



Manual de patologías y procedimientos para dar solución a las afectaciones que se presentan con mayor frecuencia en las edificaciones de la planta Gecelca 3 S.A.S E.S.P

Esly Edith Nuñez Beleño

Informe final de practica para optar al título de:
Ingeniero Civil

Asesor

Juan Carlos Vélez Cadavid, Doctor en Ingeniería de Materiales

Universidad de Antioquia
Facultad De Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Civil
Medellín
2022

Cita	(Nuñez Beleño, 2022)
Referencia	Nuñez Beleño, E. E. (2022). <i>Manual de Patologías y procedimientos para dar solución a las afecciones que se presentan con mayor frecuencia en las edificaciones de la planta Gecelca 3 S.A.S E.S.P</i> [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico con todo mi amor este proyecto de grado a mi familia, especialmente a mi abuelo Ubadel Beleño Castellar, que a pesar de no estar ya conmigo en este mundo sigue siendo parte de mi motor para seguir adelante, a mi abuela Carmen Ramos de Beleño, y a mi pareja Rodrigo Crespo Mesa, quienes pese a todas las dificultades tanto académicas, como económicas y sentimentales creyeron en mí, y me brindaron sus consejos, sus oraciones y sus brazos para descansar cuando sentía que no iba a poder concluir mis estudios universitarios, gracias, muchas gracias, porque sin ustedes jamás hubiera llegado hasta aquí. Es por estas razones y muchas más que les dedico mi trabajo, los amo.

Agradecimientos

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primeramente a Dios ya que sin su guía, amor y sus bendiciones todo mi esfuerzo hubiera sido en vano, también para la empresa Gecelca 3 por darme la oportunidad de realizar mis prácticas académicas y enriquecer mis conocimientos en el tiempo en que realicé las mismas, a mi equipo de trabajo quien me apoyó en todo momento, especialmente a Karo Lina González quien aparte de ser una excelente compañera, se convirtió en una amiga y una guía espiritual para mí.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	17
3.1 Etapa 1. Revisión literaria	17
3.2 Etapa 2. Realizar nuevas inspecciones y analizar las anteriores inspecciones	17
3.3 Etapa 3. Planteamiento de posibles causas y proceso de actuación ante la presencia de dichas lesiones	18
3.4 Etapa 4. Planteamiento del modelo conceptual del Manual	18
4 Análisis y Resultados	19
Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Grietas y fisuras	19
Tipos de grietas y fisuras, asimismo sus posibles causas	20
• Fisuras horizontales y verticales en el revoque de la edificación	20
• Fisura lineal horizontal debido a la excesiva dilatación	21
• Fisuras a causa de Aberturas	22
• Fisura de tipo escalonada de abertura o fisura en las juntas de mortero	23
• Fisuras inherentes al pañete	25
• Fisuras longitudinales	25
• Fisuras tipo craquelado o cuarteado	26
• Fisuras o grietas por acciones del viento	26

Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas: Reparación de fisuras y grietas	29
• Reparación de grietas o fisuras pequeñas en muros	29
• Reparación de grietas o fisuras medianas en muros	29
• Reparación de grieta longitudinal: En acceso de Transferencia de Carbón	30
• Reparación de grietas mayores sin daño estructural	31
Caso 1	31
Caso 2	33
Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Socavación y Humedades	34
• Socavación	34
• Humedades	34
Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas: Reparación de socavación y grietas o fisuras en losas de cubierta	35
• Socavación	35
• Cubiertas	36
Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Corrosión y Eflorescencias	36
Corrosión en las estructuras de acero de la empresa Gecelca 3	37
Tipos de Corrosión, Características y su Causa	37
Tipos de corrosión	37
• Según su medio	37
• Según su forma	37
Características	39
Causa u Origen	39
Eflorescencias en fachada	40
• Las condiciones ambientales	40
• La geometría de los poros	41

• El contenido de sales solubles en los ladrillos y morteros o en el terreno	41
• La presencia de agua	41
Tipos de Lesiones y Causa de las lesiones (Eflorescencias)	42
- Eflorescencias Tipo I	42
- Eflorescencias Tipo II (criptoeflorescencias o subeflorescencias)	42
- Eflorescencias Tipo III (exudaciones)	43
- Eflorescencias Tipo IV	43
- Eflorescencias Tipo V	43
- Eflorescencias Tipo VI	43
Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas: Reparación de daños	44
Reparación para la Corrosión	44
Reparación de Eflorescencias	44
- Tipo I	44
- Tipo II	44
- Tipo III (exudaciones)	44
- Tipo IV	45
- Tipo V	45
- Tipo VI	45
5 Conclusiones	46
Referencias	47

Resumen

En esta primera sección se presentan y definen los conceptos generales con respecto al estudio de las lesiones en las estructuras. Este ítem será el comienzo para la comprensión de las mismas. En primer lugar, se presenta un desarrollo tipológico de lesiones, para posteriormente adentrarnos en los conceptos que involucran el proceso de estudio, diagnóstico e intervención de los elementos constructivos de interés.

A fin de combatir estas patologías se debe conocer su proceso, es decir, su origen, su evolución, sus síntomas y resultados, ya que este conjunto de aspectos es el que conforma el proceso patológico, el cual se agrupa como una secuencia temporal. Para el estudio del proceso patológico es conveniente recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por observar el resultado de la lesión, luego el síntoma, y siguiendo la evolución de la misma hasta llegar a su origen (la causa de la lesión).

Para el desarrollo de este estudio será fundamental considerar a los edificios en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos patológicos. Encontrando mediante el análisis de las inspecciones físicas de las estructuras, que mayormente las lesiones presentes en las mismas son superficiales, es decir, que las patologías presentes en nuestra zona de estudio son patologías que no compromete estructuralmente las edificaciones.

Palabras clave: Patologías, inspecciones físicas, diagnóstico e intervención, edificios de la planta Gecelca 3.

Abstract

In this first section the general concepts on the study of structure's lesions are presented and defined in order to understand the importance of this issue. This point will be the beginning for the understanding of the same. First, it is need to defined a typological development of the presented lesions that the structure had suffered to later on, deeped into the concepts that imply the process of this study, diagnosis and intervention of the constructive elements of interest.

In order to fight this sore of pathologies, it is neccesary to know the process that originally on the study had involved the diagnosis, symptoms, evolution and results of the constructive elements of interested, in addition, this group of chrirical aspects is what unify and assambled the patological process, which is grouped as a temporal sequence. For this project in particular is convenient to go over and deeped on the sequence in a invert way, meaning that, it became essential to observe firts the result of the lesion and then the sympton, sore of like, following the evolution of the pathologie itself to their beggining (the lesion's cause).

For the development of this study will be critical and imperative to consider the structures, in this case "buildings", as a fhysical object, composed of a determinate geometrical, mechanical, physic and chemistry elements that can be exposed to suffer patological process. Through out the analysis of the physical inspection of the structures, we came across with some interesting results, most of the lesions presented in the structures are superfecial, it is worth to stand out the fact that pathologies presented in our study area were patholihies that do not compromise the buildings structurally.

Keywords: Pathologies, physical inspections, diagnosis and intervention, Gecelca 3 plant buildings.

Introducción

A lo largo de la historia de la humanidad, la construcción se ha convertido en un indicador del desarrollo, así como en prueba de la evolución de la misma. Cuando hablamos de construcción de edificaciones inevitablemente hablaremos de las patologías que se pueden presentar en dichas construcciones, es por esto que se puede definir a las patologías en el mundo de la construcción, como el estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y los elementos constructivos o bien podríamos definir a las patologías de la edificación como el estudio de las lesiones o problemas que se presentan en un edificio, y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento, es decir las que se refieren a su seguridad, funcionalidad y habitabilidad (López et al., 2004).

Gecelca 3 S.A.S E.S.P es una empresa de generación de energía eléctrica, con participación en el mercado de gas natural en Colombia, que brinda solidez y respaldo al sistema eléctrico nacional, convirtiéndose en un “Soporte Térmico” importante ante eventuales déficits de energía eléctrica. Por lo que la planta de Gecelca 3 cuenta con diversas edificaciones cuyo funcionamiento es de vital importancia para el desarrollo de sus actividades como generadora de energía, las cuales presentan diversas afecciones. Es por este motivo que se desea realizar un manual de procedimientos para dar solución a las patologías más frecuentes presentes en la planta, esto con la finalidad de obtener procedimientos adecuados a partir de la inspección física y diagnóstico de la edificación afectada, para así poder ejecutar de una manera oportuna las actividades para la restauración o rehabilitación de las diversas edificaciones presentes en la planta, debido a que la no intervención en las patologías presentes, podrían interrumpir las labores desarrolladas en la planta de Gecelca 3.

Es por esta razón, que el presente documento abarca la definición de las causas que pudieron originar las lesiones, su evolución, la emisión de un diagnóstico y la determinación de las actividades más acertadas para restaurar las condiciones básicas del edificio a intervenir, esto desde

un punto de vista de viabilidad de su restauración, basados en un enfoque técnico y económico, para así poder generar una intervención acertada y eficiente.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Elaborar un Manual de Patologías y procedimientos para dar solución a las lesiones presentes en las edificaciones de la planta Gecelca 3 S.A.S E.S.P

1.2 Objetivos específicos

- Analizar diversas fuentes de información relacionadas con las patologías en las edificaciones, para alcanzar un grado adecuado de entendimiento de las mismas.

-Examinar las inspecciones realizadas en semestres anteriores en algunas edificaciones de la planta Gecelca 3, para obtener una adecuada comprensión de las patologías a tratar.

- Realizar inspecciones a edificaciones que aún no han sido examinadas, y así incrementar los datos referentes a las patologías presentes en la planta Gecelca 3.

- Plantear el modelo conceptual del Manual de patologías y procedimientos para dar solución a las afecciones en las edificaciones de la planta Gecelca 3.

2 Marco teórico

1. Patología.

La palabra “patología” conforme al diccionario de la Real Academia procede de las palabras griegas “pathos”, que quiere decir enfermedad o afección y “logos” que significa estudio o tratamiento y en castellano se define como la parte de la medicina que trata el estudio de las enfermedades. La adaptación del vocablo al mundo de la construcción nos hace definirlo como el estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y los elementos constructivos; o bien podríamos definir la patología de la edificación como el estudio de las lesiones o problemas que se presentan en un edificio y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento, o sea las relativas a funcionalidad, seguridad o habitabilidad.

-Lesiones

Las lesiones son daños de tipo estructural o constructivo provocados por causas directas o indirectas, que se concretan en deformaciones, roturas o alteraciones en los materiales y que, por tanto, pueden afectar a las prestaciones de la propia estructura (a su totalidad o a parte de ella) o de otros elementos constructivos (fachadas, particiones, solados, cubiertas, etc.). En función del carácter y la tipología del proceso patológico, las lesiones se pueden clasificar en físicas, mecánicas y químicas.

-Síntomas

Los síntomas son aquellas evidencias u otro tipo de indicios reveladores de una lesión y que pueden aparecer en la propia estructura, en otros elementos constructivos, o en ambos.

-Causas

Según la Real Academia Española se define como aquello que se considera como fundamento u origen de algo, que en nuestro caso se refiere al origen de las patologías.

2. Hormigón armado.

El hormigón armado es específicamente la conjunción de dos materiales trabajando juntos: El hormigón y el acero. Esta interacción entre ambos materiales permite que el elemento estructural resiste muy bien esfuerzos tanto de tracción como de compresión (Marcelo pardo ingeniería)

El hormigón por sí solo es un material que resiste bien a compresión (en torno a 30 N/mm² o MPa) aunque menos que el acero (que su resistencia a compresión está en torno a 400 N/mm²) e incluso menos que la madera. Una característica del hormigón es su baja resistencia a tracción, del orden de 10 veces menor que la resistencia a compresión, hablando en términos poco precisos.

Consideremos la viga fabricada exclusivamente con hormigón (sin acero) de la ilustración 1. El valor máximo de la carga (q) que puede resistir la viga será aquella que origine una tensión de tracción igual a la resistencia a tracción del hormigón. Cuando esta carga se alcance la viga colapsará sin previo aviso.

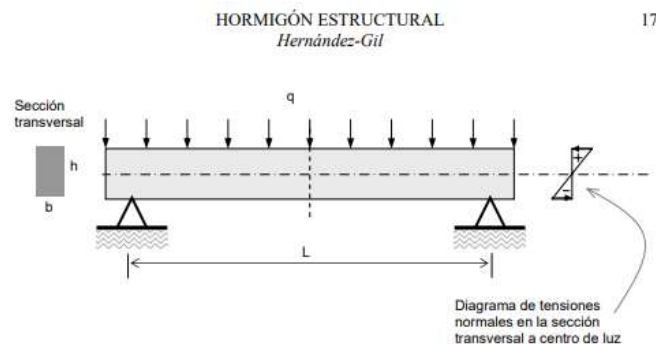


Ilustración 1. Viga fabricada exclusivamente con hormigón.

*Nota: EL HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO
COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN - Figura 1.1.
Viga de hormigón, Hernández-Gil, (2007)*

En la viga de la ilustración 1 la rotura se producirá en las fibras inferiores, pues es en ellas donde se experimentan las máximas tracciones. Podemos fácilmente intuir que, en general, el empleo de hormigón sin armadura (hormigón en masa) no es adecuado. En el elemento estructural de la figura 1.1 se está desaprovechando la capacidad de trabajo del hormigón a compresión ya que

éste podría resistir tensiones mucho mayores. Además, se está confiando en la capacidad de trabajo del hormigón a tracción que, dado que no se puede garantizar que el hormigón no tenga grietas que lo incapaciten para resistir esta sollicitación, es muy poco fiable.

Para mejorar los inconvenientes antes descritos se plantea la necesidad de introducir un material que resista a tracción, lo que el hormigón no puede: el acero. Este material añadido debe colocarse en las zonas donde es más necesario (ilustración 2) o sea, donde se desarrollan las tracciones. Al conjunto de ambos materiales trabajando de esta forma se le denomina hormigón armado.

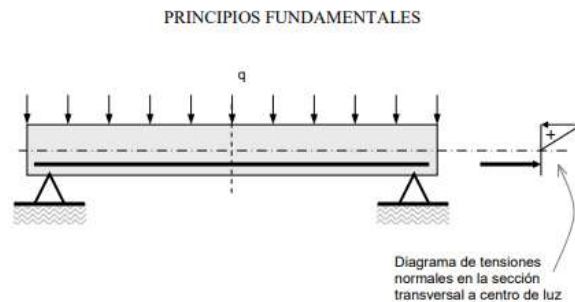


Ilustración 2. Viga de hormigón con acero en la zona de tracción.

Nota: EL HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN - Figura 1.2. Viga de hormigón con acero en la zona de tracción, Hernández-Gil, (2007)

3. Mampostería Estructural.

La mampostería estructural es un sistema compuesto por bloques de concreto u otros materiales que conforman sistemas monolíticos que pueden resistir cargas de gravedad, sismo y viento.

Este sistema está básicamente fundamentado en la construcción de muros colocados a mano, de perforación vertical, reforzadas internamente con acero estructural y alambres de amarre, los cuales cumplen todas las especificaciones propuestas en el Título D de la NSR – 10. Las celdas de las unidades de mampostería se pueden rellenar parcial o completamente con mortero de relleno.

Clasificación de la mampostería estructural

Mampostería de cavidad reforzada: Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería de caras paralelas reforzadas o no, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado, con funcionamiento compuesto y que cumple los requisitos del capítulo D.6. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES).

Mampostería reforzada: Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos del capítulo D.7. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES) cuando todas sus celdas se inyectan con mortero de relleno o cuando se cumpla con los requisitos adicionales de refuerzos mínimos descritos en D.7.2.1.1, y como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO) cuando sólo se inyectan con mortero de relleno las celdas verticales que llevan refuerzo.

Mampostería parcialmente reforzada: Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos del capítulo D.8. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO).

Mampostería no reforzada: Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero que no cumple las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada. Debe cumplir los requisitos del capítulo D.9. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

Mampostería de muros confinados: Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro, confinándolo y que cumple los requisitos del capítulo D.10. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO).

Mampostería de muros diafragma: Se llaman muros diafragma de mampostería a aquellos muros colocados dentro de una estructura de pórticos, los cuales restringen su desplazamiento libre bajo cargas laterales. Los muros diafragma deben cumplir los requisitos del capítulo D.11. Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, y su empleo sólo se permite dentro del alcance del Capítulo A.10, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento, o de la evaluación de su vulnerabilidad sísmica.

Mampostería reforzada externamente: Es la construcción de mampostería en donde el refuerzo se coloca dentro de una capa de revoque (pañete) fijándose al muro de mampostería mediante conectores y/o clavos y cumple con los requisitos descritos en D.12. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

3 Metodología

En el margen del desarrollo de nuestro manual se emplearon ciertas etapas, con la finalidad de obtener información sustancial para la elaboración del mismo. Dichas etapas son tanto cuantitativas como cualitativas, recopilando información in situ en diferentes estructuras de la planta para tener un registro de las patologías más frecuentes presente en la misma.

3.1 Etapa 1. Revisión literaria

Esta fase se basó en la búsqueda y revisión de la información existente acerca de patologías en las edificaciones, los procedimientos para dar solución a las afecciones presentes en las edificaciones y el análisis de información brindada por antiguas inspecciones realizadas en la planta Gecelca 3, la cual consta de 10 inspecciones. Con la finalidad de comprender el método y el formato utilizado para la realización de dichas inspecciones.

3.2 Etapa 2. Realizar nuevas inspecciones y analizar las anteriores inspecciones

Esta actividad consistió en realización de inspecciones físicas a algunas edificaciones de la planta Gecelca 3, a fin de aumentar nuestra base de datos en 32 nuevas inspecciones. Para el análisis de los datos obtenidos en las inspecciones físicas se contó con un total de 42 inspecciones efectuadas, para posteriormente determinar las patologías más frecuentes en las edificaciones de la planta.

Para la realización de cada inspección física se llenaba un formato proporcionado por la empresa, que contenía una serie de datos de interés particulares para las edificaciones de la planta (Paredes, pintura, cielo raso/losa de cubierta, etc.), en el cual se evaluaba cualitativamente cada edificio, dado que habían edificaciones que solo requerían una inspección física de su fachada, mientras que otras requerían una inspección más detallada puesto que eran lugares donde habitaba de manera habitual el personal de la planta. Todo esto con el fin de verificar que patologías eran las más recurrentes en la planta.

3.3 Etapa 3. Planteamiento de posibles causas y proceso de actuación ante la presencia de dichas lesiones

De acuerdo a las inspecciones físicas, es decir, a nuestra base de datos se determinó las posibles causas de las afectaciones y se planteó los modelos de los posibles procedimientos que permitiría dar solución a las lesiones halladas en la etapa anterior.

3.4 Etapa 4. Planteamiento del modelo conceptual del Manual

El propósito de esta fase fue la construcción de un modelo de fácil comprensión que pueda ser empleado o servir de guía para las personas encargadas de dar solución a las patologías presentes en la planta de Gecelca 3 S.A.S E.S.P, el cual cuenta con la definición del tipo de lesión, las causas que la pudieron originar y la determinación de las actividades más acertadas para la restauración de las condiciones básicas del edificio a intervenir, esto claro desde que sea viable su restauración desde un enfoque técnico y económico, para así poder generar una intervención acertada y eficiente.

4 Análisis y Resultados

Los resultados presentando a continuación constan del desarrollo del cuerpo del **“Manual de Patologías y procedimientos para dar solución a las afecciones que se presentan con mayor frecuencia en las edificaciones de la planta Gecelca 3 S.A.S E.S.P”**



Nota: Planta Gecelca 3. Fotografías de campo

Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Grietas y fisuras

Las lesiones son daños de tipo estructural, no estructural o constructivo provocados por causas directas o indirectas, que se concretan en deformaciones, roturas o alteraciones en los materiales y que, por tanto, pueden afectar a las prestaciones de la propia estructura (a su totalidad o a parte de ella) o de otros elementos constructivos (fachadas, particiones, solados, cubiertas, etc.). Por otra parte, la causa de las lesiones es punto de fundamental importancia dentro del estudio del proceso patológico, puesto que nos permite hacer una idea de cómo se debe tratar dicha lesión. En función a lo antes mencionado se debe considerar que las lesiones o patologías tienen ciertas causas u origen que les permite ser clasificadas en físicas, mecánicas y químicas.

A continuación, se enunciarán las distintas lesiones que se presentan en las diversas edificaciones del lugar de estudio y su posible origen, puesto que, podrían representar un riesgo de corrosión para la armadura del hormigón armado o en su defecto un impacto estético para la edificación.

Tipos de grietas y fisuras, asimismo sus posibles causas

- ***Fisuras horizontales y verticales en el revoque de la edificación:*** Se producen a causa de movimientos estructurales entre los diferentes elementos constructivos (movimientos propios a causa de dilataciones y retracciones térmicas) u ocasionadas por cambio de material (Concreto/Ladrillo), puesto que generan fisuras y grietas al impedir la dilatación y contracción del elemento haciéndose más visible la lesión, debido a la falta o ausencia de juntas de dilatación (junta de control), que puedan absorber los movimientos o en su defecto darle un correcto direccionamiento a la fisura, de tal forma que esta se produzca de una manera más estética. Otras posibles causas de sus apariciones, pueden ser a razón de los cambios climáticos, ya que dichos cambios producen una variación de volumen en el material, también podría ser a causa del fraguado insuficiente de la mampostería y de las resoluciones defectuosas en los encuentros entre dos elementos constructivos con propiedades diferentes, que en nuestro caso podría ser en la unión de una estructura de hormigón y una pared de ladrillo; conforme a lo anterior se podría clasificar a la lesión como una lesión mecánica, ya que este agotamiento que sufre el material implica la presencia de un esfuerzo mecánico sobre los elementos inspeccionados en los diferentes edificios que tal vez no había sido previsto o que resulta superior al que se había calculado y por ende es superior al que los elementos inspeccionados pueden soportar, ocasionando así roturas en los elementos de interés. Ver imágenes anexas.



Ilustración 3. Cuarto De Control Operadores del Edificio de trituración de carbón de UG3.0



Ilustración 4. Cuarto Gabinetes I&C del Edificio de Trituración de Carbón de UG3.0



Ilustración 5. Fachada de la Edificación de Caseta de Bomberos UG3.0 3 y UG3.2



Ilustración 6. Fachada del Edificio de Clorinación UG3.0

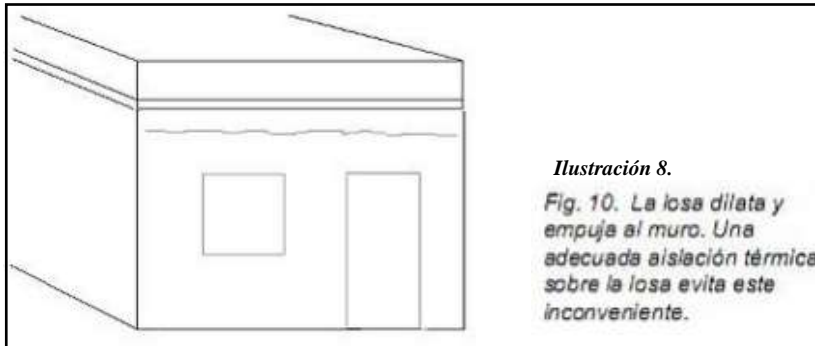
Nota: Fotografías de campo

- ***Fisura lineal horizontal debido a la excesiva dilatación:*** Fisura generada por la dilatación excesiva de la cubierta plana, puesto que el empuje que provoca la losa de la terraza (la cual puede tener un aislamiento térmico deficiente) por dilatación en días de altas temperaturas, supera la capacidad del muro y produce esta fisura horizontal en el encuentro entre la losa y el muro, clasificando así a estas Fisuras como lesiones debido a acciones mecánicas externas. Ver imágenes anexas.



Ilustración 7. Fachada del Edificio Báscula UG3.0

Nota: Fotografía de campo



Nota: Patología de la Construcción: Fisuras en Muros, Arquigrafico – Architecture, Engineering, Construcción, (2017), Arquigrafico (<https://arquigrafico.com/patologia-de-la-construccion-fisuras-en-muros/>)

- ***Fisuras a causa de Aberturas:*** Son Fisuras de tipo lineal que tiene un sentido predominante y que toman la forma de un ramal o la morfología de arañitas, lo cual podría ocurrir con el paso del tiempo debido a inesperados asentamientos del terreno que pueden provocar la aparición de dichas fisuras en las paredes, estas grietas o fisuras también se pueden producir porque la capacidad de dilatación del revoque y del sustrato al que está adherido son diferentes. Asimismo, en muros cargados heterogéneamente pueden existir fuertes concentraciones de carga, que pueden hacer aparecer fisuras en ciertas zonas del muro que cuentan con una abertura (perforaciones o vanos), debilitando al muro e imponiendo una redistribución de las cargas hacia los costados de la misma, ocasionando esfuerzos diferenciales que generan tracciones en el elemento, provocando así la manifestación de dichas fisuras. Un ejemplo de esto es la aparición de fisuras en la hilada de antepecho de una ventana. Ver imágenes anexas.



Ilustración 9. Fachada de la edificación Inter-lighting de UG3.0



Ilustración 10. Oficina del Edificio Báscula UG3.0



Ilustración 11. Cuarto de Control del Edificio de Estación de Pretratamiento de Agua



Ilustración 12. Cuarto de Gabinetes I&C del Edificio de Trituración de Carbón de UG3.0

Nota: Fotografías de campo

- ***Fisura de tipo escalonada de abertura o fisura en las juntas de mortero:*** Estas fisuras son un ejemplo de imperfección o debilitamiento, pero típicamente no comprometen la integridad estructural.

Las fisuras en los muros pueden ser el resultado de una tensión interna a consecuencia de la fatiga, expansión térmica, contracción de los elementos o bien por asentamientos diferenciales

de los cimientos ya que se debe considerar que siempre se produce un asentamiento del suelo luego de que se ejecuta la construcción, el cual no necesariamente es un asentamiento parejo; cuando los muros se contraen el agrietamiento o fisuramiento que resulta, forma diferentes patrones dependiendo en donde actúa el muro para aliviar la tensión que se le ejerce. Usualmente, esta contracción se manifiesta en cambios de material, cambios en la geometría (aperturas de ventanas y puertas) y adyacente a las esquinas. Un ejemplo de esto son las fisuras escalonadas las cuales viajan tanto horizontal como vertical o incluso de manera diagonal atravesando el ladrillo, esto debido a que se han producido movimientos que superan a la resistencia del muro; generando así fisuras por acciones mecánicas externas. Ver imágenes anexas.



Ilustración 13. Fachada del Edificio zona franca de UG3.0

Nota: Fotografía de campo

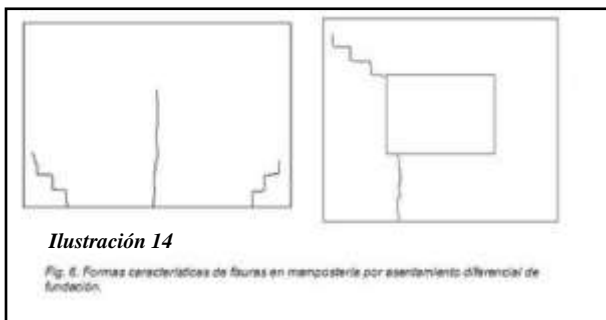


Ilustración 14

Fig. 6. Formas características de fisuras en mampostería por asentamiento diferencial de fundación.

Nota: Patología de la Construcción: Fisuras en Muros, Arquigrafico – Architecture, Engineering, Construcción, (2017), Arquigrafico (<https://arquigrafico.com/patologia-de-la-construccion-fisuras-en-muros/>)

- ***Fisuras inherentes al pañete:*** En términos generales son fisuras que aparecen de manera aleatoria y ramificada en el pañete de las edificaciones, las cuales son o podrían ser producidas por movimientos diferenciales entre la base y el revestimiento o entre las diversas capas de éste, por diferencias en sus coeficientes de dilatación térmica (es por esta razón que se podrían clasificar a estas fisuras como lesiones físicas o mecánicas). Las fisuras adoptan también, esta forma cuando la unión es desigual o con algunas zonas débiles, y por ende las tensiones y las fisuraciones se concentran en la zona donde se presenta la menor adherencia de la interfase muro-pañete. Ver imágenes anexas.



Ilustración 15. Oficina del Edificio Báscula UG3.0



Ilustración 16. Edificio de Viviendas Apartamento 202/sala UG3.2

Nota: Fotografías de campo

- ***Fisuras longitudinales:*** Estas pueden ser longitudinales y rectilíneas, aunque con algunas pequeñas sinuosidades y ramificaciones, como la que se evidencia en la losa de acceso a la edificación (ver imagen anexa). Estas fisuras se pueden presentar por deficiencias en el diseño estructural o por prácticas indebidas de procesos constructivos, tales como deficiencias en el proceso de corte de las losas de pavimento o piso, cambio de uso de la estructura, porcentaje de alargamiento del acero de refuerzo, esfuerzos excesivos de tracción y compresión al hormigón por la aplicación de cargas no contempladas en el diseño estructural y por el módulo elástico del concreto teórico tenido en cuenta en los procesos de diseño estructural.



Ilustración 17. Losa de Acceso a la Edificación de Transferencia de Carbón UG3.0

Nota: Fotografía de campo

- ***Fisuras tipo craquelado o cuarteado:*** Son grietas o fisuras similares a las que aparecen en la tierra reseca, como resultado de una fuerte retracción experimentada durante el fraguado del revoque (producida durante su endurecimiento debido al comportamiento de los materiales que lo constituyen). La causa principal de esta patología es la escasa humectación que se le proporcionó a la pared antes de ser revocada. Cabe resaltar que esta es una fisura de tipo no estructural.



Ilustración 18. Edificio de Recirculación de Aguas UG3.0



Ilustración 19. Edificio de Transferencia de Carbón UG3.2

- ***Fisuras o grietas por acciones del viento:*** Éstas grietas son una respuesta de la estructura para adaptarse a cambios que se producen fuera de la misma; es de esta forma y a raíz

de estos movimientos provocados por la acción del viento que se generan los movimientos estructurales entre los diferentes elementos constructivos, apareciendo así dichas grietas y fisuras que no siempre son peligrosas, ya que en ocasiones solo indican que la estructura se ha ido adaptando a los cambios a los que ha sido sometida por las cargas externas ejercidas sobre la misma. Las grietas y fisuras se producen cuando las cargas actuantes, en este caso horizontales, son mayores de lo que el muro puede resistir, bien sea por errores de dimensionado, de ejecución, o de que la carga no fue prevista al momento de ejecutar la obra.

Además, Siempre se produce un asentamiento del suelo luego de construida la obra, Si dichos asentamientos son parejos no generan grandes problemas, sin embargo, es cuando se producen asentamientos diferenciales que aparecen fisuras en la mampostería, es por esta razón que al analizar el origen de las grietas y fisuras se deben evaluar todos los posibles factores actuantes sobre la estructura que puedan estar favoreciendo la aparición de estas patologías.



Ilustración 20. Garita #2 (Tanques de enfriamiento)



Ilustración 21. Grieta con aproximadamente 3 mm de espesor



Ilustración 22. Vista exterior de grieta con aproximadamente 3 mm de espesor



Ilustración 23. Canal tipo V construido en la base de la Garita # 2 (Tanques de enfriamiento)

Andén construido en la base de la Garita # 2 (Tanques de enfriamiento)

Nota: Fotografías de campo

A fin de profundizar específicamente sobre la grieta mostrada en las fotografías anteriores, se puede concluir que en ella ocurren una serie de movimientos provocados por un conjunto de acciones externas e internas que al combinarse producen este tipo de grietas. Si Observamos detenidamente las fotografías podemos evidenciar que son generadas por la acción del viento, puesto que al ser una estructura elevada y al poder moverse con cierto efecto tipo péndulo, se producen cargas actuantes mayores de lo que el muro de la garita puede resistir, provocando movimientos estructurales entre los diferentes elementos constructivos (lesiones físicas), a lo que si le sumamos unos asentamientos instantáneos (muy probablemente asentamientos diferenciales) producidos por la ejecución de dos diferentes obras, los cuales afectan la estructura de interés

produciendo lesiones mecánicas, ya que fueron ejecutados alrededor de la base de la estructura que se está analizando (ya que según la información proporcionada fueron ejecutadas tiempo después), además se debe tener en cuenta que las grietas se generaron en una abertura, brindándonos una grieta de tipo escalonada puesto que en esta abertura (vano de ventana) hay un debilitamiento al muro, porque al tener este vano se impone una redistribución de las cargas hacia los costados de la misma, ocasionando esfuerzos diferenciales que generan tracciones en el elemento provocando la separación de los elementos y de esta manera dándole paso a las grietas en cuestión.

Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas:

Reparación de fisuras y grietas

- ***Reparación de grietas o fisuras pequeñas en muros:*** En este ítem nos concentraremos en fisuras superficiales y que no hayan causado ningún daño estructural. Se puede llevar a cabo la reparación de las mismas siguiendo estos pasos:

1. Identificar el área afectada o área a intervenir
2. Realizar la limpieza del área a intervenir y retirar las capas de pintura que se encuentran levantadas, infladas, y/o descascaradas, si es el caso.
3. Cubrir la totalidad de la fisura con estuco.
4. Lijar el estuco para refinar o darle mejor acabado la superficie intervenida. Esto una vez se haya secado el estuco.
5. Pintar la reparación para igualar su color con el de la pintura que se encuentra aplicada en el muro.

- ***Reparación de grietas o fisuras medianas en muros:*** En este apartado nos concentraremos en fisuras por aberturas, inherentes al pañete, por retracción entre los diferentes elementos constructivos y que no afecten estructuralmente a la edificación. El tratamiento a llevar a cabo para la reparación de las mismas puede ser el siguiente:

1. Identificar el área afectada o área a intervenir

2. Realizar la limpieza del área a intervenir y retirar las capas de pintura que se encuentran levantadas, infladas, y/o descascaradas, si es el caso.

3. Cortar el pañete en forma de V, en las áreas con afectación (fisuras y grietas) debidas al soporte (fisuras por aberturas), o inherentes al pañete, y en forma de canal, por retracción entre los diferentes elementos constructivos, u ocasionadas por cambio de material (Concreto/Ladrillo). La profundidad del corte dependerá de los espesores del pañete existente en el muro intervenido.

4. Retirar y escarificar el pañete existente, en caso de encontrar afectación en este (Pañete hueco) para mejorar adherencia entre los morteros.

5. Aplicar SikaLatex (o cualquier otro producto de características similares y que cumplan el propósito de la actividad según las especificaciones del producto) en el área a intervenir para garantizar adherencia entre los morteros.

6. Aplicar mortero para pañete 1:4 con Sika 1 (o cualquier otro producto de características similares y que cumpla el propósito de la actividad según las especificaciones del producto). La aplicación de la mezcla se debe realizar hasta rellenar el recubrimiento que se retiró, y posteriormente aplicar un poco más de mezcla para emparejar la reparación.

7. Moldear en forma curva y estética para hacer la junta constructiva, en caso de hacer reparaciones de fisuras por retracción por cambio de material (Concreto/Ladrillo) o por retracción de los diferentes elementos constructivos después de aplicar el mortero.

8. Aplicar estuco y lijar (una vez seco) para refinar la superficie, posteriormente pintar la reparación para igualar su color con el de la pintura que se encuentra aplicada en el muro.

- ***Reparación de grieta longitudinal: En acceso de Transferencia de Carbón***

Según el tipo de lesión expuesta, el tratamiento a llevar a cabo para la reparación de la mismas puede ser el siguiente:

1. Demarcar del área a reparar

2. Se debe tallar la fisura con un cincel de punta fina o clavo para aumentar sus dimensiones en ancho y profundidad, para así permitir el ingreso del sellante, y del mismo modo removiendo el concreto deteriorado.

3. Limpiar la superficie / Humedecer (saturar la superficie con agua, evitando empozamientos)

4. Se procede a la reparación de la fisura aplicando un puente de adherencia/SikaLátex (o cualquier otro producto de características similares y que cumplan el propósito de la actividad según las especificaciones del producto)

5. Cuando la fisura es de 1 mm o menos de ancho, se debe tapar con un estuco flexible, el cual es recomendado para fisuras leves.

6. Cuando la fisura es mayor a 1 mm de ancho, se debe tapar con reparadores estructurales flexibles (Sika Repair-220) de mayor penetración, los cuales son los recomendados para fisuras más críticas.

7. Aplicar y dar acabado con llana al mortero de reparación/ Sika Repair-220.

- ***Reparación de grietas mayores sin daño estructural:*** A continuación, se presentan dos posibles soluciones a la lesión.

Caso 1: Aplicar la técnica de reparar paredes agrietadas mediante el cosido con grapas metálicas en la hoja exterior del cerramiento. De esta manera la grieta quedará estabilizada. Una grieta estabilizada es una grieta muerta que ya no avanza.

Nota 1: Cuando nos referimos a grietas se recomienda que un arquitecto o ingeniero civil con cierto grado de conocimiento en patologías evalúe si existe un riesgo de falla estructural.

1. Picado de las piezas de bloques que la grieta ha roto o separado: Lo primero que haremos será demoler y extraer parte de las piezas del bloque cara-vista que se han fracturado, para ello se debe picar los bloques, pero sin alcanzar el espesor total de la pieza (bloque abujardado). Se recomienda llegar con picar hasta la mitad del espesor del bloque, pero esto siempre dependerá del espesor que tenga la pieza.

2. Realizar perforaciones para colocar las grapas metálicas: Realizar orificios con un taladro a cada lado de la grieta en cada hilada de bloque, dichos orificios son los que alojarán posteriormente a las grapas metálicas.



Nota: Rehabilitar fachadas exteriores de ladrillo visto [causas y solución], Aparejador Manuj, (2021), Reforma Coruña (<https://reformacoruna.com/rehabilitar-fachada-ladrillo-visto/>)

Ilustración 25. Garita # 2 (Tanques de enfriamiento)

Nota: Fotografía de campo

3. Llenar los huecos con un anclaje químico: Una vez realizados todos los orificios, se procede a limpiar el polvo y a llenarlos con el anclaje químico de preferencia, que es un adhesivo químico para anclajes que se inyecta con pistola ya sea manuela o con baterías.

4. Introducción de las grapas de acero inoxidable en las perforaciones: Posteriormente se deben colocar las grapas metálicas en los orificios donde hemos aplicado el anclaje químico (Hilti). Las grapas deben quedar fijadas en sentido transversal a la grieta que se está reparando.



Nota: Rehabilitar fachadas exteriores de ladrillo visto [causas y solución], Aparejador Manuj, (2021), Reforma Coruña (<https://reformacoruna.com/rehabilitar-fachada-ladrillo-visto/>)

Ilustración 27. Garita # 2 (Tanques de enfriamiento)

Nota: Fotografía de campo

Para concluir con la reparación ocultamos el grapado de la grieta mediante la aplicación de mortero con su respectiva emulsión acrílica, que mejore la adherencia, la resistencia química y disminuya la permeabilidad del mortero aplicado dándole un mejor agarre a la superficie del bloque, el cual se deberá esculpir de tal manera que se asemeje al acabado del bloque abujardado (abusardado) existente, para que así no se percibirá la reparación ejecutada.

Nota 2: Las grapas metálicas deben cumplir ciertas características, la primera es que deben ser corrugadas para mejorar su adherencia al soporte y la segunda es que deben ser de acero inoxidable o galvanizadas para evitar su oxidación.

Caso 2. Primeramente, se debe comprobar si la grieta está aumentando o si por el contrario ya se ha estabilizado. Esto se puede determinar instalando unos testigos de yeso, un fisurómetro o cualquier otro instrumento que mida con precisión la separación de la lesión.

Una vez se halla verificado que la grieta de ha estabilizado procedemos y que no existe riesgo, se sugieren estos pasos para su reparación:

Nota 3: Tener siempre presente la Nota 1.

1. Identificar el área afectada o área a intervenir
2. Realizar la limpieza del área a intervenir.
3. Demoler los tabiques o bloques de castillo a castillo, cuidando de no lastimar los castillos. La demolición se puede hacer manualmente o con alguna herramienta especializada.
4. Limpiar el área para colocar nuevos tabiques o bloques.
5. Hacer la mezcla (mortero) para pegar tabiques o bloques.
6. Colocar el mortero y la primera fila de tabiques o bloques con la ayuda de un hilo que nos asegure una línea recta de castillo a castillo.
7. Colocar las demás filas de tabiques o bloques requeridas para la reparación, rectificando verticalidad cada que se termine una fila. Cada que se empiece una fila habrá que subir el hilo. Si se emplean bloques huecos, se debe colocar una escalerilla cada 3 hiladas o a las indicadas por el ingeniero o arquitecto encargado de la reparación.
8. Dar el acabado deseado, con mezcla de cemento y estuco si se requiere, esto en el caso de que el muro se encuentre revocado, de lo contrario omitir este paso y el siguiente.

9. Pintar la reparación para igualar su color con el de la pintura que se encuentra aplicada en el muro.

Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Socavación y Humedades

- **Socavación:** Erosión presente en la unión del andén con el muro, la cual tiene presencia de verdín y es considerada una lesión física de la edificación. Además, evidencia humedad en la zona afectada, reflejando así que el agua podría ser la causa principal de la patología, puesto que uno de las razones por las que este proceso se origina es gracias a la presencia de aguas pluviales. Ver imágenes anexas a continuación.

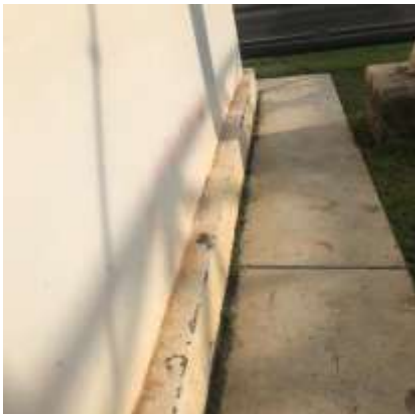


Ilustración 28. Andén de la Edificación de Transferencia de Carbón UG3.0



Ilustración 29. Andén de la Edificación Estación Pretratamiento de Aguas UG 3.0

Nota: Fotografías de campo

- **Humedades:**
A continuación, se presentan imágenes de humedad por filtración de agua en cubierta y humedad localizada en vano de pared. Esta es una de las patologías más comunes en la edificación y se considera una de las más importantes ya que, afecta directamente a los niveles de salubridad y habitabilidad de la edificación.

La humedad presente en la losa de cubierta puede ser a causa de un agrietamiento o una incorrecta impermeabilización de la misma, que permite la filtración de las aguas pluviales, mientras que la humedad en las ventanas puede hacerse presentes debido al empozamiento de las

aguas pluviales, ya que no cuenta con una pendiente adecuada para evitar o prevenir dicha situación.



Ilustración 30. Techo Cuarto de Operadores Edificio De Trituración De Carbón UG3.0



Ilustración 31. Casino de la Planta Gecelca 3

Nota: Fotografías de campo

- Finalmente, el Código Modelo "MC-90", en el primer apartado correspondiente al Estado Límite de Fisuración, apunta lo siguiente: "La aparición de fisuras en sí no comporta una merma en las condiciones de uso o en la durabilidad. En las estructuras de hormigón armado, la fisuración puede resultar inevitable debido a la presencia de esfuerzos de tracción, flexión, cortante o torsión (producidos tanto por la acción de las cargas, como por deformaciones impuestas o coartadas), sin que ello signifique necesariamente una pérdida de la aptitud de uso o de la durabilidad", añadiendo que tal circunstancia se dará siempre que la abertura característica de fisura no supere un cierto valor límite.

Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas:

Reparación de socavación y grietas o fisuras en losas de cubierta

- **Socavación:** Reparación Pañete en unión de las paredes de fachada con el andén.
 1. Identificar el área afectada/ Limpiar

2. En caso de encontrar afectación en el pañete (Pañete hueco) se deberá retirar y escarificar para mejorar adherencia entre los morteros

3. Después de tener el área afectada lista, iniciamos la reparación aplicando SikaLatex para garantizar adherencia entre los morteros

4. Después de tener el área afectada lista, se iniciará la reparación aplicando el mortero para pañete 1:4 con Sika 1

5. Moldear en forma de media luna para que el agua no se quede estancada y de una manera estética para brindar un mejor acabado a la reparación realizada.

• **Cubiertas:** Para la reparación de esta utilizaremos la impermeabilización mediante el manto asfáltico y siguiendo los pasos que a continuación se recomiendan:

1. Identificar el área afectada/ Limpiar la superficie dejándola libre de polvo y de grasa

2. Sellar la grieta o fisura que este facilitando el ingreso del agua y corregir posibles defectos de la losa tales como, hundimientos o bultos

3. Imprimir la superficie, es decir, sellar la superficie a impermeabilizar utilizando una emulsión asfáltica Tener una pendiente mínima de 2%

4. Sellar puntos críticos: Tratar juntas frías como tubos de pvc con concreto, pasos eléctricos, unión losas paredes, soport4e de aires acondicionados entre otros. Esto se puede realizar mediante la polibrea.

5. Alinear el manto, en otras palabras, desenrollar, alinear y volver a enrollar el manto asfáltico.

6. Instalar el manto mediante el sopleteo a una distancia de 20 o 30 centímetros, hasta que la película antiadherente se funda dejando el asfalto expuesto.

7. Sellar correctamente los traslapos entre los tramos del manto, se recomienda realizar traslapos entre 8 a 10 centímetros.

8. Revisar o inspeccionar que toda la cubierta este completamente sellada.

Lesiones, causas y Mantenimiento de las edificaciones: Corrosión y Eflorescencias

Este tipo de patologías se consideran como lesiones químicas que se producen por la presencia de elementos químicos tales como sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando

descomposiciones que afectan a la integridad del material, reduciendo su durabilidad o por la presencia de organismos vivos (insectos xilófagos, mohos, hongos) que alteran la estructura química y/o física del material.

Corrosión en las estructuras de acero de la empresa Gecelca 3

Primeramente, se debe conocer que es el acero, este es una aleación de hierro y carbono, en un porcentaje de este último elemento que varía entre el 0,008% y 2.11% en masa de su composición, aunque a veces se agregan otros componentes para darle otras características.

Una vez definido esto podemos iniciar a explicar la corrosión del mismo: La corrosión es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el deterioro de sus propiedades tanto físicas como químicas, la corrosión se puede clasificar según su medio y su forma.

Tipos de Corrosión, Características y su Causa

Tipos de corrosión

- ***Según su medio:***
 - **Química:** Es la reacción producida por la acción del medio ambiente, es decir, por agentes externos como el agua, ambientes salinos, gases industriales y la alta temperatura, siendo este el factor que más influye en la corrosión por oxidación ya que incrementa la velocidad del deterioro del material.
 - **Electroquímica:** Debido a que en un mismo metal hay área de diferente potencial eléctrico la corrosión no se da de manera uniforme sobre la superficie del hierro, sino que queda localizada en determinadas zonas de las que fluye una corriente eléctrica hacia zonas protegidas, al darse corrientes eléctricas entre dos zonas del material con diferentes potenciales. Este tipo de corrosión es la más peligrosa; por lo que si se presume tener este tipo de corrosión se sugiere consultar con un especialista en el tema, para que este indique los pasos a seguir con la estructura.
- ***Según su forma:***

- **Corrosión uniforme:** La corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre la superficie del metal.
- **Corrosión localizada:** Se produce en algunos sectores del metal, es la más peligrosa.
- **Corrosión intergranular:** Se produce en los límites del metal, ocasiona pérdidas de resistencia del material, común en aceros inoxidable.
- **Corrosión por picadura:** Se producen en hoyos o agujeros por agentes químicos, se puede encontrar en la superficie del metal y se presenta como túneles pequeños y a escala microscópica.
- **Corrosión por esfuerzo:** Producida por los esfuerzos externos a la que se es sometido el material. También puede ser causado por esfuerzos internos, producidos por remaches y pernos.
- **Corrosión por fatiga:** Pérdida de la capacidad del metal para resistir los esfuerzos, rompe la película de óxido produciendo una mayor exposición.
- **Corrosión por fricción:** Se produce por el roce entre dos metales produciendo así un daño material de los metales. El calor de la fricción elimina el óxido, produciendo así un desgaste del material.
- **Corrosión selectiva:** Proceso donde es eliminado un elemento debido a una interacción química (ejemplo más conocido: Desincificación)
- **Corrosión bajo tensión:** Ocurre cuando el metal es sometido a la acción de tensiones, aparece como fisuras.
- **Corrosión-erosión:** Causada por un tipo de corrosión y abrasión, causada generalmente por líquidos y gases.
- **Corrosión atmosférica:** Producida por una acción agresiva por el ambiente sobre los metales (efecto simultáneo del aire y el agua).
- **Corrosión galvánica:** ocurre cuando metales diferentes entran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la aparición del metal como ánodo (donde se produce la disolución del metal “corrosión”) y otro como cátodo (donde el metal permanece inmune), a mayor diferencia de potencial el material con más activo será el ánodo.

Características

- **Coloración:** La herrumbre presenta varias coloraciones que van desde el rojo intenso hasta el café rojizo. Inicialmente la herrumbre es un fino granulado, pero a medida que transcurre el tiempo se convierte en pequeñas escamas.

- **Exfoliaciones:** La exfoliación que se produce en algunos materiales son de forma subsuperficial, que comienza sobre una superficie limpia, pero se esparce debajo de ella provocando la disminución de la sección afectada.

- **Disminución de resistencia:** Ocurre cuando la fuerza que se opone a la oxidación de un material o a su reducción por cualquier agente químico cede. Es por esta razón que las aleaciones con baja resistencia a la corrosión se acostumbran a recubrir con polímeros altamente sellados para así protegerlas.

- **Aumento de tensiones**

- **Roturas revestimientos-fábricas**

- **Roturas material**

Causa u Origen

Los factores que intervienen en la corrosión del acero son:

- **Aire y humedad:** causantes de la oxidación y posterior corrosión del acero debido a la presencia de ácidos diluidos y soluciones salinas que aumentan la velocidad de oxidación según el nivel de exposición.

- **Compuestos sulfurados de los humos procedentes de la combustión:** intensifican la oxidación.

- **Deshechos animales:** se considera un tipo especial de ataque químico que puede llegar a ser muy severo.
- **Algunos materiales, como el mortero de cal tierno y el mortero de yeso atacan vivamente al hierro.**
- **Por la diferencia de potencial en áreas de un mismo metal:** Debido a la capa de óxido remanente propia del proceso de laminación del acero o por las diferencias en el oxígeno disuelto en el agua u otro electrolito.

Eflorescencias en fachada

En esta ocasión vamos a tratar una patología que podemos observar en muchas ocasiones en las fachadas de ladrillo a vista de los edificios de la planta. Aunque generalmente tan sólo se trata de un defecto estético sin mayores consecuencias. Las eflorescencias son depósitos de sales cristalizadas que se posan en la superficie de los ladrillos en forma de manchas de aspecto irregular que aparecen en superficies que han sufrido humedad, generalmente blanquecinas. Cuando la superficie del ladrillo se seca y el agua se evapora se da la cristalización de algunas sales solubles que se encuentran en el agua y así aparecen las eflorescencias.

Los principales causantes de este problema son las precipitaciones y la humedad, es por ello, que para prevenir y tratar las manchas de eflorescencia será fundamental proteger las superficies frente a estos factores. Los principales factores que intervienen en la aparición de las eflorescencias en un muro fabricado de ladrillo son:

- ***Las condiciones ambientales:*** Estas eflorescencias se presenta cuando las fachadas en ladrillos a la vista se encuentran a una temperatura relativamente baja, puesto que, hay una mayor presencia de humedad y sales en suspensión debido a la dificultad de evaporación que se presenta, también se presentan cuando los ladrillos están sometidos al viento y al sol ya que están expuestos a una rápida evaporación lo que permite que las sales queden alojadas en las fachadas produciendo así las eflorescencias superficiales de sales blanquecinas.

De igual forma, la polución atmosférica presente en zonas contaminadas por industrias, calefacciones, etc., debido a la presencia de anhídrido sulfuroso procedente de la combustión al

contacto con el agua de lluvia puede transformarse en ácido sulfúrico que reacciona con los componentes del mortero o el ladrillo formando eflorescencias.

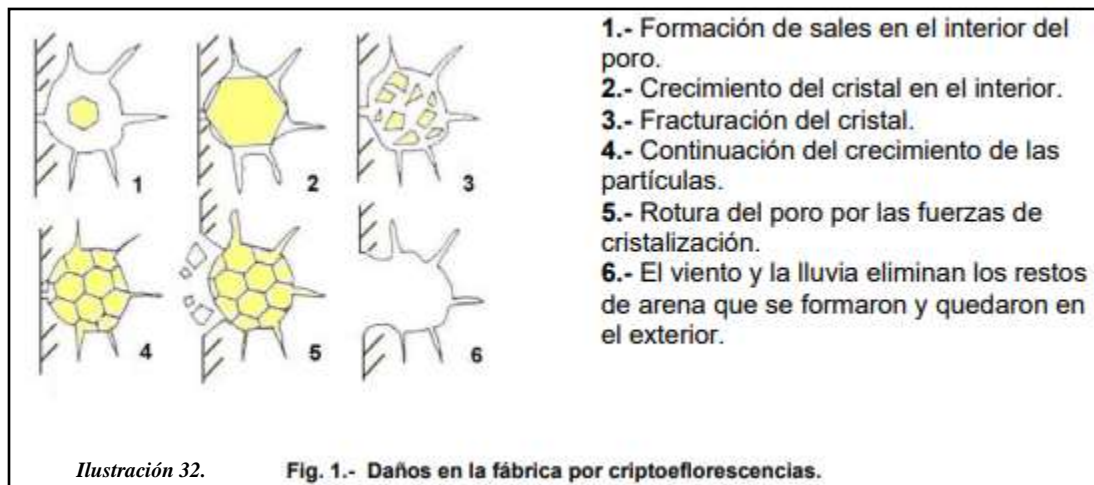
- ***La geometría de los poros:*** Según la estructura de éstos se formarán los depósitos de sales, bien sea en el interior o en la superficie de los ladrillos afectados, además, si a su geometría le sumamos un alto índice de porosidad, mayor será la succión capilar que los mismos presentarán, provocando así una considerable afectación.

- ***El contenido de sales solubles en los ladrillos y morteros o en el terreno:*** El volumen de sales presente en estos materiales es un factor determinante cuando de eflorescencias hablamos debido a que a mayor contenido de sales, mayor será la migración o transporte de las mismas, no obstante las eflorescencias provocadas por contaminación exterior (por estar en contacto con sales solubles procedentes de suelos salinos, productos industriales, terrenos con escombros, cenizas, escorias u otros residuos) suelen ser las más graves y persistentes, por lo cual son de cuidado.

- ***La presencia de agua:*** Bien sea en forma de precipitación, de capilaridad o de obra, debido a que este es el medio en el que se van a transportar las sales generadoras de eflorescencias.

A continuación, diferenciaremos las eflorescencias, que son depósitos superficiales, de las criptoeflorescencias, que son depósitos interiores en los poros del material, y los cuales son más peligrosas que, puesto que, al aumentar de volumen en el interior del material, crean fuertes tensiones que hacen que el poro se abra y entre agua, hielo, etc. que, aunque lentamente, podría llegar a destruir el material.

Seguidamente se presentará una imagen que dejara un poco más claro lo que es una criptoeflorescencia:



Nota: Ficha de patología 43: Eflorescencias en Fachada, ASEFA, S.A, (2011), asefa (<https://www.asefa.es/comunicacion/patologias/311-43-eflorescencias-en-fachadas>)

Tipos de Lesiones y Causa de las lesiones (Eflorescencias)

Estos depósitos se forman por la migración de las sales solubles, presentes en el interior del ladrillo, a través de los poros del material, y su acumulación en la superficie o en los poros inmediatos, cuando se evapora el agua existente.

- **Eflorescencias Tipo I:** Son depósitos superficiales de sales blanquecinas muy solubles en agua, que aparecen en forma de velo y situadas en el centro o los bordes del ladrillo, aunque también cubre la junta de mortero. Suelen aparecer en la cuarta parte superior de los edificios, en la base del muro y en los antepechos de las ventanas. Son muy abundantes. Se manifiestan en primavera cuando el viento y el sol secan la fábrica tras el período húmedo del invierno.

Este tipo se da por la reacción química producida entre el ladrillo y el mortero

- **Eflorescencias Tipo II (criptoflorescencias o subeflorescencias):** Las piezas presentan desconchados importantes o se desprenden con facilidad capas del ladrillo de unos milímetros. Suelen darse en zonas húmedas o marítimas, son poco frecuentes. Se dan por que el

agua circula muy lentamente por la red capilar, mientras que la evaporación es muy brusca, las sales se cristalizan en el interior del ladrillo y debido al aumento de volumen al pasar de estado anhidro (sin agua) a hidratado se desconcha la parte exterior.

- ***Eflorescencias Tipo III (exudaciones):*** Son depósitos blancos en superficie en forma de regueros, son poco solubles en agua y en presencia de ácido clorhídrico son efervescentes. Son difíciles de eliminar. Dicho tipo se presenta cuando el cemento sufre el proceso de hidratación, puesto que libera cal que es arrastrada por el agua de lluvia, discurriendo por la fachada, cuando se evapora ésta (el agua lluvia); la cal posteriormente se transforma en carbonato cálcico, en presencia del anhídrido carbónico del aire.

- ***Eflorescencias Tipo IV:*** Son regueros de color pardo sobre los ladrillos y las juntas de mortero. Son poco frecuentes y suelen aparecer en ladrillos fuertemente cocidos. Se manifiestan cuando ciertos tipos de ladrillos de fabricación reciente se exponen a la lluvia, exudan sulfatos de hierro que reaccionan a hidróxidos férricos en contacto con el aire y a óxidos de un color pardo rojizo, no solubles en el agua.

- ***Eflorescencias Tipo V:*** Las manchas son de color amarillo verdoso, son muy raras y se forman por las sales de vanadio que proceden de ciertas arcillas.

- ***Eflorescencias Tipo VI:*** En este caso las manchas, marrones oscuras o negras, aparecen sobre los ladrillos (normalmente los marrones pigmentados) y las juntas. Se distinguen de las del tipo IV por el color del ladrillo, al estar pigmentados con bióxido de manganeso.

Se generan cuando el bióxido de manganeso que da el color a los ladrillos pardos reacciona con los sulfatos presentes en el mismo y forma sulfato de manganeso soluble, que tras diversas reacciones forma óxido de manganeso.

Plan de acción para el mantenimiento y restauración de las patologías presentadas:

Reparación de daños

Reparación para la Corrosión

Las reparaciones por oxidación o corrosión se realizarán mediante la sustitución de elementos que han tenido pérdidas en el área de su sección, mediante reemplazo de remaches y pernos, en su caso, o eliminación de las zonas deterioradas del recubrimiento mediante la preparación de la base y una adecuada ejecución del recubrimiento; de esta forma se evitará el contacto de las estructuras de acero con el oxígeno y la humedad, y la entrada de agua al interior del elemento.

Reparación de Eflorescencias

Según el tipo de eflorescencia que se presente, el tratamiento a llevar a cabo para la eliminación de las mismas puede ser:

- **Tipo I:** Este tipo de eflorescencia desaparece tras varios ciclos de humectación-secado, pero para que desaparezcan de una forma rápida, se puede repetir el proceso de cepillar la fachada con un cepillo duro que no sea metálico y posteriormente arrastrar con agua limpia los restos, en caso de que persista, se mojaría abundantemente la fachada, se aplicaría agua con disolución de ácido clorhídrico al 10% y posteriormente se lavaría.

- **Tipo II.** En este caso, se produce una circulación lenta del agua por la red capilar y una fuerte evaporación, produciéndose un aumento de la presión que provoca los desconchados. Para evitar su aparición se ha de realizar un regado intenso y de forma repetida durante épocas de donde la evaporación es muy brusca.

- **Tipo III (exudaciones):** Este tipo de manchas no se eliminan definitivamente con facilidad. Si existen depósitos abundantes se han de cepillar o raspar, se empapan de agua y se aplica una disolución de ácido clorhídrico, tras la cual se enjuaga de forma abundante. La aplicación repetida o disoluciones muy concentradas es perjudicial para el material.

- **Tipo IV:** Para su eliminación se aplica sobre las manchas una pasta formada por citrato sódico, agua tibia, glicerina y creta, se deberá enjuagar con abundante agua limpia al final de cada aplicación, ya que se puede repetir el proceso hasta su eliminación total.

- **Tipo V:** Se aplica una solución de sosa cáustica (Na(OH)) de 350 g/l, dejándola actuar durante 2-3 días y se lava abundantemente con agua limpia.

- **Tipo VI:** Se moja con agua la zona que presenta manchas, en caso de ser éstas intensas se aplica una solución de ácido acético, agua oxigenada y agua, y en el caso de manchas leves, se diluye 2-3 veces la anterior solución, se aplica y se lava de forma abundante con sosa cáustica (soda cáustica).

5 Conclusiones

De acuerdo al desarrollo de este manual pudimos obtener procedimientos adecuados a partir de la inspección física y diagnóstico de las edificaciones afectadas, logrando ejecutar de una manera oportuna las actividades para la rehabilitación de algunas edificaciones presentes en la plata, dándole prioridad a las misma a discreción del jefe a cargo de estos mantenimiento, debido a que la intervención en las patologías evidenciadas, podrían limitar las labores desarrolladas en la edificaciones intervenidas en la planta de Gecelca 3.

Tras el análisis, de las diversas fuentes de información relacionadas con las patologías en las edificaciones, la exhaustiva examinación de las inspecciones ya realizadas en algunas edificaciones de la planta Gecelca 3 y realización de nuevas inspecciones, podemos decir que las patologías presentes en nuestra zona de estudio son patologías que no compromete estructuralmente las edificaciones, es decir, que producen un efecto netamente estético es las estructuras analizadas.

Ahora que hemos visto lo anterior, no se debe pensar que por ser afectaciones que no lastiman estructuralmente a la edificación, no son lesiones de cuidado, por el contrario, se deben tratar de una manera adecuada para que no se conviertan a futuro en un riesgo para las edificaciones.

Referencias

- ADIPAN. (2013). *Ficha técnica: Polibrea*. <https://bit.ly/3rwLHWU>
- Aparejador Manuj. (2021). *Rehabilitar fachadas exteriores de ladrillo visto [causas y solución]*. <https://reformacoruna.com/rehabilitar-fachada-ladrillo-visto/>
- Arquigrafico – Architecture, Engineering, Construcción. (2016). *Patología de la Construcción: Fisuras en Muros*. <https://arquigrafico.com/patologia-de-la-construccion-fisuras-en-muros/>
- ASEFA. (2011). *Ficha de patología 43: Eflorescencias en Fachada*. <https://www.asefa.es/comunicacion/patologias/311-43-eflorescencias-en-fachadas>
- ASEFA. (2011). *Ficha de patología 24: Corrosión en las estructuras de acero*. <https://www.asefa.es/repositorio/paginas/pdf/patologia24.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10]. TÍTULO D - MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL*. <https://bit.ly/3SyzDjP>
- Basset, S.L. (s.f). *Proceso patológico de la estructura: lesiones, síntomas y causas*. Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Clarín. (2016). Soluciones para la obra - Para resolver problemas en los revoques: Cómo detectar las causas de las fallas en los enlucidos de las paredes y consejos para solucionar los desperfectos y evitar que se vuelvan a repetir. En el *Clarín*. <https://bit.ly/3edxFXi>
- ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN. (s.f). *CONCEPTOS GENERALES Y FUNDAMENTOS: CAUSAS DE ALTERACIÓN DE LA DURABILIDAD DE LOS MATERIALES* (pp. 81–189). <https://bit.ly/3EkU6UU>
- Hernández, E., Gil, L. M. (2007). HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO –CONCRETO REFORZADO Y PREENFORZADO. *EL HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN*, (pp. 16-18). Grupo de Investigación TEP-190 Ingeniería e infraestructuras.
- Industriapedia. (s.f). *¿Qué es la corrosión de latón?: Industriapedia explica la corrosión del latón*. <https://industriapedia.com/que-es-la-corrosion-de-laton/>
- Keobra. (2019). *Guía paso a paso: Repara las grietas de un muro*. <https://keobra.com/guia-paso-a-paso-como-reparar-una-grieta-en-un-muro>
- Lopez, F., Rodriguez, V., Santa, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *MANUAL DE PATOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN - Tomo 1-El lenguaje de las grietas / Patología y recalces de las cimentaciones*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid
- MAVEGSA. (2019). *Cómo Instalar un Manto Asfáltico Paso a Paso*. <https://mavegsa.com/como-instalar-un-manto-asfaltico-paso-a-paso/>

OSORIO, J.D. (s.f). *¿QUÉ HACER CUANDO SE PRESENTA FISURAS EN EL CONCRETO?*.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/que-hacer-cuando-se-presentan-fisuras-en-el-concreto>

Pardo, M. (s.f). *¿Qué es el hormigón armado?*. <https://marcelopardo.com/que-es-el-hormigon-armado/>

Real Academia Española [RAE]. (2021). *Causa*. <https://dle.rae.es/causa>

Recuperado de <https://www.hispalyt.es/cd%20rom%20Colocacion/html/unidad11/medio11.htm>

SIRVENT, C. I. (2001). El lenguaje de las fisuras. *BIA: Aparejadores de Madrid*, N° 214, 4(6), 99–114. <https://bit.ly/3RELBam>

S&P. (2019). *Patologías en edificaciones: cuáles son las más frecuentes y cómo se originan*.
<https://bit.ly/3ElcQUd>

William C. Bracken. (s.f). *Fisuras en los Muros de Bloque de Concreto*. J.S. Held.
<https://bit.ly/3Eige2b>