, haciéndola muy útil para poder mantener las condiciones ideales que se deben conservar al interior de la bodega, también se deben cambiar e instalar las ruanas de los bordes perimetrales que se encuentran en mal estado, además como se evidenció que el sistema de canoas que se tiene sobre la cubierta es insuficiente, estas deben ser reemplazadas con unas acordes a las necesidades de evacuación de agua de lluvia que se requieren. Es importante mencionar que una vez instalado el sistema es necesario efectuar mantenimientos y limpiezas periódicas.



Fotografía 15. Ejemplo de cubierta metálica con teja tipo standing seam.
Fuente: Acesco (s.f). Tomado de: <https://www.acesco.com.co/cubiertas/>

Una vez reparada la infraestructura de la cubierta de la bodega, se debe proceder a intervenir los procesos patológicos que se tienen en su interior, es necesario limpiar muy bien los sitios donde se presentan eflorescencias para quitar la formación de sales sobre la superficie, para ello se debe usar una solución ácida y un cepillo de cerdas duras, de igual manera se usan para quitar las manchas por los rastros de humedad que hayan quedado en los muros, después de ello se debe rellenar con concreto las superficies que hayan quedado desgastadas.

Es claro que es una necesidad apremiante poder reparar los procesos patológicos que se presentan en la bodega de rones número 3, debido a los estándares de calidad que se deben mantener en su interior, para que el producto de la Fábrica pueda mantener su certificación de calidad.

5.3. Deterioros en el pavimento

El interior de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, cuenta con pavimento de tipo flexible y rígido, en los cuales se presenta un tránsito continuo de vehículos que van desde la clasificación tipo A según el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), que incluye automóviles y camionetas, hasta vehículos de clasificación tipo C que incluye camiones de carga de dos y tres ejes que transportan insumos, materia prima y producto terminado de la

Fábrica, dichos camiones producen mayores cargas sobre el pavimento, esto sumado al tiempo de uso de la estructura de pavimento, ha dado paso a la aparición de patologías estructurales sobre el mismo, las cuales se enuncian a continuación en las Tablas 7 y 8:

Tabla 7. Fisuras sobre el pavimento flexible.
Fuente: propia.



Fisuras sobre el pavimento flexible	
	
<p>Fotografía 16. Fisuras en el pavimento flexible.</p>	
Inspección visual	Se detecta una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares en la capa asfáltica del pavimento flexible, también conocida como piel de cocodrilo.
Tipo de lesión	Mecánica – Fatiga de la estructura, que se traduce en fisuras.
Agente de degradación	Cargas.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Repeticiones de carga de tránsito. • Espesor de capa asfáltica insuficiente. • Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la capacidad estructural de la estructura de pavimento, propiciando la aparición de nuevas fisuras y grietas debido al desgaste ocasionado por el tránsito. • Deformaciones en la superficie de la carpeta. • Descascaramiento de la carpeta con el paso del tránsito. • Pérdida de funcionalidad de la vía.

Tabla 8. Descascaramiento del pavimento rígido.
Fuente: propia.

Descascaramiento del pavimento rígido	
	
<p>Fotografía 17. Descascaramiento del pavimento rígido.</p>	
Inspección visual	Se detecta una rotura de la losa del pavimento rígido con pérdida de material en su superficie, además se evidencia una separación entre juntas de las losas de concreto.
Tipo de lesión	Mecánica – Desprendimientos del material.
Agente de degradación	Cargas.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor insuficiente en la capa de rodadura. • Efecto de las cargas del tránsito. • Puede ser producto de mala dosificación del concreto.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de material superficial. • Pérdida de adherencia de los bordes de la losa. • Filtración de agua en las capas del pavimento. • El descascaramiento puede incrementar su grado de severidad con el paso del tránsito. • Pérdida de funcionalidad de la vía.

Es necesario realizar actividades de reparación de los procesos patológicos que se presentan en el pavimento para mejorar la servicialidad de la estructura, y así asegurar que se tengan buenas condiciones de circularidad, comodidad y seguridad en las vías que tienen un uso constante al interior de la Fábrica.

En el caso del pavimento flexible, se debe limpiar muy bien la superficie y rellenar las fisuras con mezcla asfáltica de gradación fina, luego se debe verificar que la vía conserve su nivel y homogeneidad en la superficie. Para el pavimento rígido, es muy importante sellar las juntas entre las placas para evitar la filtración de agua y lavado del material de las capas interiores del pavimento, lo que ocasionará que el mismo se deteriore más y pierda su capacidad portante, para ello se debe cortar la losa retirando el área deteriorada y así verificar el estado de las demás capas, en caso de ser necesario las mismas se deben reparar agregando más material para la base o subbase de ser el caso, y luego ser compactado, una vez se tengan las capas internas de la estructura de pavimento en buen estado, se debe proceder a colocar las barras de refuerzo y posteriormente hacer el vaciado del concreto de las losas, proceso que debe ir acompañado del vibrado para evitar que se presenten coqueas en el elemento, luego se procede al acabado de la superficie si es necesario y al curado de la losa.

5.4. Cuarto de seguridad industrial

El cuarto de seguridad industrial tiene un área de 30 m² el cual se visualiza en la Fotografía 18, el mismo se usa para el almacenamiento de los Equipos de Protección Personal (EPP), materiales, equipos, suministros y repuestos del área de seguridad industrial de la brigada de emergencias de la Fábrica. Dadas las condiciones de exposición al ambiente y a la falta de mantenimiento periódico sobre el mismo, se evidencia un avanzado deterioro de la estructura, los cuales se muestran en las Tablas 9, 10 y 11.



Fotografía 18. Cuarto de seguridad industrial de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

Tabla 9. Deterioros por la humedad en cuarto de seguridad industrial.
Fuente: propia.

Deterioros por la humedad en el cuarto de seguridad industrial



Fotografía 19. Deterioros por la humedad en el cuarto de seguridad industrial.

Inspección visual	Se detectan manchas en los muros y puertas, así como también desgaste de los materiales y olor a humedad.
Tipo de lesión	Física – Humedad, suciedad y erosión.
Agente de degradación	Acción de la lluvia, sol y viento (agentes atmosféricos).
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • El agua que se filtra desde la cubierta a la fachada del cuarto de seguridad. • Falta de mantenimiento sobre la estructura.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la durabilidad de material superficial. • Las variaciones de humedad pueden provocar la aparición de fisuras y grietas en los muros, debilitando su capacidad estructural. • Acumulación de partículas ensuciantes sobre la fachada. • Aparición de eflorescencias. • Aparición de plagas en el interior a causa de las humedades. • Humedades al interior del cuarto que pueden dañar los elementos que allí se almacenan.

Tabla 10. Afectaciones en la cubierta del cuarto de seguridad industrial.

Fuente: propia.


Afectaciones en la cubierta del cuarto de seguridad industrial



Fotografía 20. Afectaciones en la cubierta del cuarto de seguridad industrial.

Inspección visual	Se detecta un desprendimiento de las tejas, la estructura de soporte con corrosión y además la ausencia de ruanas sobre la cubierta.
Tipo de lesión	Física –Erosión. Química - Corrosión
Agente de degradación	Agentes atmosféricos.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación causada por la acción de los agentes atmosféricos, sumado a la falta de mantenimiento sobre la estructura.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la durabilidad de los materiales de la cubierta debido al cambio de sus propiedades físicas y mecánicas. • Se puede presentar un colapso de la estructura en mal estado. • Filtraciones de agua por medio de las tejas en mal estado y contra el muro superior por la ausencia de ruanas. • Corrosión en los elementos metálicos de la cubierta, que causa un debilitamiento de los mismos.

Tabla 11. Eflorescencias en el cielo raso de madera del cuarto de seguridad industrial.
Fuente: propia.

Eflorescencias en el cielo raso de madera del cuarto de seguridad industrial	
	
Inspección visual	Se detectan manchas oscuras y acumulación de sales sobre el cielo raso de madera que se encuentra muy húmedo.
Tipo de lesión	Química – Eflorescencias.
Agente de degradación	Radiación solar y lluvia.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • El agua que se filtra desde la cubierta a la madera produce humedad sobre la misma propiciando una disolución de sales.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de propiedades mecánicas de la madera. • Descomposición de la madera y pérdida de resistencia. • Se puede presentar la aparición de algún tipo de insecto en la madera. • Olor a humedad. • Contaminación de los elementos que se guardan en el cuarto.

En este caso en particular, es evidente que las patologías que se presentan son el producto del abandono y la falta de mantenimiento sobre el cuarto, eso sumado a la exposición a los agentes meteorológicos que tiene. Es una prioridad realizar mantenimiento a la estructura metálica de la cubierta, lo que incluye su limpieza y usar pintura anticorrosiva, después se debe reformar la cubierta por medio del reemplazo del cielo raso de madera y de todas las tejas existentes por un nuevo sistema con láminas galvanizadas y además poner las ruanas contra el muro superior. Una vez la cubierta este apta para su funcionamiento, se debe proceder a limpiar las manchas de humedad sobre los muros y a rellenar los lugares donde se presentó pérdida de material y posteriormente volver a pintar.

5.5. Zonas aledañas a los laboratorios

A continuación, en las Tablas 12 y 13 se muestran las patologías halladas en las zonas aledañas a los laboratorios de preparación de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia:

Tabla 12. Intervención inapropiada en el muro para la instalación de redes hidráulicas.
Fuente: propia.



Intervención inapropiada en el muro para la instalación de redes hidráulicas	
	
<p>Fotografía 22. Intervención inapropiada en el muro para la instalación de redes hidráulicas.</p>	
Inspección visual	Se detecta que se ejecutó una perforación en el muro para colocar elementos de instalaciones hidráulicas.
Tipo de lesión	Daño del elemento.
Agente de degradación	Distribución de esfuerzos en el muro.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución constructiva incorrecta.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación en la resistencia del muro, ya que mampuestos del mismo se rompieron arbitrariamente, lo que puede causar deformaciones, fisuras y grietas en el elemento. • Aspecto visual que no proporciona seguridad y confort. • Debilitamiento de la estructura en un evento sísmico.

Tabla 13. Machas de humedad y desprendimiento del material de revestimiento del muro.

Fuente: propia.

Manchas de humedad y desprendimiento del material de revestimiento del muro	
	
<p>Fotografía 23. Machas de humedad y desprendimiento del material de revestimiento del muro.</p>	
Inspección visual	Se detecta pérdida del material en la esquina del muro, manchas negras y un fuerte olor a humedad.
Tipo de lesión	Física – Humedad, Mecánica – Desprendimientos.
Agente de degradación	Acción de aguas lluvias.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • La filtración del agua desde una tubería hidráulica ubicada en la esquina superior del muro y desde una ventana aledaña al mismo.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • La filtración de agua puede disminuir la capacidad portante del muro, dar paso a la aparición de deformaciones, fisuras y grietas. • Pérdida del revoco y deterioro de la pintura. • La acumulación de humedad ha ocasionado un depósito de suciedades sobre la superficie. • Contaminación de olores.

Las patologías estructurales de las zonas aledañas a los laboratorios deben ser atendidas rápidamente para evitar un deterioro progresivo de la estructura y posibles afectaciones para los empleados y para los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios de la Fábrica.

En el muro con aberturas por las instalaciones hidráulicas, se debe verificar que las mismas se encuentren en buen estado y que no presenten filtraciones antes de ser embebidas nuevamente con relleno de concreto, luego se deben cubrir los espacios que se tienen para corregir la irregularidad y controlar que se presenten futuras deformaciones, finalmente se le da el acabado del concreto a la vista. En el muro que presenta humedades, es necesario reparar las filtraciones de agua que se están presentando para posteriormente retirar todo el material afectado por las humedades, limpiar muy bien la superficie verificando que se encuentre seca y libre de partículas sueltas y luego proceder a aplicar de nuevo la capa de revoco y el acabado de pintura.

5.6. Torre de destilación

La torre destiladora de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia que se visualiza en la Fotografía 24, presenta procesos patológicos en su interior debido a la falta de mantenimiento sobre la misma, dichas patologías se muestran en las Tablas 14 y 15.



Fotografía 24. Torre destiladora de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

Tabla 14. Desprendimientos y fisuras en el embaldosado de la torre de destilación.

Fuente: propia.

Desprendimientos y fisuras en el embaldosado de la torre de destilación	
	
<p><i>Fotografía 25.</i> Desprendimientos y fisuras en el embaldosado.</p>	
Inspección visual	Se detectan fisuras en el embaldosado así como desprendimientos del mismo.
Tipo de lesión	Mecánica – Desprendimientos.
Agente de degradación	Cargas.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Cargas estáticas aplicadas como es el caso del soporte con ruedas sobre él, o por otro lado las fisuras pudieron ser consecuencia de impactos sobre el embaldosado. • Fatiga de las baldosas. • Problemas constructivos, no hubo buena adherencia entre el mortero y las baldosas. • Asentamientos sobre la losa donde están las baldosas.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • Posterior deterioro de las demás baldosas. • Las personas pueden presentar accidentes por tropiezos. • Deterioro del concreto de la losa. • Disminuir el tránsito dentro del espacio. • Aspecto visual no agradable.

Tabla 15. Tanque de la torre de destilación con muestras de humedad, manchas y fisuras en su base.
Fuente: propia.

Tanque de la torre de destilación con muestras de humedad, manchas, corrosión y fisuras en su base



Fotografía 26. Tanque de la torre destiladora con muestras de humedad, manchas y fisuras en su base.

Inspección visual	Se detecta empozamientos de agua y un deterioro de los tanques de destilación que se manifiesta en manchas y desprendimientos del revestimiento de la base de concreto, como en la aparición de fisuras en el mismo.
Tipo de lesión	Física – Humedad. Mecánica – Desprendimientos y fisuras. Química – Corrosión.
Agente de degradación	Agua, cambios de temperatura.
Causa directa de lesión	<ul style="list-style-type: none"> • El agua que se filtra por la fachada de la torre de destilación que es una especie de malla, ha deteriorado el revestimiento metálico del tanque, así como su base de concreto.
Efecto de la lesión	<ul style="list-style-type: none"> • La base del tanque en concreto tiene fisuras, lo que puede disminuir la resistencia de la estructura. • Pérdida de las propiedades de los elementos. • Corrosión en los elementos metálicos del tanque debido a la humedad. • Pérdida del material de revestimiento. • Aparición de manchas y eflorescencias. • Contaminación del producto del tanque.

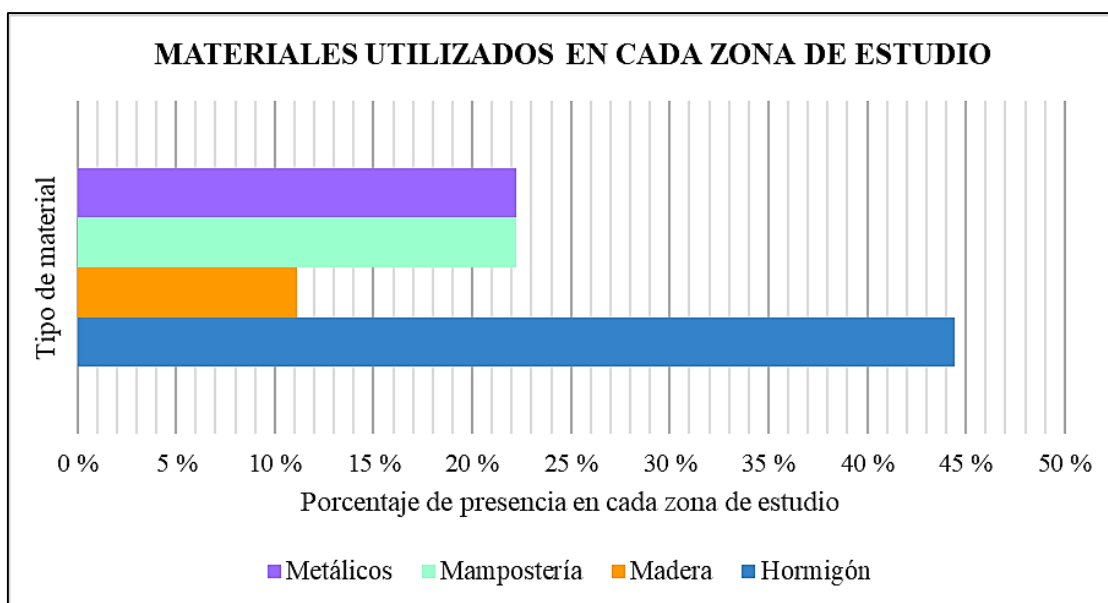
Se deben reparar las afectaciones que se presentan en la torre destiladora para que no vaya a resultar afectado tanto el personal que allí labora, como el producto que se desarrolla en la misma. Para reparar el embaldosado es necesario remover todas las piezas que se encuentran en mal estado, revisar la nivelación de la losa de apoyo de concreto y verificar si se han presentado asentamientos o fisuras en la estructura que posteriormente podrían volver a afectar las baldosas, en el caso de que se presentaran es muy importante reparar dichos problemas antes de pegar las nuevas baldosas con mortero teniendo cuidado de dejar las juntas correspondientes.

En el caso del tanque es una prioridad reparar su base de concreto, ya que se puede ver comprometida la resistencia de la estructura, para ello se debe retirar el material de revestimiento en mal estado y rellenar las fisuras que se presenten, para luego darle un acabado con pintura preferiblemente epóxica, pues esta ofrece mayor resistencia a la agresión contra las humedades a las que está expuesto, por otro lado, se debe realizar mantenimiento a la estructura metálica del tanque, verificando primeramente que no se presente contaminación del producto al interior del mismo a causa de la corrosión, si esta no se da, se debe hacer una limpieza y raspado de la superficie, para finalmente darle un acabado con pintura anticorrosiva, pero en el caso de que si se presente contaminación del producto, es necesario cambiar los elementos que han sido afectados por la corrosión.

5.7. Análisis de resultados

Los materiales utilizados en los elementos que se estudiaron en las diferentes zonas de la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia fueron el hormigón, la madera, la mampostería y materiales metálicos. El hormigón estaba presente en la losa de los corredores, muros y pisos de la bodega número 3 de rones, en la base del tanque de la torre de destilación y en el pavimento rígido. Por otra parte, los elementos de madera se presentaban en el techo del cuarto de seguridad industrial. Asimismo, los elementos de mampostería estaban presentes en los muros de las zonas aledañas a los laboratorios y del cuarto de seguridad industrial. Y por último los elementos metálicos estaban en el tanque de la torre de destilación y en la estructura del techo del cuarto de seguridad industrial. Según los procesos patológicos que se encontraron en este estudio, los materiales anteriormente mencionados, fueron perjudicados por diferentes agentes de degradación que afectaron sus propiedades físicas y mecánicas, causando evidentes deterioros sobre los mismos que se tradujeron en patologías estructurales.

Como se mencionó anteriormente, en la Gráfica 1 se puede visualizar el porcentaje de presencia de los materiales indicados en cada zona de estudio, donde se evidencia que el hormigón es el material más usado en la mayoría de los elementos con un 44,4% de presencia, por otro lado, se tiene que los materiales metálicos y de mampostería se usan en un 22,2% de los elementos estudiados, y por último la madera se usa en un 11,1% de los elementos.



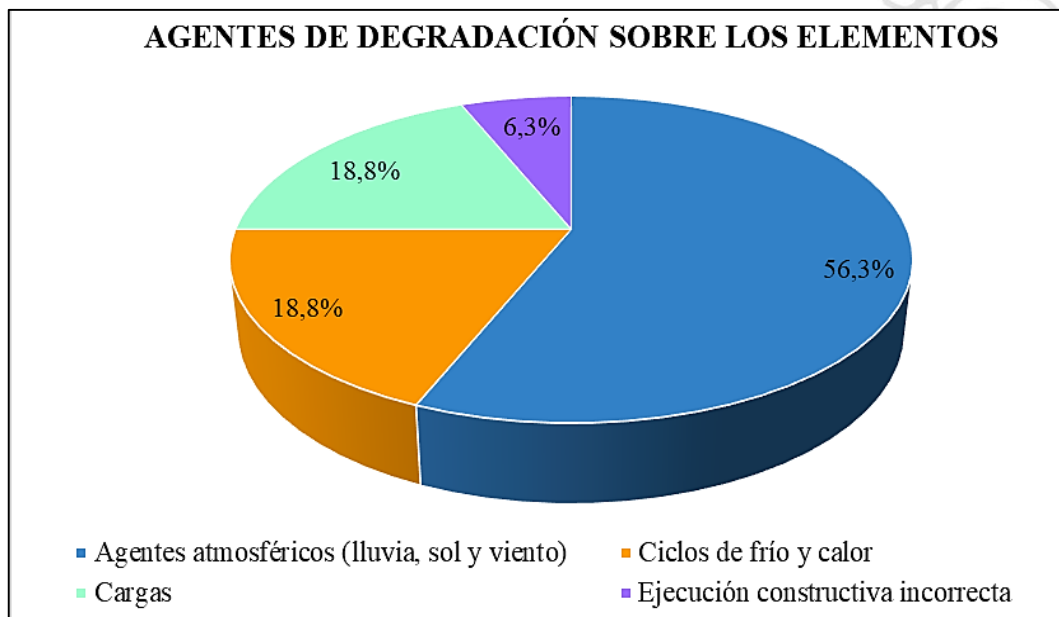
Gráfica 1. Materiales utilizados en cada zona de estudio dentro de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

Según el estudio realizado, se encontró que los agentes de degradación que más afectan los elementos analizados e inciden en cada una de las patologías estructurales previamente halladas en cada zona de estudio, son los agentes exógenos o externos representados por los agentes atmosféricos (lluvia, sol y viento), los ciclos de frío y calor, las cargas y las ejecuciones constructivas incorrectas, el cual corresponde a un agente externo no natural. A continuación, en la Tabla 16, se muestra la cantidad de veces que los agentes de degradación inciden sobre cada una de los procesos patológicos de este estudio:

Tabla 16. Agentes de degradación en cada zona de estudio.
Fuente: propia.

Agente de degradación sobre los elementos / Zona de estudio	Agentes atmosféricos (lluvia, sol y viento)	Ciclos de frío y calor	Cargas	Ejecución constructiva incorrecta	Total
Losa de los corredores	2	1	0	0	3
Bodega número 3 de rones	3	0	0	0	3
Pavimento flexible	0	0	1	0	1
Pavimento rígido	0	0	1	0	1
Cuarto de seguridad industrial	2	1	0	0	3
Zona de laboratorios	1	0	0	1	2
Torre de destilación	1	1	1	0	3
Total	9	3	3	1	16
Incidencia del agente de degradación	56,3%	18,8%	18,8%	6,3%	

En la Gráfica 2, se muestra el porcentaje de incidencia de cada uno de los agentes de degradación sobre los elementos de la infraestructura física de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, donde se encontró que la primera causa de degradación parte de los agentes atmosféricos como lo son la lluvia, el sol y el viento los cuales tienen una incidencia del 56,3% sobre cada caso de estudio en las diferentes zonas de la Fábrica, por otro lado, los ciclos de frío / calor y las cargas tienen una incidencia del 18,8% cada uno. Finalmente, la el 6,3% corresponde a la degradación causada por ejecuciones constructivas incorrectas sobre los elementos.



Gráfica 2. Agentes de degradación sobre los elementos.

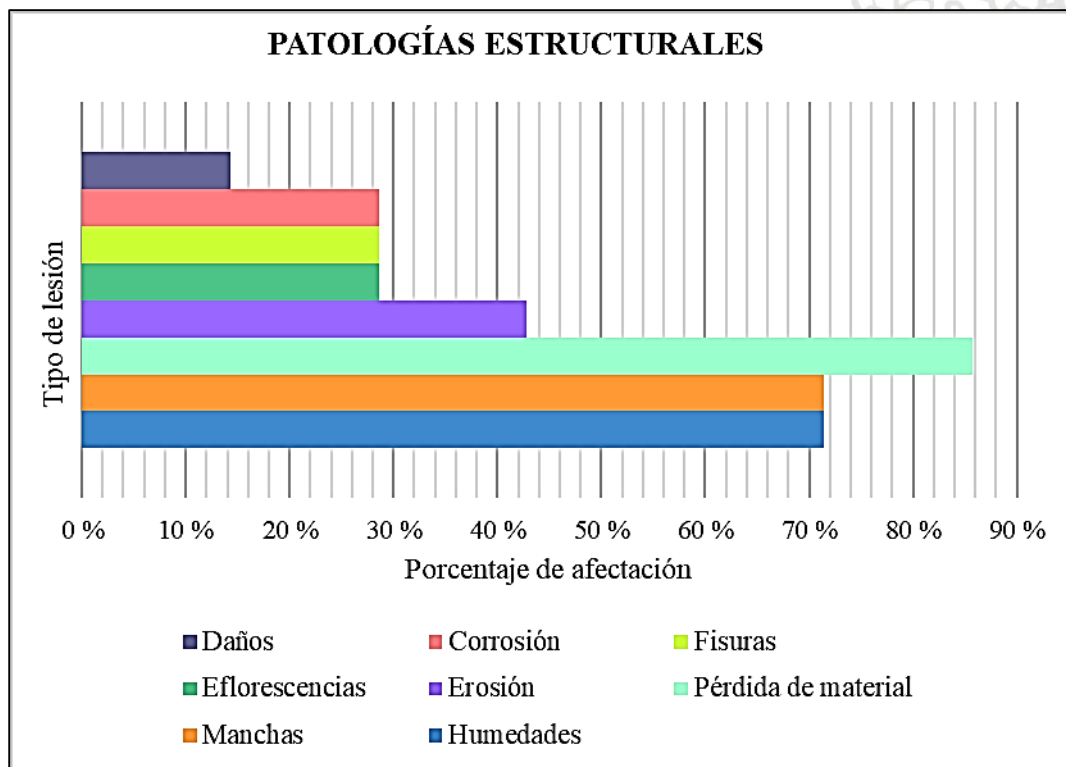
Se hizo una relación entre los tipos de patologías estructurales encontradas con la localización de cada zona de estudio, para ello las patologías se clasificaron en los tipos de lesiones físicas, mecánicas y químicas encontradas, entre las cuales se encuentran: humedades, manchas, pérdidas de material, erosión, eflorescencias, fisuras, corrosión y daños. Dicha relación tiene dos propósitos, el primero es conocer el porcentaje con que cada lesión anteriormente mencionada incide sobre los elementos en cada caso de estudio y de esa manera conocer las patologías estructurales más recurrentes que se presentan en la infraestructura de la Fábrica, el segundo fin es conocer el porcentaje de afectación que se presenta en cada zona de estudio de acuerdo a los procesos patológicos que los perjudican, dichas zonas de estudio fueron: la losa de los corredores, la bodega número 3 de rones, el pavimento flexible, el pavimento rígido, el cuarto de seguridad industrial, la zona de los laboratorios y la torre de destilación. A continuación, en la Tabla 17 se muestra la relación ya mencionada:

Tabla 17. Cuadro resumen de las patologías estructurales presentes en las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

Fuente: propia.

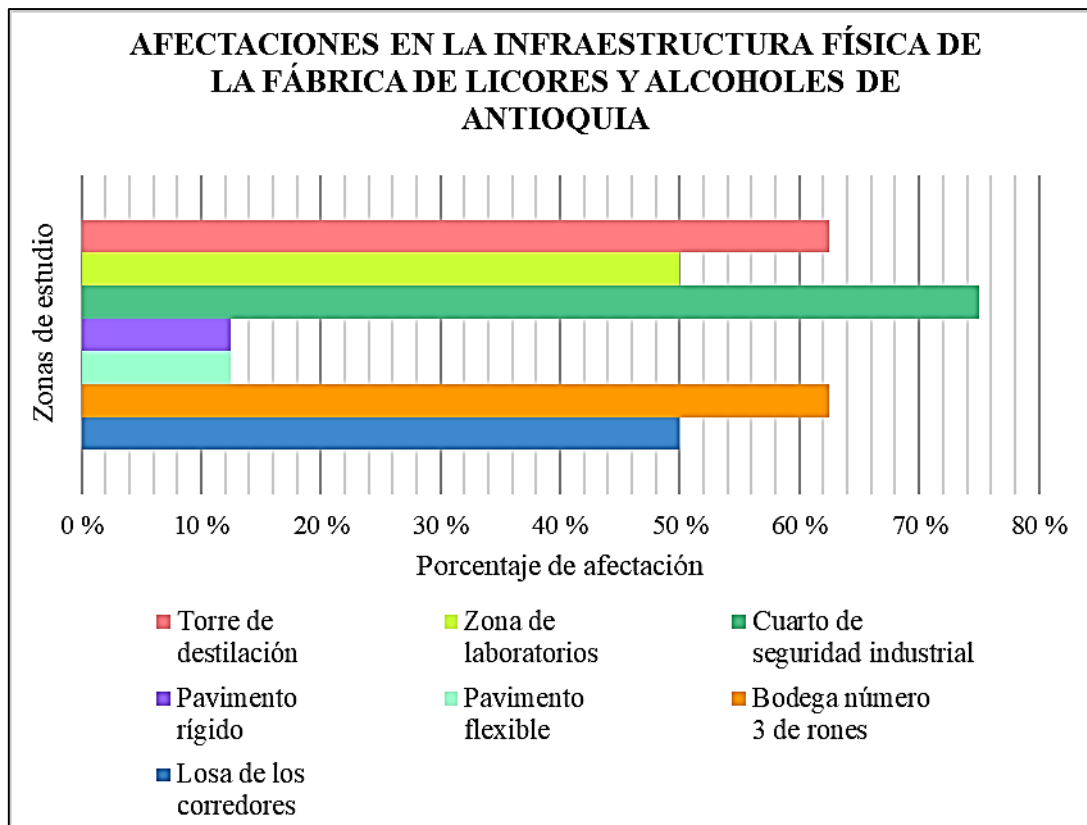
Tipo de lesión / Zona de estudio	Humedades	Manchas	Pérdida de material	Erosión	Eflorescencias	Fisuras	Corrosión	Daños	Porcentaje de afectación de acuerdo a la zona de estudio
Losa de los corredores	x	x	x	x					50,0%
Bodega número 3 de rones	x	x	x	x	x				62,5%
Pavimento flexible						x			12,5%
Pavimento rígido			x						12,5%
Cuarto de seguridad industrial	x	x	x	x	x		x		75,0%
Zona de laboratorios	x	x	x					x	50,0%
Torre de destilación	x	x	x			x	x		62,5%
Porcentaje de afectación de acuerdo al tipo de lesión	71,4%	71,4%	85,7%	42,9%	28,6%	28,6%	28,6%	14,3%	

En la Gráfica 3 se muestran las patologías estructurales halladas en las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, se evidencia que la lesión mecánica de pérdida de material está presente en un 85,7% de los elementos analizados, seguida por las lesiones físicas de humedad y manchas que se presentan en un 71,4%, asimismo la lesión física de erosión se presenta en un 42,9%, por otro lado, la lesión mecánica de fisuras y lesiones químicas de corrosión y eflorescencias se manifiestan en un 28,6%. Finalmente, la patología menos frecuente fue aquella por daños antrópicos sobre la estructura con un 14,3%.



Gráfica 3. Patologías estructurales en la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

En la Gráfica 4, se puede ver el porcentaje de afectación de acuerdo a las lesiones que se mencionaron anteriormente sobre los elementos estructurales y no estructurales de las diferentes zonas de estudio dentro de las instalaciones de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, donde se encontró que el lugar que tiene mayor afectación es el cuarto de seguridad industrial con un 75,0% de afectación, seguido por la bodega número 3 de rones y la torre de destilación con un 62,5% de afectación, dichos lugares requieren mayor intervención para no afectar la seguridad de los empleados de la Fábrica como el producto que se labora, por otro lado la zona aledaña a los laboratorios y la losa de los corredores presentan una afectación del 50%. Por otra parte, las zonas que presentan la incidencia de menos lesiones corresponden a los pavimentos rígido y flexible con un 12,5% de afectación.



Gráfica 4. Porcentaje de afectación en la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

Como se visualizó anteriormente, el agente de degradación que más afecta a los elementos estudiados, es la acción física de los agentes meteorológicos: el agua, el sol y viento, principalmente la acción de las aguas de lluvia que se acumulan y filtran por los elementos, ya sea por deficiencias de los sistemas de drenaje o por revestimientos inadecuados en los elementos. El agua es la causa directa de los 3 procesos patológicos más recurrentes previamente determinados, los cuales son las humedades, las manchas y los desprendimientos por pérdidas de material, dichas patologías estructurales según el análisis realizado, se presentan en común en las 3 zonas más afectadas de la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, las cuales son el cuarto de seguridad industrial, la bodega número 3 de rones y la torre de destilación, zonas en las cuales los materiales más utilizados son el hormigón, materiales metálicos y de mampostería. Es claro que la exposición continua al agua causa deterioros que afectan las propiedades de los materiales acortando su vida útil, en el caso del hormigón la acumulación del agua sobre el mismo produce poros que disminuyen su resistencia, y que además puede dejar al elemento sin su recubrimiento afectando así el refuerzo de acero, en los materiales metálicos el agua favorece la aparición de la corrosión y en la madera se propicia el envejecimiento de la misma y deformaciones. Es importante mencionar que en el Anexo A en la Figura A1 se visualiza que las zonas afectadas previamente mencionadas no tienen una distribución espacial común, ya que las mismas se encuentran ubicadas en diferentes espacios alejados en las instalaciones de la Fábrica, pero que, sin embargo, dichas zonas son altamente afectadas por la incidencia directa de las aguas de lluvia sobre ellas.

Conclusiones

Realizar una diagnosis sobre los procesos patológicos que se desarrollan en la infraestructura física de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia, permite evaluar la condición en la que se encuentra la edificación partiendo de la observación y conocimiento de cada uno de los síntomas de deterioro con los que se manifiestan los diferentes tipos de lesiones, y conocer al respecto, permite tener información para poder intervenir posteriormente los elementos afectados a fin de devolverle su durabilidad y mantener su vida útil.

Las patologías estructurales se hacen evidentes por medio de cambios en el aspecto físico y en varios síntomas de deterioro visual sobre los elementos que están afectados, dichos síntomas se manifiestan a través de lesiones como lo son las humedades, las manchas, las pérdidas de material, la erosión, las eflorescencias, las fisuras y la corrosión. Existen diversos factores generadores que influyen en la formación de un proceso patológico, en este trabajo se determinó que los agentes de degradación que inciden sobre la formación de las patologías estructurales de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia son los agentes atmosféricos, los ciclos de frío y calor, las cargas y las ejecuciones constructivas incorrectas, siendo los agentes atmosféricos especialmente las aguas de lluvia, las que más incidencia tienen sobre la afectación de los elementos, debido a que las mismas se filtran sobre las estructuras a través de las fachadas y cubiertas que se encuentran en mal estado o por las deficiencias que se tienen en los sistemas de drenaje, lo que la convierte en el agente de degradación propiciador de la mayoría de las lesiones mencionadas con anterioridad.

Se evidenció que la patología estructural más recurrente en la infraestructura de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia es la pérdida del material superficial de los elementos, seguida por las humedades y manchas, dichas patologías se presentan en común en las 3 zonas de estudio con mayor afectación de la edificación, las cuales son el cuarto de seguridad industrial, la bodega número 3 de rones y la torre de destilación.

En la búsqueda bibliográfica que se ejecutó, se encontró que en Colombia no existe una normativa que regule los aspectos de mantenimiento y reparación de las estructuras, sin embargo, el reglamento Colombiano de Construcción NSR -10 solo en el capítulo C.4 menciona los requisitos de durabilidad que deben tener las estructuras de concreto, en cambio la mayoría de normas, estudios y manuales que se encontraron para el fin anteriormente mencionado son extranjeros, específicamente de España, como es la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Las patologías estructurales que más ponen en riesgo el producto final de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia son aquellas que se desarrollan en la bodega número 3 de rones, dado que dichas patologías afectan directamente las condiciones de limpieza y humedad que se deben garantizar para mantener un producto de calidad en el mercado, razón por la cual es de vital importancia contar con controles de mantenimiento sobre los elementos para conservar la vida útil de las estructuras y así no afectar el producto final.

Se encontró que, aunque las diferentes zonas de estudio de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia presenten las mismas patologías estructurales, el nivel de afectación de cada una de las lesiones que se tienen, varía de acuerdo a su exposición a los agentes de degradación, a los materiales, a las condiciones de servicio y al mantenimiento que se le realice a cada elemento.



7. Referencias bibliográficas

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Bogotá, Colombia.
- Broto Comerma, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona, España: Links International.
- Chávez Vega, J. A., & Álvarez Rodríguez, O. (2005). METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y RESTAURACIÓN DE EDIFICACIONES. *Revista de la Construcción*, 4(2), 47-54.
- Comisión Federal de Electricidad. (1994). *Manual de Tecnología del Concreto*. México: Limusa.
- Díaz Barreiro, P. (2014). *Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia*. (tesis de maestría en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- EHE - 08. (2011). Instrucción de Hormigón Estructural. 5. España.
- Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia. (2020). *Ron Medellín* . Obtenido de <https://ronmedellinanejo.com/la-esencia-de-un-buen-ron/>.
- Hernández P., J. A. (2014). Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I. *Tekhnê*, 11(1), 59-68. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tekhne/article/view/8952>
- Montoya Vallecilla, J. (2017). *Elementos de concreto reforzado I*. Ibagué, Colombia: Unibagué.
- Vázquez Vidosa, P. (2011). *Estudio de patologías y diagnóstico para la rehabilitación y restauración de la casa - palacio "Casa de las columnas" Puerto Real (Cádiz)*. (Trabajo de grado en Ingeniería de Edificación). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Zanni, E. (2008). *Patología de la construcción y restauración de obras de arquitectura* (1 ed.). Córdoba, Argentina: Brujas.

8. Anexos

Anexo A. Plano de planta general de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia

En la Figura A1 se muestran demarcadas con color azul las áreas de estudio dentro de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia.

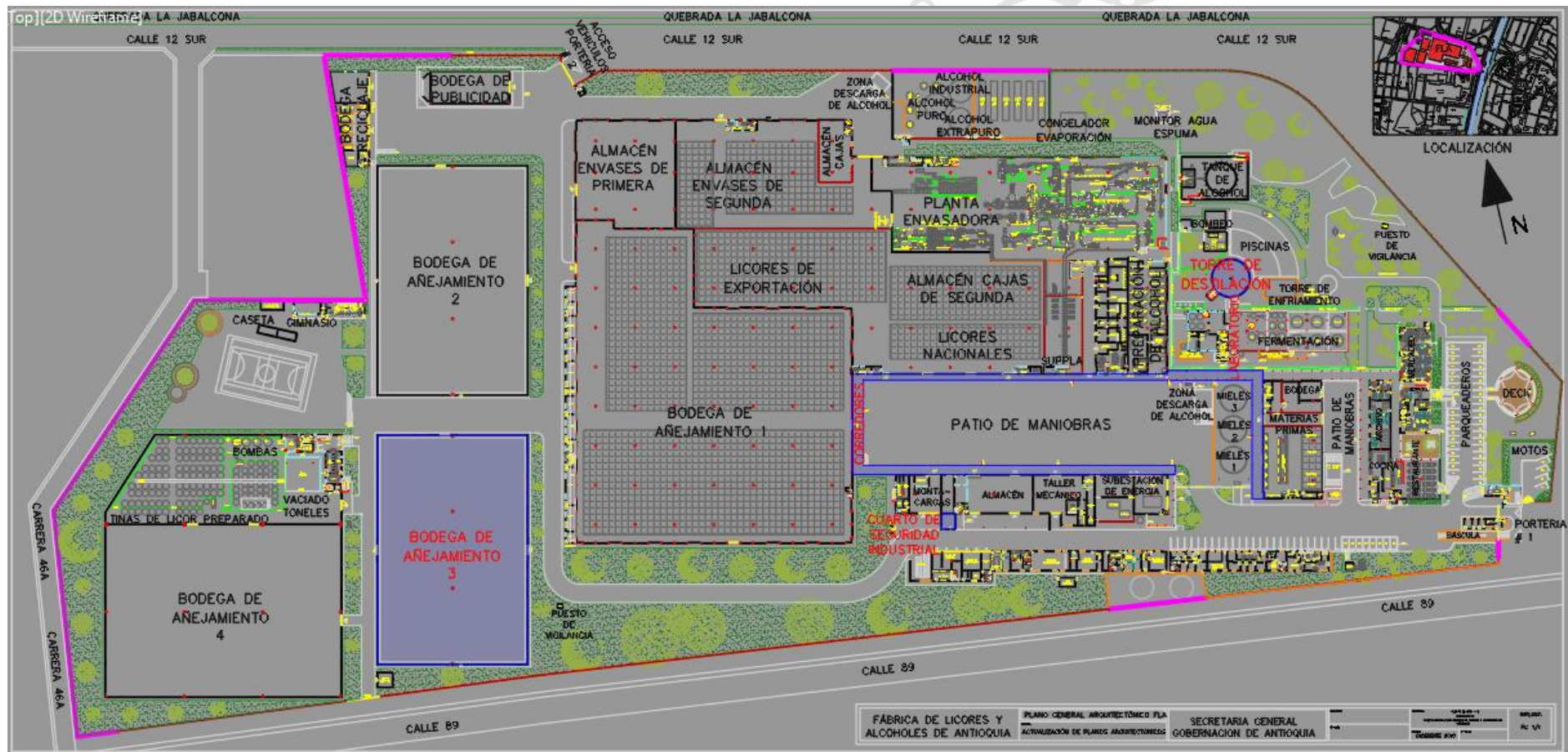


Figura A1. Plano de planta general de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia. Fuente: Archivo FLA.