

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES
PRESENTES EN EL HOSPITAL DR. JESUS ANGULO RIVAS
DE LA CIUDAD DE ANACO ESTADO, ANZOATEGUI.**

Autores:

Polanco H, Mariana V.

Marcano C, Hugo R.

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito para optar al Título de:**

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Diciembre del 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS ESTRUCTURALES
PRESENTES EN EL HOSPITAL DR. JESUS ANGULO RIVAS
DE LA CIUDAD DE ANACO, ESTADO ANZOATEGUI.**

Tutor:

**Ing. Daniel Cabrera
Tutor Académico**

Cantaura, Diciembre del 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS ESTRUCTURALES
PRESENTES EN EL HOSPITAL DR. JESUS ANGULO RIVAS DE LA
CIUDAD DE ANACO, ESTADO ANZOATEGUI.**

El jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

Aprobado

Ing. Jesús Álvarez
Jurado Principal

Ing. Carlos Cermeño
Jurado Principal

Ing. Daniel Cabrera
Tutor Académico

Cantaura, Diciembre del 2019

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”



DEDICATORIA

Este trabajo de grado y toda mi trayectoria universitaria va dedicado especialmente:

A mi Dios, por darme salud, protegerme y guiarme por el camino del bien, por darme toda la fortaleza necesaria para no rendirme en este largo camino y lograr una de mis primeras metas, por darme fuerzas en esos momentos en que se me hacía difícil avanzar en este proyecto.

A los dos seres que me dieron la vida, a mis padres, Berkis Hernández y Simón Polanco, por darme todo su apoyo, protección y ánimos para avanzar durante todo este proceso, por soportarme en los momentos en que me frustraba y mis ánimos decaían, siempre estuvieron ahí para darme toda su fuerza y apoyo. LOS AMO. ESTO ES PARA USTEDES. GRACIAS A USTEDES TODO ESTO FUE POSIBLE.

A mis hermanas, Mariannys y Mariam por su apoyo incondicional en todo momento, a pesar de todos los tropiezos permanecemos unidas.

A mis amigos que permanecieron a mi lado ayudándome a pesar de los obstáculos, distancias, problemas y siguen demostrándome que la amistad es un lazo que se cultiva y no se rompe fácilmente.

A mi familia, gracias a todos por su cariño incondicional y por creer en mí, se les quiere.

Polanco, H. Mariana V.

Dedico este logro a mis Padres que siempre estuvieron conmigo y creyeron mí y pusieron su fe en mí, siendo mi soporte para continuar siempre hacia adelante a pesar de los tropiezos. A Dios por ayudarme e iluminar mi camino y acompañarme en cada prueba difícil y ayudar a salir victorioso, y cuando hubo tropiezos enseñarme de los errores.

A esos profesores que a pesar de las equivocaciones se tomaron un momento a pesar de su cansancio, explicar todo una vez más, decirnos que nosotros podríamos llegar hasta el final.

Se la dedico a mi abuela que siempre estuvo pendiente de mí, y celebro junto a mi cada semestre que fui avanzando, y a mi abuelo que en paz descansa por ser esa luz e inspiración.

A mi hermana por enseñarme lo valioso de estudiar en la casa más alta y a mis amigos, que a pesar de que no estamos finalizando este camino a la par, siempre creímos el uno en el otro y cuando ya alguno no podía continuar estábamos allí limpiando nuestras rodillas rotas, y ayudándonos cuando alguno no entendía, nos dedicamos a explicarnos y enseñarnos mutuamente para que todos pudiéramos aprobar,

Macano, C. Hugo R.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por siempre guiarme por el buen camino, darme vida y salud, y permitir que todo esto fuera posible

A mis padres Berkis y Simón, por ser el hombro de apoyo, por escucharme en todos esos momentos, por darme la educación, consejos, cariño, amor, alimentación, los regaños, alegrías, tiempo, sin importarle nada a cambio, siempre estuvieron ahí para mí y para lo que yo necesitara, a pesar de a veces tener mis arranques siempre me soportaron. SON LOS MEJORES PADRES DEL MUNDO.

A todos mis profesores de la Universidad de Oriente, por enseñarme que con constancia y dedicación se alcanzan las metas.

.A mis amigos, Sergio Rodríguez y mi compañero de tesis Hugo Marcano, que siempre me escucharon y supieron darme su apoyo, para que no me rindiera, , espero que estos lazos de amistad duren por siempre, sin olvidar a mi segunda familia los “FedeMartica” por vivir momentos únicos dentro y fuera de la universidad. Oriana Torres gracias por brindarnos tu ayuda en todo momento, Esther, Anlesbit gracias por brindarme su amistad.

A nuestro tutor, Ing. Daniel Cabrera por guiarnos y apoyarnos durante el desarrollo de nuestra tesis. Al personal que labora en el hospital por brindarnos toda la información necesaria para nuestra investigación.

Mariana, V. Polanco H.

A mi Dios

Por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, y colocar personas en mí camino que hicieron mis caminos más fáciles, gracias Dios mío por darme fuerza espiritual y mental cuando más lo necesite.

A mis padres

Les agradezco por darme el apoyo económico y moral y darme, siempre el impulso a continuar, a mi hermana por ser mi ejemplo y consejera para alentarme, a mi abuela por su cariño y prestarme su casa como lugar de estudio, y a mi tía Ingrid Figuera por creer en mí decirme que sí podría con esta carrera.

A mis profesores

Carlos Cermeños por siempre exigir excelencia, a Jhonathan Martínez por enseñarnos como debe ser un ingeniero completo y que siempre se debe ser el mejor, a Elys Rondón por enseñarnos ética, cultura y abrir nuestra mente como profesionales al mundo del conocimiento, a Ramón Loaisa por su carácter como padre educador e inculcarnos que un profesional siempre debe ser siempre elegante, elocuente e integral y a Nancy España por sus amplios conocimientos y amorosa forma de enseñar.

A mis amigos.

A Elena Fuentes por ayudarme una y otra vez convertirse esa compañera de clases que fue una profesora perfecta en tiempos difíciles, a mi compañera de tesis por tenerme paciencia. Y para los amigos que ya son familia, Sergio Rodríguez, Jorgelys Campos, Génesis Valecillos y José Carrasquel gracias por hacer de esta carrera una aventura.

Macano, C. Hugo R

INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vii
INDICE GENERAL.....	ix
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCION.....	xv
CAPITULO I.....	17
EL PROBLEMA.....	17
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2.- Justificación de la investigación.....	18
1.3.- Alcance del proyecto.....	19
1.4.- Importancia de la investigación.....	19
1.5.- Objetivos de la investigación.....	20
1.5.1.-Objetivo general:.....	20
1.5.2.-Objetivos específicos:.....	20
1.6 Descripción de la estructura.....	21
1.6.1 Ubicación.....	21
4.2.2. Descripción.....	21
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	23
2.1.- Antecedentes.....	23

2.2.- Patología estructural	24
2.2.1.- Las patologías por defectos.....	25
2.2.2.- Las patologías por daños.....	26
2.2.3.- Las patologías por deterioro	26
2.3.- Principios básicos para el reconocimiento de una patología estructural.....	27
2.4.- Causa generales de las patologías.....	28
2.4.- Patologías del concreto.....	29
2.5.- Lesiones en los edificios	30
2.5.1.- Lesiones físicas	30
2.5.1.1.-Erosión	31
2.5.1.2.-Humedad.....	32
2.5.2.- Lesiones Mecánicas	35
2.5.2.1- Fisura.....	35
2.5.2.2- Grietas.....	37
2.5.2.3- Deformaciones	38
2.5.2.4- Desprendimiento	39
2.5.3.- Lesiones químicas	41
2.5.3.1- Filtración.....	41
2.5.3.2- Corrosión.....	41
2.6.- Causa de la lesión en las estructuras	42
2.6.1.- Causas indirectas de las lesiones patológicas	43
2.6.2.- Etiología de las lesiones en los elementos estructurales....	44

2.7.- Reparaciones sobre las lesiones patológicas en una estructura	45
2.7.1.- Restauración.....	45
2.7.2.-Rehabilitacion	46
2.8.- Causas de la alteración de la durabilidad de los materiales	46
2.8.1.- Inestabilidad física y química del agua	47
2.8.2.- Presencia de agua en los edificios.....	48
2.8.2.1- Agua constructiva:	48
2.8.3.2- Agua exterior:	49
2.8.3.3- Agua fugada:	49
2.8.4.- Forma de intercambio de agua entre los materiales y ambiente.....	51
2.9.- Patología de agua proveniente del terreno:	53
2.9.1-Humedades por capilaridad:	53
2.10.- Patología por humedades en cerramientos y cubiertas	55
2.10.1.-Humedades de absorción:	55
2.10.2.- Humedades de infiltración o filtraciones	56
2.10.3.- Humedad por filtración en cubiertas planas.....	57
2.10.4.- Humedades de condensación	59
2.10.5.- Humedad accidental	60
2.10.6.- Proceso patológico generado por las aguas fugadas:	61
2.10.6.1- Bajantes y canalones exteriores.....	61
CAPITULO III.....	62

MARCO METODOLOGICO.....	62
3.1.- Tipo de investigación	62
3.2.- Nivel de investigación	62
3.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.3.1 Recopilación de antecedentes preliminares.....	63
3.3.2 Inspección visual preliminar	64
3.3.3 Reporte fotográfico.....	64
3.3.4 Planillas de inspección.....	64
3.3.5 Identificación de patologías presentes en la estructura	65
3.3.6 Implementación del programa de computadora SAP 2000	
V.20.....	65
CAPITULO IV	66
DIAGNÓSTICOS Y RESULTADOS	66
4.1. Identificación de las patologías existentes en el hospital Dr. Jesús	
Angulo Rivas	66
4.2 Registro de las patologías encontradas	71
4.2.1 Sección A (consultorios médicos, oficinas y farmacia).....	73
4.2.2 Planilla de inspección de la sección A (consultorios médicos,	
oficinas y farmacia)	74
4.2.3 Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y	
emergencia)	75
4.2.4 planilla de Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños	
quirófanos y emergencia	76

4.3.- Diagnostico de daños por patologías estructurales encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas	77
4.3.1 Sección A (consultorios médicos, oficinas y farmacia).....	77
4.3.2 Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y emergencias).....	78
4.3.3 Sección C (área de hospitalización).....	80
4.3.4 Sección D (cocina, comedor, lavandería y cuartos de descansos).....	81
4.3.5 Sección E (Anexo Materno infantil).....	83
4.3.6 Porcentaje total de patologías encontradas en el Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas	85
4.3.7 Porcentaje total de daños en los elementos estructurales y no estructurales en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.....	86
4.4 Resultado de análisis estructural con programa Sap2000 V.20 ..	87
4.4.1 Análisis estático	90
4.5 Resumen de daño de las patologías encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.	95
Tabla N° 3.	95
CAPITULO V	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
5.1.- Conclusiones.....	98
5.2.- Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103
HOJAS DE METADATOS	105

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



Autores: Mariana Polanco; Hugo Marcano

Tutor Académico: Daniel Cabrera

Año: 2019

RESUMEN

Hoy en día, es común ver estructuras con bastante antigüedad, como es el caso de los hospitales, donde en ocasiones se pueden observar que falta de atención en cuanto a la estructura, ya sea, por el poco mantenimiento o tiempo de vida han causado deterioro y aparición de algunas patologías estructurales en el mismo. A partir de esta situación surge la inquietud de tomar como objeto de estudio la el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas de la ciudad de Anaco, y de esta manera profundizar en cada daño y patología estructural que esté presente a través de una detallada evaluación, que permita realizar una completo diagnóstico y determinar cuál es el estado actual de la estructura, y seguidamente proponer soluciones y recomendaciones que den pie a una pronta remodelación de las áreas afectadas y asegurar que dicha institución pueda continuar prestando un servicio de calidad a la comunidad.

INTRODUCCION

A medida que transcurre el tiempo las estructuras comienzan a sufrir daños, deterioros y afecciones, que de la mano del proceso de disminución paulatino de la calidad y resistencia de la estructura, dichas afecciones reciben el nombre de patologías estructurales. La palabra patología, tiene como significado el estudio de las enfermedades en su amplio sentido, entonces enfocándolo para la terminología civil, cuando nos referimos a los daños o síntomas que una estructura puede presentar, les daríamos el nombre de patologías estructurales, abarcando de esta manera todo síntoma patológico que pueda ser encontrado en una edificación.

La inquietud de hacer uso de esta terminología, nace de la necesidad de asegurar la vida útil de las estructuras, a través de una detallada y rigurosa examinación de la edificación, conocida como inspección visual, para determinar de esta manera los tipos de daños y la severidad de los mismos, para posteriormente producir un diagnostico estructural.

Pero cuando se habla de una estructura hospitalaria, sin duda, está la urgencia y la necesidad de mantener en condiciones óptima la estructura, ya que, como entidad que brinda servicios a la comunidad, debe estar siempre a la disposición para recibir todo los usuarios que busquen el servicio de atención a la salud. Tratándose de una edificación antigua, se puede notar la falta de mantenimiento en tal caso de existir, que se refleja de manera clara en el deterioro y daños, surgiendo siempre la preocupación de si esto llevaría a problemas menores o incluso mayores, que no solo causen daños irreversibles, si no que pueda incurrir de manera directa en la seguridad de los usuarios.

Partiendo de este principio, se inicia con una documentación previa, para averiguar de esta manera, como fue construida la estructura, el tipo de terreno donde fue cimentada, hasta obtener los datos de sus dimensiones y poder ver con precisión como esta se distribuye, ya que, una inspección para una estructura de tal antigüedad debe ir respaldada de planos, documentos y un detallado registro fotográfico, que sirvan como base para sustentar la investigación realizada. Por tal motivo, se tomaron en cuenta cada uno de estos aspectos para llevar a cabo un estudio de investigación completo, que posteriormente requirió del desarrollo de un conjunto de criterios y opiniones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad la construcción de estructuras (edificios, estadios, techos, puentes) se ha vuelto muy compleja y organizada, cumpliendo así con las normas de seguridad nacionales exigidas para la construcción, todo esto con el objetivo de lograr una estructura segura. En Venezuela, existen edificaciones con sus períodos de diseños por cumplir o cumplidos, las cuales, en algunos casos, se evidencian los daños o patologías estructurales de las mismas. Cuando se habla de patologías estructurales se refiere a un estudio sistemático y ordenado del comportamiento irregular de una estructura o sus elementos, cuando presenta algún tipo de falla o daño, causado por factores internos o externos que no garanticen su seguridad.

Cabe destacar, que son importantes los estudios patológicos para garantizar la seguridad de las personas que dan uso o viven en estas construcciones, sin embargo, las patologías de las edificaciones deben tener un enfoque holístico de comprensión de los edificios, esto se refiere al conocimiento de cómo los edificios están diseñados, construidos, utilizados y modificados o remodelados. Todo ello, con el fin de analizar las fallas o daños que sufre la estructura y definir si la causa se debe a deficiencias en el diseño, materiales usados en la construcción, cambios de diseño sin consulta previa, cambio de uso, fuego, sismo o viento, entre otros.

Como consecuencia a la disminución de la calidad o rendimiento de las estructuras en Venezuela, es evidente que los hospitales no escapan de

esta realidad, como es el caso especial del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, el cual luego de ser sometido a inspecciones detalladas se logró dar evidencias de varias patologías en su estructura, producidas mayormente por falta de mantenimiento y deterioro, las cuales es importante que se sometan a evaluación y análisis, para evitar en un futuro fallas mayores que puedan generar pérdidas o daños importantes, impidiendo sus funciones como institución de salud pública.

1.2.- Justificación de la investigación

Cabe mencionar que el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas está ubicado en una área urbana donde es indispensable que esta estructura cuente con las condiciones necesarias de salubridad, seguridad y confort, para poder funcionar sin inconvenientes. Al ser un centro de salud público, debe brindar todas las comodidades a sus pacientes y trabajadores que laboran día a día en sus instalaciones.

Es por ello, que resultó de manera interesante este tema, para así estudiar y evaluar cada uno de los daños que se lograron observar en la estructura y poder establecer recomendaciones que sirvan como soluciones de dicho problema. Para ello, se realizaron visitas técnicas detalladas teniendo como soporte toda la información documental del hospital, y con una profunda inspección visual, obtener el diagnóstico estructural de todo el hospital, teniendo como soporte para realizar esta evaluación las normas venezolanas en el área de la construcción, partiendo de las siguientes Convención Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 1753-2006), Proyecto y construcción de obras de concreto estructural y Ministerio del desarrollo Urbano Dirección General Sectorial de edificaciones, de fomento a la Convención Venezolana de Normas Industriales (COVENIN-MINDUR

2002-88 y 1756-1:2001). Además de contar con referencias de trabajos de grado y fuentes bibliográficas, como las publicada por Astorga y Rivera (2009), Muñoz M. (2001), trabajos de grado de Quiñonez H (mayo 2016) y Velasco G (2014), así como la utilización del programa empleado para el análisis estructural SAP 2000 V.20 y observar el comportamiento de la misma.

1.3.- Alcance del proyecto

Así mismo, para realizar una evaluación de manera sistemática y ordenada al hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, ubicado en la ciudad de Anaco, Estado Anzoátegui, se analizaron cada una las fallas o daños que este posee en su estructura, de manera que se abarco cada una de las áreas que lo conforman y obteniendo a través de la realización de un levantamiento planialtimétrico la ubicación de cada una de las fallas o defectos que al transcurrir el tiempo han ocasionado su deterioro, así que esto nos llevó a proponernos las siguientes incógnitas: ¿Cuáles fueron las patologías encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas? ¿Cuáles son las áreas más afectadas del hospital? ¿Cuáles fueron las patologías más predominantes encontradas? ¿Las condiciones actuales del hospital le permitirán seguir prestando servicio a la comunidad? ¿Cuáles fueron las causas que originaron las fallas?

1.4.- Importancia de la investigación

De igual manera, esta investigación servirá de apoyo para complementar las futuras investigaciones relacionadas con el área de patologías estructurales, y servirá de fuente referencial para los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad De Oriente (UDO), en lo que respecta al

área mencionada, debido a su gran originalidad como proyecto innovador que toma como foco de estudio una institución hospitalaria.

Además, servirá como referencia de estudio a profesionales que busquen indagar más sobre el tema de patologías estructurales, resaltando de esta manera la importancia de esta investigación, debido a que siempre debe existir la inquietud de mantener en condiciones óptimas este tipo de estructuras, y más cuando tienen un largo período de tiempo que fueron construidas, procurando de esta manera promover que con la metodología correcta se pueden detectar de manera eficiente todos las fallas y riesgos que la estructura presente.

1.5.- Objetivos de la investigación

1.5.1.-Objetivo general:

Evaluar las patologías estructurales presentes en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, de la ciudad de Anaco, estado Anzoátegui.

1.5.2.-Objetivos específicos:

- Inspeccionar las patologías estructurales por medio de un levantamiento planialtimétrico del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, de la ciudad de Anaco, estado Anzoátegui.
- Analizar el comportamiento de la estructura a través del programa SAP 2000al hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, de la ciudad de Anaco, estado Anzoátegui.

- Proponer recomendaciones para las patologías evaluadas según requisitos exigidos en la Convención Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), para la construcción de obras estructurales.

1.6 Descripción de la estructura

1.6.1 Ubicación

El hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, se encuentra ubicado en la calle 23 de Enero de la ciudad de Anaco, municipio Anaco, Estado Anzoátegui.



Figura N° 1.-Imagen satelital del Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.
Fuente: Google Earth.

4.2.2. Descripción

Hospital con 31 años de construcción, constituido por una estructura de concreto armado con columnas, vigas y una losa de techo nervada en una dirección, dicho hospital se encuentra dividido en 5 secciones, este último consta de un anexo construido en la parte izquierda de la edificación que funciona como un materno infantil.

La primera sección está constituida por consultorios médicos, oficinas y farmacia, en la segunda sección consta de oficinas, dirección, laboratorio, baños, quirófanos y emergencias, a su vez, la tercera sección del hospital consta de un área de hospitalización, la cuarta sección consta del área de cocina, comedor, lavandería y cuartos de descansos, la última sección es el anexo Materno Infantil que se encuentra acondicionado por áreas de hospitalización pediátrica y quirófanos.



Figura N° 2. Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas (vista exterior).

Fuente: Autores.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.- Antecedentes

Entre los trabajos consultados cuyos argumentos se relacionan con el objeto del presente estudio, destaca el realizado a nivel internacional por Quiñonez H. (2016), quien desarrolló un proyecto que consiste en determinar las patologías en la estructura de albañilería de la Capilla Santa Rosa de Lima, Perú. Usando una metodología de investigación descriptiva dentro del enfoque cuantitativo, no experimental, el cual permitió describir la variable de investigación, para luego ser analizada e interpretada. Se concluyó que el porcentaje de las patologías encontradas en las estructuras de albañilería confinada de la capilla es 62.69 % de humedad y corrosión. En mismo sentido, la presente investigación obtendrá resultados porcentuales con ayuda de planillas de inspección, en cuanto a las patologías estructurales encontradas.

Por su parte, Muñoz M. (2015), explica de manera detallada, mediante la realización de un seminario, algunos criterios que permiten apoyar la labor del diagnóstico como vía para la mejor interpretación de los daños presentes en una edificación particular, en los cuales cabe mencionar, el tipo de inspección a realizar; esto a su vez, dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección a un inmueble, haciéndose necesario desarrollar a menor o mayor profundidad una evaluación que permita comprender la naturaleza de las afectaciones. De esta manera dicho material sirve como aporte para la investigación a fin de realizar una correcta inspección visual al hospital, donde, se buscará detectar cada una de las patologías que pueden estar afectando la estructura del mismo.

Mientras, Velasco (2014), realizó una evaluación del nivel de incidencias de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y Puente Nacional del Departamento de Santander, Colombia, en tres etapas principales denominadas Historia Clínica, Diagnóstico y Propuesta de intervención. En este estudio, se abordó la investigación de la región, del entorno y de la estructura analizada, para luego realizar una intervención, concluyendo con recomendaciones para la rehabilitación de la edificación. El aporte para el presente trabajo es el de cómo determinar las posibles soluciones a las patologías estructurales encontradas, basándose en un buen soporte de documentación y poder establecer recomendaciones para evitar la lesión.

De la misma manera, se resalta los estudios nacionales como el efectuado por Escalante, S. (2010), quien basa su investigación en la evaluación patológica de viviendas ubicadas en las zonas de Barcelona, Lechería, Puerto la Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui. Dicho diagnóstico comprende la inspección, descripción de los daños y la aplicación de ensayos en cada estructura en estudio. Al finalizar el trabajo de campo, se propusieron las técnicas de reparación más idóneas para cada uno de los síntomas analizados dentro de las que se destacan la técnica de reparación por parcheo. El aporte que da este trabajo de investigación, es el proceso de realización de las inspecciones visuales y la descripción de los elementos con patologías encontradas.

2.2.- Patología estructural

Para Astorga y Rivero (2009), el origen etimológico de la palabra patología proviene de los términos pathos y logos que significan enfermedad y conocimiento, respectivamente. Este término se refiere el estudio de las

enfermedades en el área de la construcción, queriendo decir que las patologías estructurales se refieren al estudio de las lesiones o fallas en una edificación después de su ejecución. La diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita; además de ser un tema muy complejo. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras; en muchos casos ni siquiera la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera.



Figura N°3 .Clasificación general de las patologías en las edificaciones.

Fuente: Astorga, A y Rivero, P (2009).

2.2.1.- Las patologías por defectos

Del mismo modo, *ídem*, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, es decir, los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra. Para evitar los defectos en las edificaciones, es necesaria la intervención de personal capacitado y honrado

durante la elaboración y ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, controladas y corregidas por personas expertas. Un defecto en la edificación, puede traducirse en altas vulnerabilidades.

En el caso de los hospitales que son estructuras que deben estar en óptimas condiciones para cumplir su vida útil, un mal cálculo o una mala utilización de materiales pueden dar origen en un futuro a lesiones que pueden ocasionar daños irreparables. Por lo que es conveniente invertir tiempo en los detalles del diseño de la estructura y evitar tomar decisiones apresuradas durante la ejecución de la obra.

2.2.2.- Las patologías por daños

Por otra parte, *ídem*, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; concibiendo estructuras menos vulnerables, evitando los defectos en el diseño, materiales y construcción, seleccionando la ubicación adecuada para la edificación, respetando los criterios de diseño, y muy especialmente, empleando el sentido común.

Para una estructura de uso público como un hospital el criterio de diseño es importante, ya que, de esto dependerá la seguridad e integridad de todas las personas que usan día a día sus instalaciones. Cabe destacar, que un buen uso del material y la ubicación de la estructura serán factores claves para que esta pueda cumplir con su vida útil.

2.2.3.- Las patologías por deterioro

A su vez, *ibídem* (pág. 4), las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la

estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. Por esta razón es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo.

Si la estructura presenta constante exposición a estos agentes externos pueden dar origen a una serie de patologías estructurales, tales como, humedad, filtración, entre otros. Al presentarse alguno de estos síntomas patológico en una estructura de uso público como un hospital, es de importancia incluir labores de mantenimiento evitando que estos daños que agraven más y puedan traer consecuencias en un futuro.

2.3.- Principios básicos para el reconocimiento de una patología estructural

Para comenzar el estudio patológico de una estructura se deben tomar en cuenta los antecedentes del mismo. Esto permitirá al investigador tener una idea más clara de cuáles son las causas por las que pueda estar presentando cierta patología e la estructura. A continuación se hace referencia a los aspectos que se deben tener en cuenta al iniciar un estudio patológico:

- **Sismo:** son los movimientos del suelo que han ocurrido durante toda vida útil de la edificación.
- **Proceso constructivo:** es la manera en la cual se construyó la estructura, la ubicación de las fundaciones, columnas, vigas y losas. Estos datos ayudaran al investigador a lograr diagnosticar las causas, los efectos y las recomendaciones para una patología estructural.

- **Estado de materiales:** el estado de los materiales es un dato fundamental para determinar patologías, hay distintos ensayos para detectar la calidad de los materiales.
- **Entorno:** es la ubicación de la edificación, es importante porque dependiendo de la geografía, geología y topografía del lugar, el investigador puede descifrar fenómenos que presente la estructura.
- **Sintomatología:** son los síntomas que presenta una estructura, lo cuales hacen sospechar de que pasa una patología. Pueden ser grietas, fisuras, humedad. cambio de color, acero expuesto, entre otros.

2.4.- Causa generales de las patologías

Ventura, R (2004), menciona que, independientemente de la etiología derivada en cada elemento, existen unos orígenes genéricos de las patologías en los edificios en general, cuyas principales causas, como pueden comprobarse en los porcentajes de la figura 4, no responden precisamente siempre a una determinada vejez en la estructura, sino, en su mayor parte a causas anteriores como son el proyecto y su construcción. A continuación se muestra acciones que intervienen en la producción de defectos en una estructura:

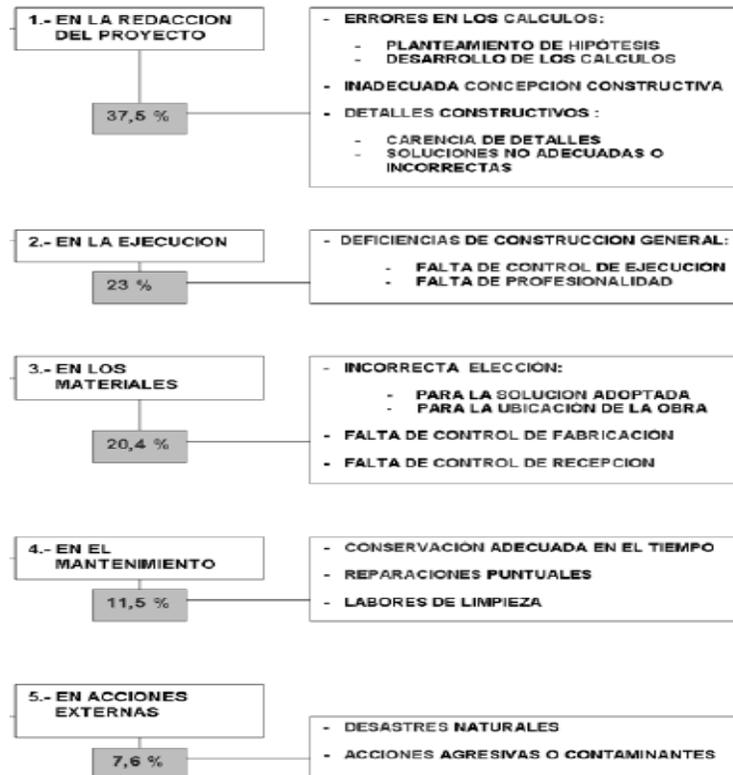


Figura N° 4. Esquema acciones productoras de las patologías en estructuras.

Fuente: Ventura, R (2004).

Cabe destacar, que naturalmente cada una de las anteriores causas genéricas da origen a un sin fin de problemas patológicos en todo o algunos de los elementos, y de diferente entidad en virtud del tipo de elemento estructural o no estructural.

2.4.- Patologías del concreto

Según, Arthur H. (1999), el concreto puede sufrir durante su vida defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida

útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. El concreto está formado por: cemento, áridos, agua y aditivos siendo este en algunos casos opcional. Estos componentes dependiendo de su propia composición y en combinación con agentes externos pueden interactuar de manera que se produzcan figuraciones en el concreto que pueden causar la corrosión de armaduras por la penetración de agentes a través de las fisuras. Numerosos agentes externos también pueden producir patologías en el concreto.

2.5.- Lesiones en los edificios

De igual manera, Ventura, R (2004), explica que, 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 estudio patológico, de su identificación depende la elección correcta del tratamiento.

El conjunto de lesiones que puede aparecer en un edificio es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que suelen utilizar. Pero, en líneas generales se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y tipología del proceso patológico pueden ser: físicas, mecánicas y químicas.

2.5.1.- Lesiones físicas:

Para Broto, C (2006), se agrupan en esta familia todas aquellas lesiones de carácter físico es decir, aquellas en las que la problemática patológica está basada en hechos físicos tales como partículas ensuciantes heladas, condensaciones. Normalmente la causa origen del proceso será también física, y su evolución dependerá de procesos físicos, sin que tenga

que ver mutación química de los materiales afectados y de sus moléculas. Las causas físicas más comunes son:

2.5.1.1.-Erosión

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. Tres son los agentes que provocan las erosiones en una construcción:

- **Agua:** puede atacar en los materiales de un edificio de formas muy distintas. La agresión que se comprende sin dificultad es el efecto dañino de la lluvia, el granizo o la nieve, cuando golpean las fachadas el agua desgasta el material y provoca desprendimiento y arrastre de partículas del mismo.
- **Viento:** la acción erosiva del viento deriva de que es el agente que determina la inclinación y la fuerza del impacto del agua de lluvia sobre las fachadas. Además, transporta partículas atmosféricas y las lanza contra los parámetros desgastando su superficie.
- **Sol:** calienta los cerramientos produciendo cambios térmicos, estas variaciones de temperatura provocan alteraciones en el volumen y tensiones internas en el material que pueden traducirse en la aparición de grietas y fisuras.

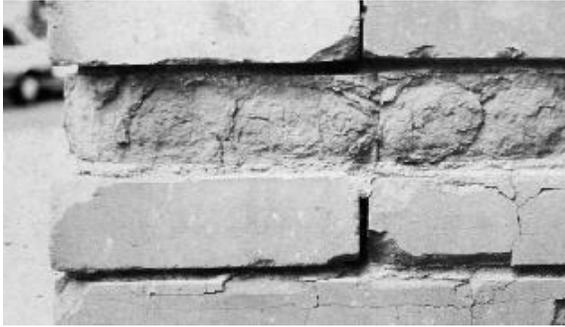


Figura N°5. Desconchamiento de ladrillos por acción del congelamiento del agua contenida en los poros del material.

Fuente: Broto, C (2006).

2.5.1.2.-Humedad

La humedad, es la presencia no deseada de agua en estado líquido en lugares con periodos de tiempo variable. Por tanto, cuando el agua se presenta en estado gaseoso no puede hablarse propiamente de humedad. Por varias razones que son difíciles de entender, la presencia de agua, y por tanto la posible aparición de humedades, es algo inherente a una obra o a un edificio ya construido.

En primer lugar, está claro que las condiciones climáticas tienen un importante papel, ya que, por ejemplo el agua de lluvia, a través de procesos físicos puede generar la aparición de humedades. Además, el agua es un elemento indispensable en muchos procesos constructivos y, por otro lado, bastantes materiales contienen agua en su composición sin que ello signifique que están en mal estado. En la figura N° 6 se muestra la presencia de humedad en paredes.



Figura N° 6. Presencia de Humedad en paredes.

Fuente: Autores

En la construcción de un edificio se utilizan una gran variedad de materiales, cada uno con características y capacidades de adsorción de agua muy distintas. En función a la procedencia o de la manera de extenderse el agua se puede distinguir los siguientes tipos de humedades:

- **De obra:** Debida al contenido residual del agua utilizada en los procesos constructivos y que no se haya evaporado, así como el agua que contienen los propios materiales.
- **De capilaridad:** el agua procede del terreno sobre el que se encuentra un edificio y por capilaridad asciende por los elementos que están en contacto por el terreno.
- **De filtración:** causada por la acción de la lluvia y el viento. El agua penetra a través d los elementos constructivos.
- **De condensación:** la condensación del aire puede dar lugar a la formación de gotitas que cuando se van agregando llegan a formar núcleos húmedos. Este fenómeno se puede producir tanto en el interior como en el exterior del edificio.

- **Accidental:** la falta de mantenimiento de las instalaciones del edificio, el mal uso de la misma o algún fallo puntual también provoca humedades.

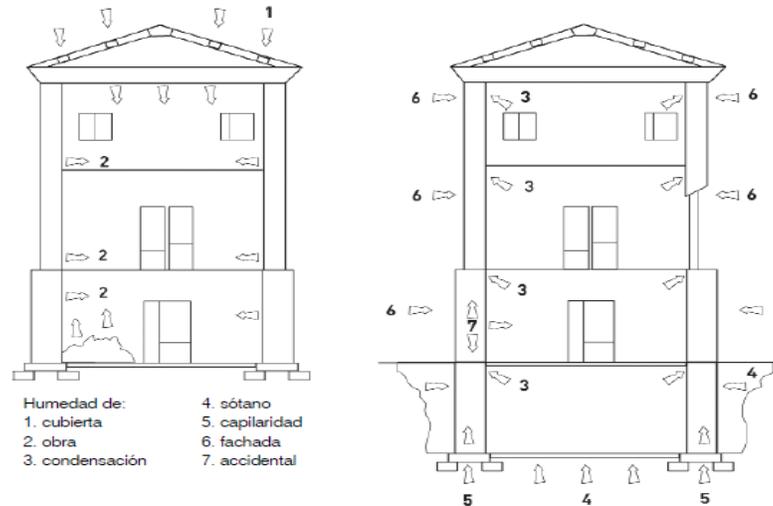


Figura N° 7. Ubicación de las humedades más habituales en un edificio.

Fuente: Broto, C (2006).

Cabe destacar, que la aparición de humedad provoca patologías bien conocidas, como descomposiciones o disgregaciones de materiales sobre los que se forma efectos antiestéticos o desagradables (manchas, olores, cambios de color, etc.) o ambiente perjudiciales para la salud, pero en muchas ocasiones las humedades son también el origen de lesiones constructivas más graves que pueden llegar a implicar un elevado riesgo. A continuación en la tabla N° 1 se muestran los porcentajes de humedad que puede estar presente en un edificio.

Tabla N°1. Porcentaje de aparición de humedades según su tipo

Tipo	%
Humedad de condensación	44
Humedades capilares	33
Humedades por filtración (fallos en las juntas en fachadas y cubiertas)	19
Humedades accidentales	4

Fuente: Broto, C (2006).

2.5.2.- Lesiones Mecánicas

En definitiva, existen distintos tipos de lesiones bien entendidas que muchas de ellas pueden detectarse visualmente, estas surgen por la aparición de desprendimientos. Cada uno de estas contiene múltiples variantes en función de las condiciones particulares de cada caso, relativas al material, a la unidad constructiva, al uso. Dentro de las lesiones mecánicas se tienen:

2.5.2.1- Fisura

Para, Toirac C (2004), las fisuras se originan en las variaciones de longitud de determinadas caras del concreto con respecto a las otras, y derivan de tensiones que desarrolla el material mismo por retracciones térmicas o hidráulicas o entumecimientos que se manifiestan generalmente en las superficies libres.

Las fisuras pueden repararse correctamente si se conoce su causa y origen y si los procedimientos de reparación seleccionados son adecuados para dichas causas; en caso contrario, las reparaciones duraran poco tiempo

.Una correcta reparación ataca no solo fisuras como tal, sino también las causas del problema.

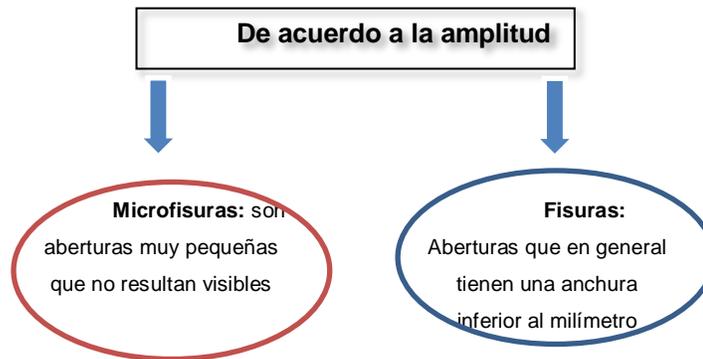


Figura N° 8. Esquema de clasificación de la fisura en cuanto a su espesor.

Fuente: Propia.



Figura N° 9. Clasificación de la fisura en cuanto a su comportamiento

Fuente: Propia.

Las causas de origen de una fisura pueden ser múltiples. Entre ellas se destacan: curado deficiente del concreto, retracción, variación térmicas, ataque químico, cargas eternas, cargas excesivas, errores en la ejecución, errores en la concepción del diseño, asentamientos, entre otros.

2.5.2.2- Grietas

Son roturas que se producen debidos a que se generan esfuerzos superiores a los que el concreto puede resistir y pueden interferir negativamente con la estética, durabilidad y, principalmente, con las características estructurales de una obra. Estas son causadas por baja resistencia del suelo. Asentamiento y falta de adherencia.

El agrietamiento estructural también se produce por los siguientes fenómenos:

- **Tracción:** es la fuerza a la que está sometida un elemento estructural cuando se estira, y la característica que define a la tracción es que el elemento está sometido a dos fuerzas que se dirigen en sentidos opuestos, por esta razón el elemento se estira.
- **Compresión:** la fuerza de compresión actúa de forma contraria a la fuerza de tracción, las dos fuerzas presionan al elemento estructural y pueden causar un acortamiento de la longitud del elemento.
- **Corte:** son fuerzas generadas generalmente por sismos y la manera de combatirla es el acero transversal que se le coloca al elemento estructural.
- **Flexión:** es una fuerza a la que generalmente están sometida las vigas, la flexión tiende a doblar o pandear el elemento estructural.
- **Torsión:** es la resistencia de un elemento estructural al ser girado. La torsión se presenta cuando existe una carga que hace girar al elemento.

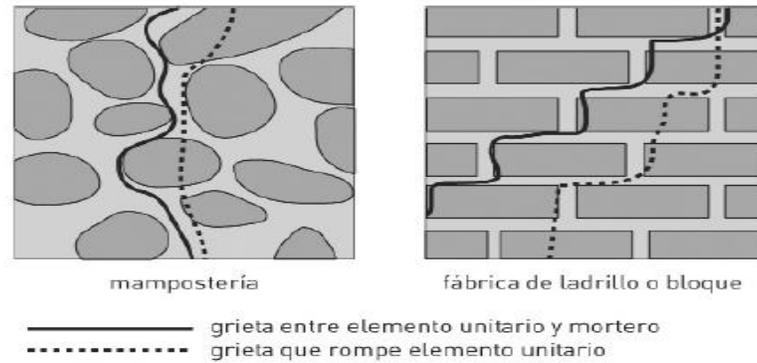


Figura N° 10. Tipos de grietas en obras de fábrica según línea de rotura.

Fuente: Ventura, R (2004)

2.5.2.3- Deformaciones

Son cualquier variación en la forma del material sufrido tanto en los elementos estructurales como cerramientos y que son consecuencia de esfuerzo mecánico, que a su vez, se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando esta entra en carga. Normalmente se pueden distinguir cuatro formas distintas de deformación, las cuales son, flechas, pandeos, alabeos.

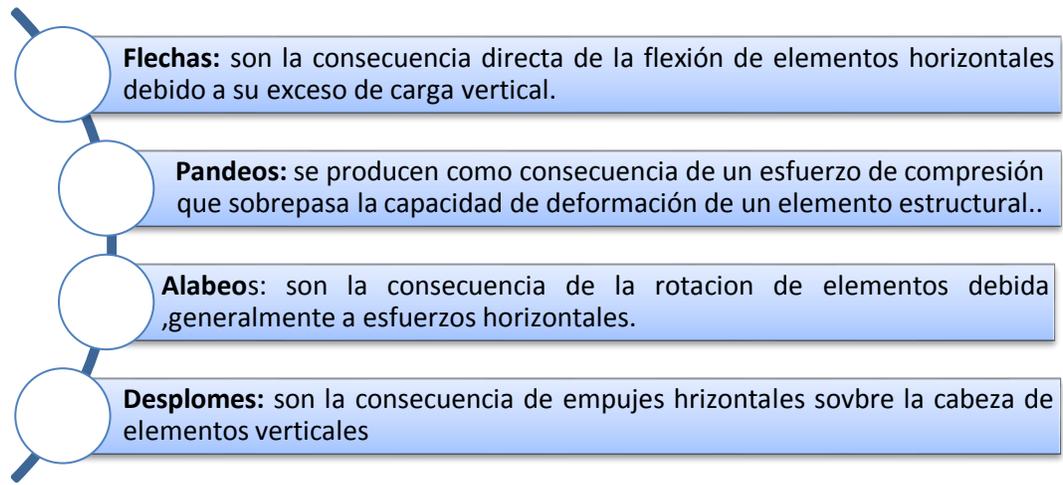


Figura N° 11. Distintas formas de deformación de un elemento.

Fuente: Autores.

Las deformaciones se pueden producir tanto durante la fabricación del elemento como durante la ejecución de la unidad en la que va a quedar incluido, o incluso una vez que están en servicio. Por otro lado estas formas de deformación se suelen clasificar en función de la causa que han originado, es decir, si se deben a alguna acción mecánica o han sido provocadas por una deformación diferencial.

2.5.2.4- Desprendimiento

Es la separación entre el material de acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia entre ambos y suele producirse como consecuencia a otras lesiones previas como humedades, deformaciones o grietas, están muy relacionadas con los errores de proyecto, la mala ejecución de la obra y la baja calidad o la incompatibilidad de los materiales empleados.

Evidentemente, esta patología implica dos consecuencias distintas: el deterioro funcional y estético de la construcción y el peligro que representa los desprendimientos cuando caen en zonas por donde suelen pasar personas o vehículos. Sin embargo, antes de estudiar los diferentes materiales que pueden verse afectados por el desprendimiento, es conveniente señalar la existencia de algunos agentes o circunstancias externos que pueden influir en buena medida en esta patología. Los tres básicos son:

- **Antigüedad del edificio:** es un factor relevante, ya que, conlleva la pérdida de las características intrínseca del material, por ejemplo, con el paso del tiempo los morteros van perdiendo adherencia.
- **Orientación del edificio:** su importancia radica en su relación con el efecto de los agentes atmosféricos (incidencia de agua de lluvia, cambios bruscos de temperatura, etc.) sobre la fachada. En concreto si la orientación favorece el impacto de la lluvia, será mucho más fácil las humedades y pequeñas acumulaciones de agua en algunos puntos concretos, hechos que debilitaran la adherencia de los materiales y por tanto favorecerá el de desprendimiento.
- **Exposición del edificio:** estrechamente vinculada a la orientación y la exposición, puede llegar a afectar la fachada entera del edificio o una parte de la misma. A mayor grado de exposición corresponde una menor protección frente a los ataques de los agentes atmosféricos.

2.5.3.- Lesiones químicas

Según Broto, C (2006), esta comprende todas aquellas con un proceso patológico de carácter químico donde el origen suele estar en la presencia de sales ácidos o álcalis que reaccionan químicamente para acabar produciendo algún tipo de descomposición del material lesionado que provoca a la larga su pérdida de integridad. Afectando por tanto a su durabilidad.

2.5.3.1- Filtración

La filtración es la penetración de agua de un lugar a otro atravesando un elemento sólido. Se observan por la mala impermeabilización, o defectos estructurales, defectos de los materiales de construcción o el desgaste de los mismos. Este exceso de agua se filtra lentamente a través de los poros hacia la parte interior de los elementos constructivos, produciendo vías de agua y la consiguiente humedad por filtración.

Habitualmente sus efectos son menospreciados, pero al pasar el tiempo la presencia permanente o intermitente de humedades conlleva al deterioro progresivo de las edificaciones y es motivo de grandes costos en restauración y mantenimiento. Resolver un caso de filtraciones o humedades puede convertirse en una verdadera complicación. La improvisación, soluciones empíricas o parciales generalmente no acaban con el problema y conduce a la larga a un mayor gasto de tiempo y dinero.

2.5.3.2- Corrosión

La corrosión no es más que una reacción electroquímica producto de la exposición del metal con el oxígeno en presencia de humedad, es decir, la

corrosión es un deterioro observado en un objeto metálico a causa de un alto impacto electroquímico de carácter oxidativo y la velocidad degenerativa de dicho material dependerá de la exposición al agente oxidante, la temperatura presentada, si se encuentra expuesto a soluciones salinizadas (conjugadas con sal), y por ultimo de las propiedades químicas que posean estos agentes metálicos.

AMBIENTE		CORROSIVIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Inmersión	Agua de mar	•		
	Agua dulce estancada		•	
	Agua dulce corriente			•
Enterradas en terrenos	Salinos (costeros)	•		
	Ácidos	•		
	Húmedos (neutros)		•	
	Secos			•
Atmósferas	Costera	•		
	Industrial			
	Urbana		•	
	Rural			•

Figura N° 12. Corrosividad de los ambientes a los que puede estar sometida una estructura metálica.

Fuente: Broto, C (2006).

2.6.- Causa de la lesión en las estructuras

A su vez, para Ventura R (2004), 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, ya que, un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea anulada la misma.

Una lesión puede tener una o varias causas, por lo que es indispensable su identificación y un estudio tipológico de las mismas. Estas causas se dividen en dos grandes grupos, las cuales son las causas directas, cuando son el origen inmediato, como esfuerzos mecánicos, agentes

atmosféricos, contaminación, etc. Indirectas, cuando se trata de errores y defectos de diseños o ejecución, son los primeros que se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

2.6.1.- Causas indirectas de las lesiones patológicas

Son todos los factores inherentes a las unidades constructivas, como composición química, la forma o disposición, y que se deben casi siempre a un diseño defectuoso o mala selección. Una causa indirecta no es suficiente para que se produzca un proceso patológico, en general se necesita la combinación de varias causas indirectas y de diferentes tipos. Estos tipos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **De proyecto:** se deben a errores en la elección del material, la técnica, el diseño y la disposición de los distintos elementos y unidades constructivas.
- **De ejecución:** son aquellos factores que proceden de errores en la ejecución de una unidad constructiva y que no tienen relación con los errores de proyecto. Suelen, en líneas generales, ser debidos al incumplimiento de las condiciones técnicas (pliegos, especificaciones, normativas).
- **De material:** son los factores que proceden de errores durante la fabricación de un material determinado, y que producen la pérdida de las características correctas de dicho material. Si un material específico no cumple las características físicas, mecánicas y químicas necesarias para misión constructiva que le corresponde, el proceso patológico surgirá más pronto o más tarde.

- **De mantenimiento:** son factores inherentes al mal uso del edificio, por falta de mantenimiento periódico apropiado, o porque le edificio realiza funciones para las que no ha sido diseñada. En este tipo de causas es muy importante que el usuario tenga conciencia de que un correcto uso del edificio alargara su vida útil.

2.6.2.- Etiología de las lesiones en los elementos estructurales

- **Deterioro o ruina del material:** en parte o en todo, en virtud de su diseño, con pérdida de sus propiedades físico-mecánicas. En función de su composición podrán surgir distintos tipos y gravedad de lesiones que más adelante se estudian detalladamente, para cada tipo de material. Estos deterioros van a producir flechas, grietas, fisura y en general deformaciones en los elementos.
- **Movimientos estructurales no previsto:** por acciones térmicas o defectos en el diseño de juntas de dilatación que no permitan la absorción de dicho movimientos, van a producir variaciones dimensionales con posibles repercusiones sobre el resto del edificio (aparición de grietas horizontales, en petos, muros etc.)
- **Soluciones constructivas no adecuadas:** bien por defectos de cálculo, de diseño de materiales o de soluciones de posibles nudos, encuentros, apoyos, etc., va a producir posible rotura en esos puntos de desplazamiento con repercusiones sobre los muros de apoyo.
- **Ejecución defectuosa:** son múltiples y variadas, en virtud del defecto cometido, soldaduras mal efectuadas, concreto mal curado, flechas

por descimbrados no correctos y en general un control de ejecución no correctamente efectuado.

2.7.- Reparaciones sobre las lesiones patológicas en una estructura

Para Ventura R (2004), es un conjunto de actuaciones, como demoliciones, saneamientos y aplicaciones de nuevos materiales destinados a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad original.

Es decir, si el proceso patológico se ha detectado a tiempo se deberá actuar sobre la causas de origen. Aunque en algunos casos las restauraciones implicaran la sustitución parcial o total de la estructura afectada con la lesión.

Es necesario seguir un proceso ordenado y progresivo a la hora de reparar cualquier elemento constructivo, por lo cual, se deberá contar con toda la información previa (toma de dato de los daños) para tener una visión general y poder evaluar el estado del elemento dañado, todo ello para establecer un reconocimiento de los daños existentes así como su ubicación, su forma o material y finalmente realizar un diagnóstico con el fin de tener una debida intervención en la lesión.

2.7.1.- Restauración

La restauración no se limita a operaciones destinadas a conservar solo aspectos formales del edificio, sino que se extiende a la conservación sustancial de las características del conjunto arquitectónico completo de todos los elementos que la componen.

Para la restauración de un edificio se deben tener en cuenta del conocimiento de ciertos principios básicos, es decir, cuando la reparación se centra en un elemento concreto o en un objeto de un edificio histórico se debe respetar la antigüedad del mismo y la intervención debe ser la mínima posible.

2.7.2.-Rehabilitacion

Comprende una serie de posibles fases: un proyecto arquitectónico para nuevos usos, un estudio patológico con diagnósticos parciales, reparaciones de las diferentes unidades constructivas dañadas y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales.

A su vez, se debe tener en cuenta que tanto la reparación como restauración y rehabilitación se debe contar como soporte toda la documentación necesaria del edificio, además de trabajar con un proyecto de actuación en donde será indispensable incluir una investigación histórica técnica, un diagnóstico de daños y las causas que originaron las fallas en la estructura.

2.8.- Causas de la alteración de la durabilidad de los materiales

Broto, C (2006), nos menciona que los cambios o alteraciones físicos de un material son los que se manifiestan mientras se mantienen la causa que lo ha originado. Implica una alteración de la distribución interna de su estructura de átomos e iones y, normalmente provocan únicamente modificación de la forma o apariencia.

En definitiva una de las principales características de las alteraciones físicas es que cuando desaparezca o se corrija la causa que la ha motivado, el material recuperara su forma original.

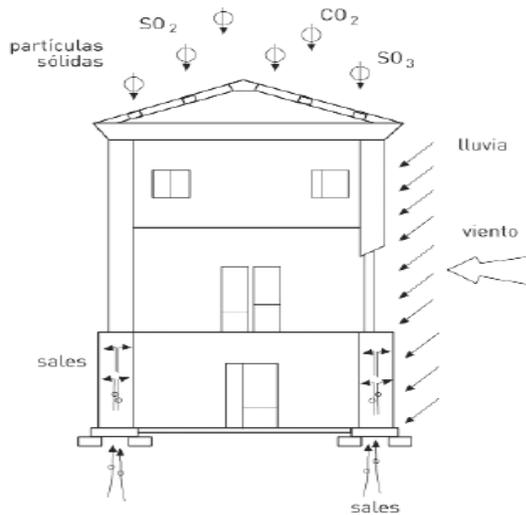


Figura N° 13. Agentes físicos agresores de los edificios.

Fuente: Enciclopedia Broto (2006).

2.8.1.- Inestabilidad física y química del agua

A su vez, Ventura R, (2004), indica que, ciertas propiedades del agua obligan a considerarla una sustancia inestable. Su inestabilidad física produce importantes efectos que pueden afectar los materiales y elementos constructivos. Evidentemente estos efectos tendrán más o menos importancia en función del clima del lugar en el que se halle el edificio y de la porosidad del material constructivo.

Por otro lado, el agua puede ser inestable químicamente, ya que, su capacidad para disolver muchas y diferentes sustancias es más grande, Además, algunos óxidos presentes en la atmosfera pueden combinarse con el agua y producir ácidos que actúan en la degradación de ciertos materiales.

Como consecuencia de esta inestabilidad física y química el agua posee un gran poder de penetración, que con la contribución del viento es capaz de penetrar a través de los muros exteriores de un edificio y generar distintos tipos de humedades. Por otro lado el agua del subsuelo puede penetrar en un edificio, a través de sus cimientos y atacar los parámetros del mismo.

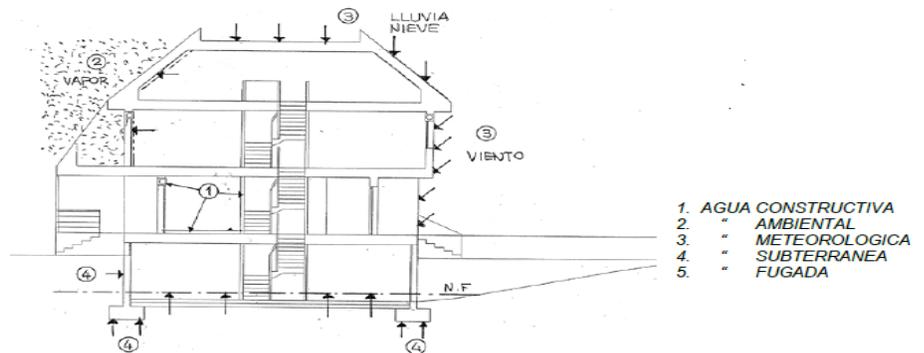


Figura N° 14 .El agua como agente agresor de la edificación.

Fuente: Ventura, R (2004).

2.8.2.- Presencia de agua en los edificios

2.8.2.1- Agua constructiva:

Es la que contienen los materiales y procesos constructivos que no hayan recibido el tratamiento adecuado de curado (en el caso de concreto armado) o de secados en general o bien, que por la presencia de agua en el exterior en el proceso ha quedado "atrapada" en el elemento o sistema por mala práctica constructivas. Estas son las aguas que proporcionan lo que conocemos como humedades de construcción.

2.8.3.2- Agua exterior:

La que es ajena al proceso constructivo del edificio y que una vez terminado este puede provenir de las siguientes fuentes:

- **Agua ambiental:** es la que se encuentra en la atmosfera en forma de vapor y en determinadas condiciones de presión y temperatura pueden condensarse en la superficie de los parámetros exteriores (humedades de condensación)
- **Agua meteorológica:** es la que en forma líquida (lluvia) o en forma sólida (nieve, granizo), penetra a través de fisuras y huecos. Estas formas de agua penetran por la superficie exterior del edificio en forma líquida tanto a través de las cubiertas y tejados, como por los cerramientos.
- **Aguas subterráneas:** provenientes de agua meteorológicas infiltradas en el terreno directamente o creando corrientes subterráneas o aguas retenidas por el nivel freático, penetran desde el terreno por la zona de asiento del edificio o por sus zonas más subterráneas bien por filtraciones directas en sótanos a través de muros, o bien por ascensión por capilaridad a zonas más superiores de los muros a través de cimentaciones.

2.8.3.3- Agua fugada:

Es la que se produce en el interior del edificio proveniente de fugas, escapes o derramamientos que se producen a lo largo de la vida útil del mismo, por el interior de las instalaciones termo hidráulicas ante fallas de funcionamiento de los aparatos ,sistemas de limpieza y otros, siendo agua de

presencia accidental. A continuación se presenta un esquema de la presencia de agua en los edificios:

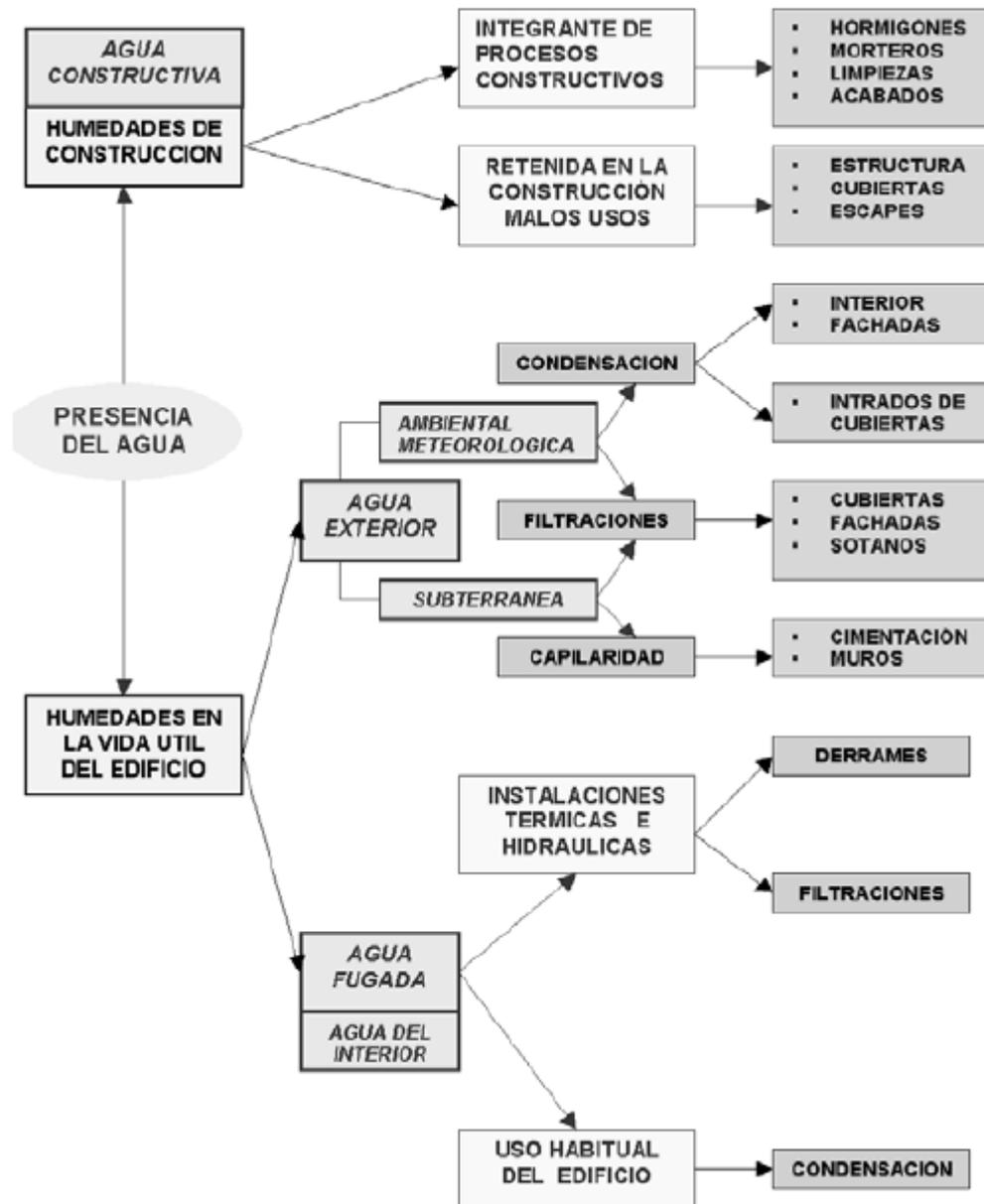


Figura N° 15. Esquema de presencia del agua en los edificios.

Fuente: Ventura, R (2004).

2.8.4.- Forma de intercambio de agua entre los materiales y ambiente

Un principio básico a tener en cuenta en el proceso de humedades en los materiales es que el agua siempre se encuentra en movimiento y por supuesto, y como cualquier elemento materia, ni se crea ni se destruye, y por lo tanto simplemente cambia su estado y lugar .En este sentido el fenómeno de las humedades debe ser contemplado como “flujo de agua” ,es decir, el agua está en los materiales de paso, en un momento anterior no estaba y no volverá a estar en uno posterior y esta transferencia se produce por algunos de los siguientes fenómenos físicos ,resumidos en la figura N° 16.

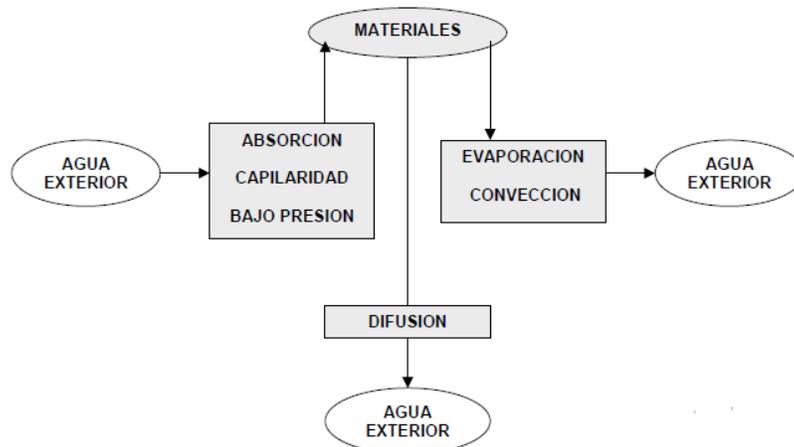


Figura N°16.- Formas de intercambio del agua entre materiales y la atmosfera.

Fuente: Ventura, R (2004).

- **Adsorción:** es el fenómeno mediante el cual las moléculas de la agua en forma de vapor se van depositando en el interior de los poros de un material recubriendo su paredes.
- **Capilaridad:** se produce cuando la tensión superficial del agua, que es muy pequeña, facilita la ascensión por capilares de los materiales que moja hasta equilibrarse las presiones entre las superficies libres y

la base de la columna de agua capilar .El fenómeno de la capilaridad explica la succión de agua de los terrenos.

- **Penetración por presión:** cuando existe una presión exterior en el agua que moja un material, penetra en el interior de este ,en mayor o menor medida ,en función de su espesor y permeabilidad y del valor de la presión exterior ,que puede ser la gravedad, el viento, corrientes subterráneas ,etc.
- **Evaporación:** es el proceso contrario a la adsorción mediante el cual por la diferencia de presión de vapor entre el agua contenida en los poros del material y la atmosfera da lugar al paso molecular de aquel a esta. Esta evaporación se detiene cuando la humedad relativa de la atmosfera alcanza el 100%, es decir en ambiente saturado de humedad, lo que prácticamente no se da nunca.
- **Convención:** es un fenómeno de alguna forma similar a la evaporación y se produce cuando el aire de la atmosfera molecular está muy seco y en movimiento dándose entonces la transferencia molecular del material exterior hasta que este se queda completamente seco o hasta que se produzca la llamada humedad de equilibrio entre el material y el ambiente.
- **Difusión:** se denomina difusión al flujo de vapor de agua de un ambiente (por ejemplo el del interior de un edificio) al ambiente exterior situado al otro lado del cerramiento.

2.9.- Patología de agua proveniente del terreno:

2.9.1-Humedades por capilaridad:

Este fenómeno se favorece además con la evaporación que se va realizando por las capas más superiores lo que permite retroalimentar el proceso de la ascensión. Se ha visto, que el origen de la capilaridad es siempre el agua contenida en el terreno que es succionada por capilaridad del material en contacto con el terreno desde donde asciende el agua a través de cimientos, muros de contención, muros, soleras, etc.

Así estas humedades, se manifiestan en sótanos y plantas bajas, tanto en paredes exteriores, principales, como en los interiores. El origen del agua puede encontrarse en:

- **Aguas subterráneas filtradas:** dan lugar a la capilaridad ascendente simple que es la situación más generalizada ,el agua se succiona sin presión por su parte ,ya que, las aguas discurren por el terreno y lo humedecen ,como la muestra la figura N° 17.

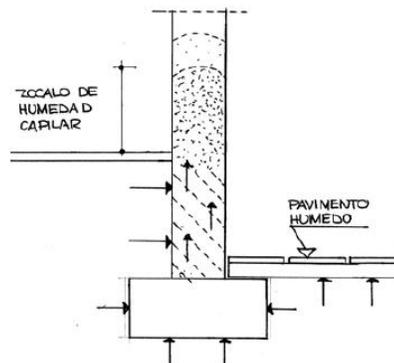


Figura N° 17. Capilaridad ascendente.

Fuente: Ventura, R (2004).

- **Aguas de nivel freático:** cuando está más alto que la solera, la humectación se produce bajo presión de agua y la altura de capilaridad que se alcanza es superior a la anterior. Como lo muestra la figura N°18.

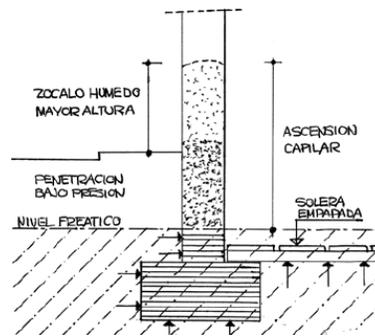


Figura N° 18. Capilaridad por nivel freático.

Fuente: Ventura, R (2004).

- **Aguas de salpiqueo:** humedecen las paredes aparentando capilaridad, pero que realmente provienen de la energía cinética del agua salpicada por la lluvia al impactar con los parámetros próximos a la edificación. Ver figura N° 19.



Figura N° 19. Aguas de salpiqueo en paredes del anexo Materno infantil.

Fuente: Autores.

2.10.- Patología por humedades en cerramientos y cubiertas

2.10.1.-Humedades de absorción:

Para Broto, C (2006), las humedades por absorción son debidas a la transferencia de las moléculas de agua contenida en el vapor de la atmosfera a los poros del material de los cerramientos de forma que mantenga el equilibrio hidrométrico, entre ambos. Esto se da con más intensidad en los días en los que la humedad relativa exterior es alta. Podrían decirse que se “empapan” de vapor de agua de la atmosfera en los días más húmedos de la época invernal.

Es evidente, que este tipo de humedades de adsorción son directamente proporcionales a la humedad relativa de cada zona geográfica y a la hidroscofia de los materiales que conforman el cerramiento. Alguna de las lesiones causadas por este tipo de humedad son las siguientes:

- **Eflorescencia:** son manchas habitualmente blanquecinas, que se producen por cristalización de sales solubles contenidas en los materiales de cerramientos: ladrillos, piedras, revestimientos continuos, en los morteros de agarre de esos materiales y en la propia atmosfera. El agua adsorbida del vapor existente en el ámbito exterior, quedando retenida en forma de manchas al evaporarse nuevamente del agua. Estas sales, suelen ser sulfatos alcalinos y carbonatos principalmente, aunque también pueden aparecer cloruros y otros compuestos.
- **Desprendimiento por dilatación:** los desprendimientos de materiales, que se producen como consecuencia de las humedades de adsorción tienen su origen en las diferencias del

coeficiente de dilatación rasante en el soporte que constituye el mismo portante y la capa que forma el chapado o revestimiento.

- **Suciedad y oxidaciones** : las manchas de suciedad son provocadas por las diferentes vías de escorrentía de aguas que se produce en las fachadas en función a su diseño y las soluciones constructivas adoptada para la correcta

2.10.2.- Humedades de infiltración o filtraciones

Se produce en los cerramientos por la acción de la lluvia y en mayor medida cuando se combina con viento y a diferencia de las anteriores ,de adsorción, esta si penetra hasta el interior del edificio ,manifestándose en formas de manchas de humedad y en los casos más graves en formas de goteras. La penetración se produce a través de las fisuras y grietas producidas más sensibles de la fachada.

En el primer caso, además de las grietas y fisuras provocadas por alguna lesión del material, hay que tener en cuenta que en los edificios queda en cada ladrillo una fisura horizontal y que una mala ejecución provoca que las juntas verticales tengan insuficiente cantidad de mortero. Por lo que respecta a las juntas, no hay que olvidar que en la construcción se realizan numerosos encuentros de materiales distintos. Una mala ejecución o un sellado incorrecto de estos encuentros pueden provocar, por efecto del fenómeno de tensión superficial, que el agua de lluvia sobrepase la cámara aislante y de lugar a las manchas de humedad en el interior del edificio. Estas filtraciones suelen producirse en:

- **Cubiertas:** cuando se produce un fallo en el canalón, que se rompa o se inclina excesivamente el agua penetra en el muro.
- **Instalaciones de fontanería y desagües:** el fallo puede producirse por rotura de un bajante y la consecuencia es la misma, el agua penetra en el muro y empuja el revoco hacia el exterior.

2.10.3.- Humedad por filtración en cubiertas planas

En este tipo de cubiertas, la estanqueidad se basa en una membrana impermeable que resiste por sí misma la filtración del agua y que permite su permanencia en cubierta, hasta que haya drenado por los sumideros que canalizan hacia los bajantes correspondientes, lo que también requiere de cierta inclinación. La penetración del agua, se produce, siempre y cuando no existan fisuras, poros o brechas, siendo ocasionadas por múltiples causas:

- **Por gravedad,** si el orificio lo permite.
- **Por presión hidrostática,** en aquellos puntos en los que el agua permanece detenida o estancada.
- **Por efecto negativo que ejerce la presión del viento,** que puede empujar el agua contra la pendiente y facilitar su penetración en ciertos lados.
- **Por energía cinética,** o de impacto del agua en su discurrir por la cubierta.
- **Por capilaridad,** si el material de techar es poroso.

El deterioro de la protección deja a la impermeabilización expuesto a los rayos ultravioleta, al ozono y a la acción solar directa que altera la estructura fisicoquímica del material que no este tratado. La causa de penetración de agua suele ser la rotura o despegue del borde de la membrana impermeable, lo que produce la filtración por uno de esos puntos. El agua alcanza la estructura horizontal y corre por ella hasta encontrar una vía de entrada que provoca la gotera con una manifestación en tres etapas: manchas, rezumado y goteras.

Si el drenaje es insuficiente, o esta obstruido, una gran acumulación de agua puede rebasar el borde superior de la membrana. Pero si no existe membrana impermeable, y la estanqueidad se basa exclusivamente en baldosas u otro material, la filtración suele generarse en una acumulación de agua por falta de pendiente y una junta constructiva sobre baldosas.

Excepto, en aquellos casos en los que es evidente la filtración por los bordes, dada la localización precisa de la lesión, puede producirse un distanciamiento notable entre el punto concreto de la filtración desde el exterior y el de la aparición del síntoma. Entonces, se debe seguir un proceso de eliminación de base de dividir la cubierta en “cuarteles” coincidentes en algunos de sus lados con juntas de dilatación existentes de unos 30 m² de superficie como mínimo, o según la distribución de los sumideros. Si el problema está en el solape vertical, filtrándose el agua entre membrana y soporte, se deben revisar los siguientes aspectos:

- **El propio drenaje**, que puede estar obstruido y permite una excesiva acumulación de agua en la cubierta que rebase el nivel del solape de la membrana. Entonces habrá que proceder

a una limpieza del sistema de sumideros y bajantes asegurados con mantenimiento periódicos, así como el buen estado de las rejillas en las bocas de los sumideros para impedir que entre suciedad entre ellos.

- **La propia ejecución del solape**, en el que probablemente, se han cometido dos errores: falta de protección superior fundando estanqueidad en la adherencia entre los dos materiales, y la falta de independencia con respecto al peto o paramento vertical correspondiente.

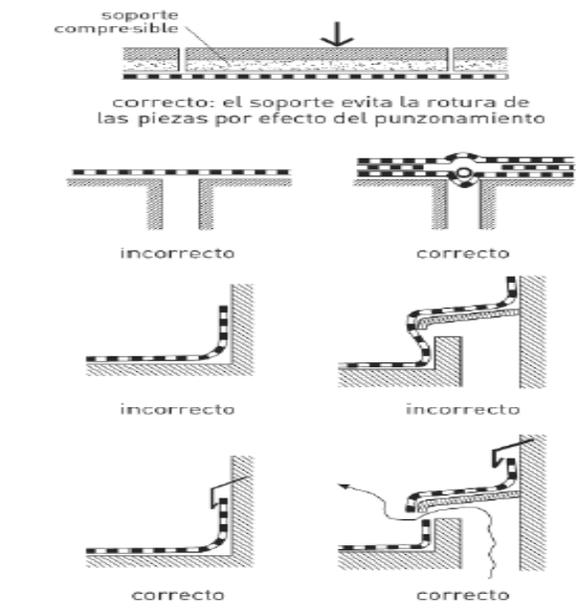


Figura N° 20. Medidas constructivas preventivas de las filtraciones en cubiertas planas.

Fuente: Broto, C (2006).

2.10.4.- Humedades de condensación

Ante la presencia de vapor de agua, en un ambiente determinado, un cerramiento es una barrera artificial que se opone de la búsqueda de un

equilibrio de presión a ambos lados de las paredes. En condiciones normales, se establece una corriente de vapor de agua que se desplaza desde el ambiente con mayor presión al de menor presión. Sin embargo, cuando el elemento constructivo no es permisivo al paso del vapor de agua o lo es poco, parece la condensación al alcanzar este la denominada temperatura de saturación o de rocío. En consecuencia, se produce la aparición de la humedad. Las manifestaciones patológicas de este tipo de humedad son:

- Manchas negruzcas, producidas por colonias de hongos que se concentran en esas partes frías y que generan sensación de presencia de humedad y ambiente maloliente.
- Gotas que se generan en los parámetros con acabados más lisos o pulidos, como pueden ser las superficies frías con acabados satinados, pinturas plásticas, etc.
- Aparición de veladuras más imperceptibles a la vista pero detectables al tacto en los parámetros con menos acabados satinados.

2.10.5.- Humedad accidental

Ventura R, (2004), son humedades accidentales las debidas al agua procedente de accidentes, fallos, roturas, por averías puntuales de las redes de instalación del edificio, como escapes en tubería, rotura en conducciones, etc., o a descuidos de personas en cuartos de baño ,cocinas, lavaderos.

Es evidente, que en todos los casos los procesos patológicos se generan por la “fuga de agua” de cualquiera de estas conducciones, por lo

que alguna forma podría decirse que aunque la causante de los mismo será en definitiva el agua, no es ella la culpable directa sino el fallo en las tuberías y conducciones que la transportan.

2.10.6.- Proceso patológico generado por las aguas fugadas:

2.10.6.1- Bajantes y canalones exteriores

Para López, F (2004), se producen humedades de adsorción en los parámetros de cerramiento que pueden llegar a convertirse en filtraciones, en los supuestos de que la rotura no sea separada a tiempo y se produce por alguno de estos problemas.

- Desbordamiento de las aguas de los canalones por mal diseño de su capacidad para el aforo de aguas que recogen de la cubierta o por atascos por acumulación de suciedad en sus buzones y bajantes.
- Pérdidas puntuales a lo largo del recorrido del canalón por fallos en las soldaduras entre tramos de los mismos o de sus bajantes.
- Rotura de conductos por sobretensiones mecánicas en los anclajes a la fachada o por oxidaciones en los casos de la bajante en fundición.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1.- Tipo de investigación

Arias (2012), expone que:

Define la investigación de campo como aquella que consiste en la recolección de todos los datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. (pág.31)

La investigación de campo brindó la oportunidad de vincularse con el problema conociendo la realidad de manera objetiva, es decir, estudiar los fenómenos de acuerdo a la realidad, tal cual, como ocurre en el ambiente donde se desarrolló la problemática. En esta investigación se trasladó al sitio de recolección de muestra, como es el caso del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas de la ciudad de Anaco, donde se logró obtener y realizar la evaluación correspondiente a cada patología encontrada. Aunado a esto, la investigación se sustentó en el empleo de fuentes documentales a partir de las cuales se construyó los fundamentos teóricos que sirvieron de base para el presente estudio.

3.2.- Nivel de investigación

Por otra parte, para Bavaresco (2002) la investigación descriptiva:

Consiste en describir y analizar sistemáticamente características homogéneas de los fenómenos de estudios según la realidad, esto va a la búsqueda de aquellos aspectos que desean conocer y de los que se pretenden obtener respuestas. (p.124)

La investigación estuvo orientada en un estudio de nivel descriptivo. Se realizó así una inspección detallada a la estructura para establecer variables de estudio con el fin de detectar las posibles causas de patologías en la estructura.

3.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arias (2006), afirma que, “se entenderá por técnicas, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (pág. 67). En función de cumplir con el procedimiento de la obtención de información necesaria, para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos, para así determinar cada una de las patologías estructurales presentes en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, de igual manera se realizó una respectiva evaluación a cada uno de los elementos afectados. Para este caso la investigación se basó en lo siguiente:

3.3.1 Recopilación de antecedentes preliminares

Se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudaron a cumplir con los objetivos de la presente investigación, así como la búsqueda de planos estructurales antiguos del lugar que sirvieron como referencia y guía para el recorrido correspondiente de toda la estructura del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.

3.3.2 Inspección visual preliminar

Se contó, con un recorrido por toda la estructura que compone el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas, para el desarrollo de la inspección, con el propósito de evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en las que se encuentra la edificación, en donde se determinó si sería necesario o no pasar a una inspección más rigurosa. Aunando a la inspección, las labores previas de la recopilación de información de la estructura, se identificó las patologías estructurales mediante un levantamiento planialtimétrico del lugar usando como apoyo los planos antiguos de la estructura. Todo ello, para recopilar la información que sea necesaria para el llenado de las planillas de inspección.

3.3.3 Reporte fotográfico

Se llevó un registro fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños que sirvieron de sustento para las patologías encontradas, además de contar con una breve descripción del daño que afecta el elemento de tipo estructural o no estructural, adjuntándola a la investigación, para posteriormente ir plasmando en fichas de campo cada patología encontrada.

3.3.4 Planillas de inspección

Se elaboró una planilla de inspección estructurada por diferentes renglones, en donde se describen el tipo de elemento estructural o no estructural, sus dimensiones, además de los ejes donde se encuentra ubicada la patología. La planilla de inspección cuenta con una serie de patologías estructurales descritas tales como: humedad, corrosión,

desprendimiento del concreto, erosión, grietas entre otros, en donde se seleccionara la patología encontrada durante el recorrido.

3.3.5 Identificación de patologías presentes en la estructura

Usando una metodología de inspección visual detallada, se observó de manera fundamentada la estructura del hospital, en donde se hizo un posterior recorrido por el inmueble mediante una fundamentada observación, formando de esta manera una idea clara y precisa de su estado general. En el cual, se documentaron patologías presentes en el lugar, tales como, humedad, filtración, corrosión, grietas entre otros, identificándolos por medio de un levantamiento planialtimétrico para posteriormente ser capturada cada patología en el lugar utilizando la cámara fotográfica.

3.3.6 Implementación del programa de computadora SAP 2000 V.20

Mediante la ejecución del software SAP 2000 V.20 se elaboró el modelado de la estructura en 3D, con los elementos que conforman la estructuras (losa, viga, columnas), así como las dimensiones reales pudiendo así, identificar a través de ello si los elementos estructurales que conforman a la misma, para luego realizar la corrida del análisis del modelo elaborado en donde se observaron las condiciones de cada sección del hospital ante un evento sísmico.

CAPITULO IV

DIAGNÓSTICOS Y RESULTADOS

4.1. Identificación de las patologías existentes en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas

Actualmente en el hospital se evidencian patologías estructurales en los elementos que la componen, es por ello, que para dar inicio a la identificación de las patologías, se realizó primeramente una inspección visual preliminar por toda la estructura, dividiéndola en 5 módulos A, B, C, D y E (anexo Materno Infantil construido tiempo después), todo ello para una mejor inspección del lugar. Esta se realizó sin ningún tipo de equipos, solo con instrumentos de anotación y planos de la estructura, además de contar con la ayuda de una cámara fotográfica se tomó un registro grafico para identificar cada elemento afectado.

Realizado el recorrido se detectó a simple vista patologías estructurales y en otros casos, posibles evidencia del mismo, tales como, humedad, filtraciones, exposición del acero de refuerzo, perdida de friso, etc. A continuación se describen cada una de las patologías más relevantes durante la inspección, los cuales, serán objeto de estudio, identificándolas mediante la realización de un levantamiento planialtimétrico para cada sección realizados en AutoCAD.



Figura N° 21. Exposición de acero en una de las columnas del área de cocina.

Fuente: Autores.

En la foto anterior, se evidencia la pérdida de friso en la columna, teniendo como consecuencia la exposición del acero, con presencia de corrosión en el acero de refuerzo, causando que la columna se debilite.



Figura N° 22. Humedad en parte externa de la pared del área de cocina.

Fuente: Autores.

En la figura N° 22, se muestra humedad proveniente del goteo constante del equipo de aire acondicionado, esta imagen corresponde a la

pared de la parte de la oficina de mantenimiento y sala de descanso de enfermería.



Figura N° 23. Exposición de acero en viga del hospital.

Fuente: Autores.

La fotografía anterior muestra la viga del pasillo central en donde se evidencia el desprendimiento del concreto exponiendo el acero de refuerzo a la corrosión.



Figura N° 24. Pared de área de cocina parte interna.

Fuente: Autores.

La figura N° 24 corresponde a la parte interna del hospital, específicamente en el área de la cocina, en donde se evidencia que la pared presenta daños causados por el personal de mantenimiento para reparar una

tubería dañada y como consecuencia se produce el debilitamiento del mismo.



Figura N° 25. Mancha de humedad en pasillo del hospital.

Fuente: Autores.

La figura N° 25, se evidencia manchas de filtración en la losa de techo del pasillo de hospitalización causada por el estancamiento de agua en la parte exterior.



Figura N° 26. Humedad en columna que une el área de hospitalización con el materno infantil.

Fuente: Autores.

En la figura N° 26, se muestra una de las columnas que conecta el área de hospitalización con el anexo materno infantil, presenta humedad causada por la filtración de agua en la pared y columna, proveniente del goteo constante de una tubería de agua en la parte externa.



Figura N° 27. Desprendimiento de concreto área hospitalización.

Fuente: Autores.

En la figura anterior, vista frontal del área de hospitalización parte de los baños los cuales también presenta columnas corta y desprendimiento del recubrimiento en las paredes y columnas.



Figura N° 28. Humedad en muros del materno infantil.

Fuente: Autores.

En la fotografía N° 28 se muestra presencia de humedad en la parte lateral derecha del anexo materno infantil, la permanencia de la humedad en las paredes favorece a la aparición y proliferación de hongos, musgos y vegetales.



Figura N° 29. Manchas de filtración en volados del materno infantil.

Fuente: Autores.

En la imagen anterior, se muestra la evidencia de filtración en el techo del materno infantil causada por la falta de drenaje otra de las causas es también por la construcción de un gotero mínimo que no impide que el agua discurra libremente por esta sección.

4.2 Registro de las patologías encontradas

Se efectuaron anotaciones indicando las áreas afectadas, para luego detectar o determinar las posibles causas de estas patologías y si esta requiere de alguna inspección más profunda o a la implementación de cálculos matemáticos para determinar el error y conocer su comportamiento. A partir de las diferentes observaciones realizadas, así como un levantamiento de daños. Se formulará un diagnóstico dependiendo del grado de daño que está presente y de las cuales, sea necesario un estudio y análisis más profundo, todo ello para establecer recomendaciones a futuras intervenciones.

Mediante el uso de planillas de inspección (ver modelo en anexo D.1), se procedió a llenar y ordenar todo los datos tomados durante la inspección, indicando las áreas afectadas de los elementos estructurales y no estructurales en donde, se describirá el tipo de elemento afectado, con sus dimensiones y los ejes en el cual se encuentre ubicado en el plano, además de los síntomas patológicos más relevantes que pueden afectar la estructura. Para la ubicación de los elementos estructurales afectados, se realizó un levantamiento planialtimétrico para obtener la ubicación exacta del elemento reflejándolo en el plano dibujado en el programa AutoCAD.

Se trabajó con cada sección del hospital de manera individual, todo ello, para resaltar las patologías encontradas, entre las cuales, destacan las más comunes como la humedad, filtración, oxidación, desprendimiento del concreto entre otras. A continuación por medio del uso de las planillas de inspección se describen cada una de las patologías encontradas en las secciones del hospital.

4.2.1 Sección A (consultorios médicos, oficinas y farmacia)

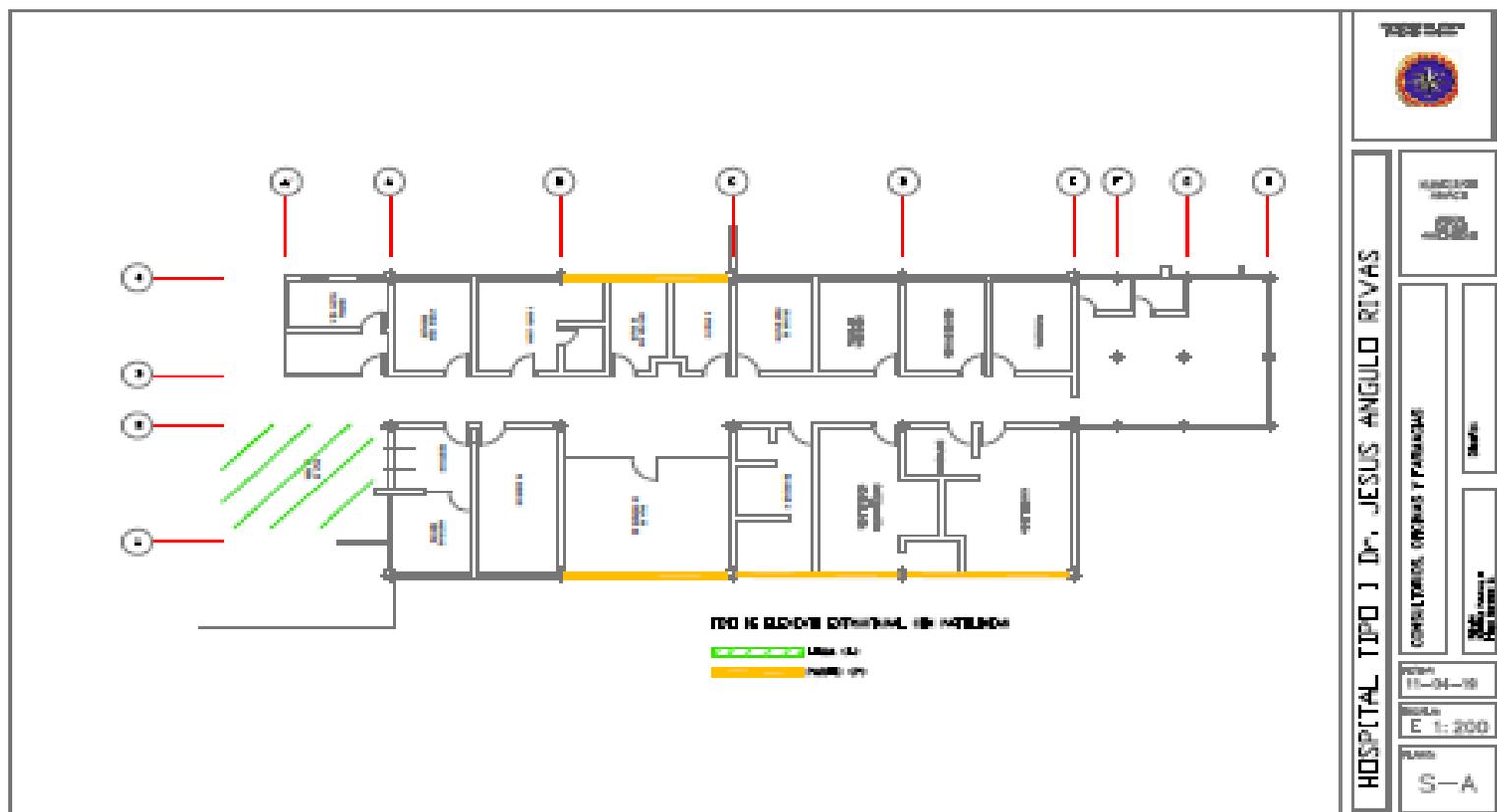


Figura N° 30. Vista de planta sección A del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.
Fuente: Autores.

4.2.2 Planilla de inspección de la sección A (consultorios médicos, oficinas y farmacia)

Planilla de inspección					fecha : 25/02/2019						
Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas											
Area: consultorios médicos, oficinas y farmacia.											
Tipo de elemento estructural	Dimensiones (m)				Patología estructural encontrada						
	Ancho	largo	Alto	Ejes	Humedad	Filtración	Desprendimiento de mortero	Oxidación	erosión	Grietas	Exposición de acero
P	6,57		1,83	4(B-C)	✓						
P	6,35		1,52	1(B-C)	✓						
P	6,34		1,52	4(C-D)	✓						
P	6,30		1,52	4(D-E)	✓						
L	2,35	2,62		1-2(A-A')		✓					
P		0,82		1(C-F)		✓					
Leyenda				Comentarios adicionales							
Columna				C							
Viga				V							
Pared				P							
Losa				L							
<p>No se presenciaron más patologías relevantes dentro de la sección, sin embargo, en el área de la farmacia se logró observar la discontinuidad que existen en algunas columnas.</p>											
<p>Elaborado por: Mariana V. Polanco H C.I 25.274.300 Hugo R. Marcano C C.I 21.629.039</p>											

4.2.3 Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y emergencia)

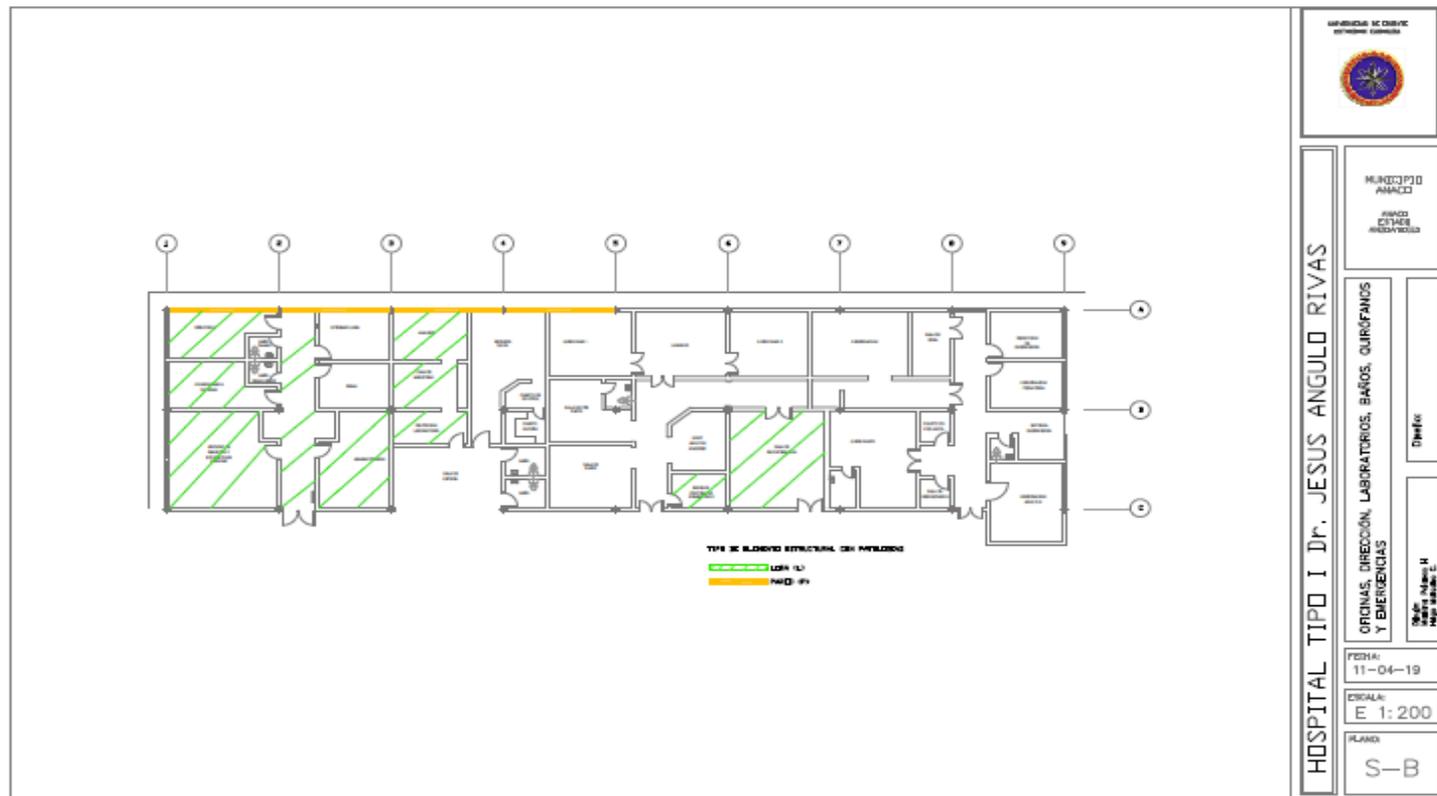


Figura N° 31. Vista de planta sección B del hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.
 Fuente: Autores.

4.2.4 planilla de Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y emergencia

Planilla de inspección											fecha : 11/03/2019
Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas											
Área: oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y emergencias											
Tipo de elemento estructural	Dimensiones (m)				Patología estructural encontrada						
	Ancho	largo	Alto	Ejes	Humedad	Filtración	Desprendimiento de mortero	Oxidación	erosión	Grietas	Exposición de acero
L	6,35	6,10		A-B(1-2)		✓					
P	6,35		1,92	A(1-2)	✓						
P	6,10		1,92	A(2-3)	✓						
L	6,35	6,35		1-2(B-C)		✓					
L	3,63	2,23		6(B-C)		✓					
L	6,35	6,10		2-3(A-B)		✓					
L	6,35	6,35		2-3(B-C)		✓					
L	4,34	6,34		3-4(A-B)		✓					
L	3,24	2,12		3-4(B-C)							
P	6,10		1,92	A(3-4)	✓						
P	6,35		1,92	A(4-5)	✓						
Leyenda				Comentarios adicionales							
Columna		C		En esta sección solo se encontraron más patologías relevantes, por su parte al ser un área delicada el área de los quirófanos no se evidencia patologías estructurales ,anudando a esto la parte de emergencia no presenta patologías solo deterioro de pintura y acabados .							
Viga		V									
Pared		P									
Losa		L									
Elaborado por: Mariana V. Polanco H C.I 25.274.300 Hugo R. Marcano C C.I 21.629.039											

4.3.- Diagnostico de daños por patologías estructurales encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas

De la inspección visual realizada en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas y el uso de planilla de inspección para recolectar las patologías, se obtuvo los siguientes resultados:

4.3.1 Sección A (consultorios médicos, oficinas y farmacia)

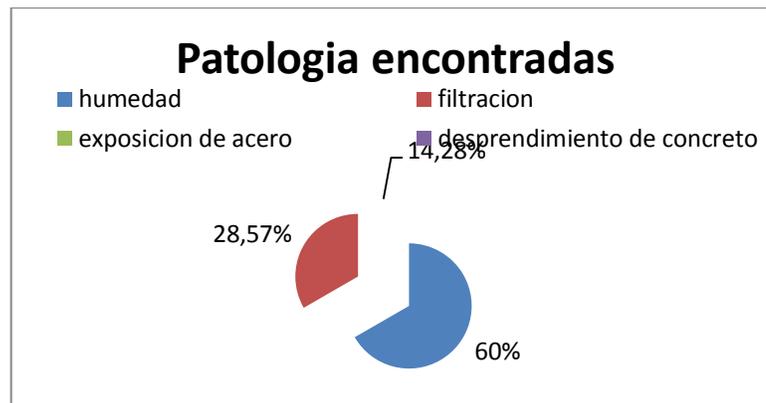


Figura N° 32. Porcentaje de patologías encontrada en la sección A.
Fuente: Autores.

Para esta sección se realizó una inspección visual, detectando las patologías estructurales que afectan los elementos que componen la misma, en donde, se obtuvo como resultado que la patología con mayor incidencia es la de humedad, ubicada en la parte externa de las paredes de esta sección con un 60% a su vez la filtración está en un segundo lugar con un 28,57%, patología que afecta la parte interna del techo debido a la mala impermeabilización.

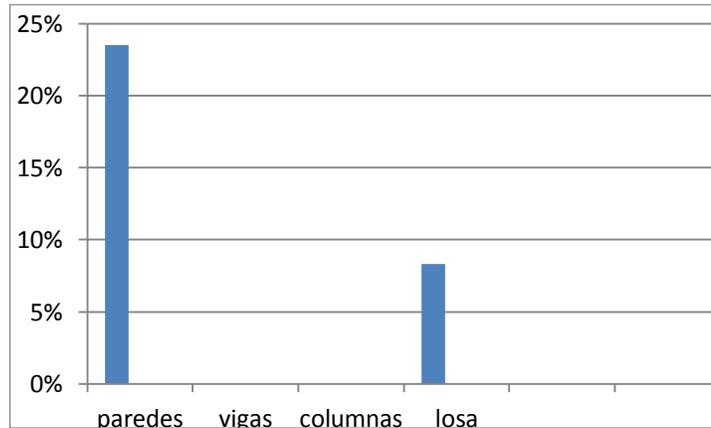


Figura N° 33. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales en la sección A.

Fuente: Autores.

Elemento estructural más afectado en esta sección es en las paredes donde predomina más la humedad, dando como resultado un porcentaje de daño de 23,53%, por otra parte, otro elemento estructural afectado resulto ser la losa, con manchas de filtración en el techo. En esta sección, no se evidenciaron daños en las columnas y vigas dentro y fuera del mismo.

4.3.2 Sección B (oficinas, dirección, laboratorio, baños quirófanos y emergencias)

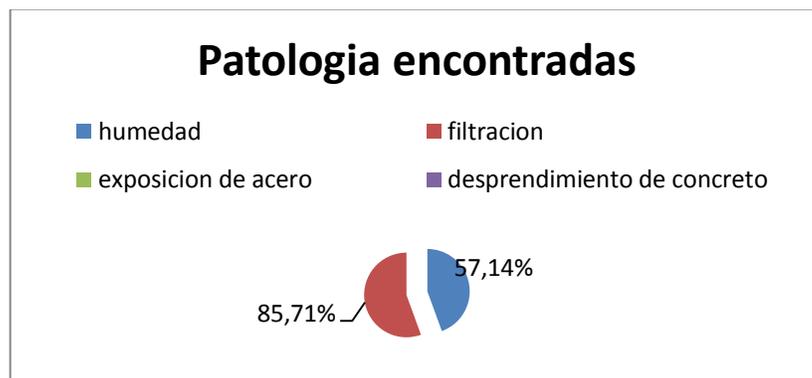


Figura N° 34. Porcentaje de patologías encontrada en la sección B.

Fuente: Autores.

Las patologías más relevantes para esta sección, las cuales, se detectaron mediante la realización de la inspección fue la de humedad y filtración, a su vez, no se evidenciaron daños en las columnas y vigas que la conforman.

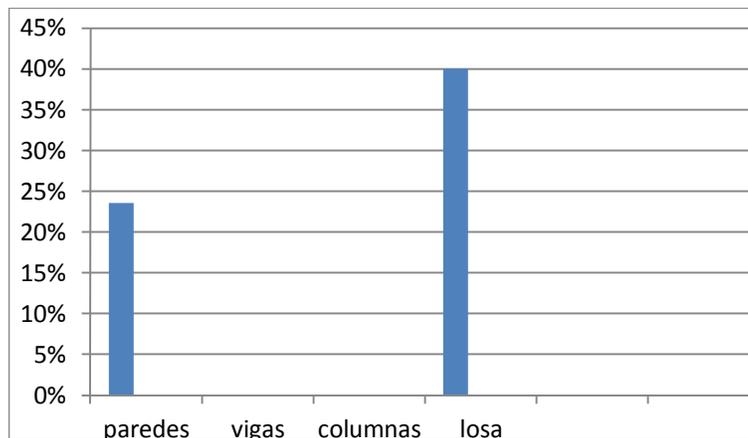


Figura N° 35. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales.
Fuente: Autores.

La grafica anterior muestra los porcentajes obtenidos por las patologías que afectan a estos elementos estructurales, donde las más relevantes fueron en las paredes con problemas de humedad y las losas con problemas de filtración. Teniendo en cuenta que no se evidencio daños en las columnas y vigas.

4.3.3 Sección C (área de hospitalización)

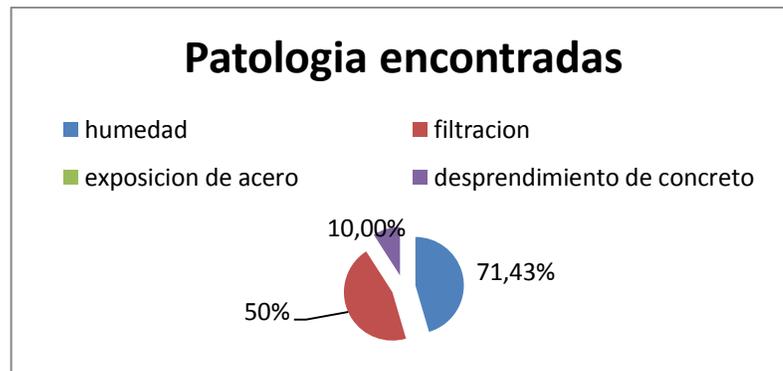


Figura N° 36. Porcentaje de patologías encontrada en la sección C.
Fuente: Autores.

Para la sección C del hospital se evidenció en mayor proporción las patologías de humedad con un 71,43 % seguidamente de filtración en la parte del techo con un 50%, a su vez se encontró que el desprendimiento de concreto en algunas paredes de la sección obteniendo un porcentaje de 10%.

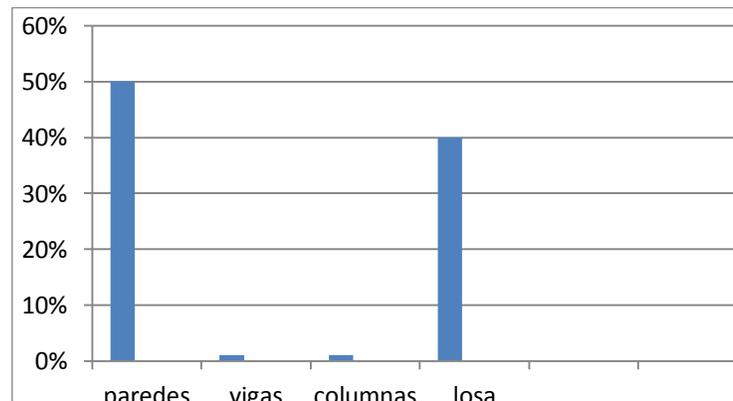


Figura N° 37. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales.
Fuente: Autores.

Para la gráfica mostrada se evidencia que el mayor porcentaje de daño lo tienen las paredes con un 50%, daño que es más relevante en la parte externa de esta sección, a su vez, con la inspección visual detallada en la parte interna se logró visualizar manchas de filtración ubicadas en el techo de algunas habitaciones.

4.3.4 Sección D (cocina, comedor, lavandería y cuartos de descansos)

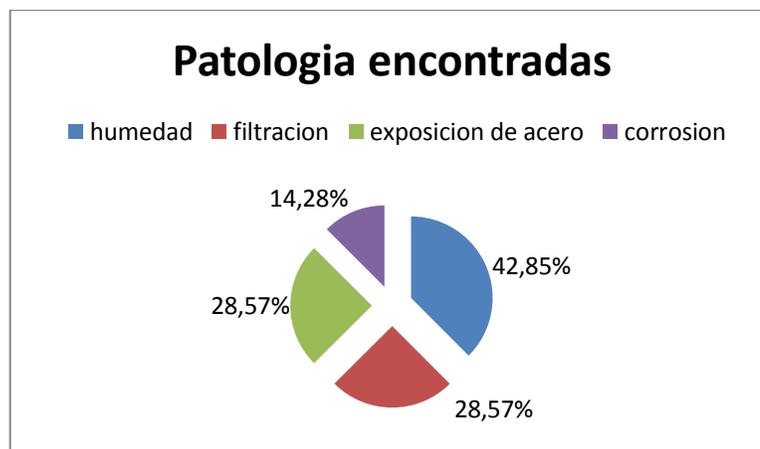


Figura N° 38. Porcentaje de patologías encontrada en la sección D.

Fuente: Autores.

Para la sección D, se encontró una serie de patologías estructurales, donde la más resaltante fue la de humedad con un 42,58%, a su vez la de menor incidencia es la de exposición del acero de refuerzo, corrosión y filtración.

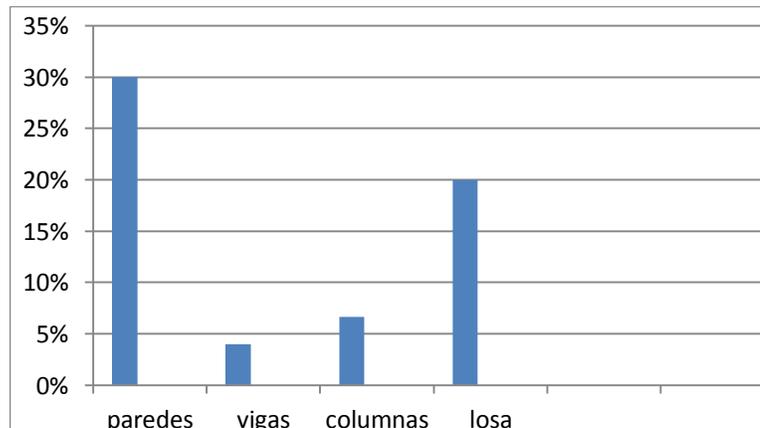


Figura N° 39. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales.

Fuente: Autores.

A continuación, la gráfica muestra el porcentaje de daño en los elementos estructurales y no estructurales de esta sección, donde los más afectados son las paredes con presencia de humedad, seguidamente de las columnas, con desprendimiento de concreto y exposición de acero de refuerzo, para las vigas se muestra la exposición del acero así como para las losa la presencia de filtración causados por la acumulación de agua en la parte externa del techo.

4.3.5 Sección E (Anexo Materno infantil)

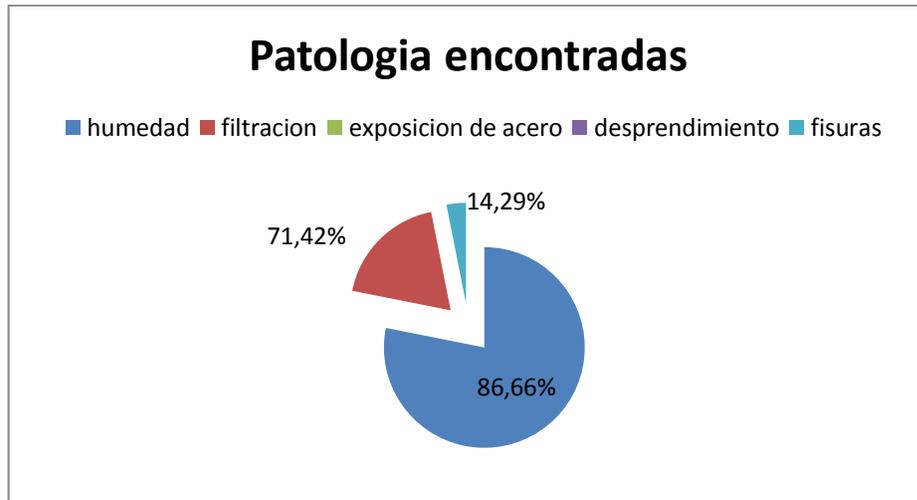


Figura N° 40. Porcentaje de patologías encontrada en el anexo Materno Infantil.

Fuente: Autores.

Para esta sección se tiene como patología más predominante la de humedad con 86,66 %, seguidamente de filtración con 71,42%, y por último se ubica la fisura ubicadas en la losa de techo con un porcentaje de 14,29% de daño.

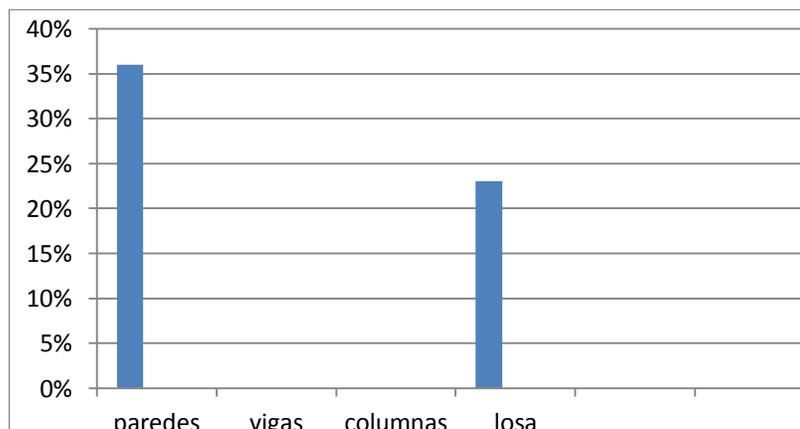


Figura N° 41. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales en el anexo Materno Infantil.

Fuente: Autores.

Los elementos estructurales más afectados en este anexo son las paredes con presencia de humedad situada mayormente en la parte exterior del mismo, a su vez en las losas se evidencia un porcentaje de daño de un 23% en toda la sección presentando problemas de filtración.

4.3.6 Porcentaje total de patologías encontradas en el Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas

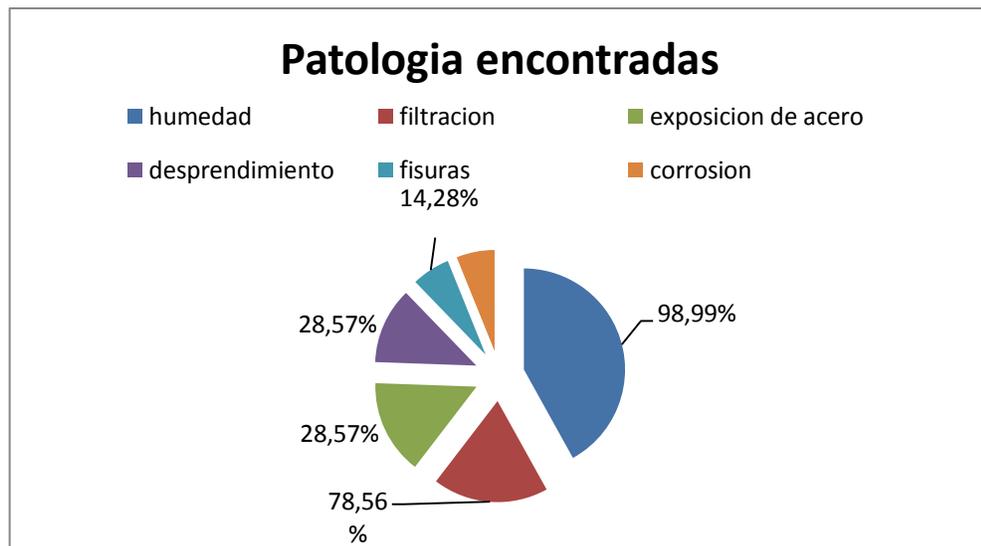


Figura N° 42. Porcentaje total de las patologías encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.

Fuente: Autores.

Luego de determinar el porcentaje de patologías estructurales presentes en cada módulo, se procedió a calcular un porcentaje general de las patologías que afectan al hospital Dr. Jesús Angulo Rivas. Dando como resultado que la patología estructural más predominante es la de la humedad, seguidamente de la filtración como otra patología estructural más notoria que afecta a distintas zonas del hospital.

4.3.7 Porcentaje total de daños en los elementos estructurales y no estructurales en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas

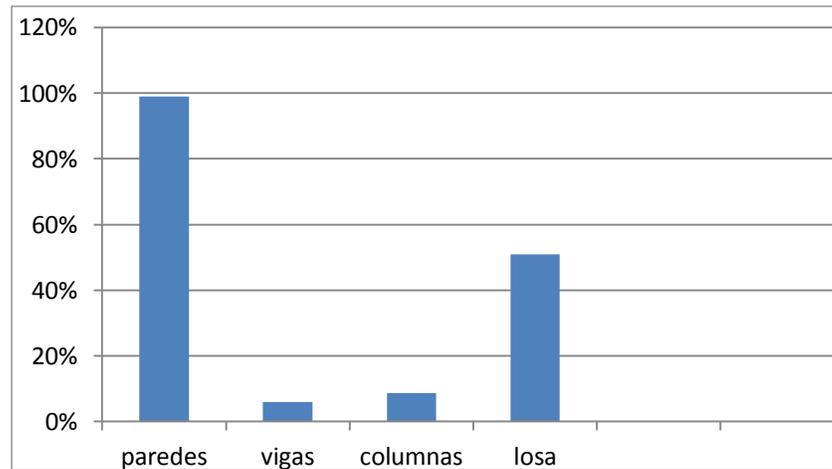


Figura N° 43. Grafica de porcentaje de daños en elementos estructurales y no estructurales en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.

Fuente: Autores.

Una vez realizada la evaluación de los daños en los elementos estructurales y no estructurales que componen cada sección del hospital, se procedió a calcular un porcentaje general de daños a la estructura, dando como resultado que las paredes son los elementos no estructurales más afectados debido a la humedad acumulada en ellas.

4.4 Resultado de análisis estructural con programa Sap2000 V.20

La modelación del comportamiento de la estructura se realizó por medio del programa SAP 2000 V.20, donde se analizó toda la estructura que compone el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas de la ciudad de Anaco Estado Anzoátegui. Para llevar a cabo el análisis se procedió a dividir por secciones (A, B, C, D Y E), a su vez, cada sección se estructuró en base el plano adjunto del hospital (ver en anexos B), elaborando ejes estructurales según simetría y constructividad de la edificación para dicha arquitectura.

Con ayuda de planos y levantamientos planialtimétrico del lugar se procedió a modelar todo los elementos estructurales que conforman el hospital, tales como, columnas, vigas y losa (ver figura N° 44). Obteniendo así un modelado en 3D como muestra la figura a continuación:

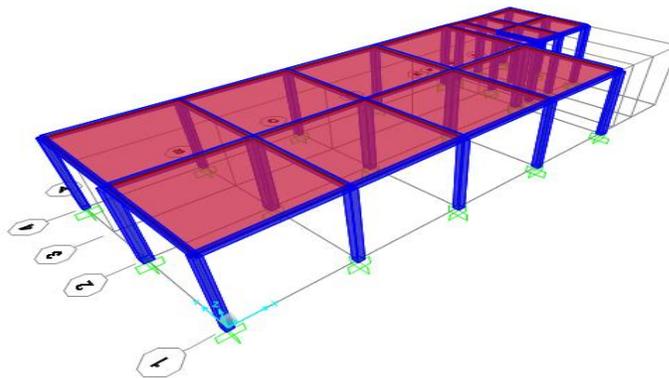


Figura N° 44. Modelado en 3D sección A del Dr. hospital Angulo Rivas.

Fuente: Autores.

Seguidamente para el análisis de la estructura, se hará de acuerdo con los requerimientos de la Norma Venezolana COVENIN 2002-88 "Criterio

y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones” y los datos suministrados para cada una de las dimensiones consideradas con cargas permanentes, variables y sísmicas aplicadas según la norma. Las cargas gravitacionales empleadas para el análisis y diseño de las estructuras son las siguientes:

- **Carga variable: 175 kg/m²**
- **Carga permanente: 465 kg/m²** (losas nervada e= 25 cm)

Combinaciones de carga

compos

1	CP 1,4
2	CP 1,2 + CV 1,6
3	Sx ⁻¹ + CP 0,9
4	Sx ⁺¹ + CP 0,9
5	Sy ⁻¹ + CP 0,9
6	Sy ⁺¹ + CP 0,9

Ya introducidas las cargas y combinaciones respectivas, el siguiente paso consistió en generar el espectro de diseño, esto de acuerdo a los parámetros utilizados siguiendo los requerimientos de la Norma Venezolana COVENIN 1756-1:2001 Edificaciones Sismo resistentes. A continuación en la figura N° 45, se muestra los datos empleados para generar el espectro:

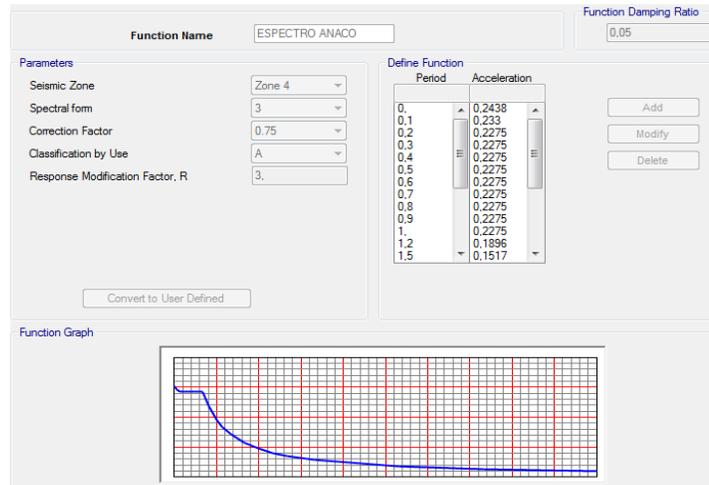


Figura N° 45. Parámetros requeridos para generar el espectro de diseño mediante el programa SAP 2000 V.20.

Fuente: Autores.

Luego de ingresar todos los datos correspondientes en el programa se procede a realizar la corrida del mismo. Donde se obtendrá una escala de color que indicará en qué porcentaje de servicio se encuentra la estructura analizada. A continuación en la figura n° 46 se evidencia los resultados obtenidos después del análisis de la estructura:

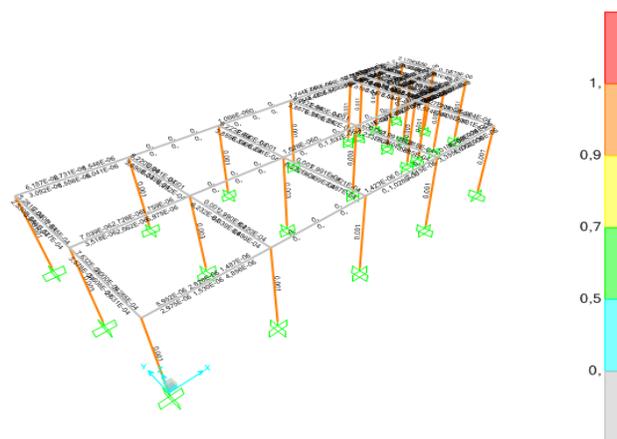


Figura N° 46. Resultados obtenidos en el análisis de la estructura sección A.

Fuente: Autores.

Los elementos de la estructura cumplen con los requerimientos de construcción de elementos estructurales basados en la Norma COVENIN. Realizada la corrida del programa, se obtuvo como resultado que la estructura está funcionando a un 90 % sin inconvenientes. Por lo que se concluye que las secciones utilizadas, son suficientes y cumplen con el tipo de diseño a la que fue destinada la estructura inicialmente.

4.4.1 Análisis estático

Basándose en el capítulo 9 de la norma COVENIN 1756-1:2001, se procedió a determinar el método de análisis correspondiente a la estructura. De acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla N° 2. Selección del método de análisis para edificios de estructura regular

ALTURA DE LA EDIFICACION	REQUERIMIENTO MINIMOS
No excede 10 pisos ni 30 metros	ANALISIS ESTATICO
Excede 10 pisos o 30 metros	ANALISIS DINAMICO PLANO

Fuente: norma COVENIN 1756-1:2001

Al ser una estructura de un solo nivel, se procedió a realizar un análisis estático a todas las secciones que componen el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas. Con la ayuda del programa SAP 2000 V.20, se extrajeron datos para completar el análisis estático para esta y demás, para luego proceder a realizar el análisis de acuerdo a los requerimientos de la norma. Para la sección A se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Espectro de diseño**

Zona sísmica	4
coeficiente de aceleración horizontal (A_0)	0,25
factor de importancia (α)	1,30
Factor de reducción de respuesta (R)	6
Máximo periodo en el intervalo (T)	1,0
Factor de magnificación promedio (β)	3,00
Factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal (φ)	0,75

- **Periodo estimado**

$$T_a = C_t h_n^{0.75}$$

$$T_a: 0,07 \times (3)^{0.75} = 0,159 \text{ seg.}$$

$$0,159 < 0,40$$

Empleamos formula Ad, empleada en función al periodo total

$$T < T^+ \quad A_d = \frac{\alpha \varphi A_0 \left[1 + \frac{T}{T^+} (\beta - 1) \right]}{1 + \left(\frac{T}{T^+} \right)^c (R - 1)}$$

$$A_d: 0,20$$

- Factor cortante basal

$$\mu = 1.4 \left[\frac{N + 9}{2N + 12} \right] \quad \mu: 1,00$$

$$\mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right] \quad \mu: 0,75$$

$\mu: 1,00$ controla

- cortante basal

Peso total de la estructura suministrada por el programa SAP V.20

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
w	LinStatic	4,763E-11	-1,903E-12	257770,31	1687118,6	-3527443,85	-4,954E-10

Ad: 0,20

$\mu:$ 1,00

W: 257770,31 Kg / 257,77 ton

$$V_0 = \mu A_d W \quad V_0 = 51,55$$

Por norma

$$V_0 = \frac{\alpha A_0 W t}{R} \quad V_0 = 12,35$$

$$V_0 = 56,70 \text{ controla}$$

- **Fuerza de tope**

$$F_t = V_0 [0,06 (T/T^*) - 0,02] \quad F_t: 2,06$$

$$0,04 V_0 < F_t < 0,10 V_0$$

$$2,06 > -0,59 < 5,67$$

- **Fuerza de piso**

Nivel	Hj	wi	wihj	Fi	Vi	Ki	∂ei	Δei	FiΔei	WiΔei ²
1	3	257,77	73	2,06	56,5	130,35	0,43	0,43	23,40	47,66
				54,44						

Verificación:

$T_v = 0,28 \neq 0,159$ no converge hacer 2da iteración.

$\mu: 1,00$

$w: 257,77 \text{ ton}$

$T: 0,18 < 0,4$

$$T < T^+ \quad A_d = \frac{\alpha \phi A_o \left[1 + \frac{T}{T^+} (\beta - 1) \right]}{1 + \left(\frac{T}{T^+} \right)^c (R - 1)}$$

$A_d: 0,17$

- **cortante basal máximo**

$$V_0 = \mu A_d W \quad V_0 = 43,82$$

Por norma:

$$V_0 = \frac{\alpha A_0 W_t}{R} \quad V_0 = 12$$

$$V_0 = 43,82 \text{ controla}$$

- **Fuerza de tope**

$$F_t = V_0 [0,06 (T/T^*) - 0,02] \quad F_t = -0,44$$

$$0,04 V_0 < F_t < 0,10 V_0$$

$$1,85 > -0,42 \text{ usar } F_t: 1,85$$

- **Fuerza de piso**

Nivel	Hi	wi	Wihj	Fi	Vi	Ki	∂ei	Δei	FiΔei	WiΔei ²
1	3	257,7	773	1,85	43,92	130,3	0,14	0,33	13,88	28,07
		7		42,07		5				

Verificación:

$$T_v = 0,28 = 0,28 \text{ converge}$$

4.5 Resumen de daño de las patologías encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.

Tabla N° 3. Resumen de los porcentajes de patologías estructurales presentes en las secciones del hospital.

A continuación se muestra la tabla final de daños causados por las patologías estructurales ubicadas en cada sección, mediante el uso de las planillas de inspección y el levantamiento planialtimétrico se ubicaron los elementos estructurales y no estructurales afectados. Seguidamente se procedió a determinar el porcentaje final de daño causado en cada sección que compone el hospital.

Patologías estructurales	% de patologías estructurales por secciones				
	Sección A	Sección B	Sección C	Sección D	Sección E
Humedad	57,14%	57,14%	71,43%	42,85%	96,66%
Filtración	28,58 %	85,71%	71,43%	28,57%	85,71%
Desprendimiento del mortero	0%	0%	0%	28,57%	0%
Corrosión	0%	0%	0%	0%	14,28%
Fisura	0%	0%	0%	0%	14,28%
Exposición de acero	0%	0%	0%	28,57%	0%

Fuente: autores

Tabla N° 4. Resumen de daños de patologías encontradas en el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas.

Patología	Área afectada de todas las secciones				Σ áreas afectadas con patología	Origen de la patología	Medidas preventivas
	columnas	vigas	paredes	losas			
Humedad			260,37		260,37m ²	Humedad producida por el goteo constante de agua que viene de los equipos de aire acondicionado. (Ver figura N° 22), A su vez en la sección E encontramos humedad producida principalmente por la acción del viento en periodos de lluvia (Ver figura N° 28),	Colocar canalizaciones, que permitan drenar el agua hasta los desagües. Para evitar que esta se infiltre en las paredes. Además de crear un gotero en las áreas que lo necesiten y realizar un tratamiento hidrófugo para mayor protección.
Filtración				451,97	451,97m ²	La filtración se debe a la mala implementación del manto asfáltico sobre la losa de techo (ver figura N° 29), la cual, tiene como consecuencia el agrietamiento del mismo haciendo que el agua entre hacia la parte interna del hospital. (Ver figura en anexo A.9)	(Según lo establecido en la sección 5.4.4.1 de la norma COVENIN 3400-98) Se debe remover y colocar un nuevo manto asfáltico, respetando la distancia entre solapes y agregando un impermeabilizante para más protección.

Fuente: Autores

Patología	Área afectada de todas las secciones				Σáreas afectadas con patología	Origen de la patología	Medidas preventivas
	columnas	vigas	paredes	losas			
Corrosión y exposición del acero	0,60				0,60m2	Evidencia de corrosión en el acero de refuerzo en la columnas y vigas debido al desprendimiento de concreto (ver figura N° 21 y 23)	Realizar remoción del concreto hasta dejar totalmente expuesto el acero afectado, luego rapar el acero, aplicar pintura anticorrosiva y por ultimo frisar de nuevo el área afectada, para mayor protección..
Desprendimiento del mortero	0,60			0,60	0,60 m2	El desprendimiento tiene surge como consecuencia de la mala preparación del mortero que se usó como base para friso para recubrir las paredes del hospital. (ver figura N° 27)	Una medida correctiva a implementar consiste en remover toda la capa de friso de las paredes, siguiendo las recomendaciones expuesta en la norma COVENIN 1753-2006, en su capítulo 4.1 requisitos de durabilidad del concreto.

Fuente: Autores

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

- Se inició el proceso de investigación, de forma profunda para ubicar la información correspondiente al hospital, con el fin de encontrar los planos del mismo, y de esta manera poder detallar a profundidad como fue construida la estructura. Fue un arduo proceso de investigación debido al ser una estructura antigua, por ello se requirió del apoyo de entes gubernamentales. La gestión se llevó a cabo con éxito, al obtener los planos originales de la estructura, y poder dar inicio al desarrollo del presente trabajo.

- Luego de realizar las mediciones y el respectivo registro fotográfico a las áreas afectadas, se logró detectar que el problema más predominante en la estructura fue el exceso de humedad y filtración en sus elementos estructurales y no estructurales, como consecuencia a la falta de mantenimiento que hay en dicha institución hospitalaria.

- Se realizó un levantamiento planialtimétrico de la estructura donde se plasmaron las áreas más afectadas, sustentando dichos planos con planillas de inspección, para tener de forma más ordenada y específica, la ubicación de cada patología estructural encontrada, lo

que fue de gran ayuda para poder ver a través de los resultados cual fue la afección que presentó un mayor resultado de incidencias. Determinando que la humedad y la filtración fueron las más predominantes.

- Se tomaron los datos obtenidos en las inspecciones, sumados con los planos de cada sección que compone dibujado en el programa autocad y se procedió a realizar un análisis de la estructura, haciendo uso del programa SAP 2000 V.20. Luego de ingresar todo lo datos correspondientes en el programa se procedió a realizar la corrida del mismo, una vez realizada, se obtuvo como resultado que la estructura está funcionando en un 90% sin inconvenientes, esto a pesar de ser una estructura antigua.
- Una vez realizadas las respectivas evaluaciones se determinó que la estructura presenta un gran número de daños y deterioros. Al ser una institución hospitalaria, requiere de soluciones factibles para su pronta restauración y mantenimiento, de esta manera, se establecieron recomendaciones para cada daño y patología estructural encontradas, con el fin de proponer mejoras que ayuden a alargar la vida útil de la estructura, ya que, esta cuenta con 31 años de antigüedad.
- Luego de realizar la presente investigación se pudo determinar que el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas se encuentra en condiciones aptas para seguir prestando servicio a la comunidad, gracias a los resultados obtenidos a través de la inspección detallada y el análisis sísmico haciendo uso del programa SAP 2000 v.20, donde ambos estudios determinaron que la estructura solo presenta patologías y

daños externos, por falta de mantenimiento y deterioro, queriendo decir que dichos daños no afectan de manera grave cada miembro estructural, de manera que dicha institución si puede seguir recibiendo y prestando servicio a los usuarios de la comunidad de la ciudad de Anaco.

5.2.- Recomendaciones

- Diseñar una estructura metálica que soporte el tanque removible que se encuentra actualmente en el techo del hospital justo encima del área de cocina, para evitar de esta manera que las fugas que este ha presentado continúen causando áreas de humedad sobre el techo y por ende realizarle un mantenimiento más efectivo y periódico, previniendo entonces un futuro daño para el concreto que recubre la losa, o en su defecto recurrir a un mantenimiento completo de cada conexión de aguas blanca que este posee, y procurar que dicho mantenimiento sea constante.
- Comenzar un tratamiento intensivo, para las manchas de humedad presente en las áreas afectadas del hospital, este tratamiento puede realizarse, aplicando una mezcla de concreto hidrófugo en las paredes del hospital, de esta manera se estar creando un capa protectora en estos elementos no estructurales, con el fin de prevenir la aparición de humedad.
- Realizar renovación en la capa impermeabilizante del techo del hospital, que ha perdido su propiedad debido a la exposición a los rayos ultravioleta y la mala colocación de la misma. De manera que al colocar una nueva capa de manto procurar mantener la continuidad entre cada tramo de manto, sin dejar superficies con espacios huecos, donde se puedan producir grietas y finalmente filtraciones. Además procurar de mantener una pendiente para el techo de manera que el agua sea escurrida de forma correcta hacia las calderas de desagüe

ubicadas en el techo y erradicar de forma permanente el estancamiento del agua de lluvia.

- Iniciar un proceso de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado, para detener los goteos que producen manchas de humedad en las paredes exteriores del hospital, y así mismo colocar mangueras de desagüe que permitan el correcto escurrimiento del agua destilada del equipo.
- En el lateral izquierdo del hospital, específicamente el anexo utilizado como área de maternidad, llevar a cabo la reconstrucción del gotero de todo el volado de la losa de esta área, debido a que el gotero no tiene las dimensiones adecuadas, cuando escurren las aguas pluviales del techo estas salpican de manera directa sobre la pared de esta ala, de esta manera se estará controlando de forma permanente el problema de humedad que presenta esta área.
- Es importante destacar la situación presente en la unión de la estructura vieja, (el antiguo hospital) con la estructura nueva (el materno), acá se divisa una grave falta de buen acabado debido a que existe una diferencia de altura considerable entre las dos estructuras de unos de 15 cm que genera un desnivel en dicha unión, lo que ocasiona una filtración de aguas pluviales hacia dentro de la estructura. Es importante atender esta situación, debido a que es una de las patologías más considerables, ya que, afecta de manera muy directa la salubridad y seguridad del recinto.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de la Investigación*. (6ta Edición). Caracas-Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Astorga, A. y Rivero, P. (2009). *Patologías en las edificaciones*. Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos. Mérida, Venezuela.
- Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS). (2004). *Guía de Patologías constructivas, estructurales y no estructurales*. Disponible:<http://bdigital.eafit.edu.co/PROYECTO/P624.183CDA6n1/fulltext.pdf>.
- Arthur H. Nilson. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*. Duodécima Edición. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana
- Bavaresco, A (2006). *Proceso Metodológico en la Investigación*. Quinta edición. Maracaibo, Venezuela.
- Blanco, M. (2011). *Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente* Vol. 27, N° 3. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.Caracas, Venezuela.
- Broto, C. (2006). *Enciclopedia de patologías de la construcción*. Primera Edición, Barcelona España.
- Corman y Brown .*Diseño de concreto reforzado*. Octava Edición. México Editorial: Alfaomega.
- Escalante S.(2010). *Durabilidad del concreto armado en viviendas de zonas costeras por acción del medio ambiente en la conurbación Barcelona, Lechería, Puerto La Cruz y Guanta del Estado Anzoátegui*. Trabajo de grado. Universidad De Oriente, Anzoátegui.
- Harold Alberto Muñoz M. (2015). *Seminario de evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto* .Bogotá D.C, Colombia.
- Norma Venezolana COVENIN MINDUR (1753-03) (2003). *Proyecto y construcción de obras en concreto estructural*. Fondonorma, Caracas.

- Norma Venezolana COVENIN (2002-88). (1988). *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*. Fondonorma, Caracas.
- López, F (2004). *Manual de patología de la edificación*. Tomo 1. Madrid, España.
- Quiñonez, H. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en la estructura de albañilería de la Capilla de Santa Rosa de Lima, Distrito de Pampa Hermosa, Provincia de Satipo Departamento de Junín*. Tesis de Grado. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Satipo, Perú.
- Santibáñez (2013), <https://es.slideshare.net/sallafina/losas-25848484>. Consultado (25 de Marzo de 2019).
- Ventura, R (2004). *Lesiones en los edificios debidos a humedades. Patología de las cubiertas y fachadas*. Tomo 3. Madrid, España.
- Velasco, E. (2014). *Determinación y evaluación del nivel de incidencias de Las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y Puente Nacional del departamento de Santander*. Tesis de Grado. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	“EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES PRESENTES EN EL HOSPITAL DR. JESÚS ANGULO RIVAS DE LA CIUDAD DE ANACO ESTADO ANZOÁTEGUI”.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Marcano Hugo	CVLAC	21.269.039
	e-mail	marcanohugo8@gmail.com
	e-mail	
Polanco Mariana	CVLAC	25.274.300
	e-mail	marianapolanco_95@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

patologías estructural
inspección detallada
análisis
hospital
humedad
filtración
fisuras
SAP 2000

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería y ciencias aplicadas	Ingeniería civil

Resumen (abstract):

Resumen

Hoy en día, es común ver estructuras con bastante antigüedad, como es el caso de los hospitales, donde en ocasiones se pueden observar que falta de atención en cuánto a la estructura, ya sea, por el poco mantenimiento o tiempo de vida han causado deterioro y aparición de algunas patologías estructurales en el mismo. A partir de esta situación surge la inquietud de tomar como objeto de estudio la el hospital Dr. Jesús Angulo Rivas de la ciudad de Anaco, y de esta manera profundizar en cada daño y patología estructural que esté presente a través de una detallada evaluación, que permita realizar una completo diagnóstico y determinar cuál es el estado actual de la estructura, y seguidamente proponer soluciones y recomendaciones que den pie a una pronta remodelación de las áreas afectadas y asegurar que dicha institución pueda continuar prestando un servicio de calidad a la comunidad.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Cabrera, Daniel	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
	CVLAC	17.421.606									
	e-mail	danielcabrera@udo.edu.ve									
	e-mail										
Álvarez, Jesús	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	4.510.362									
	e-mail	Sainca40@yahoo.com									
	e-mail										
Cermeños, Carlos	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	8.494.906									
	e-mail	carloscermeno@hotmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2019	12	12

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS. Evaluación De Las Patologías Estructurales Presentes En El Hospital Dr. Jesús Angulo Rivas De La ciudad De Anaco, Estado Anzoátegui.doc	Aplication/word

ALCANCE

ESPACIAL:

(OPCIONAL)

TEMPORAL:

(OPCIONAL)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo:

Pregrado

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería Civil

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad De Oriente / extensión Cantaura

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

AUTORES

Polanco H., Mariana V.

Marcano C., Hugo R.

Ing. Daniel Cabrera