

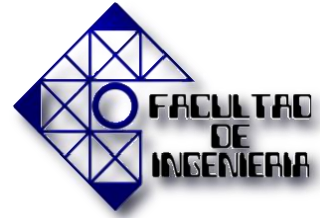


REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE LA U.E. "LOS CHAGUARAMOS II",
UBICADA EN EL MUNICIPIO DIEGO IBARRA, EDO. CARABOBO

Trabajo Presentado como Requisito para optar al título de Ingeniero Civil de
la Universidad de Carabobo.

AUTORES:

JIMÉNEZ V., ANDREINA M.

MORGADO M., MILIMER A.

TUTOR:

ING. JUAN VALENCIA

VALENCIA, OCTUBRE 2012



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE LA U. E. "LOS CHAGUARAMOS II",
UBICADA EN EL MUNICIPIO DIEGO IBARRA, EDO. CARABOBO

AUTORES:

JIMÉNEZ V., ANDREINA M.

MORGADO M., MILIMER A.

TUTOR:

ING. JUAN VALENCIA

VALENCIA, OCTUBRE 2012

DEDICATORIA

A Dios mi guía.

A mi padre mi punto de apoyo.

A mi madre mi amiga y mi apoyo.

A mis amigos y familiares.

Atentamente: Andreina Jiménez

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo Poderoso por guiar cada paso que he dado en mi vida.

A mis Padres por su apoyo incondicional e invaluable; me faltara vida para agradecerles todo lo que me han brindado.

A la Universidad de Carabobo por brindarme la formación academia que hoy en día ha culminado.

A nuestro tutor y profesor Ing. Juan Valencia, quien nos brindo todo su apoyo y conocimiento para el buen desempeño de este proyecto.

A mi compañera Milimer Morgado, con perseverancia y dedicación hemos alcanzado una meta.

Al organismo SINFRA (Dpto. de Proyectos) por toda la colaboración brindada y la contribución de conocimientos para la mejora de esta investigación.

A mi abuelita por inculcarme el valor de la disciplina y responsabilidad desde temprana edad.

A mis profesores por contribuir con mi formación profesional.

A mis amigos y familiares por su demostración de afecto y cariño.

Miles de Gracias, por siempre agradecida.

Andreina Jiménez

DEDICATORIA

A mis padres los pilares de mi vida

A mi hermana mi alma gemela

A mis profesores y compañeros

A mi hermosa familia

Atentamente Milimer Morgado

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la fortaleza para cumplir mis metas

A la Universidad de Carabobo y a mis profesores por mi formación
académica

A nuestro tutor Ing. Juan Valencia por su importante contribución y
dedicación durante la realización de este trabajo de grado

A mi compañera Andreina Jiménez por mantenernos motivadas y
perseverantes

Al organismo SINFRA por toda la ayuda prestada específicamente al
Departamento de proyectos

A mi padre por su apoyo invaluable

A mi madre por su amor incondicional

A mis abuelas por brindarme toda su sabiduría y cariño

A todos los profesores y personas que nos brindaron su colaboración y
ayuda.

Eternamente agradecida Milimer Morgado

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	p.p
RESUMEN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
EL PROBLEMA	2
Planteamiento Del Problema	2
Formulación del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación	5
Delimitación	7
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes de la Investigación	8
Bases Teóricas	12
Estructura:	12
Vigas:	13
Columna corta:.....	13
Concreto:	14
Acero:.....	15
Fuerzas aplicadas a una estructura:	15
Sismo:	17
La Amenaza Sísmica en Venezuela:	17
Estructuras Sismorresistentes:	18
Concepto de Durabilidad del concreto:	19
Vida Útil de la estructura:.....	19
Vida útil de servicio:.....	19
Vida útil residual:	19

Patología:	21
Patología de la construcción:.....	21
Lesión:.....	21
Síntoma:	21
Colapso:	21
Agresividad del medio ambiente:	23
Mecanismos de daño:	23
Acciones Físicas:.....	23
Acciones Mecánicas	23
Acciones químicas	23
Acciones biológicas:	24
Fallas de la estructura de concreto:.....	24
Fallas durante la concepción y diseño del proyecto:.....	24
Fallas por materiales:.....	25
Fallas por construcción:	26
Fallas por operación de las estructuras:	27
Fallas por falta de mantenimiento:	27
Fenómenos de envejecimiento y deterioro:	27
Factores que afectan la apariencia:.....	28
Polución del medio ambiente:.....	28
Cultivos biológicos:	29
Eflorescencias:	29
Patologías por mecanismos de deterioro en el concreto:.....	30
Decoloración y manchado:	31
Lixiviación	31
Patologías provocadas por Acciones Físicas:.....	31
Fisuras:	31
Fisuras plásticas:	32
Patologías provocadas por Acciones mecánicas:.....	33

Las provocadas por sobrecargas y deformaciones impuestas:.....	33
Grietas estructurales:	34
Deflexiones:.....	35
Fracturas y aplastamientos:	35
Fracturas por impactos:.....	35
Desintegración por trituración:.....	36
<u>Patologías provocadas por Acciones químicas:</u>	<u>36</u>
Lixiviación por aguas blandas:	36
Carbonatación:	36
Patologías provocadas por Acciones biológicas:.....	36
Mecanismos de deterioro biológico:	36
Biodeterioro del concreto:.....	37
Biodegradación de hidrocarburos:.....	37
Biorrosión de los metales:	37
Corrosión del acero de refuerzo:	37
Tipos de corrosión:	38
Corrosión química:	38
Corrosión electroquímica:.....	38
Patologías por defectos de ejecución presentes en la superficie del concreto:	39
Hormiguero o Cangrejera:.....	39
Variación del color:.....	39
Líneas entre capas:.....	39
Rebaba:.....	40
Desalineamiento:.....	40
Cráteres:.....	40
Defecto de modulación:.....	41
Inspección, evaluación y diagnóstico de estructuras de concreto:.....	41
Investigación preliminar:	41
Antecedentes:	41

Información general:.....	42
Influencia del medio ambiente:	43
Revisión del proyecto original:	43
Selección de los recursos para la inspección	43
Inspección Visual:.....	44
Mediciones:.....	44
Auscultación de la estructura:.....	44
Exploración:	45
Inspección Detallada:	45
Investigación Documental:.....	45
Inspección Visual Detallada:	46
Recuento Fotográfico:.....	46
Planeamiento Y Definición De Ensayos:.....	46
Tipos De Ensayos:	47
Diagnóstico De Las Patologías:	47
Rehabilitación:	49
CAPITULO III	52
MARCO METODOLÓGICO	52
Modalidad de la Investigación	52
Tipo de Investigación	54
Diseño	54
Población y Muestra.....	55
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	56
Descripción de la Metodológica	57
Concepción de la idea.....	57
Formulación de Objetivos	58
Construcción del cuerpo de la investigación (Marco Teórico).....	58
Descripción de las técnicas de investigación a utilizar	58
Aplicación de la técnica de observación en campo.....	58

Análisis de resultados.....	59
Elaboración de la Propuesta de Rehabilitación	59
Metodología para la elaboración de una propuesta de rehabilitación.....	60
Planillas para estudio Patológico	61
CAPITULO IV	72
ANÁLISIS Y RESULTADOS	72
4.2.1 Determinación de los parámetros sísmicos:	80
4.2.1.7Determinación del el periodo fundamental de vibración T:	82
4.2.2 Modelado y Procesamiento de Análisis y Diseño Estructural	85
4.2.2.1 Modo de Vibración.....	86
4.4Diagnostico la Estructura.....	125
CAPITULO V	145
LA PROPUESTA	145
5.1 Propuesta de Adecuación Estructural	145
5.2 Propuesta de Rehabilitación Patológica	149
CAPITULO VI	155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
Conclusiones	155
Recomendaciones.....	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXOS	161
APÉNDICE A. Análisis de Carga	162
APENDICE B. Antecedentes y Datos de la Obra	163
APENDICE C. Ensayo Esclerométricos en Columnas, Vigas y Losas	165
APENDICE D. Ejemplo Levantamiento de Daños en Columnas	180
APENDICE E. Ejemplo Levantamiento de Daños en Losas	187
APENDICE F. Ejemplo Levantamiento de Daños en Vigas	194
APENDICE G. Plano de Propuesta de Recrecido	201

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las vigas según su sección.....	13
Figura 2. Columna corta.....	14
Figura 3. Entorno Tectónico	17
Figura 4. Construcciones sismorresistente.....	18
Figura 5. Relación entre los conceptos de durabilidad y comportamiento del concreto.....	20
Figura 6. Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología del concreto.....	22
Figura 7. Modelo de equilibrio de durabilidad del concreto.. ..	24
Figura 8. Formación de depósitos de polvo sobre una fachada de concreto.. ..	29
Figura 9. Pared afectada por cultivos biológicos.....	30
Figura 10. Eflorescencia y manchado de una superficie de concreto por carbonatación.....	30
Figura 11. Esquema de ubicación de los diferentes tipos de fisuras.....	33
Figura 12. Descripción de los diferentes tipos de fisuras.. ..	34
Figura 13. Deficiencias estructurales del concreto simple, reforzado y pre esforzado.....	35
Figura 14. Corrosión del acero de refuerzo de una losa.. ..	38
Figura 15. Ejemplo de mal vibrado de una columna.. ..	40
Figura 16. Proceso secuencial de investigación para inspeccionar, evaluar y diagnosticar el comportamiento de una estructura de concreto.. ..	42
Figura 17. Principales ensayos en estructuras de concreto I.	48
Figura 18. Principales ensayos en estructuras de concreto II.	49
Figura 19. Información general- Formato de Antecedentes y datos generales.	63
Figura 20. Información estructural del formato de antecedentes y datos de la obra.	64

Figura 21. Propietarios y usos del formato de antecedentes y datos de la obra.....	64
Figura 22. Datos de la obra del formato de antecedentes y datos de obra... 65	65
Figura 23. Historial de la estructura del formato de antecedentes y datos de obra.....	66
Figura 24. Influencia del medio ambiente formato de antecedentes y datos de obra.....	67
Figura 25. Documentos y estudios previos del proyecto del formato de antecedentes y datos de obra.....	67
Figura 26. Datos de inspección del formato de levantamiento de daños.	69
Figura 27. Croquis o Mapa de envigado del formato de levantamiento de daños.....	69
Figura 28. Esquema para identificar las caras de los elementos por medio de las secciones transversales del formato de levantamiento de daños.	69
Figura 29. Ejemplo de Levantamiento de daño.....	71
Figura 30. Localización geográfica Municipio Diego Ibarra, Estado Carabobo.	73
Figura 31. Vista de la Junta.	74
Figura 32. Escuela Chaguaramos II.....	75
Figura 33. Evidencia de restos de encofrado aun adosados a la estructura. 76	76
Figura 34. Viga atravesada por instalaciones de aguas blancas.	76
Figura 35. Vista de la escuela Chaguaramos II.	77
Figura 36. Vista de las vigas planas, losa de entrepiso.	77
Figura 37. Vista de los nervios de losa.	78
Figura 38. Vista de las columnas cortas.	78
Figura 39. Medida del ancho del ancho de fisuras, mediante un comparador de fisuras. Nota: tomado de Sánchez Diego (2003).	79
Figura 40. Espectro de Diseño, Tiempo vs Aceleración.	84
Figura 41. Valores obtenidos de derivas y fuerzas sísmicas del nivel entrepiso, para cada pórtico.....	88

Figura 42. Vista del Pórtico 2, considerado como pórtico de carga característico; presenta el requerimiento de acero como caso más desfavorable.....	90
Figura 43. Cuadro de Detalle, Columna C2 según ejes establecidos en los planos estructurales.	91
Figura 44. Cuadro de Detalle, Viga de Carga 2 según ejes establecidos en los planos estructurales.	92
Figura 45. Cuadro de Detalle, Viga de Amarre B según ejes establecidos en los planos estructurales.....	93
Figura 46. Resultados de relación demanda/capacidad del programa de cálculo.	94
Figura 47. Mapa de ubicación de las columnas evaluadas.	99
Figura 48. Presencia de eflorescencia en columnas.	100
Figura 49. Grado de eflorescencia observada en las columnas.....	100
Figura 50. Presencia de biocapa en columnas.....	100
Figura 51. Tipo de Biocapa observada en columnas.	101
Figura 52. Presencia de desintegración en columnas.	101
Figura 53. Exhibición del acero en columnas con desintegración.	101
Figura 54. Tipos de manchado y decoloración presente en las columnas.	102
Figura 55. Presencia de Hormiguero o Cangrejera en columnas.....	102
Figura 56. Grado de Hormiguero o cangrejera observada en columnas.....	102
Figura 57. Presencia de Rebaba en columnas.....	103
Figura 58. Patologías presentes en las columnas evaluadas.....	103
Figura 59. Mapa de daños presentes en las columnas evaluadas.....	104
Figura 60. Mapa de ubicación de las losas de entrepiso evaluadas.	106
Figura 61. Mapa de ubicación de las losas de Techo evaluadas.	107
Figura 62. Presencia de eflorescencia en losas.	108
Figura 63. Grado de eflorescencia observada en las losas.....	108
Figura 64. Presencia de Biocapa en losas.	108
Figura 65. Tipo de Biocapa observada en losas.	109

Figura 66. Presencia de Decoloración y Manchado en losas.	109
Figura 67. Tipos de manchado y decoloración presente en las losas.....	109
Figura 68. Presencia de Desintegración en losas.....	110
Figura 69. Exhibición del acero en losas con desintegración.	110
Figura 70. Presencia de Defectos de Modulación en losas.	110
Figura 71. Presencia de Hormiguero o cangrejera en losas	111
Figura 72. Grado de Hormiguero o cangrejera observada en losas.	111
Figura 73. Presencia de Rebaba en losas.	111
Figura 74. Patologías presentes en las losas evaluadas.	112
Figura 75. Mapa de daños presentes en las losas de entrepiso evaluadas.	113
Figura 76. Mapa de daños presentes en las losas de techo evaluadas.....	114
Figura 77. Presencia de Eflorescencia en Vigas.....	116
Figura 78. Grado de Eflorescencia Observada en Vigas	116
Figura 79. Presencia de Hormiguero o Cangrejera en Vigas.....	116
Figura 80. Grado de Hormiguero o Cangrejera Observada en Vigas	117
Figura 81. Presencia de Cráteres en Vigas	117
Figura 82. Grado de Cráteres presente en Vigas	117
Figura 83. Presencia de Rebaba en Vigas	118
Figura 84. Presencia de Decoloración y Manchado en Vigas.....	118
Figura 85. Presencia de Biocapa en Vigas	118
Figura 86. Tipo de Biocapa presente en Vigas	119
Figura 87. Presencia de Descascaramiento en Vigas	119
Figura 88. Grado de Descascaramiento en Vigas	119
Figura 89. Patologías Presentes en Vigas.....	120
Figura 90. Mapa de ubicación de Vigas evaluadas de entrepiso	121
Figura 91. Mapa de ubicación de las vigas de techo evaluadas.	122
Figura 92. Mapa de daños de vigas de entrepiso evaluadas.	123
Figura 93. Mapa de daños de vigas de techo evaluadas.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de los anchos de fisuras de acuerdo con el ACI	32
Tabla 2.. Tabla Resumen para el estado de carga.....	84
Tabla 3.Valores de Resistencia utilizadas en el programa de cálculo obtenidos del ensayo esclerométricos.	85
Tabla 4. Valores de la Aceleración de Diseño de la Estructura evaluada.	85
Tabla 5. Valores de derivas obtenidos en nivel entrepiso de la edificación...	87
Tabla 6. Verificación de Derivas.....	89
Tabla 7. Chequeo de Acero en las Columnas de la Edificación	95
Tabla 8. Chequeo de Acero en las Vigas de la Edificación.	96
Tabla 9. Datos obtenidos del Levantamiento de daños en Columnas.....	98
Tabla 10. Datos obtenidos de las planillas de levantamiento de daños en losas.	105
Tabla 11. Datos Obtenidos de las Planillas de daños en Vigas	115
Tabla 12. Propuesta de vigas:.....	147
Tabla 13. Propuesta: Columnas 40x40 cm, tanto para las columnas de entrepiso como las columnas del nivel 1:.....	148

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE LA U.E. “LOS CHAGUARAMOS II”, MUNICIPIO DIEGO IBARRA, EDO. CARABOBO

Autores: Jiménez V. Andreina M.

Morgado M. Milimer A.

Tutor: Ing. Juan Valencia

Fecha: Octubre, 2012

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo fundamental presentar una propuesta para la rehabilitación de la Unidad Educativa “Los Chaguaramos II”; con el fin de que sea considerada para beneficiar y mejorar la vida de los habitantes del municipio Diego Ibarra, Edo. Carabobo. El diseño de investigación fue de tipo no experimental, sustentado en un diseño documental y de campo, las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron la observación directa e indirecta, el instrumento utilizado fue la lista de cotejo que consistió en la toma de datos de forma sistemática, para evaluar las características físicas y mecánicas de los elementos estructurales en estudio, se elaboraron una serie de planillas para facilitar la toma de datos, evaluaciones y diagnósticos patológicos. Como resultado se desarrolló una metodología que facilita el estudio patológico de las estructuras de concreto armado, en conjunto con una evaluación estructural sismorresistente de acuerdo a las normas covenin, con la cual se desarrollo la propuesta de rehabilitación. Se concluyó que la estructura presentaba daños patológicos congénitos provenientes de fallas en la ejecución de las técnicas constructivas, acciones físicas y biológicas, y defectos en el diseño y concepción del proyecto, como propuesta se planteó el recrecido de vigas y columnas y reparación de las patologías.

Descriptores: Rehabilitación, Patologías, Sismorresistentes, Norma Covenin, Metodología de análisis sísmico y patológico.



INTRODUCCIÓN

La Ingeniería permite la construcción y creación de diversos elementos, los cuales tienen como fin beneficiar, facilitar y mejorar la vida de los seres humanos; es por ello que es considerada como una de las carreras universitarias más importante a nivel mundial. En la rama de Ingeniería civil, específicamente, se crea un producto de mucha importancia, que son las edificaciones, tanto para el área profesional, didáctica, educativa, sanidad, ciudadana, entre otros. Siendo ellos de necesaria utilidad para la sociedad actual.

De esta manera, se determina que la creación de esas estructuras, tanto en Venezuela como en otros países, no se llevan a cabo tomando en cuenta en su totalidad, las técnicas de construcción adecuadas para asegurar la calidad de la ejecución de las obras como por ejemplo, el cumplimiento de la normativa de calidad de los materiales que constituyen a la estructura, sin dejar de mencionar el error humano que está inmerso en cualquier actividad que este desarrolle.

Debido a lo mencionado anteriormente y a otros agentes de factor ambiental y/o de uso, las estructuras van envejeciendo y perdiendo sus características iniciales, y presentando fallas estructurales profundas (en el peor de los casos) o fallas superficiales en los acabados o recubrimientos de la misma.

En el mismo sentido, se hace necesario adoptar formas de reparación para esta clase de eventos, que no son más que enfermedades presentes en las estructuras, las llamadas “Patologías”.



En Venezuela se observan frecuentemente esta clase de lesiones, desde las estructuras más sencillas hasta las más complicadas en cuanto a comportamiento y construcción se refiere. Para alargar su vida útil y prolongar su funcionamiento se ha hecho necesaria la reparación de estas fallas, en el caso de que se puedan reparar. Sin dejar atrás la prevención que debe adoptarse para que la patologías encontradas no se presenten nuevamente en el futuro.

En este trabajo de grado se realizará el estudio de un caso puntual de patología ubicada en el Estado Carabobo, en el Municipio Diego Ibarra. La cual presento fallas de carácter estructural en la Edificación de la Unidad Educativa Chaguaramos II, impidiendo así la funcionalidad del mismo en cuanto a su propósito, que es el de plantel Educativo, por no cumplir con las Normas Sismorresistentes y Disposiciones Nacionales para este tipo de Edificación.

Su estructura se compone de 44 vigas, 63 columnas y 14 losas los cuales constituyen la población, por medio de cálculos estadístico se obtuvo un tamaño de muestra de 24 vigas, 28 columnas y 11 losas.

La estructura de este trabajo se encuentra organizada en capítulos, el capítulo I llamado el problema, se constituye por el planteamiento del problema, formulación de problema, los objetivos de la investigación, la justificación y delimitación del problema, seguido por el capítulo II que se constituye por los antecedentes de la investigación, y bases teóricas, continua con el capítulo III llamado marco metodológico, donde se detalla el tipo de investigación, los instrumentos de recolección de datos y procedimiento metodológico.

Seguidamente se encuentra el capítulo IV llamado presentación y análisis de resultados, obtenidos durante la presente investigación, luego el capítulo V



llamado la propuesta, y por ultimo el capitulo V, donde se exponen las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

Para la elaboración de la propuesta, se formulo una metodología, la cual fue aplicada en esta investigación, en la que se elaboraron formatos de recolección de antecedentes y datos de la obra, levantamiento de daños y diagnostico de la estructura, para facilitar el estudio patológico, y asegurar que la propuesta fuese acertada y se solucionaran los daños que presenta la estructura.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento Del Problema

Muchas edificaciones en Latinoamérica presentan problemas, ocasionados por diferentes defectos, daños y deterioros en su estructura como errores en la ejecución y concepción del proyecto, materiales de construcción de mala calidad, ocurrencia de eventos naturales como sismos, inundaciones y derrumbes, la exposición al medio ambiente, el contacto con sustancias químicas, entre otros.

Se ha determinado por medio de diferentes estudios, que la mayoría de las patologías que se presentan son debido a defectos en la etapa de diseño y ejecución, siendo estas las etapas que definirán la durabilidad, el comportamiento y conservación de la estructura durante su vida útil. El diseño adecuado, mano de obra calificada, materiales que cumplan con las normas de calidad, la supervisión e intervención acertada por parte de los ingenieros y personal calificado son aspectos de suma importancia que en todo momento deben cumplirse para obtener la correcta ejecución de la obra proyectada.



CAPITULO I. EL PROBLEMA

A partir de la década de los sesenta se viene generando una inquietud en el estudio de estos problemas llamados lesiones estudiados en la patología, con el fin de introducir en la ingeniería de la construcción un área que se dedica a estudiar los síntomas, los mecanismos, los orígenes y las causas de estas lesiones en las obras civiles.

A pesar del desarrollo que se ha generado con respecto a la patología, no se poseen actualmente normas o manuales que ayuden a mejorar los procesos de inspección y detección temprana de las lesiones, salvo algunos autores que se han dedicado a la publicación de investigaciones basadas en sus experiencias en el estudio de las patologías.

En Venezuela se vienen realizando estudios sobre la patología en las últimas décadas, aunque son muy escasos, sin embargo en los últimos años se ha dado un incremento en la investigación de esta área, diversas universidades ya cuentan con una cátedra de patología de la construcción; la industria de la construcción ha desarrollado nuevos materiales y productos que pueden ser utilizados en los métodos de rehabilitación, ya que muchas veces resulta más económico que la demolición y la construcción de nuevas edificaciones para remplazar las afectadas, generando un incremento de calidad y durabilidad en las estructuras rehabilitadas

Una estructura se consideran apta y de larga durabilidad siempre y cuando se le realicen los mantenimientos sistemáticos, sin embargo algunas presentan fallas de origen patológico que al no tratarse de la manera adecuada generan elevados costos de rehabilitación ya que la falla no se soluciona de manera definitiva, por que no se profundiza en el origen y las causas que la produjeron. Con el estudio adecuado de las fallas se puede determinar, el método de rehabilitación que se ajuste mejor y logre solventarlas definitivamente.



Para determinar el método de rehabilitación adecuado es indispensable el diagnóstico acertado del estado de la estructura, muchas veces este diagnóstico es deficiente y erróneo debido a la falta de preparación por parte del personal encargado al no contar con los conocimientos, herramientas y equipos necesarios.

Las escuelas y hospitales son unos de los tipos de estructuras afectadas por fallas de origen patológico, considerando la importancia que tiene la integridad y el correcto funcionamiento de la misma, resulta primordial la correcta evaluación y diagnóstico para poder rehabilitar la estructura afectada y convertirla en una que permita el desarrollo de las actividades para las cuales fue construida, brindándoles seguridad al personal laboral y a los usuarios de los mismos, ya que son edificaciones de gran importancia para la sociedad y además se debe asegurar que ninguna persona se verá afectada por la mala respuesta de la estructura con respecto a un evento natural.

El municipio Diego Ibarra, localidad donde se encuentra la escuela Chaguaramos II, es una zona de pocos recursos económicos con una población de escolares en crecimiento, por lo que es necesario que la misma cuente con planteles educativos; hoy en día presenta una estructura inutilizada que necesita rehabilitación para convertirla en una funcional y apta.

Debido a esto se plantea el siguiente trabajo de investigación, en el que se propone un método de rehabilitación seleccionado mediante evaluaciones patológicas y estructurales, para el diagnóstico del estado de la estructura y detección de daños.



Formulación del Problema

¿Como se podrá seleccionar el método correcto de rehabilitación de la estructura?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Proponer un método de rehabilitación para la Unidad Educativa Los Chaguaramos II, Ubicada en el Municipio Diego Ibarra, Estado Carabobo con base en el estudio patológico.

Objetivos Específicos

1. Definir el estado actual de la estructura.
2. Determinar el comportamiento Sismorresistente de la edificación.
3. Identificar las patologías presentes.
4. Diagnosticar la estructura.
5. Seleccionar un método de rehabilitación.

Justificación

En Venezuela son pocas las universidades que cuentan con facultades de ingeniería que proporcionan conocimientos sobre patología del concreto o departamentos que se dediquen a la investigación de esta área, resultando así que muchos profesionales desconozcan el estudio adecuado y que se realicen diagnósticos poco acertados de las estructuras, además de no contar con ninguna normativa que establezca lineamientos a seguir al



CAPITULO I. EL PROBLEMA

realizar una evaluación patológica, ni manuales o metodologías que contribuyan a la evaluación y detección de daños, este trabajo de investigación desarrolla un estudio patológico de una estructura de concreto armado, utilizando formatos de evaluación para facilitar la identificación de los daños que ayudarán a determinar los mecanismos de fallas presentes, los orígenes y las causas para diagnosticar la estructura y finalmente seleccionar métodos de rehabilitación para la Unidad Educativa Los Chaguaramos II.

Esta idea se realiza con la finalidad de aportar una solución para el organismo de Secretaria de Infraestructura del Estado Carabobo (SINFRA), cabe destacar que esta estructura es de gran importancia para la comunidad de Chaguaramos, ya que actualmente no se cuentan con planteles cercanos que brinden educación para los escolares de la zona, es por ello que deben asistir a planteles ubicados en otras localidades debido a que por su mal estado no ha sido habilitada para su uso, por lo que se busca una solución que garantice el buen funcionamiento y durabilidad de la estructura, de este modo se beneficiara la formación académica de cada uno de los niños que se desenvuelven en los alrededores de la institución.

Con esta investigación se pretende contribuir en esta área específica de la ingeniería, desarrollando un estudio que reúna los posibles daños, defectos y deterioros que se pueden presentar en una estructura de concreto armado, sus causas y las soluciones más factibles para cada patología, así mismo fomentar el estudio y la investigación de la patología estructural.



Delimitación

La estructura se encuentra en una localidad del municipio Diego Ibarra, estado Carabobo, este trabajo especial de grado I se realizara desde Febrero del 2012 a Noviembre del 2012.

En una fase inicial se evaluara el estado de las columnas y vigas que conforman la estructura, esto comprenderá inspección visual, investigación de antecedentes de la obra y recaudación de estudios realizadas anteriormente a la misma, luego se estudiara el comportamiento estructural ante eventos sísmicos y diferentes estados de carga, se determinaran la capacidad de los elementos y simultáneamente se determinara las patologías presentes (daños, deterioros y deficiencias); finalmente la estructura será diagnosticada y se propondrá el método de rehabilitación que mejor se adapte y solucione los problemas patológicos que se encuentre; además esta última fase ayudara a solventar los daños de forma definitiva basada en el diagnóstico realizado. Solo se seleccionará un método de rehabilitación, de acuerdo con las ventajas y características que poseen los diferentes productos en el mercado utilizados para la rehabilitación de estructuras de concreto armado.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

MACÍAS, Magdeline; CALDERÍN, Francisco; RUIZ, José María. (2011). **“Diagnóstico Estructural Del Edificio Club San Carlos”**. Instituto de Información Científica y Tecnológica. Santiago de Cuba. Cuba.

Este artículo muestra el diagnóstico estructural del edificio Club San Carlos, exponente significativo de la arquitectura ecléctica santiaguera, con grado de protección I, ubicado en el Centro Histórico Urbano (CHU) de Santiago de Cuba. El diagnóstico se logró con la aplicación del método empírico, mediante la observación directa del inmueble y sus características y con el levantamiento fotográfico de las lesiones que afectan los elementos estructurales componentes, las cuales fueron referenciadas a través de las fichas técnicas elaboradas, en las que se detallan las principales lesiones, posibles causas y las tareas emergentes que se deben realizar para lograr su integridad y seguridad estructural.

La investigación antes mencionada, tiene una estrecha relación con este trabajo, ya que tenemos objetivos similares como lo son la evaluación



de la estructura, levantamiento de las lesiones (patologías), lograr la integridad y seguridad estructural, para elaborar un diagnóstico y finalmente la propuesta de rehabilitación, es por esto que podemos aplicar la metodología utilizada en nuestra investigación, con la diferencia que el alcance de este trabajo contempla la evaluación sísmica y el método de rehabilitación que necesita la estructura para solucionar las patologías presentes

ASTORGA, Ariana; RIVERO, Pedro. (2009). **“MÓDULO III. Vulnerabilidad de la Planta Física Educativa”**. Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos CIGIR. Mérida. Venezuela.

El propósito de esta investigación es ofrecerle al docente y a todos los integrantes de la comunidad educativa, material referente a la definición de términos básicos sobre estructuras, algunos ejemplos de edificaciones escolares que han presentado fallas durante eventos sísmicos, vulnerabilidad de la estructura física de las escuelas, patologías en las edificaciones, causas, identificación y posibles soluciones para las fisuras. Esto a fin de conocer la anatomía de una edificación, diseño de edificaciones escolares, vicios de diseño y de construcción, mantenimiento de la edificación escolar, comportamiento estructural ante un terremoto.

Al igual que el trabajo expuesto, se persigue aportar material para los estudios patológicos, causas, identificación y las soluciones a estas deficiencias, tanto para posteriores investigaciones, como base para estudios y proyectos de evaluación patología de escuelas, con la diferencia que nuestra investigación no solo se centrara en desarrollar una metodología para instituciones escolares sino para cualquier tipo de estructura.



FIGUEROA, Tatiana; PALACIO, Ricardo. (2008). **“Patologías, Causas Y Soluciones Del Concreto Arquitectónico En Medellín”**. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Medellín. Colombia.

En este artículo se presentan los principales resultados de una investigación que abordó el aspecto constructivo del concreto arquitectónico y cuyo producto final fue un manual de construcción con ese material aplicable para la ciudad de Medellín (Colombia). El concreto arquitectónico es aquel que cumple simultáneamente con los requisitos de estabilidad estructural y de acabado definitivo. El estudio empezó por definir los defectos existentes, la forma de medirlos y sus tolerancias. Mediante un análisis estadístico se determinaron los defectos más comunes en las superficies de concreto en Medellín, para los cuales se plantearon las posibles causas y a partir del análisis de éstas se propusieron soluciones generales enfocadas en los materiales, equipos y procesos constructivos.

Esta investigación se asemeja a la desarrollada en este trabajo, ya que se realiza un estudio de los defectos existentes, la búsqueda de las causas y el planteamiento de soluciones, debido a estos podemos tomar como referencia el análisis estadístico y las metodologías utilizadas, como también los materiales propuestos para la solución de las patologías, del concreto arquitectónico.

ACOSTA, Ildemaro; DUARTE, Erika. (2007). **“Evaluación estructural de las edificaciones escolares tipo STAC ante un evento sísmico”**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

El proyecto plantea evaluar el riesgo sísmico al que están sometidas las estructuras tipo STAC, ante la ausencia de información, se procedió a una recopilación exhaustiva de datos, se realizaron levantamientos geométricos a la escuela en estudio Ezequiel Zamora, determinando las características y



propiedades de los elementos estructurales. Posteriormente se elaboro un modelo matemático de la estructura que revelo su comportamiento dinámico ante sismos normativos, mostrando un alto riesgo sísmico global, recomendándose investigaciones más detalladas, orientadas a desarrollar métodos de adecuación estructural en donde se debe incluir a las paredes como elementos sismorresistentes.

El principal aporte de este trabajo es colaborar con las investigaciones a nivel nacional para el logro de escuelas sísmicamente seguras, preservando la vida de los niños y niñas en Venezuela, además se deja un precedente para futuras investigaciones. Por lo tanto, se puede mencionar que la relación del trabajo antes mencionado con la presente investigación se halla en la importancia de la evaluación estructural de las escuelas a nivel sísmico para determinar si presentan deficiencias y la determinación de las características de los elementos estructurales, para la elaboración del modelo estructural con el que obtendremos la respuesta de la estructura ante la acción de los sismos normativo

NAVA, Juliana; ROSSODIVITA, José. (2006). **“Propuesta Metodológica Para El Estudio De Patologías En Estructuras Residenciales De Concreto Armado Y Acero”**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

El objetivo principal de este Trabajo especial de grado se baso en la obtención de una propuesta metodológica para el estudio de patologías en estructuras residenciales de concreto armado y acero. Se elaboraron tres procesos considerados claves para el éxito del estudio patológico estos son la elaboración del diagnostico, la selección del tipo de intervención y la selección de los materiales y/o sistemas de reparación. Se concluye que en el estudio de la patología, se debe seguir casi a la perfección, los procesos



de diagnóstico y terapia, para llegar a la verdadera solución del problema, tomando en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso de deterioro y rehabilitación de la estructura.

La relación del trabajo antes mencionado con la presente investigación se halla en que ambas investigaciones proponen una metodología para el estudio de las patologías en concreto armado, tanto los procesos aplicados en su investigación como su diseño, pueden aplicarse al presente trabajo ya que uno de los objetivos del mismo es seleccionar un método de rehabilitación,

Bases Teóricas

Debido a que el siguiente trabajo plantea una propuesta de rehabilitación de una estructura, a continuación definiremos las bases y fundamentos teóricos utilizados.

Estructura:

GONZÁLEZ (2002) afirma:

Una estructura puede concebirse como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. Esta puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio, como sucede en los distintos tipos de edificio, o contener un empuje, como en los muros de contención, tanques o silos. Las estructura debe cumplir la función a que está destinada con un grado de seguridad razonable y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio. Además, deben satisfacerse otros requisitos, tales como mantener el costo dentro de los límites económicos y satisfacer determinadas exigencias estéticas. (p.11)

Vigas:

Sánchez Medina (2005) sostiene que, las vigas son elementos lineales que trabajan fundamentalmente a flexión, pero también soportan esfuerzos de cortante, pueden sufrir torsiones, y hay que vigilar y calcular la flecha máxima y el límite de las fisuraciones. Las vigas de concreto armado se sustentan sobre columnas (de concreto armado o metálicas), o sobre muros (de concreto armado o prefabricados), pero también pueden ir unidas a otras vigas principales.

Podemos clasificar las vigas según diferentes criterios:

- Según su posición respecto a la losa, ver Figura 1:
 - Viga de cuelgue, cuando la viga tiene más altura que la losa que la sujeta.
 - Viga plana, cuando tiene la misma altura que la losa.
 - Viga de salto, que es una viga de cuelgue que recoge dos losas a distinto nivel.

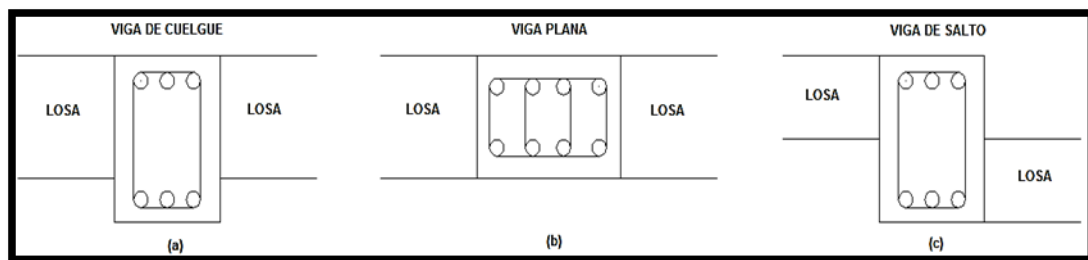


Figura 1. Clasificación de las vigas según su sección.

Columna corta:

ASTORGA, RIVERO (2009) sostienen que:

Es una columna que se encuentra restringida en parte de su longitud, por elementos que no le permiten comportarse dúctilmente, y al momento de recibir fuertes cargas, falla frágilmente por la zona que no se encuentra confinada. Las columnas cortas se forman generalmente por la presencia de paredes hasta cierta altura, a los lados de la

columna; por lo tanto debe evitarse este defecto en el diseño del proyecto (p.17). En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de columna corta muy común en las edificaciones.

El material de la estructura a evaluar es el concreto armado que se compone de concreto y acero, por lo que se definen los conceptos de concreto y acero.



Figura 2. **Columna corta.** Nota: Datos tomados de A. Astorga, P. Rivero. (2009).

Concreto:

PORRERO Y COLABORADORES (2003), sostiene que:

El concreto u hormigón es un material que se puede considerar constituido por dos partes: una es el producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa parte. A su vez, la pasta está constituida por agua y un producto aglomerante o conglomerante, que es el cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento dando lugar, con ello, a su endurecimiento. (p 31).



Acero:

PORRERO Y COLABORADORES (2003), sostiene que:

En su aceptación mas amplia el acero es una aleación de hierro y carbono, conformable en caliente y que puede tener presente, en forma intencional o no, pequeñas cantidades de otros elementos (p 423).

Fuerzas aplicadas a una estructura:

Toda estructura esta sometida a fuerzas que actúan sobre un cuerpo, estas pueden ser: Externas o internas.

Las fuerzas externas, son las aplicadas exteriormente y las reacciones o resistentes que impiden el movimiento.

Las internas, son aquellas que mantienen el cuerpo o estructura como un ensamblaje único y actúan como fuerzas de unen.

Estas fuerzas también son llamadas acciones, definidas en la norma venezolana COVENIN 2002-88, Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones, como:

Fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación. Las acciones se clasifican en permanentes, variables, accidentales, y extraordinarias.

Acciones Accidentales: Son acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc.

Acciones Extraordinarias: Son las acciones que normalmente no se consideran entre las que actúan en la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y



causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc.

Acciones Permanentes: Son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales y no estructurales: pavimentos, rellenos, paredes, tabiques, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente, los empujes estáticos de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas y de temperatura permanentes, etc.

Acciones Reológicas: Son las debidas a las deformaciones que experimentan los materiales en el transcurso del tiempo por efectos de la retracción, la fluencia y otras causas.

Acciones Térmicas: Son las producidas por las deformaciones que originan los cambios de temperatura.

Acciones Variables: Son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a su ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos, vehículos, ascensores, maquinarias, grúas móviles, sus efectos de impacto, así como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable.

Sismo:

“Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior”. (Asociación Colombiana de ingeniería sísmica, p 1-2, sin año).

La Amenaza Sísmica en Venezuela:

ASTORGA, RIVERO (2009) sostiene:

Por su ubicación, condiciones geomorfológicas y demográficas, Venezuela es un país en el que aproximadamente el 80% de la población habita en regiones sísmicamente activas, donde se han generado terremotos destructores inclusive en tiempos recientes. Todos los días se producen sismos en estas zonas, la mayoría de ellos imperceptibles para el ser humano; y es que el sistema de fallas geológicas que atraviesa al país está caracterizado por su constante actividad, y puede llegar a ocasionar eventos sísmicos de grandes magnitudes, capaces de originar situaciones catastróficas para los venezolanos y sus edificaciones.(p 6).

En la Figura 3 se muestra el entorno tectónico de Venezuela donde se muestran las fallas presentes en el país.

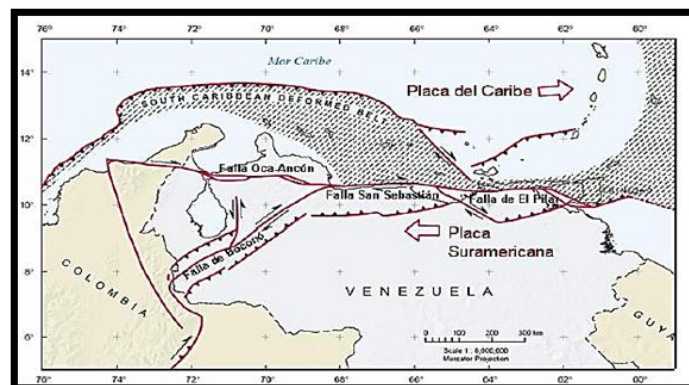


Figura 3. **Entorno Tectónico.** Nota: Datos tomados de A. Astorga, P. Rivero. (2009)

Estructuras Sismorresistentes:

AIS (sin año):

Se dice que una edificación es sismorresistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismorresistente, siempre existe la posibilidad que se presente un terremoto aun mas fuerte que los que se han previsto y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños. Por esta razón, no existen edificios totalmente sismorresistente. Sin embargo, la sismorresistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y lo bienes de las personas ocupan.

Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismorresistente no colapsara y contribuirá a que no haya perdida de vidas y perdida total de la propiedad (p 1-3).

En la Figura 4, podemos observar un ejemplo de una estructura sismorresistente y una no sismorresistente.

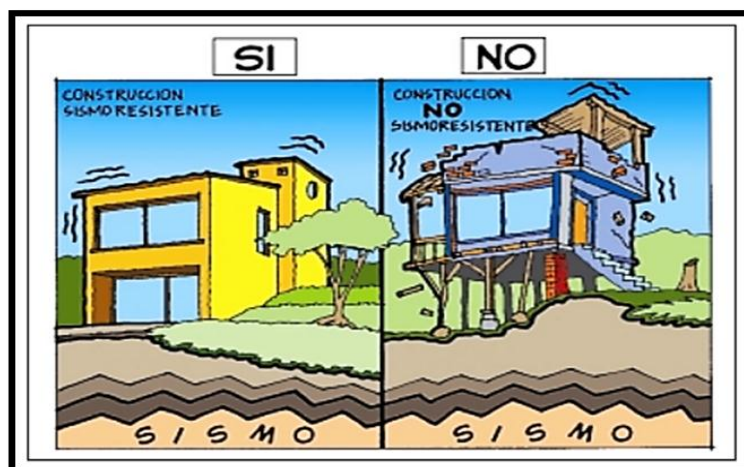


Figura 4. **Construcciones sismorresistente.** Nota: Tomado de Asociación Colombiana de ingeniería sísmica (AIS) (SIN AÑO).



Concepto de Durabilidad del concreto:

SÁNCHEZ (2003):

La mayoría de autores sostienen que la durabilidad del concreto hidráulico puede definirse como su capacidad para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, de los ataques químicos o biológicos, de la abrasión y/o de cualquier otro proceso de deterioro (p 13).

En la Figura 5 podemos ver de forma sistemática el concepto de durabilidad del concreto.

Vida Útil de la estructura:

SÁNCHEZ (2003):

El cual tiene relación con el comportamiento de la misma, bajo unas ciertas y determinadas condiciones de servicio, durante un periodo de tiempo suficientemente largo. Por lo tanto, se considera como vida útil de una estructura, el periodo de tiempo en el cual, ella conserva los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética (aspecto), con costos razonables de mantenimiento (p. 16).

Vida útil de servicio:

SÁNCHEZ (2003) afirma que:

La vida útil de servicio esta definida como el periodo de tiempo que se inicia desde la ejecución de la estructura hasta que se completa un cierto y determinado nivel aceptable de deterioro. Es decir, que la vida útil de servicio es la suma del periodo de iniciación y del periodo de propagación del mecanismo de daño o del agente de deterioro que agreden el concreto o el acero de refuerzo. (p 17).

Vida útil residual:

SÁNCHEZ (2003) sostiene que:

La vida útil residual corresponde al periodo de tiempo (contando a partir de la fecha de la inspección), en que la estructura todavía es capaz de desempeñar sus funciones.

La inspección, la evaluación y el correspondiente diagnóstico, pueden ser efectuados en cualquier momento de la vida de uso de la estructura. Por lo tanto, ello puede generar distintas vidas residuales. Es decir que el plazo final puede ser tanto el límite de fractura, dándose origen a tres vidas residuales. (p. 18)

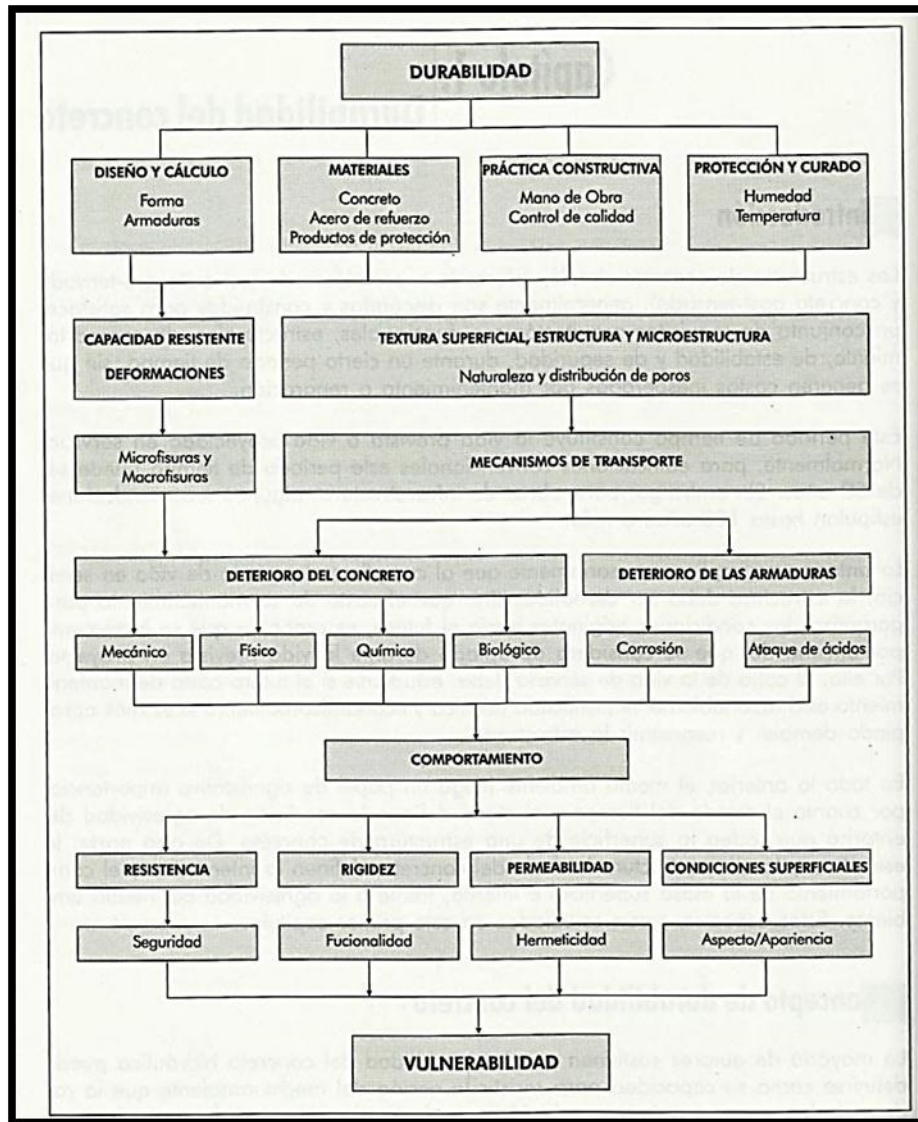


Figura 5. Relación entre los conceptos de durabilidad y comportamiento del concreto. Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego (2003).



Patología:

SÁNCHEZ (2003), sostiene que:

La patología del concreto, puede definirse como el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y sus remedios. (p. 82)

En la Figura 6, se muestra un modelo secuencial de los procesos de la patología del concreto. Donde se mencionan todos los conceptos que forman parte de su estudio.

SEGÚN ZANNI (2008):

Patología de la construcción:

Es la especialidad dentro de la Tecnología, que estudia las alteraciones que se producen en el estado ideal de equilibrio, de funcionamiento o de servicio de un edificio.

Lesión:

Toda la alteración que tiene lugar afectando el estado de salud del objeto arquitectónico.

Síntoma:

Manifestación extrema sensible de una alteración producida en el estado ideal de equilibrio, de funcionamiento o de servicio, de un edificio.

Colapso:

Estado de inhabilidad de una obra o de alguno de sus subsistemas, en el cual ya no puede cumplir con el fin para el cual fue diseñada y construida, debiendo procederse entonces a su reparación, remplazo o demolición. (p 26).

SÁNCHEZ (2003) afirma que:

Al igual que los seres vivos, el concreto puede sufrir enfermedades y lesiones (defectos y daños), que alteran su estructura interna y su comportamiento. Algunas de ellas congénitas, es decir, que estuvieron presentes desde su concepción y/o construcción; otras pueden haberse

contraído durante alguna etapa de su vida útil; y otras pueden ser consecuencia de accidentes.

Según el modelo presentado, las enfermedades se manifiestan mediante unos síntomas que están representados por fenómenos que exhibe el concreto, tales como: manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa, u otros. (p. 83).

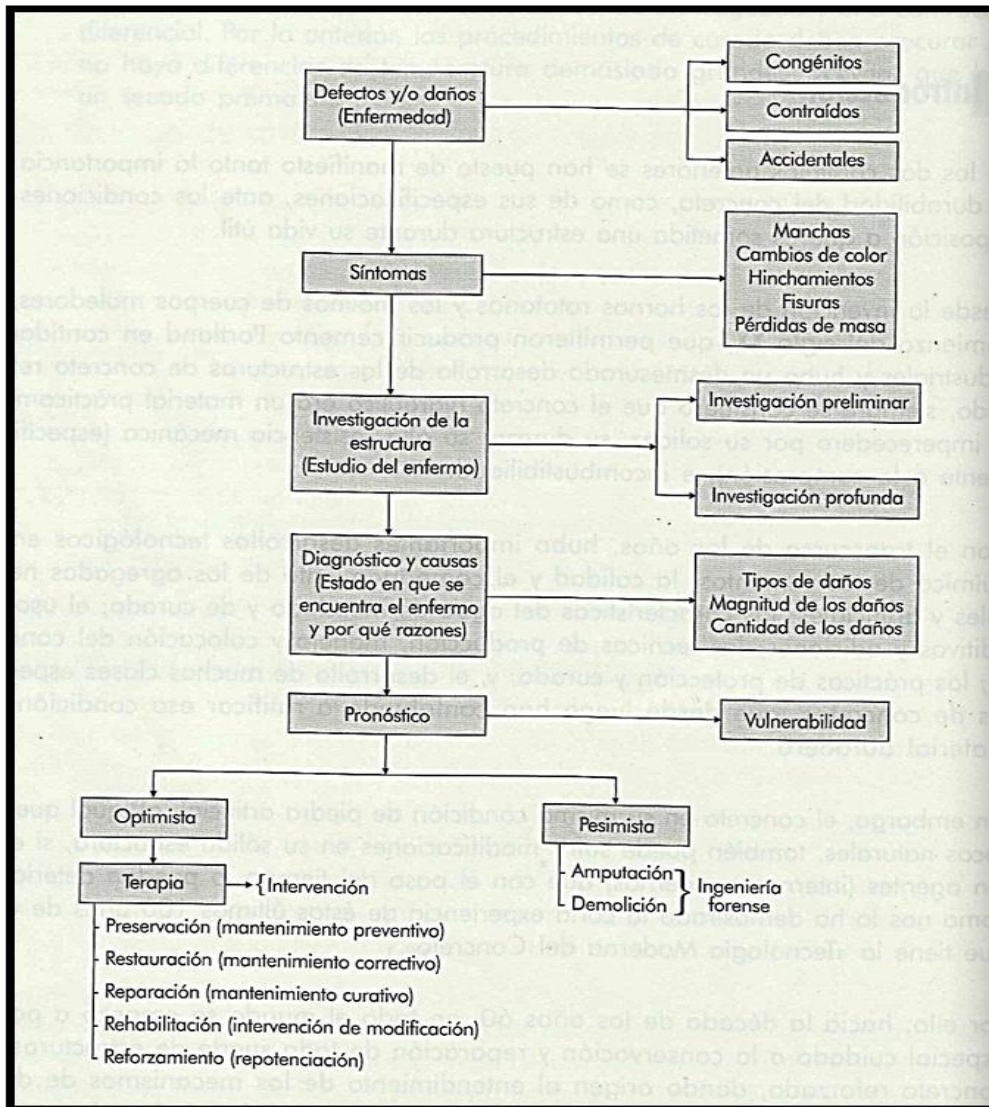


Figura 6. **Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología del concreto.** Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).



Agresividad del medio ambiente:

SÁNCHEZ (2003) afirma que:

Las condiciones del medio ambiente que rodea la estructura de concreto simple o reforzado, tienen una incidencia directa sobre los procesos de deterioro de la misma y para ello, deben tenerse en cuenta el macroclima, el clima local y el microclima.

En estructuras expuestas al aire, las condiciones atmosféricas que se encuentran en torno a la estructura (macroclima), tienen una influencia relativamente pequeña sobre la durabilidad del concreto cuando la atmosfera no esta enrarecida. Pero cuando hay presencia de aire poluto (smog) y lluvias acidas, su impacto sobre la durabilidad del concreto puede ser alto (p 29).

Mecanismos de daño:

SÁNCHEZ (2003) los define como:

Un conjunto de acciones en relación con una capacidad de servicio que afectan la durabilidad del concreto y pueden aclarar muchos conceptos sobre los mecanismos de falla de una estructura.

Acciones Físicas: se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

Acciones Mecánicas: dentro de los factores de deterioro imputables a las acciones mecánicas están la deformación lenta (fluencia); las sobrecargas y deformaciones impuestas (fisuras estructurales; deflexiones; y movimientos excesivos, imprevistos o fortuitos; y, las fracturas y aplastamiento); los impactos; las vibraciones excesivas; y los daños por abrasión (frotamiento, rozamiento, raspado, percusión, erosión y cavitación), que están relacionados, con el uso que se da a la estructura.

Acciones químicas: Como factores de deterioro que se asignan a las acciones químicas están, el ataque de ácidos, lixiviación por aguas

blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas (ataques de sulfatos), y la expansión destructiva de las reacciones álcali-agregado y la corrosión del acero de refuerzo.

Acciones biológicas: como consecuencia de la biorreceptividad que ofrecen las superficies de concreto y de mortero, aparentemente por la disminución del pH sobre sus mismas superficies, se dan las condiciones para la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen animal o de origen vegetal, que también afectan la durabilidad del concreto. (p 48).

En la Figura 7 podemos ver como se relacionan estas acciones, con la capacidad de servicio.

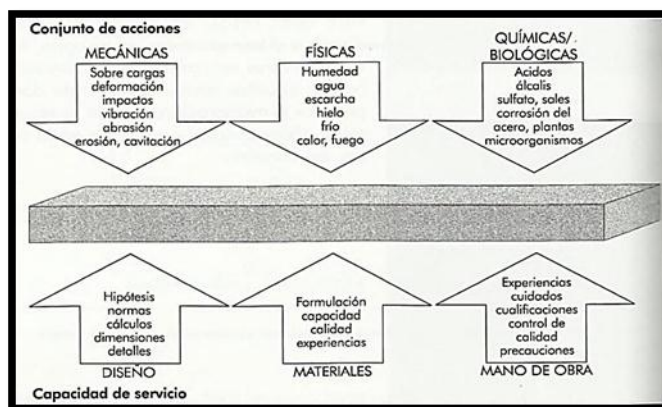


Figura 7. **Modelo de equilibrio de durabilidad del concreto.** Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Estas patologías (lesiones), son productos de las fallas en la estructura de concreto.

Fallas de la estructura de concreto:

SÁNCHEZ (2003) las clasifica en las siguientes categorías:

Fallas durante la concepción y diseño del proyecto:

Como se ha visto en los capítulos precedentes, la planeación y el diseño de una estructura no solo debe basarse en su función, sino también en las condiciones ambientales y en la vida estimada de



servicio. Para ello, es indispensable que los profesionales que intervienen en la fase de diseño del proyecto, sean consecuentes no solo en aplicar métodos de cálculo altamente desarrollados; sino también, en considerar los aspectos tecnológicos que aporta la ingeniería de materiales.

- Debido al desmesurado avance que han tenido los métodos de cálculo de estructuras, que consideran diversas hipótesis de carga, normas, cálculos, dimensiones y detalles, y tienden a optimizar los recursos disponibles en un proyecto de construcción, hoy en día hay una mayor inclinación hacia construir estructuras más esbeltas y algunas veces con factores de seguridad más bajos (que no ponen en riesgo la capacidad estructural, pero sí pueden afectar la durabilidad).
- Pero por fallas de concepción y diseño de una estructura pueden darse por muchas razones, entre ellas:
 - Por ausencia de cálculos o por no valorar todas las cargas y condiciones de servicio.
 - Por falta de un diseño arquitectónico apropiado. El diseño estructural debe incluir los conceptos arquitectónicos y viceversa.
 - Por falta de drenajes apropiados (eliminar el agua es eliminar el problema). El desagüe sobre el concreto hay que evitarlo; lo mismo que la presencia de agua estancada. Del mismo modo, deben reducirse las salpicaduras y los ciclos de humedecimiento y secado.
 - Por no proyectar juntas de contracción, de dilatación o de construcción. Hay que entender que el diseño y construcción de estructuras de concreto implica la presencia de fisuras y grietas, que deben ser controladas mediante la disposición de llamado acero de retracción y temperatura y/o de juntas.
 - Por no colocar de manera apropiada todos los esfuerzos y/o confiarse en los programas de computador (...)

Fallas por materiales:

Los materiales también han experimentado cambios significativos y su selección debe estar basada en una calidad, una capacidad, unas experiencias y una formulación (...), como fallas usuales por materiales, se pueden distinguir las siguientes:



- Por selección inapropiada y/o de control de calidad de los ingredientes de la mezcla.
- Por no diseñar y/o dosificar inadecuadamente la mezcla.
- Por no respetar las tolerancias permisibles en el asentamiento de la mezcla.
- Por utilizar agregados de tamaño equivocado.
- Por utilizar exceso de aire incluido.
- Por adicionar agua a pie de obra, sin control.
- Por no disponer de un factor de seguridad apropiado en el diseño de la mezcla.
- Por no usar la curva de relación *agua/material* cementante de los materiales disponibles.
- Por utilizar poco cemento (mezclas pobres y porosas), o por emplear exceso de agregado grueso). Este tipo de mezclas tienen alta tendencia a la segregación y a la exudación. (...)

Fallas por construcción:

(...) hoy en día existen muchos sistemas de construcción de estructuras de concreto reforzado y pre esforzado, que en muchos casos demandan una metodología y unos cuidados y unas calificaciones de la mano de obra, un control de calidad y unas precauciones que permiten obtener la calidad especificada. Sin embargo, las fallas mas comunes son los aspectos constructivos se dan por las siguientes causas:

- Por no calcular y diseñar la formaleta.
- Por defectos o deformación de la formaleta.
- Por no respetar las tolerancias dimensionales permisibles en los elementos. Por ejemplo, cambiar las dimensiones de los elementos, lo cual altera su geometría, su inercia y de paso su comportamiento, porque se altera su centro geométrico y su centro de masa.
- Por no inspeccionar la formaleta antes del vaciado, para verificar su integridad y estabilidad.
- Por no colocar apropiadamente ni asegurar el acero de refuerzo, permitiendo el desplazamiento durante el vaciado.
- Por no respetar la separación de barras y el recubrimiento de norma, mediante el uso de separadores adecuados.



- Por no inspeccionar el acero de refuerzo antes del vaciado, para verificar el cumplimiento de los planos y especificaciones.
- Por utilizar malos procedimientos de izaje y montaje de elementos prefabricados, con lo cual se inducen deformaciones no previstas, impactos, u otras condiciones que alteran sus propiedades.
- Por inadecuada interpretación de los planos.
- Por malas practicas de manejo, colocación y compactación del concreto.
- Por laborales de descimbrado prematuro o inapropiado. (...)

Fallas por operación de las estructuras:

El comportamiento real de una estructura y su seguridad bajo las cargas y condiciones previstas de servicio, se fundamentan en un buen diseño, el uso de los materiales indicados, y la calidad de la construcción. (...)

Sin embargo, en la practica la vida útil de servicio, puede acabar antes del tiempo previsto por abuso de la estructura (p. e. incremento de las cargas permitidas, o acción de fenómenos accidentales como impactos, explosiones, inundaciones, fuego, u otras); o por << cambio de uso >> (p. e. cambio de las cargas de servicio y/o cambio de las condiciones de exposición).

Sin embargo, hay que reconocer que las condiciones de servicio y el envejecimiento y deterioro de los materiales como el concreto, en la realidad, son impredecibles.

Fallas por falta de mantenimiento:

Finalmente, hay que reconocer que las condiciones de servicio y el envejecimiento y deterioro de los materiales como el concreto, en la realidad, no son totalmente predecibles; y por lo tanto, para mantener la confianza la integridad estructural, el comportamiento, la funcionalidad, la estabilidad, la durabilidad y la seguridad, es necesario realizar unas inspecciones rutinarias que derivaran en la necesidad de un mantenimiento, reparación, rehabilitación o refuerzo de la estructura. (p 99).

Fenómenos de envejecimiento y deterioro:

SÁNCHEZ (2003) afirma:



Del mismo modo que los seres vivos, puede decirse que las estructuras de concreto experimentan unas fases en el tiempo que son asimilables a: la concepción (planeación y diseño); el nacimiento, la infancia, la adolescencia, la juventud (construcción); la madurez (operación o uso); la senectud (deterioro por senilidad o vejez); la agonía (degradación o fatiga del material); finalmente, la muerte (colapso de la estructura). En todas estas etapas, aun después del colapso, el concreto experimenta fenómenos de envejecimiento y de deterioro.

Factores que afectan la apariencia:

SÁNCHEZ (2003) afirma que:

El microclima que rodea la superficie del concreto tiene un alto impacto en su durabilidad y comportamiento (...) la polución, esta en el medio ambiente; los cultivos biológicos se sitúan sobre la superficie y las eflorescencias proceden del interior de la masa de concreto.

Polución del medio ambiente:

Esta contaminación intensa y dañina del aire, compuesta por residuos de procesos industriales o biológicos, en forma de partículas, es transportada y depositada por el viento sobre las superficies de concreto de las estructuras y puede subdividirse en:

- **Polvo fino** (partículas, desde 0,01 hasta 1 micra), que esta en suspensión en el aire, y se adhiere fácilmente a las superficies microrugosas y rugosas, y tiene una gran capacidad de cubrir debido a la elevada relación *superficie/volumen* de sus partículas.
- **Polvo grueso** (partículas desde 1 micra hasta 1 mm), que es principalmente de origen mineral y tiene una baja capacidad para cubrir superficies. Este polvo usualmente se adhiere a las superficies que permanecen húmedas durante largos periodos de tiempo. (p. 87).

En la Figura 8 podemos ver como se forman estos depósitos de polvo.



Figura 8. **Formación de depósitos de polvo sobre una fachada de concreto.** Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Cultivos biológicos:

SÁNCHEZ (2003) sostiene:

Como consecuencia de la biorreceptividad que ofrecen las superficies de concreto (sobre todo si estas tienen textura rugosa), a la proliferación de microorganismos, se afecta el aspecto del concreto no solo por las manchas y cambios de color; sino también, por que su principal efecto desfavorable es que mantienen húmeda la superficie del concreto, lo cual promueve los mecanismos de deterioro (...) y los mecanismos de daño. (p 88).

En la Figura 9, podemos ver como los cultivos biológicos, afectan a un muro de concreto.

Eflorescencias:

El término eflorescencia se emplea para describir depósitos que se forman algunas veces sobre la superficie de los concretos, los morteros u otros materiales de construcción. Usualmente los depósitos, eflorescentes están compuestos de sales de calcio (principalmente carbonatos, y sulfatos) o de metales alcalinos (sodio y potasio), o de una combinación de ambos. (Sánchez, 2003, p. 89).

En la Figura 10 podemos ver un ejemplo de una fachada con eflorescencias sobre ella.



Figura 9. **Pared afectada por cultivos biológicos.** *Nota:* Tomado de Cisneros Marvin, Sorto William. (2008). (p 256).

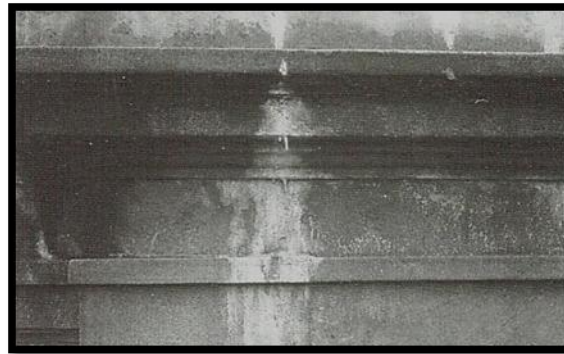


Figura 10. **Eflorescencia y manchado de una superficie de concreto por carbonatación.** *Nota:* Tomada de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Patologías por mecanismos de deterioro en el concreto:

Entre los mecanismos de deterioro que sufre el concreto, los cuales lo degradan o destruyen, por acción independiente o combinada de los mecanismos de daño por acciones físicas, mecánicas, o biológicas.

Nombraremos las estudiadas en este trabajo:



Decoloración y manchado: Acción y defecto de quitar o amortiguar el color de la superficie de concreto, como consecuencia de la meteorización, la presencia de eflorescencias, los ciclos de asoleamientos, los ciclos de humedecimiento y secado, la acumulación de polvo, y el lavado por lluvia y/o el escurrimiento de agua.

Lixiviación: Descomposición y lavado de los compuestos de la pasta de cemento, como consecuencia de las reacciones químicas que experimenta el concreto por acción de ácidos, aguas blandas, ataque de sales o ataque de sulfatos, o reacciones de álcali-agregado. Usualmente la lixiviación por disolución y transporte de compuestos hidratados de la pasta de cemento se percibe porque la superficie del concreto ha perdido la pasta superficial y exhibe agregados expuestos.

Patologías provocadas por Acciones Físicas:

SÁNCHEZ (2003)

Aunque el concreto es muy resistente a la compresión, su capacidad de tolerar esfuerzos de tracción es relativamente débil; y por ello, los movimientos que el experimenta y que se manifiestan mediante deformaciones (intrínsecas o extrínsecas), pueden desarrollar microfisuras, fisuras y grietas. (p. 101).

Fisuras:

HAROLD (2001)

Se denomina fisura la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria.

Los rangos de los anchos de acuerdo con el ACI se muestran en la Tabla 1.:



Tabla 1. Rangos de los anchos de fisuras de acuerdo con el ACI

Tipo	Medida
Fina	Menos 1 mm
Media	Entre 1 y 2 mm
Ancha	Mas de 2 mm

Nota: Datos tomados de Muñoz Harold (2001).

Se deben utilizar comparadores de fisuras o fisurómetros para medirlas y monitorearlas y se instalarán algunos testigos para definir el actual estado de actividad. (p. 11).

En la Figura 11 podemos ver un esquema de ubicación de los diferentes tipos de fisura, y dependiendo de esto podemos determinar las posibles causas que la originaron como lo muestra la Figura 12.

Los cambios volumétricos en estado plástico generan:

Fisuras plásticas: Las microfisuras y fisuras plásticas se caracterizan por fenómenos como el asentamiento plástico y la contracción plástica. Estos dos fenómenos a su vez, están íntimamente ligados a la cantidad de agua de mezclado y la exudación del concreto. (Sánchez Diego, 2003, p.105).

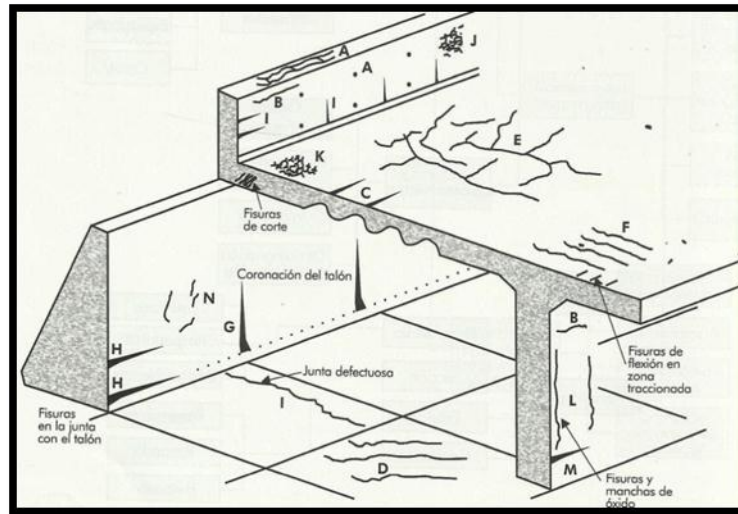


Figura 11. Esquema de ubicación de los diferentes tipos de fisuras. Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Patologías provocadas por Acciones mecánicas:

SÁNCHEZ (2003):

Las provocadas por sobrecargas y deformaciones impuestas:

Si se rebasa la capacidad resistente del material (por precargas, o sobrecargas); o hay deflexiones y movimientos excesivos o imprevistos (asentamiento del terreno; y deformaciones y movimientos excesivos o imprevistos (asentamiento del terreno y, deformaciones y colapsos impuestos por eventos fortuitos como el viento, los sismos, las explosiones u otros eventos); o se presentan fracturas y aplastamientos (grietas de apoyo, fracturas de aplastamiento local, fracturas por impacto y desintegración por trituración), las consecuencias se manifiestan mediante deficiencias estructurales (microfisuras, fisuras y/o colapso de la estructura), según la intensidad del mecanismo de acción. (p 135)

TIPO DE FISURA	POSICIÓN EN LA FIGURA 4.4	SUBDIVISIÓN	UBICACIÓN MÁS USUAL	CAUSA PRIMARIA	FACTORES SECUNDARIOS	SOLUCIONES	EDAD DE APARICIÓN
Asentamiento plástico	A	Sobre armadura	Secciones de gran canto	Exceso de exudación	Condiciones de secado rápido a horas tempranas	Reducir exudación (aire ocluido) o revibrar	De 10 minutos a 3 horas
	B	Arco	Parte superior de pilares				
	C	Cambio de espesor	Losas aligeradas				
Contracción plástica	D	Diagonal	Pavimentos y placas	Secado rápido a horas tempranas	Baja velocidad de exudación	Mejorar curado a primeras horas	De 30 minutos a 6 horas
	E	Aleatoria	Losas de concreto armado				
	F	Sobre armadura	Losas de concreto armado	Barras cerca de la superficie			
De origen térmico	G	Coacción externa	Muros gruesos	Exceso de calor de hidratación	Enfriamiento rápido	Reducir calor y/o aislar	De 1 día a 2-3 semanas
	H	Coacción interna	Placas gruesas	Altos gradientes de temperatura			
Contracción a largo plazo	I		Placas delgadas (y muros)	Juntas ineficaces	Reacción excesiva Curado ineficaz	Reducir contenido de agua Mejorar curado	Varias semanas o meses
Cuarteaduras	J	Contra formaleta	Concreto cara vista	Encofrado impermeable	Mezclas ricas Pobre curado	Mejorar curado y acabado	De 1 a 7 días Alguna vez mucho más tarde
	K	Concreto rico en lechada	Placas	Exceso de afinado			
Corrosión de armadura	L	Natural	Soportes y vigas	Falta de recubrimiento	Pobre calidad del concreto	Eliminar causas señaladas	Más de 2 años
	M	Cloruro de calcio	Concreto prefabricado	Exceso de cloruro de calcio			
Reacción álcali-agregado	N		Localizaciones húmedas	Agregados reactivos más cemento con alto contenido en álcalis		Eliminar causas señaladas	Más de 5 años

Figura 12. Descripción de los diferentes tipos de fisuras. Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Grietas estructurales:

“Son la consecuencia de esfuerzos que actúan en la sección neta resistente de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas”. (Sánchez Diego, 2003, p.135). Estas grietas se clasifican como se muestra en la Figura 13.

Deflexiones:

Se pueden definir como variaciones o cambios en la posición del eje central o eje de simetría del elemento estructural, que puede ser viga, columna o losa.

Fracturas y aplastamientos:

“Dentro de los fenómenos que originan fracturas y aplastamientos en el concreto, se encuentran las grietas de apoyo; los planos de falla por aplastamiento local; las fracturas y los descascaramientos por impactos; y la desintegración por trituración”. (Sánchez Diego, 2003, p.145).

Fracturas por impactos: en cuanto a los impactos y las vibraciones, ambos pueden iniciar o propagar las grietas. (Sánchez Diego, 2003, p.148).

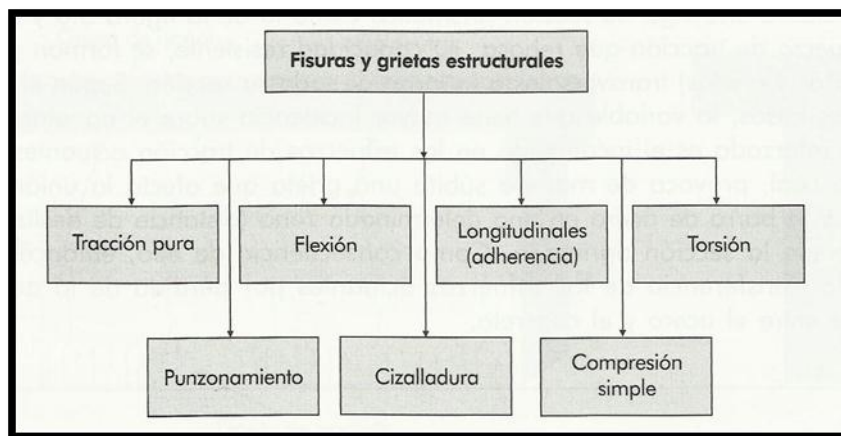


Figura 13. Deficiencias estructurales del concreto simple, reforzado y pre esforzado. Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).



Desintegración por trituración: la desintegración por trituración, se da como consecuencia de la fatiga del material ante diferentes sollicitaciones mecánicas, pero principalmente por el efecto de cargas concentradas que desintegran el concreto donde este experimenta sobre esfuerzos de compresión. (Sánchez Diego, 2003, p.148).

Patologías provocadas por Acciones químicas:

Lixiviación por aguas blandas:

SÁNCHEZ (2003), sostiene:

Las aguas blandas es decir aquellas que tengan pocas impurezas (p. e. aguas libres de sales; aguas de condensación industrial; aguas de fusión de glaciares, nieve o lluvia; y algunas aguas de pantano o subterráneas), disuelven los compuestos cálcicos del concreto de igual manera que los ácidos; y por lo tanto, el resultado es la descomposición y lixiviación de la pasta de cemento endurecida. (p. 157)

Carbonatación:

SÁNCHEZ (2003), sostiene:

La carbonatación es un tipo particular de reacción acida, pero de excepcional importancia en la durabilidad del concreto. Se debe a la penetración por difusión del dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO_2), del aire atmosférico o del suelo, en la estructura porosa de la superficie del concreto. (p. 158).

Patologías provocadas por Acciones biológicas:

Mecanismos de deterioro biológico:

SÁNCHEZ (2003), sostiene:

Entre los mecanismos de deterioro biológico del concreto, están el biodeterioro del concreto, la biodegradación de hidrocarburos y la biocorrosión de los metales.



Biodeterioro del concreto:

El deterioro microbiológico o biodeterioro del concreto, consiste en el ataque de microorganismos que causan la disolución de los componentes cementales o de los agregados del concreto, como consecuencia de la acción de sus metabolitos ácidos. (p. 175).

Biodegradación de hidrocarburos:

“Si los hidrocarburos o los productos de su biodegradación entran en contacto con el concreto, pueden ocurrir agresiones significativas de carácter químico y/o biológico.” (Sánchez Diego, 2003, p.177).

Biocorrosión de los metales:

“La corrosión microbiológica o biocorrosión se aplica a los metales cuando existe evidencia de fenómenos de naturaleza, que están relacionados con la presencia y participación de microorganismos locales.” (Sánchez Diego, 2003, p.177).

Corrosión del acero de refuerzo:

SÁNCHEZ (2003), sostiene:

En condiciones normales el concreto proporciona a las armaduras embebidas en el una protección adecuada contra la corrosión, por dos motivos. En primera instancia, porque el oxígeno presente en el concreto reacciona con el acero formando una fina capa o película de oxido sobre la armadura, que es conocido como el proceso de <<pasivación>> y que protege de cualquier corrosión posterior. (...) para que haya corrosión en el acero de refuerzo se requiere de: humedad para la formación de un electrolito, la existencia de una diferencia potencial eléctrico y la presencia de oxígeno. (p 183).

En la Figura 14 podemos ver un ejemplo de corrosión.



Figura 14. **Corrosión del acero de refuerzo de una losa.** *Nota:* Tomado de Construcción IV – Instituto de la Construcción Facultad de Arquitectura - UDELAR. (Sin año).

Tipos de corrosión:

Corrosión química:

SÁNCHEZ (2003), sostiene:

De acuerdo con castro Borges, la corrosión química ocurre debido al ataque de sistemas no electrolíticos; como por ejemplo, gases y vapores a temperaturas que impiden su condensación sobre la superficie metálica o por líquidos no conductores de la corriente eléctrica. (p. 183)

Corrosión electroquímica:

“La corrosión electroquímica es una reacción química que ocurre en un medio acuoso y en la transferencia de electrones y iones. Este es el caso que se da en el acero de refuerzo embebido dentro del concreto.” (Sánchez Diego, 2003, p.184).



Patologías por defectos de ejecución presentes en la superficie del concreto:

Hormiguero o Cangrejera:

“Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto cuando el mortero presente en la mezcla no logra cubrir todo el espacio alrededor de los agregados”. (Figueroa. T, Palacio. R, 2008, p. 122).

ASTORGA, RIVERO (2009) lo define como una consecuencia de un vibrado insuficiente del concreto, que produce vacíos en el concreto que limitan su adherencia con el acero y no garantizan una distribución uniforme de la mezcla.

Un ejemplo de esta patología la podemos ver en la Figura 15.

Variación del color:

“Vetas de color presentes en la superficie del concreto. Pueden presentarse debido a deficiencias en la mezcla o manifestarse en forma de manchas humedad, ensuciamiento, oxidación, eflorescencias o contaminación”. (Figueroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).

Líneas entre capas:

Líneas horizontales presentes en la superficie del concreto, que indican la frontera entre distintos tiempos de colocación, aun en un mismo vaciado. (Figueroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).



Figura 15. **Ejemplo de mal vibrado de una columna.** *Nota:* Tomado de A. Astorga, P. Rivero. (2009).

Rebaba:

Proyección delgada y lineal de concreto que se presenta entre los espacios y uniones de formaletas cuando parte del mortero presente en la mezcla logra pasar a través de éstas. (Figuroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).

Desalineamiento:

Cambio abrupto en la alineación o las dimensiones de los elementos de concreto a causa del desplazamiento de una formaleta con respecto a la adyacente. (Figuroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).

Cráteres:

“Pequeña cavidad o poro creado a partir de la acumulación de burbujas de aire y de agua atrapadas entre la cara de la formaleta y el concreto”. (Figuroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).



Defecto de modulación:

El defecto se presenta cuando la distribución de las formaletas no sigue un patrón estándar o uniforme. (Figueroa. T, Palacio. R, 2008, p. 123).

Inspección, evaluación y diagnóstico de estructuras de concreto: SEGÚN SÁNCHEZ (2003):

Para poder identificar y caracterizar los defectos y/o daños (tipo y magnitud); así como delimitar su localización y cantidad en una estructura, debe entonces acudir a la **patología del concreto**. Esta disciplina, de manera sistemática y ordenada, permite desarrollar una serie de pasos secuenciales como se muestra en la Figura 16 (...), para llevar a cabo una investigación que permita elaborar un **diagnóstico** (con sus causas), de modo que este a su vez permita emitir un **pronóstico** del comportamiento de la estructura, bajo las condiciones de servicio esperadas hacia el futuro. (p. 195).

Investigación preliminar:

SÁNCHEZ (2003), afirma:

La investigación preliminar, usualmente es una introducción a la situación que esta experimentando la estructura y por lo común conducen a una de dos situaciones: a) el establecimiento de la necesidad de adelantar estudios adicionales mas profundos, detallados y extensos, para poder diagnosticar con certeza los daños y el comportamiento; o b) dictaminar la inconveniencia de realizar estudios adicionales por cuanto el daño es tal que no justifica una restauración económicamente razonable. En general, es recomendable que un estudio preliminar comprenda uno o todos, los siguientes aspectos, dependiendo de la complejidad del proyecto:

Antecedentes:

En primera instancia, debe recogerse toda la información general que sea posible acerca del proyecto. Otro aspecto importante, a documentar son las condiciones de exposición de la estructura y la influencia del medio ambiente sobre la misma. Por lo tanto es conveniente obtener la siguiente información:

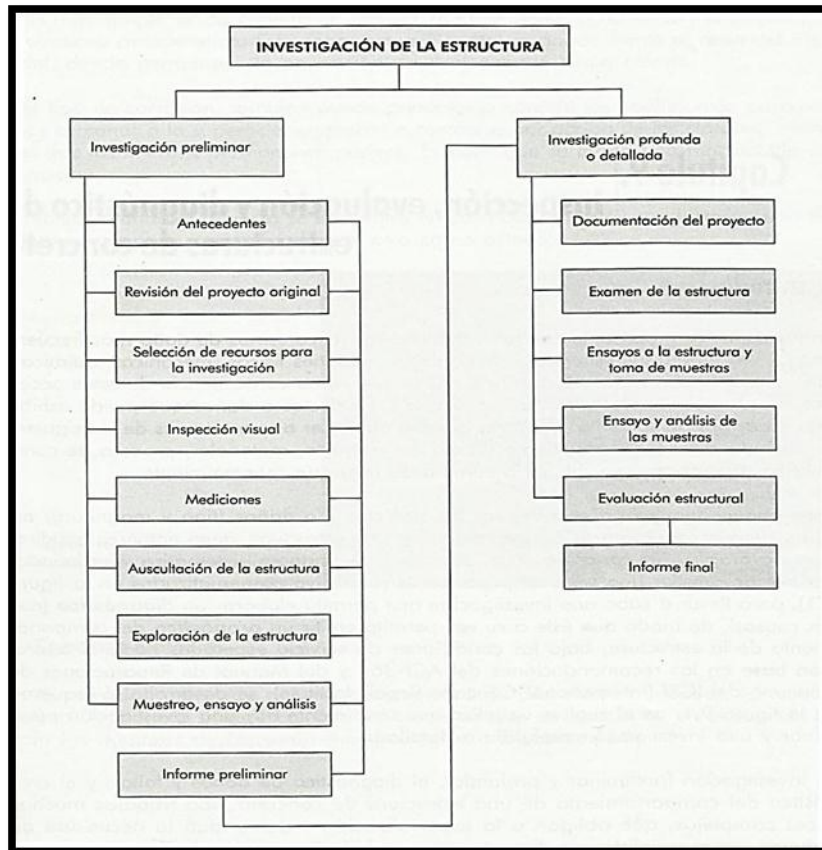


Figura 16. Proceso secuencial de investigación para inspeccionar, evaluar y diagnosticar el comportamiento de una estructura de concreto. Nota: Tomado de Sánchez de Guzmán Diego. (2003).

Información general:

- Nombre.
- Localización geográfica.
- Tipo de estructura (tipo de cimentación, sistema estructural).
- Propietarios y usos (cronológicamente).
- Diseñadores y especificadores del proyecto (p.e Arquitecto, Ingeniero de suelos, Ingeniero Estructural, Ingeniero asesor de materiales, Ingenieros de instalaciones, etc.). Constructor, interventor, proveedores de materiales, etc.
- Historial de la estructura (fechas de diseño, construcción y puesta en servicio, vida útil proyectada, área construida, etc.). (...).



Influencia del medio ambiente:

- Humedad relativa (rangos de ocurrencia, frecuencia y duración).
- Temperatura (rangos de ocurrencia, frecuencia, duración, ciclos de congelamiento y deshielo, exposición solar, etc.).
- Presión (régimen de vientos y lluvias).
- Tipo de agua presente.
- Sustancias agresivas y concentración (tipo, concentración, frecuencia, duración, forma: gas, líquido, sólido).
- Tipo de contacto con agua u otras sustancias (inmersión, escorrentía, salpicadura, vapor, etc.).
- Frecuencia y duración de la exposición.
- Condiciones de exposición particulares o especiales.

Revisión del proyecto original:

La revisión del proyecto original, se lleva a cabo con el objeto de verificar los planos y las especificaciones con el comportamiento de la estructura; así como confirmar los planos y especificaciones están en concordancia con lo que se encuentra construido. Para la revisión del proyecto original, se hace necesario disponer los siguientes documentos:

- Estudios de suelos.
- Memorias de cálculo de la estructura.
- Planos estructurales.
- Especificaciones de materiales.
- Planos arquitectónicos.
- Planos de instalaciones.
- Bitácora de obra.

Cuando no se dispone de ellos, se hace necesario recurrir a ensayos no destructivos o mediciones físicas de la geometría de los elementos, a localizaciones del acero de refuerzo (mediante exploración por remoción de recubrimientos o uso de localizadores de barras), a levantamientos topográficos y altimétricos, etc. (...)

Selección de los recursos para la inspección:

En la medida en que se vaya cumpliendo la fase de antecedentes, debe identificarse el personal que debe intervenir en la inspección; así como, seleccionar los elementos y equipos más apropiados para adelantar la inspección. Entre los equipos más útiles se cuentan los siguientes:



- Anteojos y/o binóculos.
- Lupa
- Cámaras fotográficas y/o video.
- Nivel de mano.
- Grabadora.
- Cinta métrica o distanciómetro.
- Comparador de fisuras.
- Equipos de topografía y/o nivelación.
- Equipos para auscultación y exploración.
- Frascos y bolsas con cierre hermético.
- Escalera, andamios, etc.
- Elementos de seguridad y protección.

Inspección Visual:

Es recomendable que la inspección visual de la estructura se lleve a cabo una vez se hayan cumplido las fases antecedentes y revisión del proyecto original, pues la visita de inspección a la estructura debe basarse en la información recogida.

Como el objetivo principal de la investigación preliminar es determinar la naturaleza de la extensión de los problemas observados, e identificar los miembros afectados, es indispensable adelantar un recorrido de la estructura para hacer un registro lo mas completo posible de los daños (...).

Mediciones:

En adición a la inspección visual, las investigaciones de campo deben incluir mediciones de los miembros, longitud de luces, deflexiones y desniveles encontrados en la estructura motivo de la investigación. En algunos casos, es indispensable realizar un levantamiento topográfico y/o altimétrico y/o barimétrico de las estructuras y localizar de manera precisa los daños (...).

Auscultación de la estructura:

La observación y medidas, pueden ser complementadas con algunos ensayos de auscultación de la estructura y sus miembros, mediante pruebas no destructivas. Sin embargo debe tenerse presente este tipo de ensayos ofrecen ayuda para identificar sitios o zonas donde serian mas útiles otro tipo de pruebas que puedan requerirse (...).



Exploración:

Durante la inspección, es probable que también se requiera alguna exploración de la estructura, mediante la remoción de algunas porciones superficiales del concreto, de trozos de descascaramiento o desmoronamientos, partículas de polvo, capas de cultivos biológicos (biocapa), productos de lixiviación, cristalización, reacciones deletéreas o corrosión. (p 205).

Inspección Detallada:

SEGÚN MUÑOZ (2001):

La Inspección Detallada cubre un conjunto de acciones que deben seguirse de forma secuencial y programada y cubre entre otras, las siguientes labores:

- Investigación Documental
- Inspección visual detallada
- Levantamiento gráfico de daños
- Recuento fotográfico
- Planeamiento y definición de ensayos
- Diagnóstico de Patologías
- Informe de la Inspección (p. 8).

Investigación Documental:

MUÑOZ (2001), sostiene:

Es evidente que el primer paso de la evaluación de una edificación será la recopilación de toda la información escrita, dibujada o esquematizada relativa al proyecto o ejecución de la construcción. Se incluye dentro de los documentos, el diseño arquitectónico, el estudio geotécnico o de suelos, el proyecto estructural, memoria de los cálculos, libro de obra, registros de interventoría, etc. sin descartar los antecedentes que puedan existir inclusive sobre comportamiento de las edificaciones aledañas. (p. 9).



Inspección Visual Detallada:

MUÑOZ (2001), afirma:

El propósito de realizar un detallado inventario de los daños mediante un levantamiento, es el determinar el grado de compromiso de la estructura por tales efectos además de permitir la cuantificación de la rehabilitación.

La realización de esta etapa implica las labores previas de la ejecución de planos de la estructura a escala y ahora preferiblemente en medio magnético para el posterior manejo de la información gráfica. Con los planos se realiza un detallado levantamiento de daños transcribiendo en ellos todas las afectaciones que presente la edificación.

Se deben efectuar las anotaciones lo más precisas posibles indicando el área afectada, la longitud que cubre el daño, tamaño de las fisuras, características principales, zonas de humedades y manifestaciones externas de daño. (p. 10)

Recuento Fotográfico:

MUÑOZ (2001), sostiene:

Se debe realizar un recuento fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños mediante fotografías que sustenten cada patología con una breve descripción de ella señalando como referencia el lugar que le corresponde dentro del área en consideración.

Se recomienda que la fotografía incluya una referencia como por ejemplo la numeración continua mediante marcadores de manera inequívoca se defina el lugar de la toma fotográfica. (p. 15)

Planeamiento Y Definición De Ensayos:

MUÑOZ (2001), afirma:

Como punto de partida dentro de un estudio de Patología presentes en una edificación es necesario el pleno conocimiento del inmueble de manera que antes de realizar cualquier actividad, se debe recorrer repetidas veces la edificación con el fin de formarse una idea clara de su condición y de acuerdo con esto señalar las áreas de los trabajos de inspección. En esta etapa del estudio se definen los lugares y tipo de labores a realizar, tomando en consideración circunstancias tan variadas como por ejemplo si el edificio esta habitado o si existe



disponibilidad de fluido eléctrico. No es posible señalar un procedimiento rutinario, único y completo del tipo de ensayos que deben realizarse puesto que eso depende de los daños presentes y del criterio del profesional que realiza la inspección.

En otros casos las patologías pueden estar asociadas con circunstancias derivadas del intemperismo de la edificación y serán otras variables las que deben tomarse en cuenta. Así mismo existen casos en donde los daños no muestran su naturaleza de manera evidente, por lo cual será el criterio de profesional quien establecerá el tipo de evaluaciones más convenientes en procura de conocer las causas de los deterioros. De todas maneras es importante aclarar que la planeación y realización de ensayos se hace a partir de las hipótesis preliminares de las patologías y el grado de compromiso que presenta la edificación. (p. 16)

Tipos De Ensayos:

Dependiendo de las condiciones de la edificación y sus manifestaciones de daño, deben formularse el tipo de ensayos, su número y localización de manera que esta labor signifique una representación de las condiciones de toda la edificación. (Muñoz Harold, 2001, p. 17).

Algunos de los ensayos que usualmente se realizan en los estudios de Patología estructural se muestran en la Figura 17 y Figura 18.

Diagnóstico De Las Patologías:

MUÑOZ (2001), afirma:

A partir de las diferentes observaciones que se ejecuten, del levantamiento de daños que se realice, de los resultados de los ensayos y mediciones, se formulará el diagnóstico de las patologías y daños detectados con la explicación que soporta la mejor comprensión del fenómeno de daño con lo cual se realizará un Informe de las Patologías encontradas.

En cada caso, se clasificarán y se calificaran los daños con el fin de tipificarlos tanto del daño en sí como de los posteriores procedimientos



de obra para lo cual, basados en los esquemas del levantamiento de daños se procederá a formular las técnicas de reparación.

Es probable que por el grado de deterioro que presentan algunas zonas puntuales de algunos elementos estructurales, se requiera evaluar y diseñar su reforzamiento para lo cual se requiere realizar el análisis y diseño estructural para lo cual existen en el mercado distintas ayudas de diseño para los distintos sistemas estructurales aceptados por las normas pertinentes. (p. 19)

Tipo de ensayo	Propósito
Localización de acero	<ul style="list-style-type: none">• Determinar su existencia• Facilitar la extracción de muestras del concreto• Confirmar el diseño
Medición del recubrimiento	<ul style="list-style-type: none">• Determinar capacidad de resistencia• Determinar posición de estribos y refuerzo• Posibilidad de corrosión• Comparar con frentes de daño
Prueba de carbonatación	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la profundidad del frente de disminución del pH
Materia orgánica	<ul style="list-style-type: none">• Determina el contenido de materia orgánica
Prueba de humedad relativa	<ul style="list-style-type: none">• Evaluar la humedad en el 1 cm de los poros del concreto
Prueba de contenido de Cloruros	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la cantidad de cloruros solubles en el concreto
Extracción de núcleos	<ul style="list-style-type: none">• Determinar el parámetro $f'c$• Determinar el módulo de elasticidad• Profundidad de fisuras• Comparar con los frentes de daño• Medición de pH
Pistola de Windsor	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la resistencia asociada a la dureza
Ultrasonido	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la resistencia asociada a la velocidad de propagación de una onda de sonido
Esclerómetro Schmidt	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la resistencia asociada al golpe de

Figura 17. Principales ensayos en estructuras de concreto I. Nota: Tomado de Muñoz Harold. (2001)



	un martillo
Prueba de adherencia	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la capacidad de resistencia para la adherencia con un nuevo concreto• Resistencia a la tensión de la superficie
Nivelación de superficies	<ul style="list-style-type: none">• Determinar eventuales asentamientos
Plomo de muros o columnas	<ul style="list-style-type: none">• Determinar eventuales asentamientos
Instalación de medidores de fisuras	<ul style="list-style-type: none">• Verificar la actividad de las fisuras y grietas
Evaluación petrográfica	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de la microestructura del concreto desde el punto de vista de la durabilidad
Medidas de potencial	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar un mapa de potenciales electroquímicos para determinar zonas de riesgo de corrosión
Porosidad	<ul style="list-style-type: none">• Medida de la compacidad de la masa de concreto
Velocidad de corrosión	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la velocidad de pérdida de sección de acero
Pruebas de carga	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la capacidad resistente de una estructura

Figura 18. **Principales ensayos en estructuras de concreto II.** *Nota:* Tomado de Muñoz Harold. (2001).

Rehabilitación:

“Proceso de reparar o modificar una estructura hasta llevarla a una condición deseada (intervención de modificación)”. (Sánchez Diego, 2003, p. 85)



MARCO LEGAL

Las bases legales en cualquier investigación son de gran importancia, debido a que mediante las leyes se proporciona un marco jurídico del estudio a realizar. Cabe destacar que ésta se apoya en Edificaciones Sismorresistentes Covenin 1756-2001 y Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones Covenin 2002-88.

Edificaciones Sismorresistentes

Es la norma que regula la construcción de edificaciones sismorresistentes y de ella se extraen los siguientes artículos:

Capítulo IV

Zonificación Sísmica

Sección 4.2: Los parámetros que caracterizan los movimientos de diseño dependen de las condiciones geotécnicas locales definidas en capítulo 5. El coeficiente de la aceleración horizontal para cada zona se da en la Tabla 4.1. El coeficiente de la aceleración vertical, se tomara como 0.7 veces los valores de A_0 dados en la tabla 4.1.

Capítulo V

Formas Espectrales tipificadas de los Terrenos de Fundación

Sección 5.1: La selección de la forma espectral y el factor de corrección ϕ se hará con arreglo a la tabla 5.1

Capítulo VI

Clasificación de la Edificación según el uso, nivel de diseño, tipo y regularidad estructural

Sección 6.1: Clasificación según el Uso

Sección 6.1.1: Grupos

Sección 6.1.3: De acuerdo con la anterior clasificación se establece un factor de importancia α conforme a la tabla 6.1



Sección 6.2: A los fines de la aplicación de esta norma, se distinguen los tres niveles de diseño que se especifican en la sección 6.2.1

Sección 6.2.1: Niveles de Diseño. Tabla 6.2

Sección 6.3: A los fines de esta Norma, se establecen los tipos de sistemas estructurales en función de los componentes de sistemas resistentes a sismos, descritos en la sección 6.3.1. Una estructura puede clasificarse en tipos diferentes, en sus dos direcciones ortogonales de análisis.

Capítulo VII

Coeficiente Sísmico y Espectros de Diseño

Sección 7.2: Las ordenadas A_d de los espectros de diseño, quedan definidas en función de su periodo T tal como se indica en la figura 7.1.

Valores de T^* , β y ρ : Tabla 7.1

Valores de T^+ : Tabla 7.2

Capítulo IX

Métodos de Análisis

Sección 9.3.2.2: Como alternativa al método descrito en la subsección 9.3.2.1, el periodo fundamental T podrá tomarse igual al periodo estimado T_a .

Capítulo X

Control de los Desplazamientos

Sección 10.1: Desplazamientos Laterales Totales

Sección 10.2: La verificación del cumplimiento de los valores límites de la Tabla 10.1 se hará en cada línea resistente o en los puntos más lejanos del centro de rigidez. El consiente que sigue, no excederá en ningún nivel los valores dados en la tabla 10.1



CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo tiene como propósito dar a conocer los pasos que se van a alcanzar para realizar la investigación, mediante la explicación detallada de las herramientas que se utilizaran y que son de mucha importancia para el desarrollo de la misma. A continuación se describen los componentes metodológicos seleccionados para lograr con el cumplimiento de los objetivos planteados.

Modalidad de la Investigación:

Cuando se requiere la solución de un problema en forma científica, es importante precisar el tipo de investigación a fin de elegir el método más adecuado para un procedimiento específico, por lo tanto al considerar las características de la propuesta presentada en éste trabajo se ha determinado que la investigación está enmarcada bajo la modalidad de proyecto factible.

Debido a esto, El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2006), plantea: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos y necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El



proyecto tendrá el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades” (p. 21).

Es decir, el proyecto factible no es más que la elaboración de una propuesta o un modelo, los cuales a su vez establecen una solución a un problema o una necesidad de tipo práctico, y nace a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades existentes en el momento de estudio; por lo tanto la investigación proyectiva implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio más no se necesita ejecutar dicha propuesta. Por lo cual la modalidad de proyecto factible se adapta a la presente propuesta debido a que se va a diagnosticar el estado actual de la estructura en estudio para así proponer un método de rehabilitación que se ajuste a la solución de los problemas presentes.

Es importante destacar que el trabajo en desarrollo esta apoyado por una investigación documental, definida por Arias (2006) como: “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales ó electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (p.27) y también por una investigación de campo, Stracuzzi y Pestana (2008) la describe como: “es aquella que se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda de material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando se opta por este tipo de estudio, el investigador utiliza documentos; los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes” (p.96)



Tipo de Investigación:

El nivel de la investigación es de carácter descriptivo, al respecto Stracuzzi y Pestana (2008) se refiere a investigación descriptiva como: “el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El nivel descriptivo hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.” (p.102)

Esta investigación esta situada en el nivel descriptivo, ya que, comprende los patrones que se buscan para cumplir con el propósito de la investigación por el hecho de tratarse en primera instancia de realizar un análisis para luego puntualizar la razón del estudio que se realiza y poder focalizar la problemática expuesta. Además se propondrá conceptualizar una situación concreta caracterizando los rasgos más destacados de la investigación.

Diseño:

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, sustentado en un diseño documental y de campo. Según Mertens (2005): “la investigación no experimental es apropiada para variables que no pueden o deben ser manipuladas o resulta complicado hacerlo. A diferencia de la investigación experimental, el diseño no experimental se efectúa sin manipular las variables intencionalmente. Se realiza una observación de fenómenos en su ambiente natural. El experimental se construye para investigar, el no experimental estudia lo ya existente”



El presente trabajo tiene un diseño de investigación no experimental debido a que las variables no se modificaran y estará sustentado en un diseño documental y de campo o un diseño mixto que incluya ambas modalidades, debido a que será necesaria la investigación y recopilación de información que contribuirán con conocimientos que sustenten la selección del método de rehabilitación mas adecuado además de que permitirá la evaluación del correcto comportamiento de la estructura.

Población y Muestra:

Según Arias (2006), “la población, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81); a su vez Arias (2006) define la población finita como: “agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dichas unidades” (p.82)

Segun Arias (2006) define la muestra como: “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible, ésta debe ser lo suficientemente representativa, para así poder realizar inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido” (p. 83)

Para la selección de la muestra se empleo el método probabilístico, es decir, todos los elementos que conforman la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados; la técnica de muestreo utilizada es la tómbola, la cuan consiste en hacer una ficha, una por cada elemento de la población, revolverlas todas en una caja, e ir sacando n fichas, según el tamaño de la muestra.



El tamaño de la muestra se calculo como lo describe Sampieri en el libro de Metodología de la Investigación; para muestras de población conocida los datos son cualitativos, es decir, para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para rectificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, la población a evaluar esta compuesta de 44 vigas, 63 columnas y 14 losas, se fijaron los parámetros estadísticos de error estimado 2% y un porcentaje de confianza de 98%, y se obtuvo un tamaño de muestra de 24 vigas, 28 columnas y 11 losas.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

La técnica según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) se define, “como las respuestas de cómo hacer los procedimientos de actuación concreta que deben seguirse para recorrer las diferentes fases del método” (p.46). Las técnicas son de carácter práctico y operativo y el método es de carácter global y de coordinación de operaciones. Para que este proceso de reconocimiento y exploración pueda llevarse a cabo, se debe contar con herramientas esenciales para la recolección de información. Para ello se utilizarán dos técnicas de investigación; observación directa y observación indirecta.

Según el manual de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) la observación indirecta, se define como “los estudios sobre datos censales o muestras no recogidas por estudiantes, siempre y cuando utilicen registros originales o cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas, y en general la recolección organizada de datos no publicado” (p.18).

Utilizando la técnica antes mencionada se recolectaron datos como los resultados de ensayos de esclerómetro realizados a diferentes elementos



estructurales, con el fin de dar paso a la evaluación del comportamiento sismorresistente de la estructura.

La otra técnica utilizada, consistió en la percepción directa, es decir, como investigadores nos ponemos en contacto personalmente con el fenómeno a investigar, se basa en la observación descriptiva en campo y revisión de documentos e información que validen la solución planteada que satisfaga el objetivo de la investigación. Otra técnica utilizada es la consulta bibliográfica con la cual se desea obtener información valedera y que sustenten el presente trabajo de investigación.

Según Arias (2006), “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener o almacenar información”, a su vez dicha información permitirá alcanzar los objetivos de la investigación.

El instrumento que se utilizará en la investigación es la lista de cotejo, la cual consiste en recolectar información sobre datos de forma sistemática, es una forma de evaluar las características físicas y mecánicas de los elementos estructurales en estudio, para ello se creó una serie de planillas con las posibles condiciones de deterioro que podrían observarse; además de eso se utilizó como instrumentos libros y normas venezolana que ayudaron a establecer valores y comparar resultados a la hora de realizar el análisis sismorresistente de la edificación.

Descripción de la Metodológica:

Concepción de la idea:

Se procedió a indagar a expertos sobre temas disponibles para la elaboración de un proyecto, de esta manera se toma la propuesta de realizar



un estudio patológico a una estructura que se encuentre en condiciones desfavorables; y es así como surge la idea de presentar este proyecto como Trabajo Especial de Grado.

Formulación de Objetivos:

Una vez definido el tema de estudio, se procedió a elaborar una lista de tareas que conducirán al alcance del objetivo primordial de este proyecto en estudio, además que ayudaran a respaldar cada uno de los pasos de la investigación.

Construcción del cuerpo de la investigación (Marco Teórico):

Se indago en diversidad de material bibliográfico con el cual se busco sustentar cada uno de los capítulos de la investigación, la información obtenida corresponde a conceptos técnicos, conceptos metodológicos, información legal e investigaciones previas.

Descripción de las técnicas de investigación a utilizar:

Al hacer uso de las técnicas de investigación se hicieron varias visitas a la estructura, de igual manera se realizaron consultas en las oficinas de SINFRA, se obtuvo información sobre el estado actual de la edificación y sobre los ensayos de laboratorio realizados anteriormente, toda la información recolectada se fue clasificando con el fin de mantener un orden en la interpretación y así utilizarla en cada punto correspondiente a la investigación.

Aplicación de la técnica de observación en campo:



Se utilizó la Observación como técnica de investigación, la cual consiste en visualizar cada uno de los elementos que presenta la estructura y evaluar su aspecto físico y mecánico de tal manera que conlleve a realizar el diagnóstico que luego arrojará la propuesta de rehabilitación.

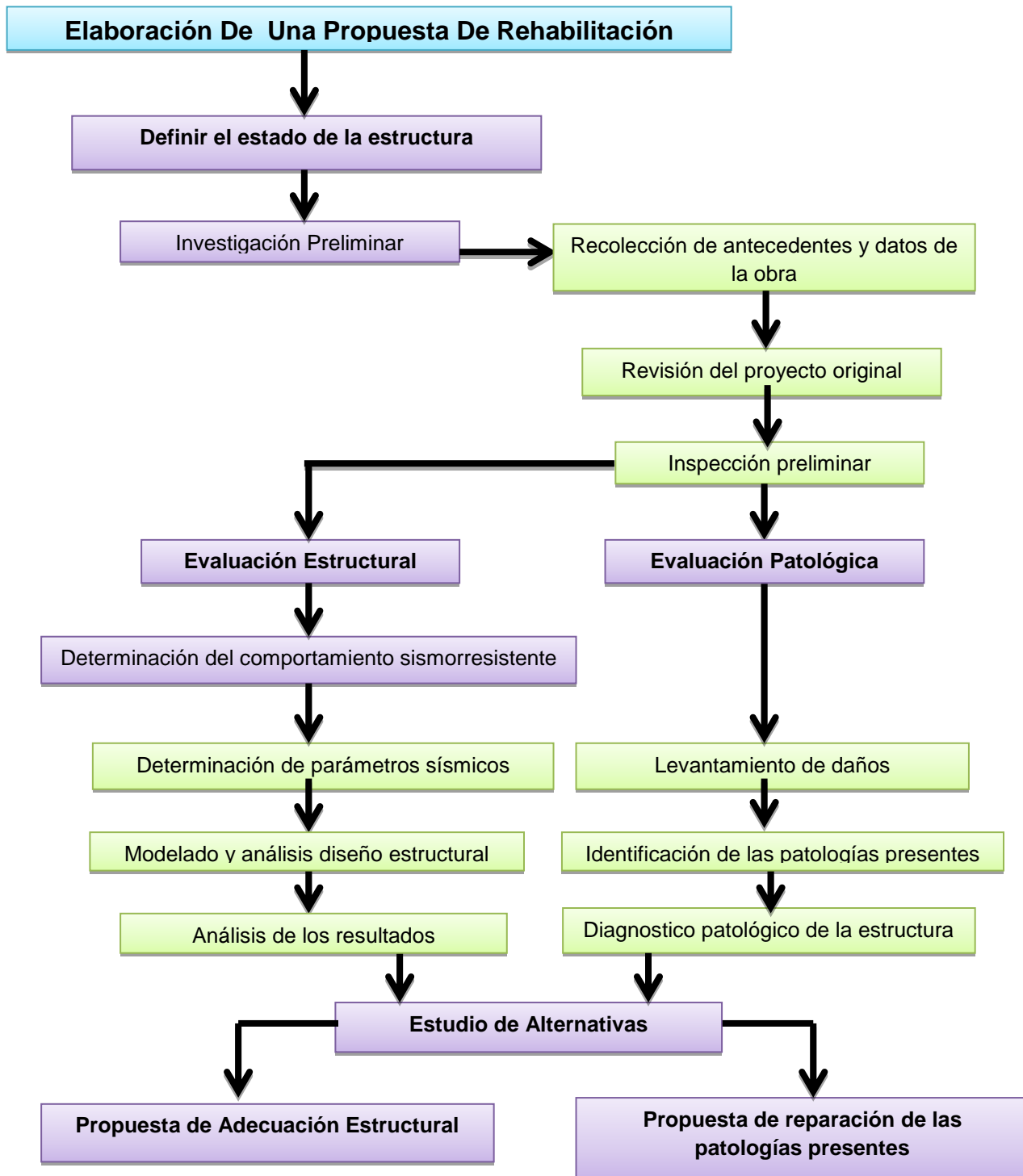
Análisis de resultados:

Una vez obtenido los resultados de cada objetivo propuesto, se procederá a realizar un estudio detallado, para así dar paso al diagnóstico que conllevará a una propuesta de rehabilitación; con esto se busca hacer un análisis minucioso que garantice la correcta propuesta para la edificación.

Elaboración de la Propuesta de Rehabilitación:

Luego de conocido el diagnóstico, causas y consecuencias de las patologías se investigará sobre productos que garanticen una buena rehabilitación de la estructura, de igual manera se presentará una propuesta que garantice el buen funcionamiento mecánico ante eventos sísmicos y de esta manera alcanzar el objetivo general planteado en el presente proyecto de investigación.

Metodología para la elaboración de una propuesta de rehabilitación:





Planillas para estudio Patológico:

Se elaborara una primera planilla de evaluación patológica, llamada formato de antecedentes y datos de la obra, identificada con el código, F-01, con la finalidad de vaciar la información recogida, y sintetizar los datos que son de importancia en el estudio, la misma puede ser utilizada en campo, además puede ser llenada por estudiantes de ingeniería o carreras afines a la construcción, no es necesario que sea por ingenieros o arquitectos.

Descripción del formato de antecedentes y datos de la obra F-01:

Este formato se realizó con la finalidad de recabar la información general y antecedentes de la estructura necesarios para la evaluación patológica y estructural, el mismo puede ser utilizado en campo puede ser llenado en a mano o a computadora, y no es necesario ser ingeniero o arquitecto para aplicar la planilla de evaluación basta con ser estudiante de cualquier carrera afín a la construcción, ya que es necesario conceptos básicos del área para identificar las características que se describen a continuación, para asegurar una correcta utilización del formato a continuación se detallan cada uno de los campos presentes en la misma

- **Información general:**

Esta constará de los datos de la inspección, los cuales son la fecha, la hora, la duración, el nombre del evaluador, y la profesión del evaluador, los datos generales de la estructura, los cuales son el nombre de la obra y la localización geográfica, estos datos servirán para llevar un registro de las obras evaluadas, donde se puede clasificar por su ubicación y se pueden identificar, los datos del evaluador servirán en caso de que existe una duda sobre los datos vaciados en la planilla y así poder contactar a la persona. (Ver Figura 19).

- **Datos de la inspección:**

Fecha: son los datos del día en que se realiza el llenado de la planilla, se llenara de la siguiente manera, (día/mes/año), con números arábigos, ejemplo: 27/09/1990.



Hora: corresponde a los datos de la hora en que se empezó el llenado de la planilla, se llenara en formato de 24 horas, ejemplo: 16:30, para facilitar la identificación de am y pm.

Duración: corresponde al tiempo en horas, que duró la evaluación, contada desde el momento que se comenzó hasta que se finalizó la misma, ejemplo: 2:00.

Nombre del Evaluador: corresponde al nombre de la persona que llena la planilla y solo será el nombre principal y el apellido principal, ejemplo: Milimer Morgado.

El campo de Ing. O Arq. Y estudiante, se marca con un check la casilla que identifique la profesión de la persona que realiza la evaluación.

- **Datos generales de la estructura:**

Nombre de la Obra: corresponde al nombre que lleva el proyecto, ejemplo: Centro Comercial Tigalate.

Localización Geográfica: corresponde a los datos de ubicación que permita localizar a la estructura.

Avenida, calle, carrera, esquina, prolog. : Se llenara con abreviaturas y con los datos que corresponda, ejemplo: Av. Bolívar centro, Calle 104-b.

Urbanización, sector, parroquia: se llenara con abreviaturas y con los datos que correspondan a la ubicación evaluada, ejemplo: Urb los caracaras, parroq. Naguanagua.

Municipio: corresponde al municipio donde se encuentra la estructura evaluada y se llenara con el nombre completo, ejemplo: Carlos Arvelo.

Ciudad: corresponde a la ciudad donde se encuentra ubicada la obra y se llenara con el nombre completo, no se permiten abreviaturas, ejemplo: Maracay.

Estado: corresponde a la ciudad donde se encuentra ubicada la obra y se llenara con el nombre completo, no se permiten abreviaturas, ejemplo: Aragua.

Fecha:		/	/	Hora:		:	Duración:		:
Nombre del Evaluador:				Ing. o Arq.:		<input type="checkbox"/>	Estudiante:		<input type="checkbox"/>
INFORMACIÓN GENERAL									
Nombre de la Obra:									
Localización	Avenida, Calle, Carrera, Esquina Prolog.:			Urbanización, sector, parroquia:		Municipio:	Ciudad:	Estado:	
Geográfica:									

Figura 19. Información general- Formato de Antecedentes y datos generales.

- **Información estructural:**

Corresponde a los datos estructurales de la obra, para el posterior estudio estructural de la misma, clasificación o cualquier registro que se necesite llevar que permita clasificarla de acuerdo a sus características estructurales. (Ver Figura 20).

Tipo de Cimentación: corresponde al tipo de fundación la cual puede ser, zapatas, losas, pilotes y losa flotante, se presentan los campos para ser seleccionados con un check la opción que corresponda a la estructura evaluada.

Sistema estructural: se refiere a las características del sistema que compone la estructura, esta puede ser aporticado es decir conformado por columnas y vigas, de cerchas, mixtos, arcos, abovedado, sistemas tensados, y muros portantes, se seleccionará la opción que corresponda con el sistema de la estructura evaluada con un check.

Tipo de inmueble:

Casa: estructura utilizada como vivienda.

Edificio: estructura utilizada para diferentes fines como vivienda multifamiliar

Tipo de cubierta:

Placa: losa de concreto con cubierta impermeable.

Tejas: piezas de arcilla o material utilizado para su elaboración.



Numero de niveles: se refiere al número de pisos que posee la estructura desde la rasante hasta el techo, y se escribe en números arábigos, los originales corresponden a los proyectados originalmente, y las ampliaciones a los adicionados en las remodelación y se colocara el numero de niveles adicionados sin contar los originales, ejemplo: 4.

INFORMACIÓN ESTRUCTURAL								
Tipo de Cimentación:	Zapatas:	<input type="checkbox"/>	losa:	<input type="checkbox"/>	Pilotes:	<input type="checkbox"/>	losa flotante:	<input type="checkbox"/>
Sistema Estructural:	Aporticado	<input type="checkbox"/>	Cerchas:	<input type="checkbox"/>	Arcos:	<input type="checkbox"/>	Abovedado:	<input type="checkbox"/>
	Sist tensados (cables, etc.):	<input type="checkbox"/>	Mixto:	<input type="checkbox"/>	Muros portantes:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tipo de Inmueble:	Casa:	<input type="checkbox"/>	Edificio:	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tipo de cubierta:	Placas:	<input type="checkbox"/>	Tejas:	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Numero de niveles:	Originales:		Ampliaciones:					

Figura 20. Información estructural del formato de antecedentes y datos de la obra.

- **Propietarios y usos (ordenados de forma cronológica):**

Con esto se busca conocer los usos que se le han dado a la estructura, para conocer sus antecedentes de posibles malos usos, o diferentes usos a los cuales fue proyectada, el propietario es de gran importancia ya que se puede usar para contactar y conocer mas detalles al respecto.

Año: Colocar el año en que se conoce quien poseía la estructura, en números arábigos, ejemplo: 2007.

Propietario: Nombre del nombre o empresa que poseía la estructura en el año correspondiente, ejemplo: Luis Álvarez.

Usos: Estos son los fines con que se ha utilizado la estructura, estos pueden ser como escuelas, industriales, viviendas, almacenamiento, entre otros.

PROPIETARIOS Y USOS (Ordenados de forma cronológica)			
Año:		Propietario:	Usos:
Año:		Propietario:	Usos:
Año:		Propietario:	Usos:

Figura 21. Propietarios y usos del formato de antecedentes y datos de la obra.

Datos del proyecto de la obra:

En este campo se busca conocer las personas que participaron en el proyecto de la obra, en las etapas de diseño, cálculo, y ejecución, ya que estos pueden aportar detalles y datos de la obra que no se encuentren en las memorias descriptivas y planos. Se llenara con el nombre y apellido, ejemplo: Maria Perez. (Ver Figura 22).

DATOS DEL PROYECTO DE LA OBRA			
Ingeniero Projectista:		Arquitecto:	
Ingeniero Residente:		Ingeniero Inspector:	
Empresa Contratada(Diseño y Proyecto):		Empresa contratada(Ejecución Proyecto):	
Proveedor de Materiales:		Dibujante:	

Figura 22. *Datos de la obra del formato de antecedentes y datos de obra.*

- **Historial de la estructura:**

Fecha de diseño y calculo del proyecto original: se llenara con la fecha en que se elaboro el proyecto colocando el mes en letras y el año en números arábigos, ejemplo: Abril/2004.

Fecha de ejecución o construcción de la obra: se colocara la fecha en que se finalizo la obra, en su totalidad se llenara con la fecha en que se concibió el proyecto colocando el mes en letras y el año en números arábigos, ejemplo: Septiembre/2006.

Área de construcción: se colocara en metros cuadrados, el área de la estructura, ejemplo: 200.

Historia de utilización:

Se colocara los usos con su correspondiente años, colocando usos diferentes, si se ha mantenido la fecha mas antigua y la mas reciente, para denotar que se ha mantenido, en caso contrario colocar los últimos 3 usos que se les ha dado, con su correspondiente año.

Fechas de otras Intervenciones:

Fecha: en formato de mes y año, el mes en letras y año en números arábigos, ejemplo: Abril/2004.



Intervención realizada: se debe especificar la actividad realizada, por ejemplo: limpieza de áreas verdes.

Realizada por: en este campo se debe colocar la empresa que ejecuto el trabajo.

A continuación se muestra la Figura 23, donde se muestra un ejemplo.

HISTORIAL DE LA ESTRUCTURA							
Fecha de Diseño y Calculo del Proyecto original (MM/AA):		/					
Fecha de Ejecución, construcción de la obra (MM/AA):		/					
Área de construcción:	Por piso (m2)	Total (m2):					
Fecha de puesta en servicio (MM/AA):		/					
Historia de Utilización:	Uso:	Año:	Uso:	Año:			
Fechas de Otras Intervenciones (MM/AA):	Fecha (mm/aa)	Intervención realizada	Realizada por :				

Figura 23. Historial de la estructura del formato de antecedentes y datos de obra.

- Influencia del medio ambiente:**

En esta sección se describen las características y valores importantes que servirán para identificar la agresividad del ambiente y la influencia del mismo sobre la estructura. (Ver Figura 24)

Zona: se refiere al entorno donde se encuentra la estructura, se selecciona con un check la opción que identifique la situación del caso en estudio.

Carácter del ambiente:

Se refiere a las características del ambiente, un ambiente marino, se relaciona con un alto contenido de sales minerales y la cercanía al mar.

Los campos de humedad relativa, temperatura promedio, precipitación anual, periodo de sequia y periodo de lluvia, se llenan en números arábigos en la unidad señalada.

La velocidad básica del viento: se obtendrá de la norma COVENIN 2004:1998, acciones del viento sobre las construcciones.

Exposición a sustancias agresivas

Tipo: el tipo de sustancia ya sea química, orgánica, o se especifica el nombre de la sustancia.

El estado físico de la sustancia, se marcara con check, al igual que el tipo de contacto con agua.

INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE							
Zona:	Urbana	<input type="checkbox"/>	Rural	<input type="checkbox"/>	Industrial	<input type="checkbox"/>	Otro:
Carácter del Ambiente:	Seco	<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	Marino	<input type="checkbox"/>	Ataque químico
Humedad Relativa (%):		Temperatura Promedio (C°)			Precipitación anual (mm)		
Periodo de sequia (meses)		Periodo de lluvia (meses)			Velocidad básica del viento (km/h):		
Exposición a sustancias agresivas:	Tipo:						
	Estado Físico:	Gaseoso	<input type="checkbox"/>	Líquido:	<input type="checkbox"/>	Sólido:	<input type="checkbox"/>
Contacto con agua:	<input type="checkbox"/>	Superficial:	<input type="checkbox"/>	Inmersión:	<input type="checkbox"/>	Vapor:	<input type="checkbox"/>
Condiciones de Exposición diferentes a las mencionadas anteriormente				Indique:			

Figura 24. Influencia del medio ambiente formato de antecedentes y datos de obra.

- **Documentos y estudios previos del proyecto:**

En esta sección solo se rellenaran los campos con check, este sirve para sintetizar los documentos obtenidos durante la investigación documental, y para verificar la necesidad de obtener otros documentos, y así contar con la información necesaria para realizar una evaluación lo mas cercana a la realidad y a sus situación actual.(Ver Figura 25).

DOCUMENTOS Y ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO							
<i>Para la revisión del proyecto se hace necesaria la disposición de los siguientes proyectos</i>							
Planos Estructurales (originales)	<input type="checkbox"/>	Planos Estructurales (existente en obra):	<input type="checkbox"/>				
Planos de Intervenciones anteriores:	<input type="checkbox"/>	Planos arquitectónicos (originales):	<input type="checkbox"/>				
Planos de instalaciones:	<input type="checkbox"/>	Memoria de Calculo de la Estructura:	<input type="checkbox"/>				
Estudio de suelos:	<input type="checkbox"/>	Bitácora de Obra:	<input type="checkbox"/>	Especificaciones de Materiales:	<input type="checkbox"/>		
Planos topográficos:	<input type="checkbox"/>	Documentos adicionales	<input type="checkbox"/>	Cuales:			

Figura 25. Documentos y estudios previos del proyecto del formato de antecedentes y datos de obra.



Descripción del formato de levantamiento de daños F-02:

Se elaborará una segunda planilla de evaluación patológica llamado formato de levantamiento de daños, identificado con el código F-02, con la finalidad de facilitar la identificación de los daños o lesiones presentes en la estructura, durante la inspección y que no quede ninguna lesión sin ser evaluada, la misma se elaboro para que fuese utilizada en obra, al igual que la planilla F-01 la pueden aplicar estudiantes de carreras afines a la construcción, ya que cada lesión esta identificada con una fotográfica y una breve descripción, lo que facilita su identificación.

Es necesario el conocimiento teórico de estas lesiones las cuales fueron descritas en el capítulo II de este trabajo, en la planilla se coloco un croquis de la planta del edificio ver Figura 27 donde se pueden ubicar los elementos de acuerdo a los ejes y a su vez ser nombrado, con su respectivo norte para así conocer la posición exacta de las lesiones ver Figura 28, adicionalmente cuenta con recuadros donde se permite escribir observaciones y notas, importantes para el evaluador.

- **Datos de la inspección:** (ver Figura 26).

Fecha: son los datos del día en que se realiza el llenado de la planilla, se llenara de la siguiente manera, (día/mes/año), con números arábigos, ejemplo: 27/09/1990.

Hora: corresponde a los datos de la hora en que se empezó el llenado de la planilla, se llenara en formato de 24 horas, ejemplo: 16:30, para facilitar la identificación de am y pm.

Duración: corresponde al tiempo en horas, que duró la evaluación, contada desde el momento que se comenzó hasta que se finalizo la misma, ejemplo: 2:00.

Nombre del Evaluador: corresponde al nombre de la persona que llena la planilla y solo será el nombre principal y el apellido principal, ejemplo: Milimer Morgado.

El campo de Ing. O Arq. Y estudiante, se marca con un check la casilla que identifique la profesión de la persona que realiza la evaluación.

EVALUACIÓN PATOLÓGICA		FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE DAÑOS			
		Fecha:	Hora:	Duración:	
Nombre del Evaluador:		Ing. o Arq.:	Estudiante:		
DATOS GENERALES					
Elementos a evaluar:	Columna:	<input type="checkbox"/>	Viga:	<input type="checkbox"/>	Losa:
Nombre del elemento:		<input checked="" type="checkbox"/>			
<i>NOTA: De acuerdo a los ejes del plano de envigado.</i>					

Figura 26. Datos de inspección del formato de levantamiento de daños.

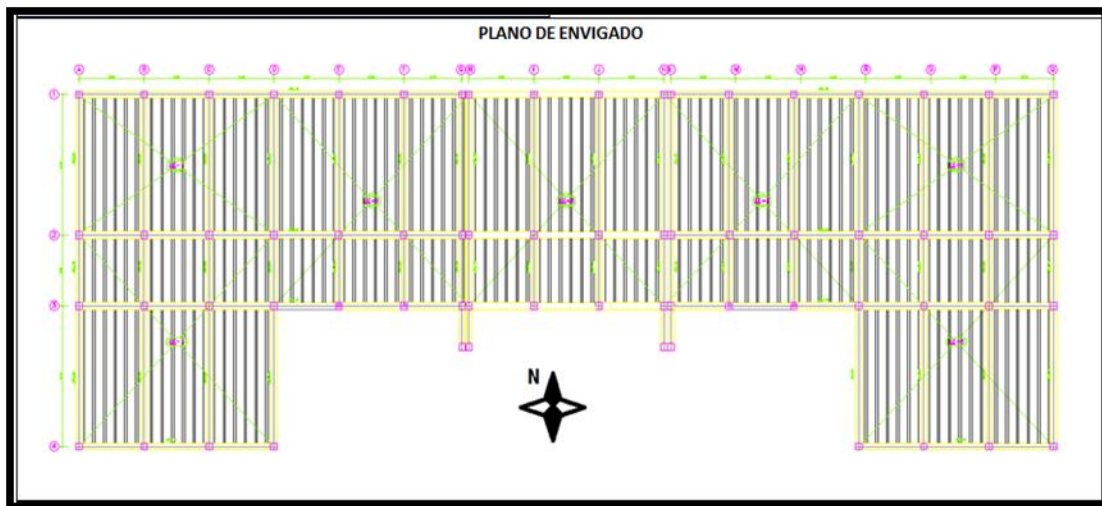


Figura 27. Croquis o Mapa de envigado del formato de levantamiento de daños.

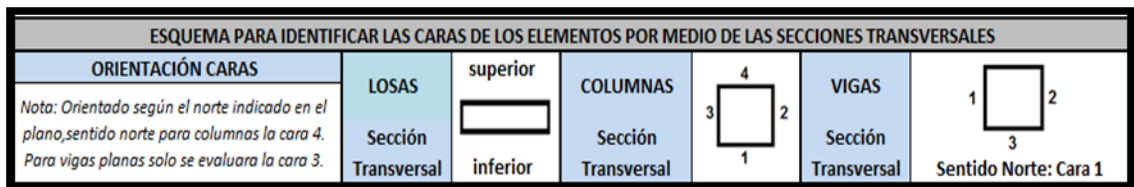


Figura 28. Esquema para identificar las caras de los elementos por medio de las secciones transversales del formato de levantamiento de daños.



El levantamiento de daños divide las patologías en:

Daños que afectan la apariencia del concreto, donde se evaluarán las siguientes patologías:

- Eflorescencia
- Presencia de cultivos biológicos (BIOCAPA).
- Presencia de polvo en la superficie.

Daños en el concreto, donde se evaluarán las siguientes patologías::

- Lixiviación
- Deflexiones
- Cráteres
- Descascaramiento
- Desintegración
- Fisuras
- Decoloración y manchado

Daños en el acero, donde se evaluarán las siguientes patologías:

- Corrosión.

Defectos visibles de ejecución, donde se evaluarán las siguientes patologías:

- Desalineaciones.
- Defectos de modulación.
- Hormigueros o cangrejera.
- Rebaba.

Para cada patología se describe brevemente, el concepto teórico y como identificar el grado de deterioro, en el campo de elemento se debe rellenar para columnas la intersección de los ejes primero la letra que identifica al elemento, luego el eje en letras y luego el eje en números arábigos, ejemplo: C-A2, la cara se llenara como si indica en la Figura 28.

Para el campo de Indique grado colocar, bajo medio o alto, para el campo de N° de fotografía colocar una numeración o un nombre que identifique la foto que corresponde a la estructura evaluada y el daño levantado, este

campo se llena de acuerdo a las preferencias del evaluador. Ver Figura 29.

LEVANTAMIENTO DE DAÑOS								
DAÑOS QUE AFECTAN LA APARIENCIA DEL CONCRETO								
EFLORESCENCIA								
<i>Se presenta como depósitos de polvo blanco que se puede formar en la superficie del concreto. Según el grado de deterioro puede ser bajo, medio, alto.</i>								
	ELEMENTO	CARA	SI PRESENTA	NO PRESENTA	INDIQUE GRADO	OBSERVACIONES	N° FOTOGRAFÍA	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Figura 29. Ejemplo de Levantamiento de daño.



CAPITULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Definición del Estado Actual de la Estructura:

Como primer paso se realizó una investigación preliminar, en la cual se recaudo información sobre la estructura y sus antecedentes, a través del organismo encargado del proyecto, obra pública adscrita a Secretaria de Infraestructura del Estado Carabobo (SINFRA), donde se obtuvo los planos y memorias descriptivas del proyecto original, además de ensayos de campo realizado a la estructura, de los cuales se sustrajo todos los datos de la estructura.

Utilizando la planilla F-01, se sintetizo la información obtenida durante la fase de recolección de datos, además se verifico si era necesario continuar con el recaudo de información o si ya se contaba con toda la información necesaria, Ver Apéndice A.

Los datos obtenidos fueron:

- **Localización de la obra:** Se encuentra en el municipio Diego Ibarra, parroquia Los Chaguaramos. (Ver Figura 30)
- El tipo de fundación que posee es una losa de fundación, su sistema estructural es del tipo aporticado.

- **Propietarios:** Antiguamente se encontraba adscrito al Secretaria de Infraestructura del Estado Carabobo (SINFRA) actualmente pertenece al instituto de equipamiento de viviendas y barrios del estado carabobo.
- **Ambiente circundante:** Se encuentra en un entorno urbano, no hay cuerpos de agua cercanos.
- **Uso:** Se diseño para ser utilizada como escuela.

Es importante acortar que la estructura no ha sido puesta en servicio, ya que la misma no ha finalizado, solo se llegó a culminar el vaciado de losa de fundaciones, losas de entrepiso, losas de techo, columnas y vigas.



Figura 30. Localización geográfica Municipio Diego Ibarra, Estado Carabobo. *Nota:* Tomada de http://es.wikipedia.org/wiki/Municipio_Diego_Ibarra (2012).

Documentos recabados:

- Planos estructurales originales.
- Levantamientos topográficos.
- Planos de envigados.
- Planos arquitectónicos.

- Ensayo esclerométrico realizado por la compañía Suelos y concreto, septiembre 2008. Ver Apéndice B

Luego, procedimos a la revisión del proyecto original y los documentos recabados durante la investigación documental, durante la cual se conoció que ya se había realizado una revisión de los planos, y se había obtenido que el proyecto original difería de lo ejecutado, por medio de un método invasivo (repicado) se conoció que los aceros de refuerzo de columnas y vigas fueron modificados en obra, estos planos fueron actualizados con los cambios realizados durante la ejecución, es decir los detalles de la estructura existente.

Se realizó una inspección preliminar utilizando los planos actualizados, en la cual se pudo comprobar que si concordaban con lo presente en obra. En esta visita se identificó la presencia de las juntas de construcción (ver Figura 31), se verificó las dimensiones de los elementos (vigas, columnas, y losas), además el sentido de armado de las losas, al igual que el número de elementos y alturas de entrepisos, comprobado que todos los aspectos evaluados correspondían con lo indicado en planos.



Figura 31. Vista de la Junta.

Adicionalmente durante la misma se realizó una inspección visual superficial, las circunstancias observadas durante el reconocimiento de la estructura, fueron las siguientes:

- La estructura se encontraba en estado de abandono, se observaron deterioros superficiales evidentes ya que la misma no poseía paredes ni recubrimientos exteriores o interiores que protegieran a los elementos estructurales de la acción del medio ambiente como la lluvia o polución del aire. (Ver Figura 32)



Figura 32. **Escuela Chaguaramos II.**

- Se observó que la losa de fundación se encontraba en buen estado.
- Se observaron restos de encofrados a lo largo de la estructura, por lo que se presume que no se ejecutaron de manera correcta los métodos constructivos. (Ver Figura 33).
- Se observó que no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento (limpieza) ni reforzamiento a la estructura.



Figura 33. **Evidencia de restos de encofrado aun adosados a la estructura.**

- Se observo que algunas vigas se encontraban traspasadas por tuberías de instalaciones sanitarias (puntos de aguas blancas), lo que facilito la penetración del agua en la estructura. (Ver Figura 34)



Figura 34. **Viga atravesada por instalaciones de aguas blancas.**

- Se observaron desechos, basura, entre otros, lo que acentuaba el estado de abandono. (Ver Figura 35).



Figura 35. **Vista de la escuela Chaguaramos II.**

- Se observó que la estructura está conformada en su mayoría por vigas planas, en los ejes en sentido y, el mismo sentido del armado de la losa, es decir que estas corresponden a las vigas de amarre. (Ver Figura 36. **Vista de las vigas planas, losa de entrepiso.**)



Figura 36. **Vista de las vigas planas, losa de entrepiso.**

- Adicionalmente se observó que las losas presentaban variaciones en las dimensiones y alineaciones de los nervios de acuerdo al diseño propuesto en los planos estructurales, algunos presentaban deficiencias evidentes como la falta de recubrimiento mínimo y en algunos casos la falta de concreto, al igual que el caso en que

presentaban concreto pero no acero de refuerzo y en casos mas críticos el nervio no se encontraba.



Figura 37. Vista de los nervios de losa.

- Es de importancia señalar que la estructura posee columnas cortas en la planta de techo, las cuales sostienen las vigas de los ejes 2 y 3.(Ver Figura 38. **Vista de las columnas cortas.**



Figura 38. Vista de las columnas cortas.

- Se observó que los módulos simétricos que conforman a la estructura presentan irregularidad en planta ya que los mismos tienen forma de “L”. Ver plano anexo.

Por lo que se determinó que era necesaria una evaluación estructural sísmo resistente en conjunto con un estudio patológico que incluye una inspección visual detallada con levantamiento de los daños presentes, para un mayor entendimiento del estado de la misma, por lo que se seleccionó un grupo de equipos, los cuales fueron:

- Cintas métricas.
- Comparador de fisuras. (Ver Figura 39).
- Cámaras fotográficas.
- Formato F-02 de levantamiento de daños.
- Marcadores y resaltadores.
- Nivel de mano.
- Lupas.

Se tomaron fotografías de cada uno de los elementos, en sus 4 caras para las columnas, en sus 3 caras vigas, en sus dos caras vigas planas, y en sus dos caras losas de entrepiso. Para facilitar la evaluación y detección de las patologías presentes, y sustentar las planillas de levantamiento de daños.

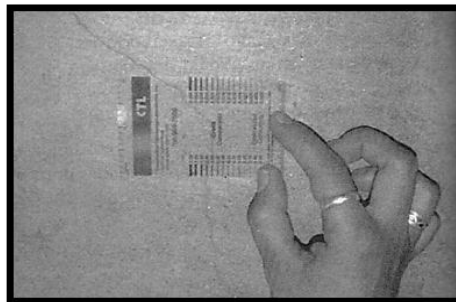


Figura 39. Medida del ancho del ancho de fisuras, mediante un comparador de fisuras. Nota: tomado de Sánchez Diego (2003).



4.2 Determinación del Comportamiento Sismorresistente de la Edificación:

Es muy importante evaluar la capacidad sísmica requerida con el fin de identificar el nivel de seguridad de la estructura ante un evento sísmico de acuerdo con la capacidad original, y poder luego definir los criterios u objetivos para la intervención más idónea que garantice un adecuado comportamiento sismorresistente:

Ubicación: Estado Carabobo, Municipio Diego Ibarra

Fundado sobre: Suelo Blando

Velocidad de la Onda: 170 m/s

Altura de la Edificación: H=7.45m

4.2.1 Determinación de los parámetros sísmicos:

4.2.1.1 Coeficiente de aceleración horizontal:

Capítulo 4 de la norma COVENIN 1756-2001.

De acuerdo con la clasificación, la estructura se encuentra en zona sísmica 5. Por lo que el coeficiente A_0 es igual a (Según la Tabla 4.1):

$$A_0 = 0.30$$

4.2.1.2 Forma espectral y factor φ

Capítulo 5, tabla 5.1. Norma COVENIN 1756-2001.

De acuerdo con el material de fundación, la V_{sp} , la zona sísmica y la altura del estrato, obtenemos que:

Considerando Suelos Blandos/Sueltos con velocidad promedio de onda menor a 170 m/s

$$\text{Forma espectral S3, } \varphi=0.80$$



4.2.1.3 Clasificación de la edificación según el uso:

Capítulo 6. Norma COVENIN 1756-2001.

La edificación pertenece al Grupo A, Ya que es una Estructura Educativa; alberga instalaciones esenciales de funcionamiento vital o cuya falla puede dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas.

4.2.1.4 Factor de Importancia:

De acuerdo a la tabla 6.1 Norma COVENIN 1756-2001, ya que la edificación pertenece al Grupo A, el factor será:

$$\alpha = 1.30$$

4.2.1.5 Clasificación según el nivel de diseño:

El tipo de sistema estructural, es el **TIPO I** ya que se diseña para que tenga la capacidad de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante sistemas estructurales constituidos por pórticos.

A pesar de que la estructura presente pórticos, no se podrá considerar como una perteneciente al nivel de diseño 3 debido a las irregularidades que presenta como lo es las vigas planas.

4.2.1.6 Factor de Reducción:

Expuesto lo anterior, es de resaltar que el valor de R para una estructura Tipo I y considerada de nivel de diseño ND1 no deberá exceder el valor de 2.

Por otra parte si se consideran ciertas irregularidades en el diseño se podrá calcular al disminuir el factor R a un valor límite de diseño; considerando irregularidad por vigas planas, presencia de columna corta y por no contemplar todas las especificaciones de la norma, por norma el valor de R se verá afectado por 0.75 para cada uno de los anteriores casos.



Se considerara el valor máximo ($R=6$) para su disminución, este valor está estipulado en la norma para ajustes sobre la practica constructiva venezolana.

$$R=6 \times 0.75 \times 0.75 \times 0.75 = 2.53$$

Debido a que R es igual a 2.5 no se podrá utilizar un valor mayor a este, por lo que para este diseño usaremos el caso más desfavorable, es decir, $R=2.5$

4.2.1.7 Determinación del el periodo fundamental de vibración T :

Primero se calculara los diferentes valores de periodo, que se obtienen de la gráfica de espectro de respuesta elástico

De acuerdo al capítulo 9 de la Norma COVENIN 1756-2001, articulo 9.3.2; la ecuación 9.6 de la norma para el valor estimado T_a para edificaciones Tipo I, es:

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

Donde:

$C_t = 0.07$ para edificios de concreto armado.

$h_n =$ altura de la edificación medida desde el ultimo nivel hasta el primer nivel cuyos desplazamientos estén restringidos total o parcialmente.

$$h_n = 3.00 + 3.30 + 1.15 = 7.45 \text{ m}$$

$$T_a = (0.07)(7.45)^{0.75} = 0.32 \text{ seg}$$

$T^* =$ Valor máximo del periodo en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor constante.

Este valor lo obtenemos en el capítulo 7, tabla 7.1, donde conociendo el valor de la forma espectral, podemos conocer los valores de T^* , β , y p .

Donde:

$\beta =$ Factor de magnificación promedio.

$p =$ Exponente que define la rama descendiente del espectro.

La edificación tiene forma espectral S3, por lo que:

$$T^* = 1.0 \text{ s}$$

$$\beta = 2.8$$

$$\rho = 1.0$$

T^+ = Periodo característico de variación de respuesta dúctil.

A partir de la tabla 7.2, se obtiene el valor T^+ , conociendo el valor de R.

Se obtuvo que

$$T^+ = 0.1(R - 1)$$

$$T^+ = 0.1(2.5 - 1)$$

$$T^+ = 0.15 \text{ seg}$$

Las ordenadas Ad de los espectros de diseño, quedan en función de su periodo T, para seleccionar la ecuación a utilizar para su cálculo se comparan los valores de periodo.

- $T = 0.32 \text{ s}$
- $T^* = 1.00 \text{ s}$
- $T^+ = 0.15 \text{ s}$

Una vez obtenido estos parámetros se procede a definir el espectro de diseño con ayuda de la tecnología ingresando, la cual arroja la grafica del espectro Tiempo vs Aceleración (Ver

Figura 40).

Este espectro se introdujo en un programa de cálculo estructural que facilitara la verificación del comportamiento de la estructura ante los sismos.

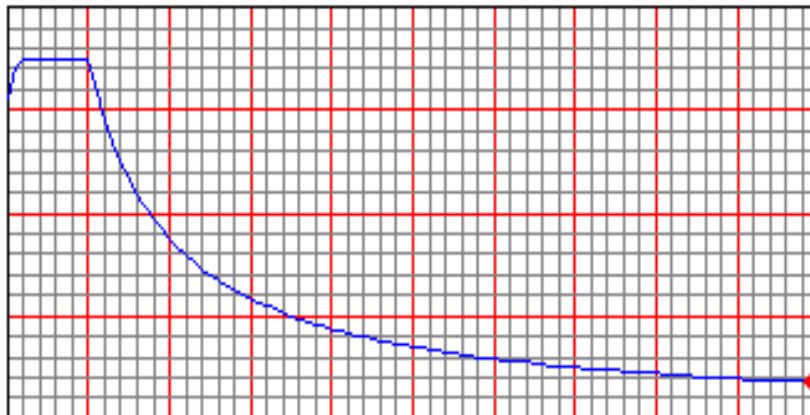




Figura 40. Espectro de Diseño, Tiempo vs Aceleración.

Además se debe mencionar que se hizo un Análisis de Carga según la arquitectura propuesta para la edificación, esto se realizó con el fin de cuantificar las cargas que actuaran en la estructura; obteniéndose de esta manera un resumen de cargas que se muestra en la Las resistencias consideradas para los elementos en el análisis estructural provienen de los resultados obtenidos de un ensayo no destructivo (ensayos esclerométricos) realizados por el Laboratorio de Suelo y Concreto en Septiembre 2008.

Los resultados del ensayo se anexan al final del proyecto y un resumen de los mismos se muestra en Tabla 3.

Tabla 2. Ver Apéndice A

Las resistencias consideradas para los elementos en el análisis estructural provienen de los resultados obtenidos de un ensayo no destructivo (ensayos esclerométricos) realizados por el Laboratorio de Suelo y Concreto en Septiembre 2008.

Los resultados del ensayo se anexan al final del proyecto y un resumen de los mismos se muestra en Tabla 3.

Tabla 2.. **Tabla Resumen para el estado de carga.**

Tipo de Carga	Nivel 1: Entrepiso	Techo	Techo Inclinado
Sobrecarga Permanente	645 Kg/m	400 Kg/m	500 Kg/m
Carga Viva	400 Kg/m	100 Kg/m	100 Kg/m
Carga Viva Biblioteca	750 Kg/m Aplica para una de las losas de Entrepiso		



Tabla 3. Valores de Resistencia utilizadas en el programa de cálculo obtenidos del ensayo esclerométricos.

Elementos	Resistencia (Kg/cm ²)
Columnas de Planta Baja	250
Columnas Nivel 1	235
Vigas y Losas de Entrepiso	166

Para el modelado de la estructura, se introdujo el espectro a partir de los valores de T y Ad, los cuales corresponden al periodo y a la aceleración de diseño respectivamente, para así conseguir la grafica del espectro.

Estos valores se presentan en la Tabla 4 donde se muestra la aceleración de diseño de la estructura para valores de periodo.

4.2.2 Modelado y Procesamiento de Análisis y Diseño Estructural

En esta fase de la evaluación, solo se efectuó con la intención de apreciar el comportamiento ante a acción sísmica de la edificación y su verificación estructural de diseño, bajo las condiciones de que se cumpliera con las especificaciones de diseño y construcción, con las tolerancias permitidas; situación que mencionado anteriormente no ocurre; y que resulta imposible modelar en los programas modernos estas condiciones irregulares, tales como la falta de nervios en la losa, defectos de modulación, recubrimiento variable a lo largo del miembro, desconfianza de monolitismo en algunos nodos, con condiciones de restricción dudosa; entre otras.

La estructura es simétrica, así como se evidencia en los planos y en la estructura existente, por lo cual se hará el estudio de uno de los módulos, ya que representaría el resultado de la edificación completa.



Tabla 4. Valores de la Aceleración de Diseño de la Estructura evaluada

T	Ad	T	Ad	T	Ad
0	0.312	4.100	0.085	8.200	0.043
0.1	0.341	4.200	0.083	8.300	0.042
0.2	0.349	4.300	0.081	8.400	0.042
0.3	0.349	4.400	0.079	8.500	0.041
0.4	0.349	4.500	0.078	8.600	0.041
0.5	0.349	4.600	0.076	8.700	0.040
0.6	0.349	4.700	0.074	8.800	0.040
0.7	0.349	4.800	0.073	8.900	0.039
0.8	0.349	4.900	0.071	9.000	0.039
0.9	0.349	5.000	0.070	9.100	0.038
1	0.349	5.100	0.069	9.200	0.038
1.1	0.318	5.200	0.067	9.300	0.038
1.2	0.291	5.300	0.066	9.400	0.037
1.3	0.269	5.400	0.065	9.500	0.037
1.4	0.250	5.500	0.064	9.600	0.036
1.5	0.233	5.600	0.062	9.700	0.036
1.6	0.218	5.700	0.061	9.800	0.036
1.7	0.206	5.800	0.060	9.900	0.035
1.8	0.194	5.900	0.059	10.000	0.035
1.9	0.184	6.000	0.058		
2	0.175	6.100	0.057		
2.1	0.166	6.200	0.056		
2.2	0.159	6.300	0.055		
2.3	0.152	6.400	0.055		
2.4	0.146	6.500	0.054		
2.5	0.140	6.600	0.053		
2.6	0.134	6.700	0.052		
2.7	0.129	6.800	0.051		
2.8	0.125	6.900	0.051		
2.9	0.120	7.000	0.050		
3	0.116	7.100	0.049		
3.1	0.113	7.200	0.049		
3.2	0.109	7.300	0.048		
3.3	0.106	7.400	0.047		
3.4	0.103	7.500	0.047		
3.5	0.100	7.600	0.046		
3.6	0.097	7.700	0.045		
3.7	0.094	7.800	0.045		
3.8	0.092	7.900	0.044		
3.9	0.090	8.000	0.044		
4	0.087	8.100	0.043		

4.2.2.1 Modo de Vibración

En cuanto a la verificación del cumplimiento de los valores límites de Derivas establecidos en el Capítulo de la Norma Covenin 1756-1:2001 se establece

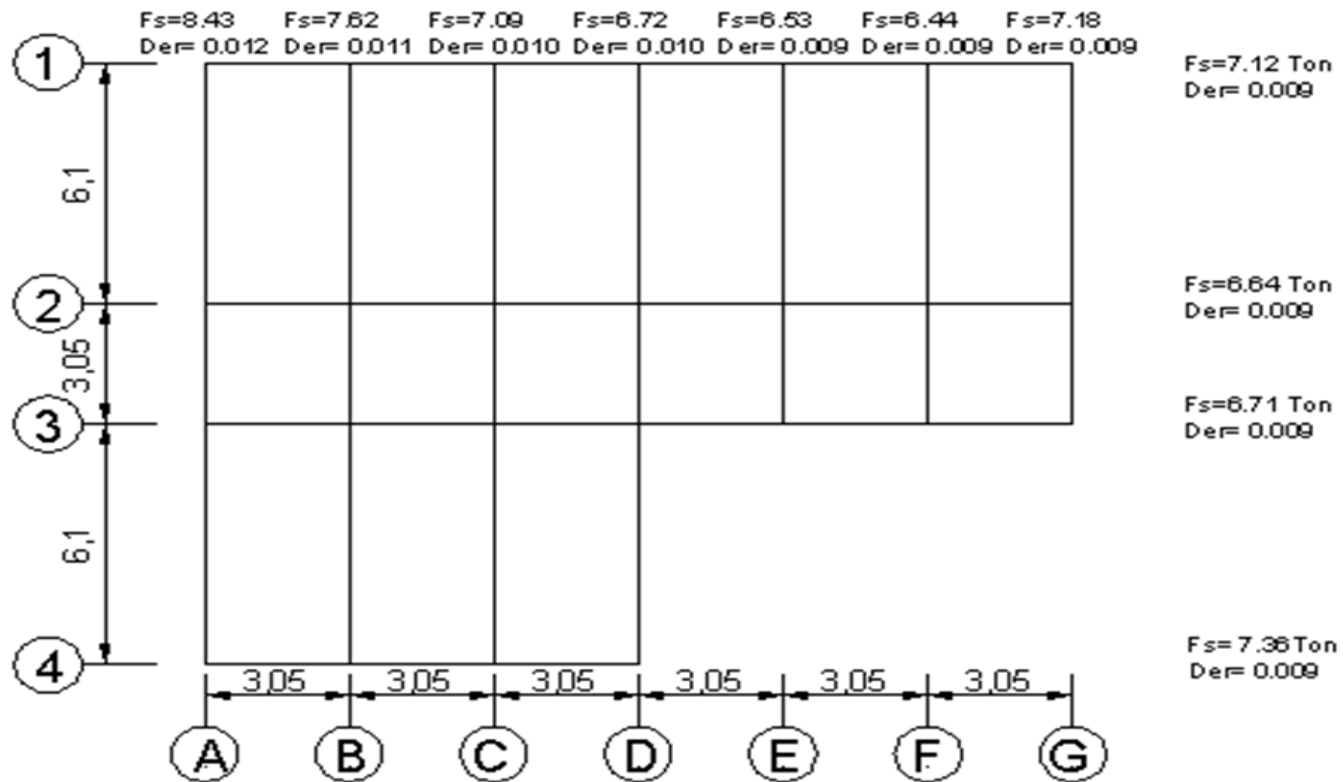


que los puntos evaluados de la estructura no deberán exceder de 0.012; valor que corresponde a edificaciones pertenecientes al Grupo A, susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura.

El cálculo de derivas de acuerdo a las limitaciones de la Norma Sismorresistente, cumplió en todos los nodos de la estructura, a pesar de que el valor de deriva en el pórtico A es igual al máximo permitido, se puede observar en la

Tabla 5. Valores de derivas obtenidos en nivel entrepiso de la edificación

Nivel	Punto	DriftX	DriftY	Δ_{ix}	Δ_{iy}	Deriva x	Deriva Y	Valores Límites	
								X	Y
NIVEL 1	A4	0,0160	0,0194	0,0320	0,0388	0,0320	0,0388	0,010	0,012
	A3	0,0148	0,0194	0,0297	0,0388	0,0297	0,0388	0,009	0,012
	A2	0,0145	0,0194	0,0291	0,0388	0,0291	0,0388	0,009	0,012
	A1	0,0154	0,0194	0,0308	0,0388	0,0308	0,0388	0,009	0,012
	B4	0,0160	0,0181	0,0320	0,0363	0,0320	0,0363	0,010	0,011
	B3	0,0148	0,0181	0,0297	0,0363	0,0297	0,0363	0,009	0,011
	B2	0,0145	0,0181	0,0291	0,0363	0,0291	0,0363	0,009	0,011
	B1	0,0154	0,0181	0,0308	0,0363	0,0308	0,0363	0,009	0,011
	C4	0,0160	0,0169	0,0320	0,0338	0,0320	0,0338	0,010	0,010
	C3	0,0148	0,0169	0,0297	0,0338	0,0297	0,0338	0,009	0,010
	C2	0,0145	0,0169	0,0291	0,0338	0,0291	0,0338	0,009	0,010
	C1	0,0154	0,0169	0,0308	0,0338	0,0308	0,0338	0,009	0,010
	D4	0,0160	0,0159	0,0320	0,0318	0,0320	0,0318	0,010	0,010
	D3	0,0148	0,0159	0,0297	0,0318	0,0297	0,0318	0,009	0,010
	D2	0,0145	0,0159	0,0291	0,0318	0,0291	0,0318	0,009	0,010
	D1	0,0154	0,0159	0,0308	0,0318	0,0308	0,0318	0,009	0,010
	E3	0,0148	0,0154	0,0297	0,0308	0,0297	0,0308	0,009	0,009
	E2	0,0145	0,0154	0,0291	0,0308	0,0291	0,0308	0,009	0,009
	E1	0,0154	0,0154	0,0308	0,0308	0,0308	0,0308	0,009	0,009
	F3	0,0148	0,0150	0,0297	0,0301	0,0297	0,0301	0,009	0,009
F2	0,0145	0,0150	0,0291	0,0301	0,0291	0,0301	0,009	0,009	
F1	0,0154	0,0150	0,0308	0,0301	0,0308	0,0301	0,009	0,009	
G3	0,0148	0,0148	0,0297	0,0296	0,0297	0,0296	0,009	0,009	
G2	0,0145	0,0148	0,0291	0,0296	0,0291	0,0296	0,009	0,009	
G1	0,0154	0,0148	0,0308	0,0296	0,0308	0,0296	0,009	0,009	



DERIVAS Y FUERZAS SISMICAS NIVEL ENTREPISO

Figura 41. Valores obtenidos de derivas y fuerzas sísmicas del nivel entrepiso, para cada pórtico.



Tabla 6

								Valores Límites	
Nivel	Punto	DriftX	DriftY	Δix	Δiy	Deriva x	Deriva Y	X	Y
TECHO 1	A4	0,0244	0,0344	0,0487	0,0688	0,0167	0,0300	0,005	0,009
	A3	0,0245	0,0333	0,0491	0,0666	0,0194	0,0278	0,006	0,008
	A2	0,0241	0,0333	0,0483	0,0667	0,0192	0,0278	0,006	0,008
	A1	0,0238	0,0348	0,0475	0,0695	0,0167	0,0307	0,005	0,009
	B4	0,0243	0,0328	0,0487	0,0656	0,0167	0,0293	0,005	0,009
	B3	0,0245	0,0312	0,0491	0,0624	0,0194	0,0262	0,006	0,008
	B2	0,0241	0,0312	0,0483	0,0624	0,0192	0,0262	0,006	0,008
	B1	0,0237	0,0329	0,0475	0,0658	0,0167	0,0296	0,005	0,009
	C4	0,0244	0,0307	0,0487	0,0615	0,0167	0,0277	0,005	0,008
	C3	0,0245	0,0291	0,0491	0,0583	0,0194	0,0245	0,006	0,007
	C2	0,0241	0,0291	0,0483	0,0583	0,0192	0,0245	0,006	0,007
	C1	0,0237	0,0308	0,0475	0,0616	0,0167	0,0278	0,005	0,008
	D4	0,0244	0,0287	0,0487	0,0574	0,0167	0,0256	0,005	0,008
	D3	0,0245	0,0273	0,0491	0,0546	0,0194	0,0228	0,006	0,007
	D2	0,0241	0,0273	0,0483	0,0546	0,0192	0,0228	0,006	0,007
	D1	0,0237	0,0289	0,0475	0,0578	0,0167	0,0261	0,005	0,008
	E3	0,0245	0,0261	0,0491	0,0521	0,0194	0,0213	0,006	0,006
	E2	0,0241	0,0261	0,0482	0,0521	0,0192	0,0213	0,006	0,006
	E1	0,0237	0,0277	0,0475	0,0554	0,0167	0,0245	0,005	0,007
	F3	0,0245	0,0249	0,0490	0,0499	0,0194	0,0198	0,006	0,006
F2	0,0241	0,0250	0,0482	0,0499	0,0191	0,0198	0,006	0,006	
F1	0,0238	0,0263	0,0475	0,0527	0,0167	0,0226	0,005	0,007	
G3	0,0245	0,0241	0,0490	0,0482	0,0194	0,0186	0,006	0,006	
G2	0,0241	0,0241	0,0483	0,0482	0,0192	0,0186	0,006	0,006	
G1	0,0238	0,0251	0,0475	0,0501	0,0167	0,0206	0,005	0,006	
TECHO 2	A3	0,0254	0,0344	0,0507	0,0688	0,0016	0,0022	0,001	0,002
	A2	0,0250	0,0348	0,0500	0,0695	0,0017	0,0029	0,001	0,002
	B3	0,0253	0,0328	0,0507	0,0656	0,0016	0,0031	0,001	0,003
	B2	0,0250	0,0329	0,0499	0,0658	0,0016	0,0034	0,001	0,003
	C3	0,0253	0,0307	0,0507	0,0614	0,0016	0,0031	0,001	0,003
	C2	0,0249	0,0308	0,0499	0,0616	0,0016	0,0033	0,001	0,003
	D3	0,0253	0,0287	0,0507	0,0573	0,0016	0,0028	0,001	0,002
	D2	0,0249	0,0289	0,0499	0,0578	0,0016	0,0032	0,001	0,003
	E2	0,0249	0,0277	0,0499	0,0553	0,0016	0,0032	0,001	0,003
	F2	0,0249	0,0263	0,0499	0,0527	0,0017	0,0028	0,001	0,002
G2	0,0250	0,0250	0,0499	0,0501	0,0017	0,0019	0,001	0,002	

4.2.2.2 Verificación de Capacidad Resistente

A continuación se presenta el diagrama de los resultados del diseño de los miembros de la estructura, que para los pórticos principales de carga la variación de los valores es despreciable; por lo que se muestra en la Figura 42, el pórtico con sus respectivos valores:

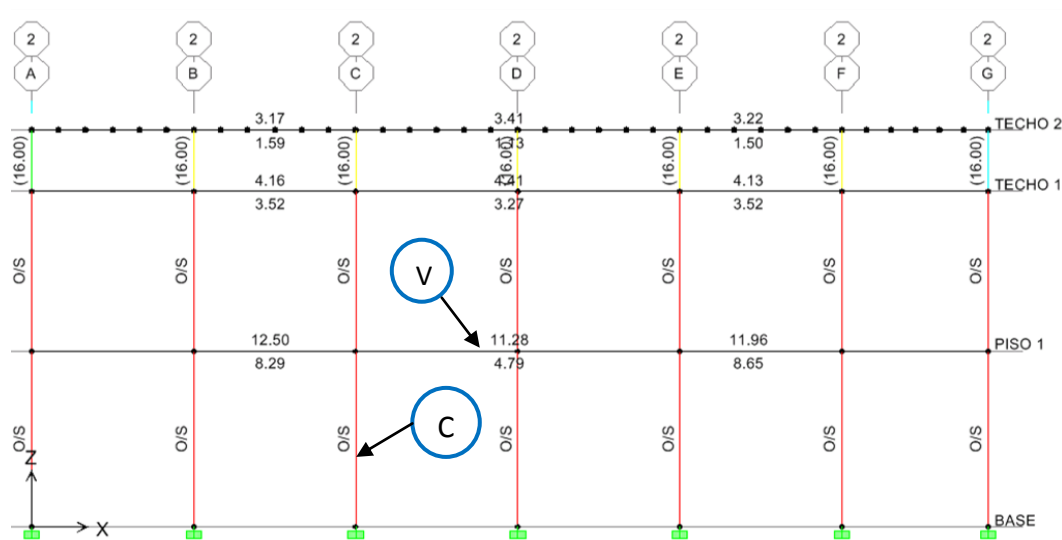


Figura 42. Vista del Pórtico 2, considerado como pórtico de carga característico; presenta el requerimiento de acero como caso más desfavorable.

4.2.2.3 Análisis de Pórtico De Carga:

Notas:

- Los resultados mostrados en la figura 39 se obtuvieron con ayuda de un programa que contribuye con los avances tecnológicos de la actualidad.
- Los miembros en rojo representan deficiencia de capacidad resistente.
- Las columnas se introdujeron con el refuerzo colocado para su posterior verificación $8 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ (15.84cm^2)
- Los valores mostrados en vigas muestran el área del refuerzo principal requerido.

Según muestran los planos estructurales, las vigas planas de techo (vigas pertenecientes al eje Y) 60x30 presentan 4 Ø 5/8" (7.92 cm²) como acero superior y acero inferior, la viga A(1-4) y las vigas de carga (sentido X) de dimensiones 30x40 presentan 3 Ø 5/8" (5.94 cm²) superior e inferior; por otra parte, las vigas planas de entrepiso (sentido Y) 60x30 presentan 2 Ø 5/8" (3.96 cm²) y 2 Ø 3/4" (5.70 cm²) y la viga A(1-4) y las vigas de carga (sentido X) 30x40 4 Ø 5/8" (7.92 cm²) como acero superior e inferior para cada caso.

Para la columna C señalada, se muestra en la Figura 43, el cuadro de detalle:

Concrete Column Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)

Story: PISO 1 Section Name: C30X30-PB
Column: C14

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
UDCON3	0.000	O/S #35	0.029	0.042
UDCON3	165.000	0.383	0.029	0.042
UDCON3	330.000	O/S #35	0.029	0.042
UDCON4	0.000	O/S #35	0.035	0.048
UDCON4	165.000	0.284	0.036	0.048
UDCON4	330.000	O/S #35	0.036	0.048

Overwrites Interaction Summary Flex. Details Shear Details Joint Shear B/C Details Envelope

OK Cancel

Figura 43. Cuadro de Detalle, Columna C2 según ejes establecidos en los planos estructurales.

Se observa que para la combinación de diseño 4, la Capacidad o Ratio muestra un error (O/S #35), esto indica que el refuerzo de acero requerido es mayor al máximo permisible, debe aumentarse la sección del elemento. Esto ocurre tanto para las columnas de planta baja como para las del nivel 1.

Para la viga V señalada, se muestra en la

Figura 44, un cuadro de detalle:



ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN		Type:Sway Special	Units: Kgf-cm (Envelope)			
Level	: PISO 1	L=1800.000				
Element	: 810	D=40.000	B=30.000	bf=30.000		
Section ID	: U30X40	ds=0.000	dct=5.000	dcb=5.000		
		E=194550.000	Fc=166.000	Lt.Wt. Fac.=1.000		
		Fy=4200.000	Fys=4200.000			
Phi(Bending):	0.900					
Phi(Shear):	0.750					
Phi(Seis Shear):	0.600					
Phi(Torsion):	0.750					
Flexural Reinforcement for Major Axis Moment						
End-I		Middle		End-J		
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	
12.499	1.042	11.281	0.940	11.962	0.997	Top (+2 Axis)
8.287	0.691	4.787	0.399	8.647	0.721	Bot (-2 Axis)
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	
-1392871.138	305.000	-1254671.247	915.000	-1331868.372	1525.000	Top (+2 Axis)
967565.30	15.000	590396.338	610.000	1003816.188	1785.000	Bot (-2 Axis)
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
UDCON3		UDCON3		UDCON3		Top (+2 Axis)
UDCON4		UDCON4		UDCON4		Bot (-2 Axis)
Shear Reinforcement for Major Shear (U2)						
End-I		Middle		End-J		
Rebar Av/s		Rebar Av/s		Rebar Av/s		
0.179		0.173		0.172		
Design Uu	Station Loc	Design Uu	Station Loc	Design Uu	Station Loc	
19786.143	305.000	19049.644	915.000	19007.038	1525.000	
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
UDCON3		UDCON3		UDCON3		
Torsion Reinforcement						
Shear		Longitudinal				
Rebar At/s		Rebar Al				
0.017		3.121				

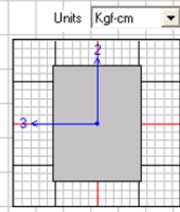


Figura 44. Cuadro de Detalle, Viga de Carga 2 según ejes establecidos en los planos estructurales.

En la imagen se muestra la envolvente de la viga tipo que se está evaluando, como se observa para una combinación de diseño 3 el acero superior requerido es de 12.50 cm² y para la combinación de diseño 4 el acero inferior requerido es de 8.29 cm²; siendo estos valores mayores a los existentes en obra, se deberá considerar un incremento de acero en la sección y por ende un incremento de sus dimensiones.

Para el caso de estudio de las vigas de amarre se evaluó en pódico B, el cual resulto ser el más desfavorable, y se muestra en la Figura 45.



ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN							Type: Sway Special	Units: Kgf-cm (Envelope)
ACI Level	:	PISO 1	L=1800.000					
Element	:	B10	D=40.000	B=30.000	bf=30.000			
Lev Section ID	:	U30X40	ds=0.000	dct=5.000	dcb=5.000			
Ele	:		E=194550.000	fc=166.000	Lt.Wt. Fac.=1.000			
Sec	:		Fy=4200.000	fys=4200.000				
Com	:							
Phi(Bending)	:	0.900						
Phi(Shear)	:	0.750						
Phi(Seis Shear)	:	0.600						
Phi(Torsion)	:	0.750						
Flexural Reinforcement for Major Axis Moment								
		End-I	Middle		End-J			
	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %		
	12.499	1.042	11.281	0.940	11.962	0.997	Top (+2 Axis)	
Des:	8.287	0.691	4.787	0.399	8.647	0.721	Bot (-2 Axis)	
	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc		
	-1392871.138	305.000	-1254671.247	915.000	-1331868.372	1525.000	Top (+2 Axis)	
	967565.30	15.000	590396.338	610.000	1003816.188	1785.000	Bot (-2 Axis)	
Flc:	Controlling Combo	UDCON3	Controlling Combo	UDCON3	Controlling Combo	UDCON3	Top (+2 Axis)	
		UDCON4		UDCON4		UDCON4	Bot (-2 Axis)	
Shear Reinforcement for Major Shear (U2)								
		End-I	Middle		End-J			
She:	Rebar Au/s		Rebar Au/s		Rebar Au/s			
	0.179		0.173		0.172			
	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc		
	19786.143	305.000	19049.644	915.000	19007.038	1525.000		
Reii	Controlling Combo	UDCON3	Controlling Combo	UDCON3	Controlling Combo	UDCON3		
Torsion Reinforcement								
		Shear	Longitudinal					
	Rebar At/s		Rebar Al					
	0.017		3.121					

Figura 45. Cuadro de Detalle, Viga de Amarre B según ejes establecidos en los planos estructurales.

De igual manera, se observa a través de la Figura 45 se muestra un cuadro de detalle, donde resulto que el acero requerido es mayor que el acero colocado en obra, es decir que se requiere una mayor cantidad de cm² de acero.

En este caso, se realizó el análisis de los resultados de la viga de carga perteneciente al eje 2 y la viga sísmica del eje B de la estructura, debido a que es el caso más desfavorable y no existe mucha diferencia entre los valores presentados en otras vigas.



Tabla 7. Chequeo de Acero en las Columnas de la Edificación

	Columna	As Colocado	As Requerido	Chequeo Acero Faltante		Columna	As Colocado	As Requerido	Chequeo Acero Faltante
NIVEL PLANTA BAJA	A4	15,84	O/S	Aumentar Sección	NIVEL PRIMER PISO	A4	15,84	22,711	6,871
	A3	15,84	O/S	Aumentar Sección		A3	15,84	47,46	31,62
	A2	15,84	O/S	Aumentar Sección		A2	15,84	46,27	30,43
	A1	15,84	O/S	Aumentar Sección		A1	15,84	25,33	9,49
	B4	15,84	O/S	Aumentar Sección		B4	15,84	41,67	25,83
	B3	15,84	O/S	Aumentar Sección		B3	15,84	53,75	37,91
	B2	15,84	O/S	Aumentar Sección		B2	15,84	53,66	37,82
	B1	15,84	O/S	Aumentar Sección		B1	15,84	42,54	26,7
	C4	15,84	O/S	Aumentar Sección		C4	15,84	40,96	25,12
	C3	15,84	O/S	Aumentar Sección		C3	15,84	50,43	34,59
	C2	15,84	O/S	Aumentar Sección		C2	15,84	49,27	33,43
	C1	15,84	O/S	Aumentar Sección		C1	15,84	39,23	23,39
	D4	15,84	O/S	Aumentar Sección		D4	15,84	20,64	4,8
	D3	15,84	O/S	Aumentar Sección		D3	15,84	46,66	30,82
	D2	15,84	O/S	Aumentar Sección		D2	15,84	47,3	31,46
	D1	15,84	O/S	Aumentar Sección		D1	15,84	37,99	22,15
E3	15,84	O/S	Aumentar Sección	E3	15,84	27,95	12,11		
E2	15,84	O/S	Aumentar Sección	E2	15,84	43,81	27,97		
E1	15,84	O/S	Aumentar Sección	E1	15,84	36,57	20,73		
F3	15,84	O/S	Aumentar Sección	F3	15,84	28,33	12,49		
F2	15,84	O/S	Aumentar Sección	F2	15,84	45,47	29,63		
F1	15,84	O/S	Aumentar Sección	F1	15,84	36,58	20,74		
G3	15,84	O/S	Aumentar Sección	G3	15,84	28,39	12,55		
G2	15,84	O/S	Aumentar Sección	G2	15,84	41,52	25,68		
G1	15,84	O/S	Aumentar Sección	G1	15,84	23,2	7,36		



Tabla 8. Chequeo de Acero en las Vigas de la Edificación.

	Viga	A - Colocado	A -Requerido	Chequeo A - Faltante (cm2)	A + Colocado	A + Requerido	Chequeo A+ Faltante (cm2)
Nivel: Planta Baja	1	7,92	11,72	3,8	7,92	8,57	0,65
	2	7,92	12,58	4,66	7,92	8,71	0,79
	3	7,92	12,49	4,57	7,92	8,64	0,72
	4	7,92	10,86	2,94	7,92	8,75	0,83
	A	7,92	10,81	2,89	7,92	9,85	1,93
	B	9,66	14,08	4,42	9,66	12,24	2,58
	C	9,66	13,09	3,43	9,66	11,32	1,66
	D	9,66	12,11	2,45	9,66	10,47	0,81
	E	9,66	11,26	1,6	9,66	9,83	0,17
	F	9,66	10,57	0,91	9,66	9,18	-
G	9,66	11,25	1,59	9,66	10,61	0,95	
Nivel: 1er Piso	1	7,92	3,84	CUMPLE CON EL ACERO REQUERIDO NO REQUIERE AUMENTO DE SECCION	7,92	3,3	CUMPLE CON EL ACERO REQUERIDO NO REQUIERE AUMENTO DE SECCION
	2	7,92	4,36		7,92	3,52	
	3	7,92	4,4		7,92	3,52	
	4	7,92	3,85		3,33	3,28	
	A	7,92	6,18		7,92	6,04	
	B	9,66	8,45		9,66	8,17	
	C	9,66	8,11		9,66	7,79	
	D	9,66	7,33		9,66	7,29	
	E	9,66	6,12		9,66	6,31	
	F	9,66	5,39		9,66	5,59	
G	9,66	6,97	9,66	7,03			



4.2.2.5 Evaluación de Resultados

Tomando en cuenta el proceso de análisis y diseño de la edificación proyectada originalmente y cuyas características y especificaciones se respetaron en el modelo estructural con el único cambio del esfuerzo del concreto, que en lugar del especificado se colocó el resultado del ensayo de campo; se concluye que el proyecto estructural es deficiente en su detallado de acero de refuerzo.

Los resultados del proceso que han sido presentados dan clara evidencia de falta de capacidad resistente de la estructura bajo condiciones de combinación de cargas estáticas y sísmicas, cuya seguridad estructural ha sido el principal objetivo a evaluar, de acuerdo con lo estipulado en las normas vigentes.

Conocido el estado actual de las diversas deficiencias de la edificación, especialmente en su capacidad portante; desde el punto de vista técnico y con los conocimientos y avances de la tecnología moderna, es posible lograr el reforzamiento adecuado de la estructura y cumplir los objetivos de la función para la cual fue proyectada.

Se debe tomar en cuenta que se realizó un método invasivo (repicado), para la evaluación, de algunos elementos estructurales, mostrando así que no presentan el acero estipulado en el proyecto original pero a pesar de esto no es el suficiente para cubrir la demanda que establece el diseño de la estructura, a excepciones de las vigas de techo.

Cualquiera que sea la solución del reforzamiento estructural, un factor de importancia a tomar en cuenta sería su evaluación y conveniencia económica.

4.3 Identificar las Patologías presentes:

Las 28 columnas estudiadas fueron, O1, L3, L1, L2, A4, B4, F1, K2, O2, P2, A3, B3, G1, K1, H1, P3, C3, K3, P4, Q1, A1, M3, N2, Ñ4, I2, N3, F2, B1 y se muestran en la Figura 47, su ubicación en vista de planta. A continuación se analizarán los resultados obtenidos de la aplicación de las planillas de levantamientos de daños (ver anexos) a las columnas. Dichos



resultados serán mostrados mediante gráficos de evaluación global y detallada de las patologías observadas durante la evaluación construidos con los datos de la Tabla 9.

Se tomaron fotografías de cada uno de los elementos, en sus 4 caras para las columnas, en sus 3 caras vigas, en sus dos caras vigas planas, y en sus dos caras losas de entrepiso. Para facilitar la evaluación y detección de las patologías presentes, y sustentar las planillas de levantamiento de daños.

Tabla 9. **Datos obtenidos del Levantamiento de daños en Columnas**

Columnas	Presenta Eflorescencia	Presenta Biocapa	Presenta Desintegración	Presenta Decoloración	Presenta Cangrejeras	Presenta Rebaba
A1	Si	Si	Si	Si	No	Si
M3	No	Si	Si	Si	Si	No
N2	No	No	Si	Si	Si	Si
Ñ4	No	No	Si	Si	Si	Si
O1	Si	Si	Si	Si	No	Si
L3	Si	Si	Si	Si	Si	Si
L1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
L2	Si	Si	No	Si	Si	Si
A4	Si	Si	No	Si	Si	Si
B4	Si	Si	Si	Si	Si	Si
F1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
K2	Si	Si	No	Si	Si	Si
O2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
P2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
A3	No	Si	Si	Si	Si	Si
B3	Si	No	Si	Si	No	Si
G1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
H1	Si	No	Si	Si	Si	Si
K1	No	Si	Si	Si	Si	Si
P3	Si	Si	Si	Si	Si	Si
C3	No	No	Si	Si	No	No
K3	Si	Si	Si	Si	Si	No
P4	No	Si	Si	Si	Si	Si
Q1	No	No	Si	Si	No	Si
I2	No	Si	Si	Si	Si	Si
N3	Si	Si	Si	Si	Si	No
F2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
B1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
N° de columnas	19	22	25	28	23	24

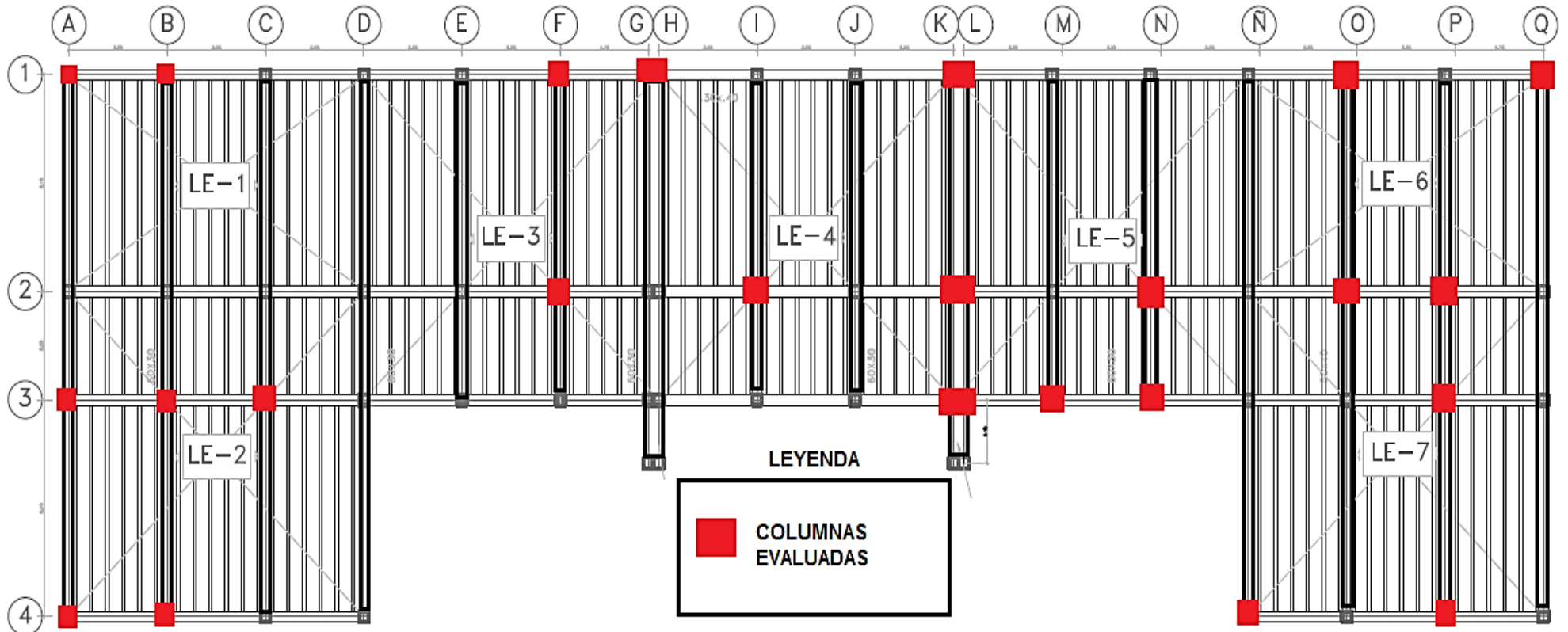


Figura 47. Mapa de ubicación de las columnas evaluadas.

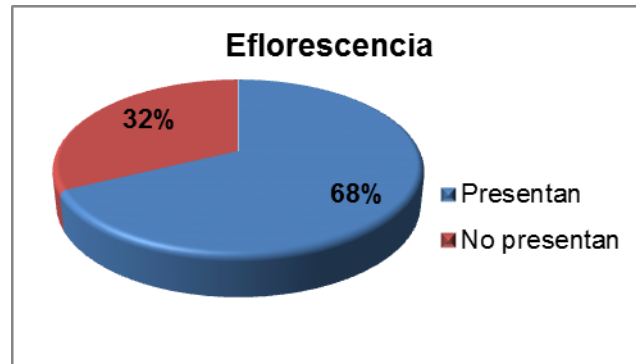


Figura 48. Presencia de eflorescencia en columnas.

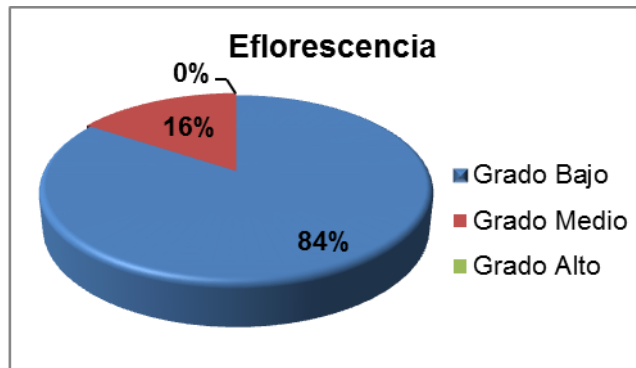


Figura 49. Grado de eflorescencia observada en las columnas

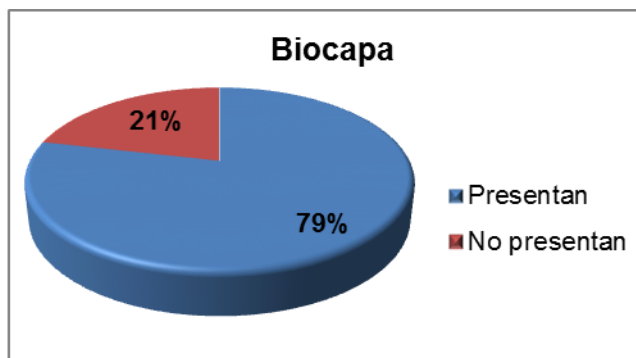


Figura 50. Presencia de biocapa en columnas.

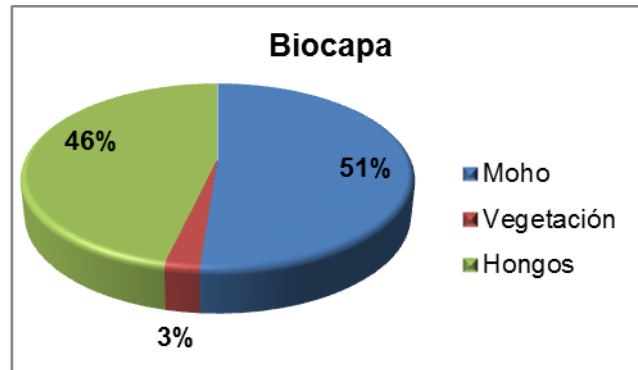


Figura 51. Tipo de Biocapa observada en columnas.

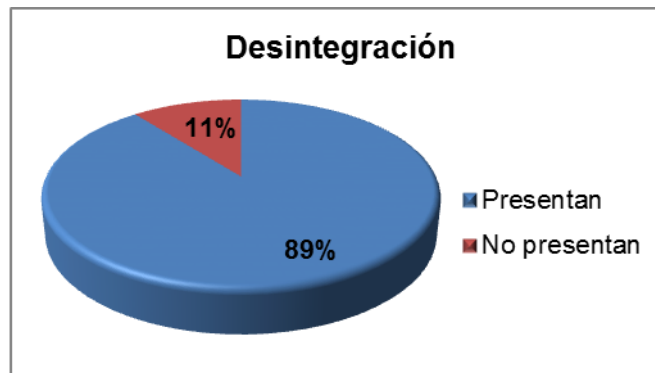


Figura 52. Presencia de desintegración en columnas.

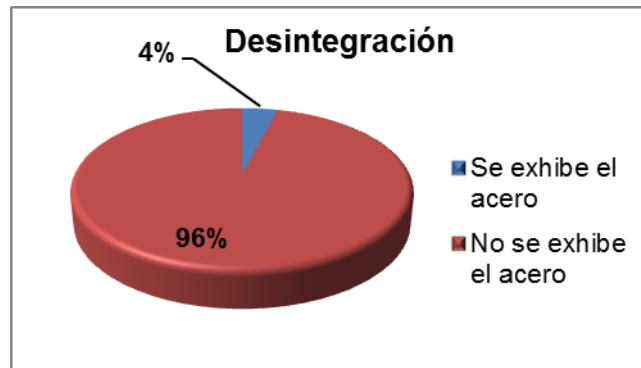


Figura 53. Exhibición del acero en columnas con desintegración.

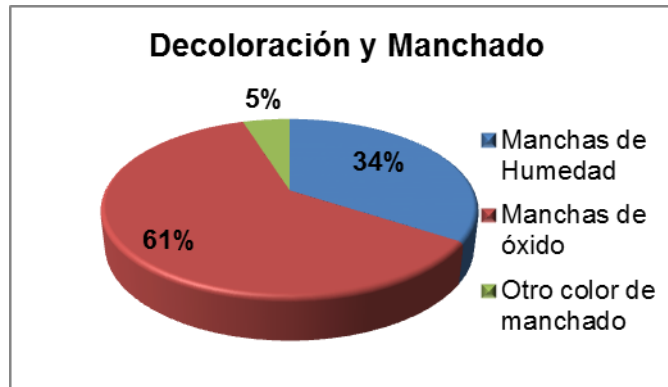


Figura 54. Tipos de manchado y decoloración presente en las columnas

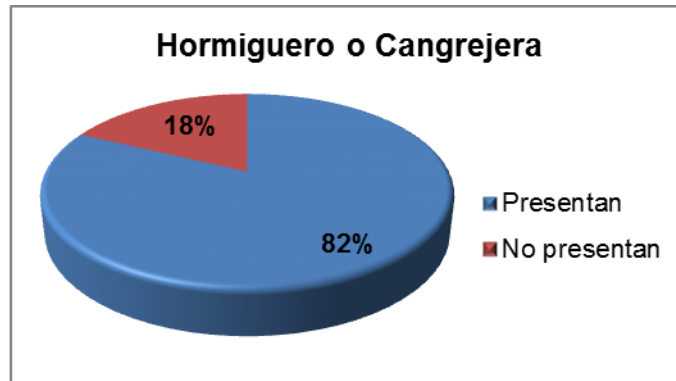


Figura 55. Presencia de Hormiguero o Cangrejera en columnas

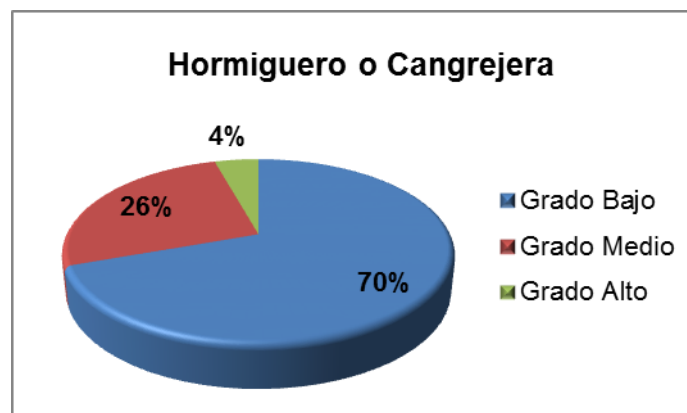


Figura 56. Grado de Hormiguero o cangrejera observada en columnas

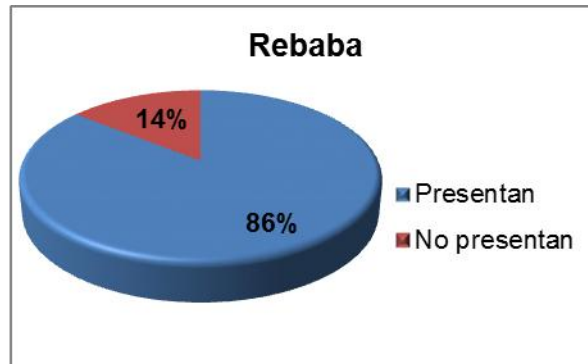


Figura 57. Presencia de Rebaba en columnas

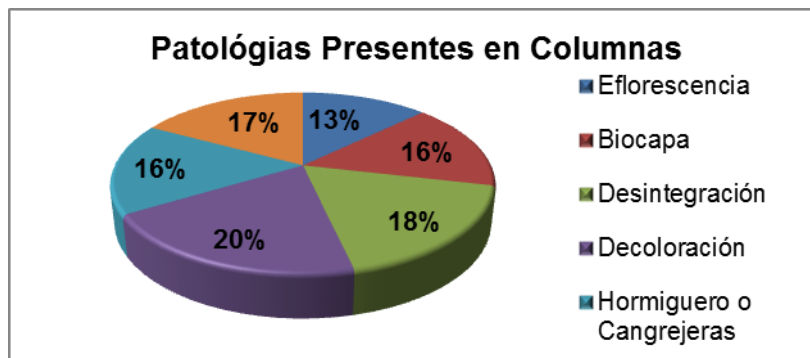


Figura 58. Patologías presentes en las columnas evaluadas.

a partir de la Figura 58 podemos afirmar que la patología mas común presentada por las columnas fue la decoloración de la superficie que representa el 20%, en su mayoría fueron manchas de oxido como lo muestra la Figura 54, seguido por la desintegración que respresenta el 18%, que en el 96 % no exhibe el acero como lo muestra la Figura 53, la rebaba se observo en el 17% de las columnas, la presencia de biocapa se presento en el 16% de las columnas en las cuales el 51% presentó moho, al igual que la biocapa la presencia de hormiguero y cangrejas se presento en el 16% de las columnas, en el 70% de grado bajo y la patología con menor presencia fue la eflorescencia con el 13%, de las cuales el 84% fue de grado bajo.

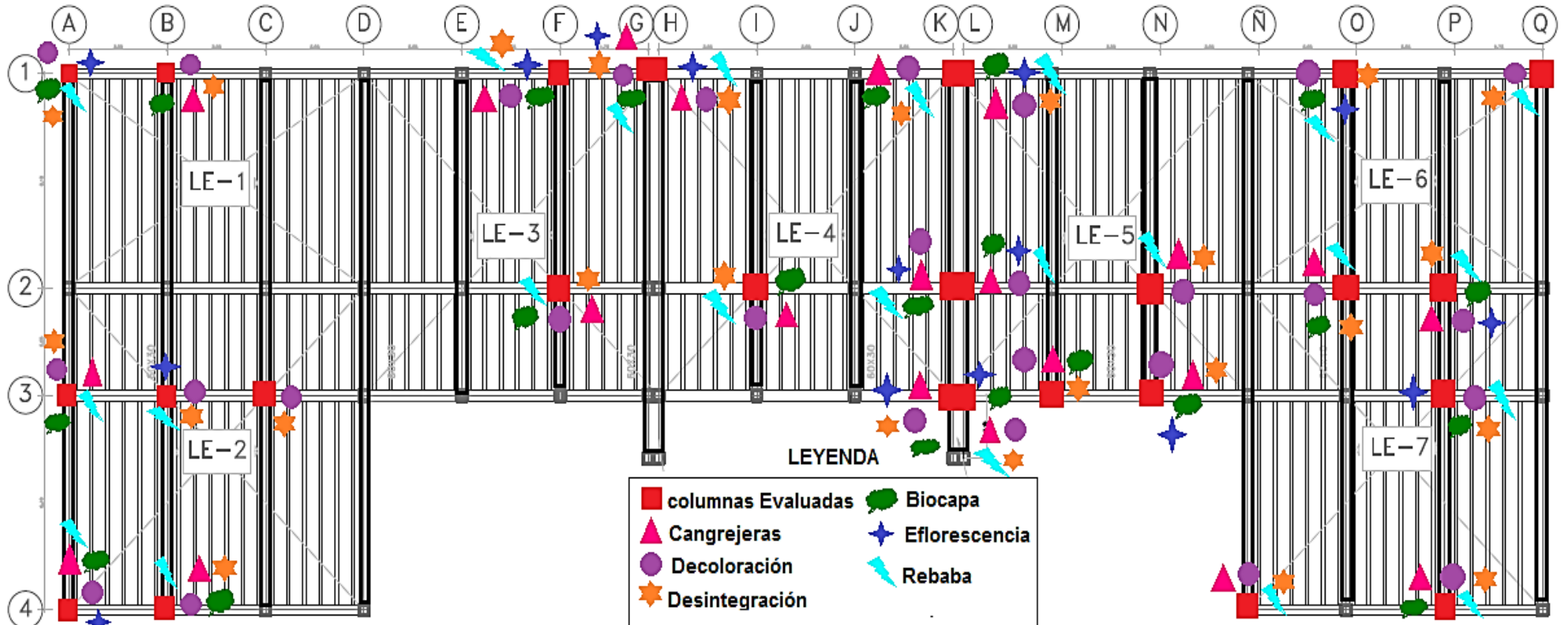


Figura 59. Mapa de daños presentes en las columnas evaluadas.



En la Figura 59 se muestran los daños presentes en las columnas evaluadas ubicadas en un mapa, de forma que al realizar la rehabilitación se facilite el trabajo de ubicación del elemento afectado y se aplique el método respectivo a cada patología.

Las 11 losas evaluadas fueron E2, E5, T2, T5, E3, E4, T4, E7, E1, T3, T7 y se muestran en la Figura 47, su ubicación en vista de planta, respectivamente si corresponden al entrepiso o al techo.

Igualmente como se realizó el análisis para las columnas se realizara para las losas por medio de gráficos globales y detallados de cada patología construidos a partir de la Tabla 10.

Tabla 10. **Datos obtenidos de las planillas de levantamiento de daños en losas.**

Losas	Presenta Eflorescencia	Presenta Biocapa	Presenta Desintegración	Presenta Decoloración	Presenta Defecto de Modulación	Presenta Cangrejeras	Presenta Rebaba
E2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
E5	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
T2	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
T5	Si	Si	No	Si	No	Si	Si
E3	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
E4	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
T4	Si	No	Si	Si	No	Si	Si
E7	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
E1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
T3	Si	No	Si	Si	No	Si	Si
T7	Si	No	Si	Si	No	Si	Si
N° de losas	11	7	10	11	3	10	11

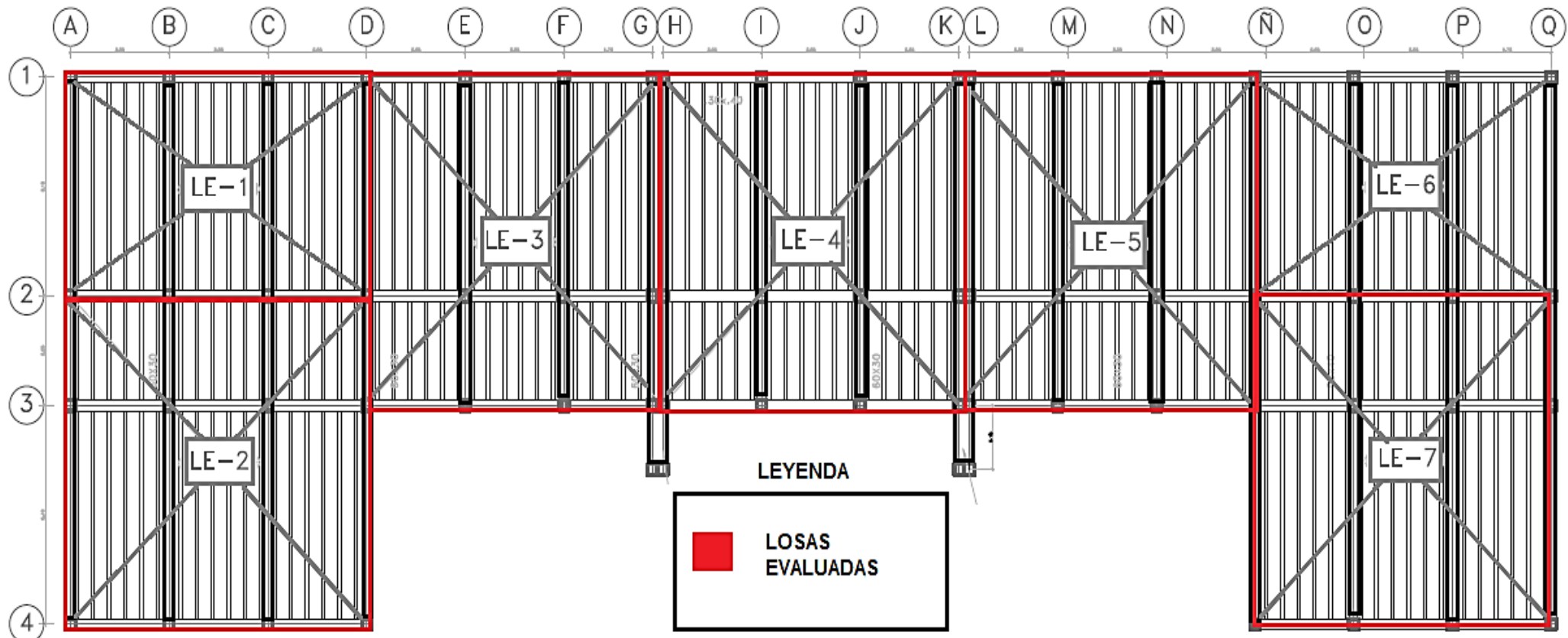


Figura 60. Mapa de ubicación de las losas de entrepiso evaluadas.

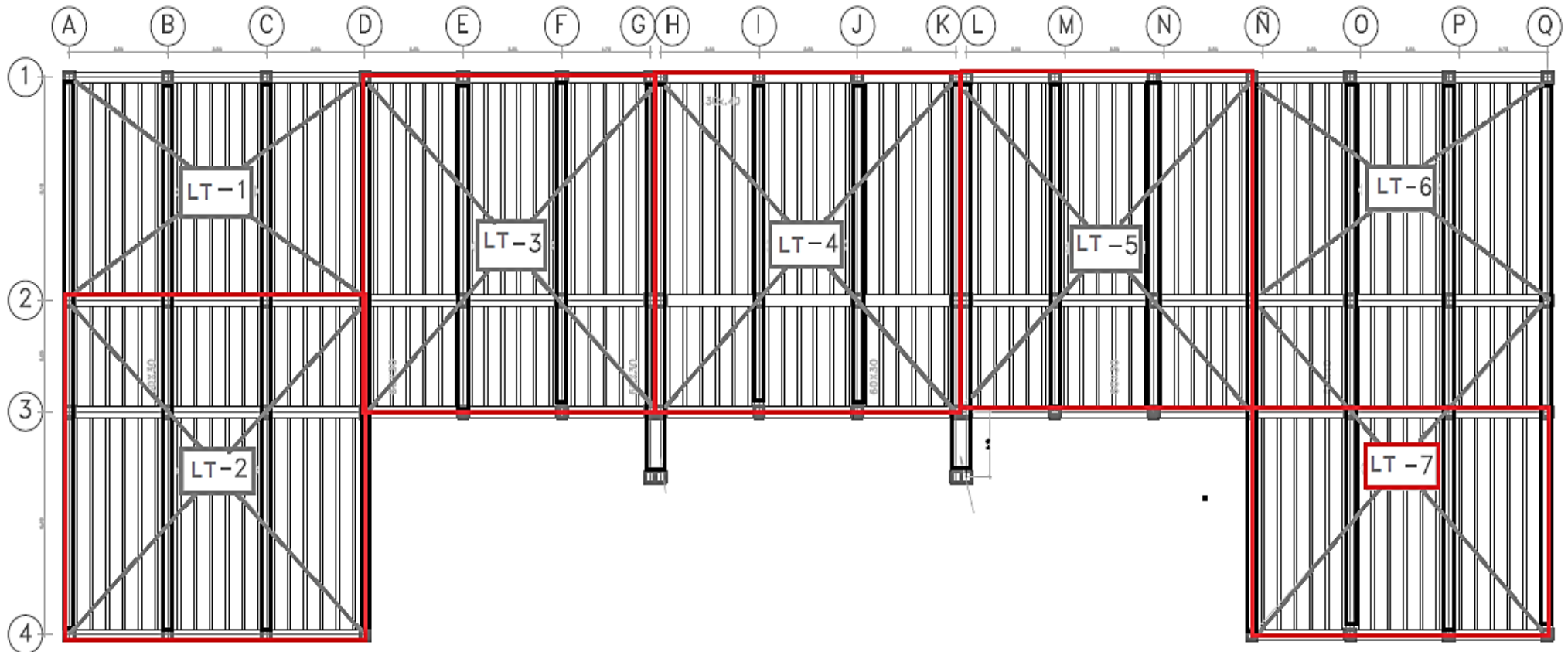


Figura 61. Mapa de ubicación de las losas de Techo evaluadas.

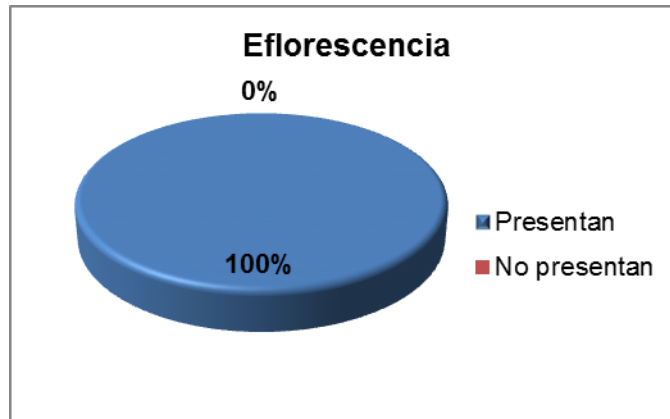


Figura 62. Presencia de eflorescencia en losas.

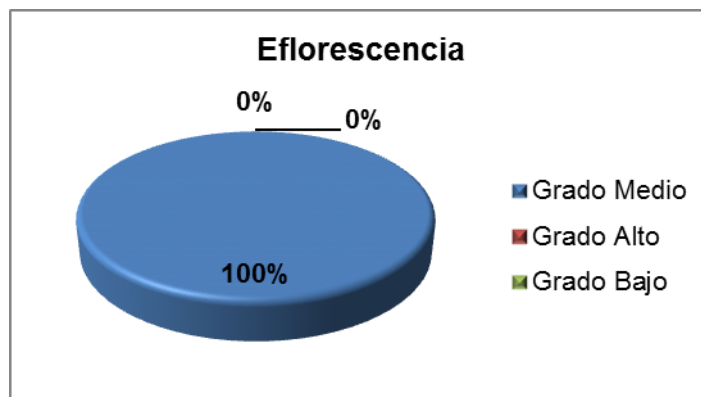


Figura 63. Grado de eflorescencia observada en las losas.

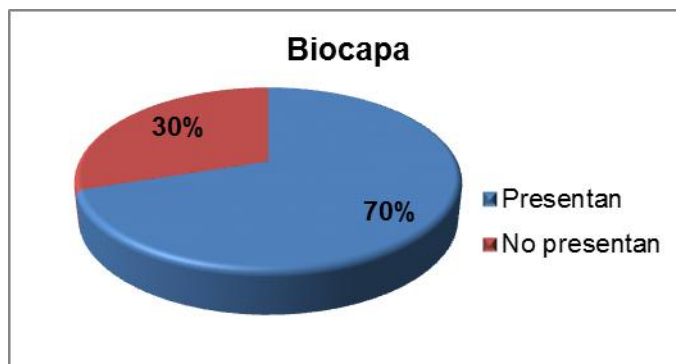


Figura 64. Presencia de Biocapa en losas.

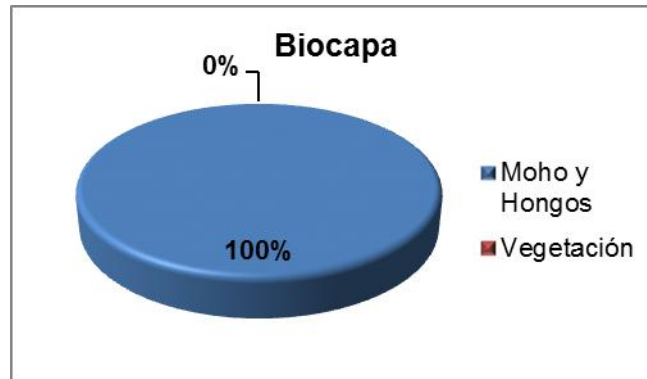


Figura 65. Tipo de Biocapa observada en losas.

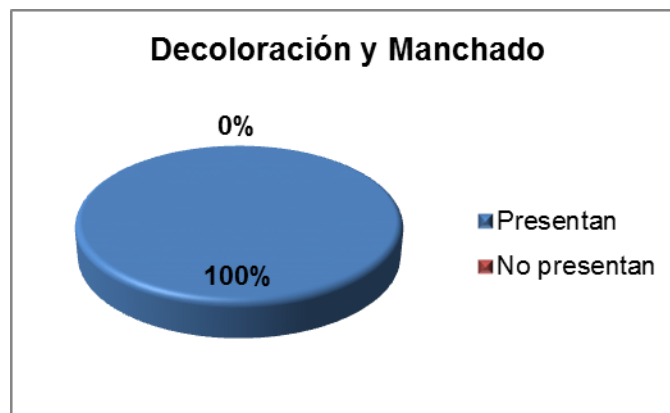


Figura 66. Presencia de Decoloración y Manchado en losas.

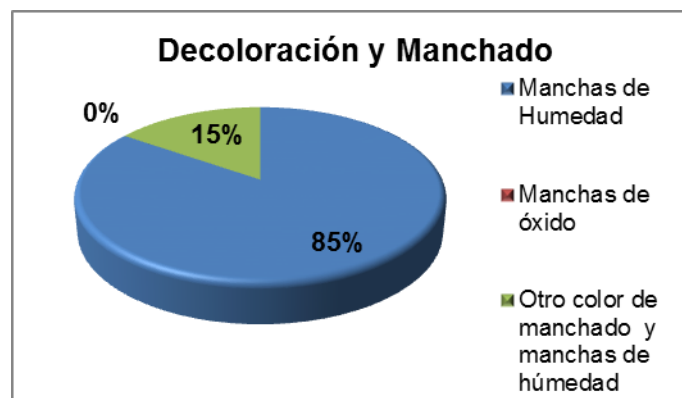


Figura 67. Tipos de manchado y decoloración presente en las losas.

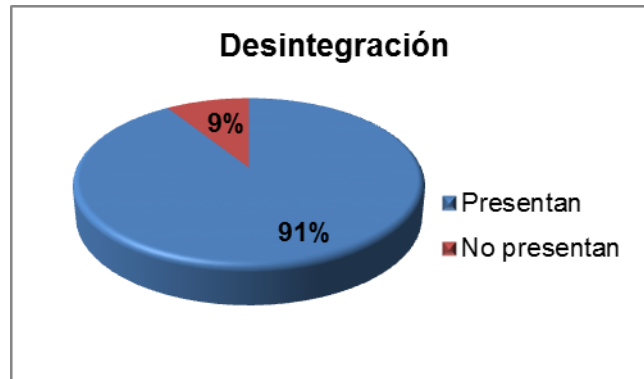


Figura 68. Presencia de Desintegración en losas.

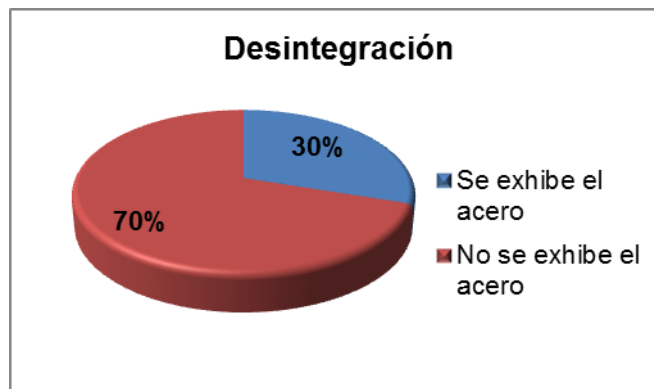


Figura 69. Exhibición del acero en losas con desintegración.

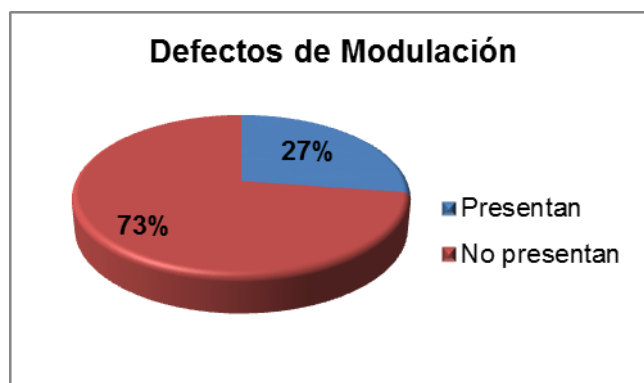


Figura 70. Presencia de Defectos de Modulación en losas.

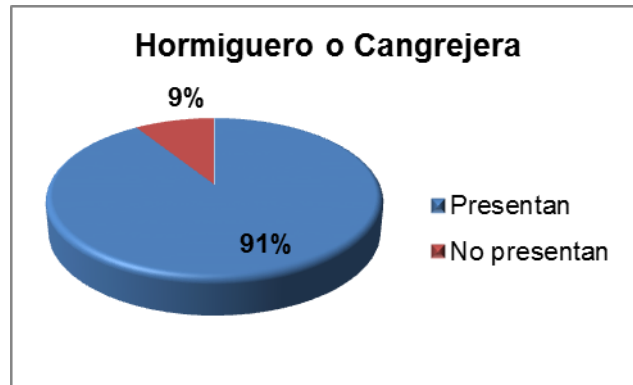


Figura 71. Presencia de Hormiguero o cangrejera en losas

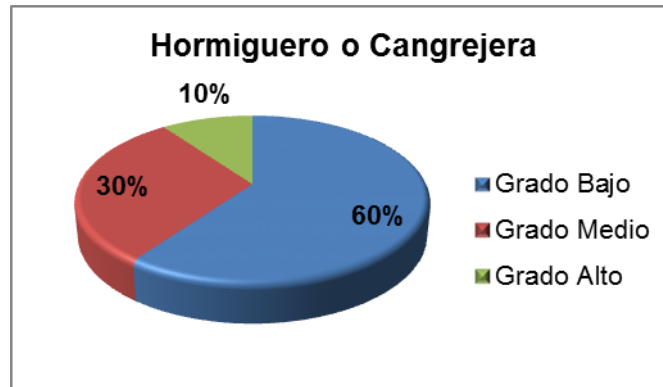


Figura 72. Grado de Hormiguero o cangrejera observada en losas.

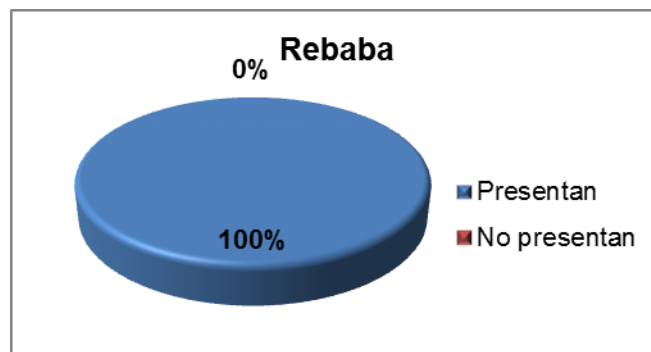


Figura 73. Presencia de Rebaba en losas.

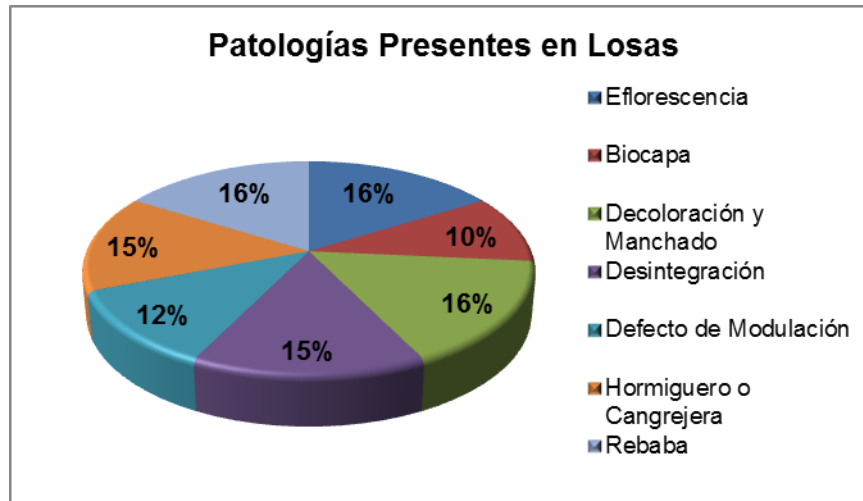


Figura 74. **Patologías presentes en las losas evaluadas.**

a partir de la Figura 74 podemos afirmar que la patología mas común presentada por las losas fue la decoloración de la superficie que representa el 16%, en su mayoría fueron manchas de humedad como lo muestra la Figura 67, al igual que la presencia de rebaba en el 16% de las losas, seguido por la desintegración que representa el 15%, junto con el hormiguero o cangrejera que se presentan en el 15 % en su mayoría de grado medio como lo muestra la Figura 72, luego sigue el defecto de modulación que se presenta en el 12% de las losas y finalmente la presencia de biocapa que se presenta en el 10% de las losas evaluadas.

En la Figura 75 y Figura 76, se muestran los daños presentes en las losas evaluadas para entresijos y para techos, ubicadas en un mapa, de forma que al realizar la rehabilitación se facilite el trabajo de ubicación del elemento afectado y se aplique el método respectivo a cada patología.

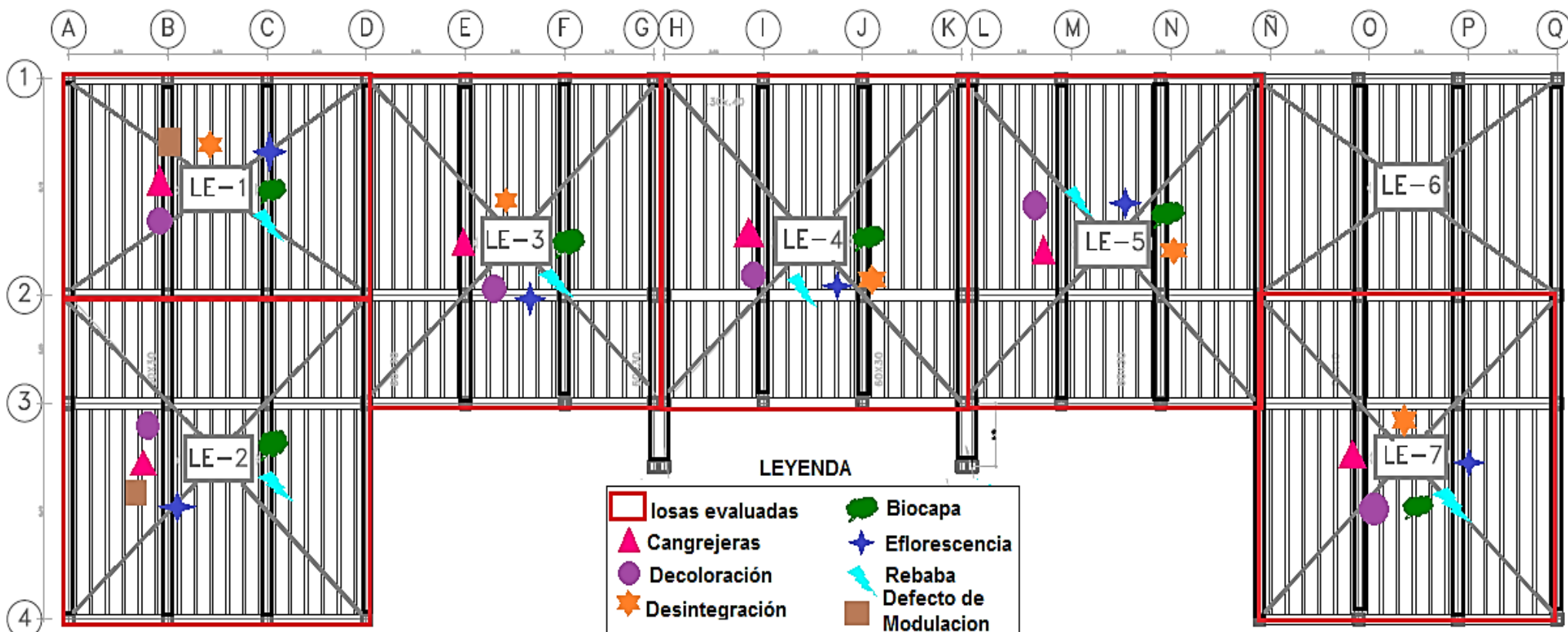


Figura 75. Mapa de daños presentes en las losas de entrepiso evaluadas.

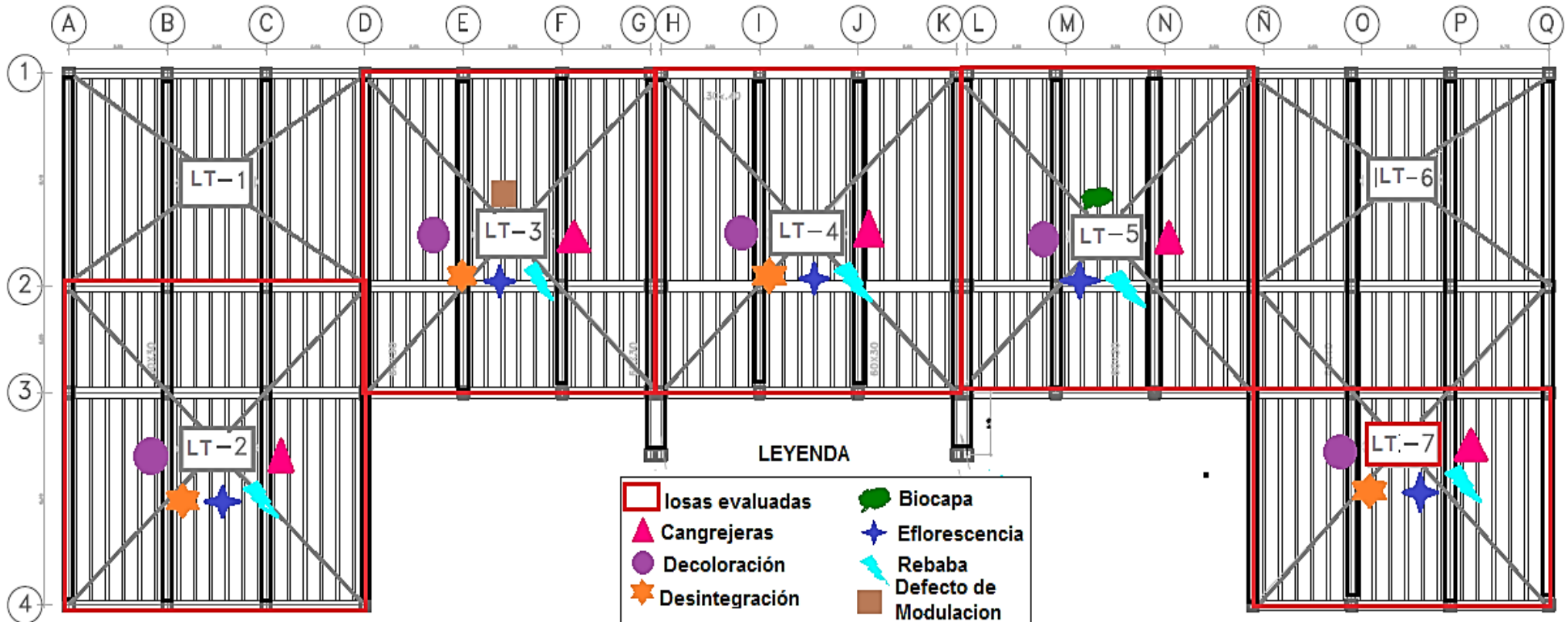


Figura 76. Mapa de daños presentes en las losas de techo evaluadas.



En las Figura 90 y Figura 91 y la, se muestran las vigas evaluadas, su ubicación en vista de planta, tanto para el entrepiso como para el techo. Igualmente, se realizara un análisis para las vigas por medio de gráficos globales y detallados de cada patología construidos a partir de la Tabla 11.

Tabla 11. Datos Obtenidos de las Planillas de daños en Vigas

Viga	Eflorescencia	Hormiguero o Cangrejera	Cráteres	Rebaba	Decoloración	Biocapa	Desintegración
3 (Ñ-Q)	Si	No	Si	No	No	No	No
4 (Ñ-Q)	Si	No	Si	No	No	No	No
2 (F-G)	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2-3 (GH) PB	Si	No	Si	No	No	No	No
2-3 (GH) PA	Si	Si	Si	No	No	No	No
J (1-2)	Si	No	No	Si	No	No	No
1-2 (GH)	No	Si	Si	Si	No	No	No
2 (I-J)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
2 (J-KL)	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
2 (L-M)	No	No	No	Si	Si	Si	No
2 (E-F)	No	Si	Si	No	Si	No	No
N (1-2)	Si	No	No	No	No	No	No
N (2-3)	No	No	No	No	No	No	No
GH (1-2)	Si	Si	No	No	No	No	No
KL (1-2)	Si	No	No	Si	No	No	No
F (1-2)	Si	No	No	No	No	No	No
A (2-3)	No	Si	No	Si	No	No	No
O (1-2)	Si	No	No	Si	No	No	No
1 (I-J)	Si	Si	No	No	Si	No	Si
2 (L-M-N)	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
1 (B-C)	No	Si	Si	No	Si	No	No
1 (E-F)	No	Si	No	No	Si	No	Si
4 (A-B-C-D)	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
4 (Ñ-O-P-Q)	No	Si	No	Si	Si	No	No
Nº de Vigas	14	14	13	12	11	4	4

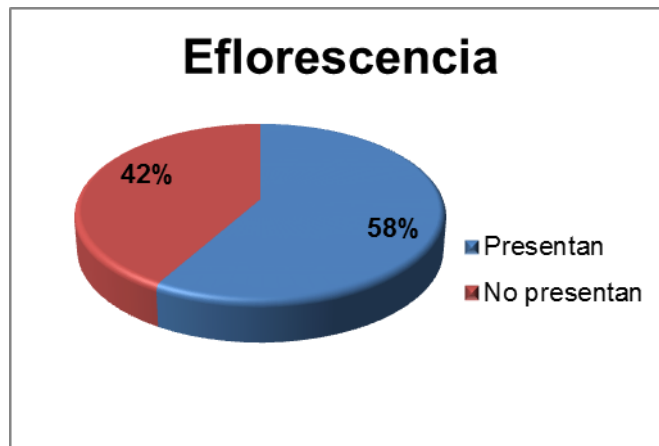


Figura 77. Presencia de Eflorescencia en Vigas

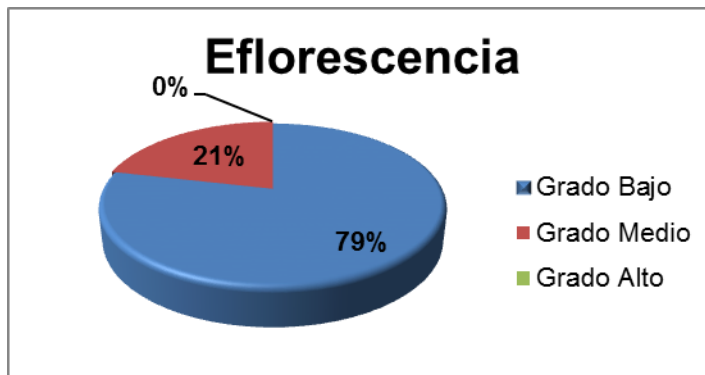


Figura 78. Grado de Eflorescencia Observada en Vigas

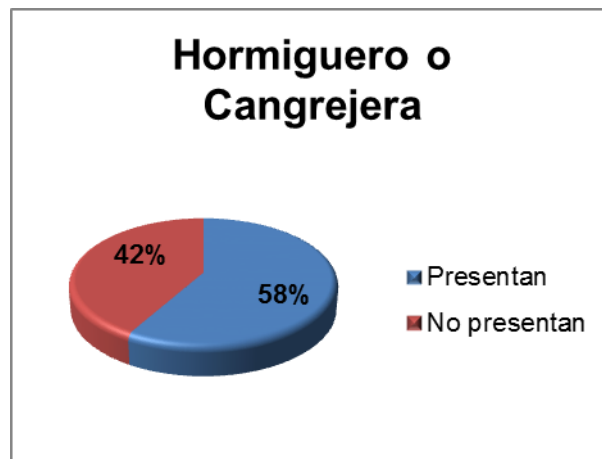


Figura 79. Presencia de Hormiguero o Cangrejera en Vigas

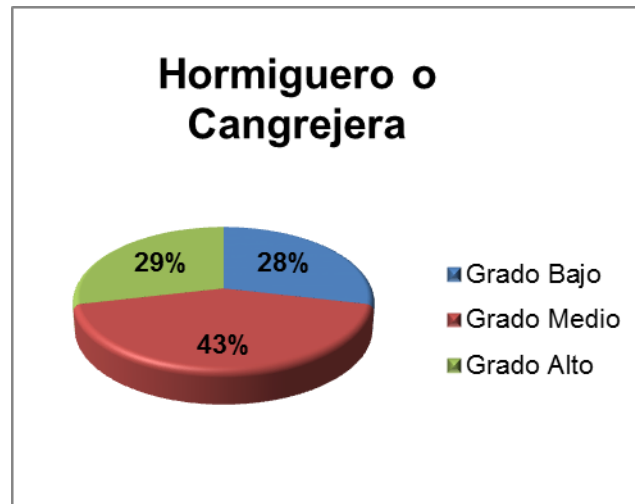


Figura 80. Grado de Hormiguero o Cangrejera Observada en Vigas

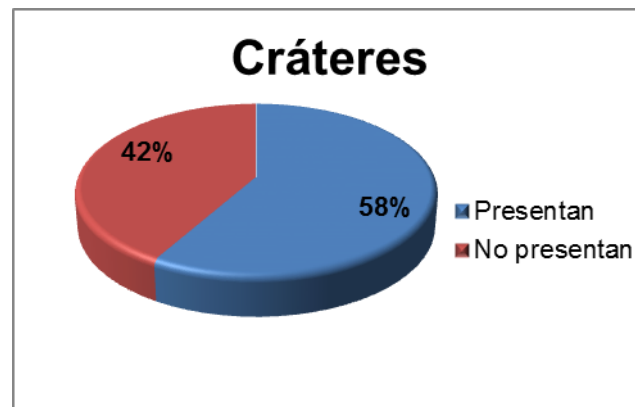


Figura 81. Presencia de Cráteres en Vigas

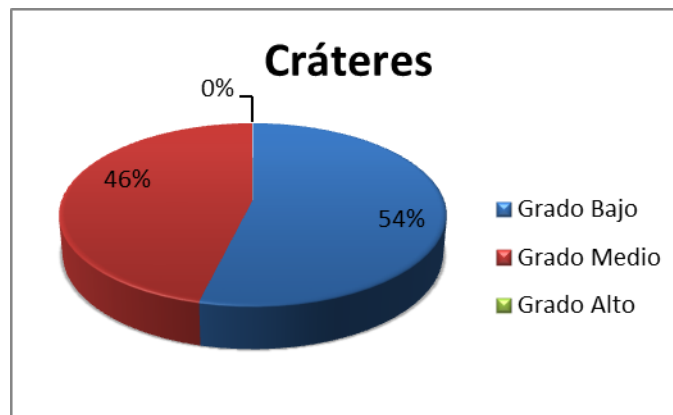


Figura 82. Grado de Cráteres presente en Vigas

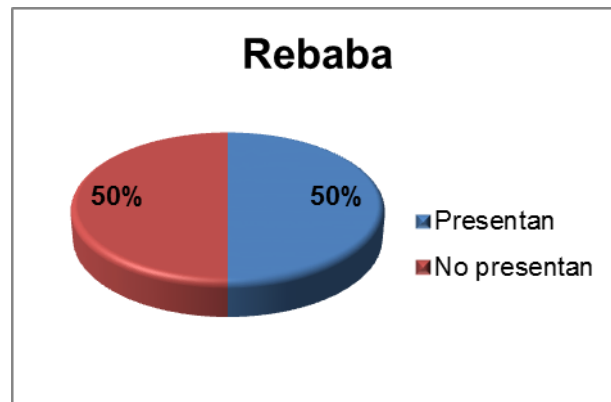


Figura 83. Presencia de Rebaba en Vigas



Figura 84. Presencia de Decoloración y Manchado en Vigas

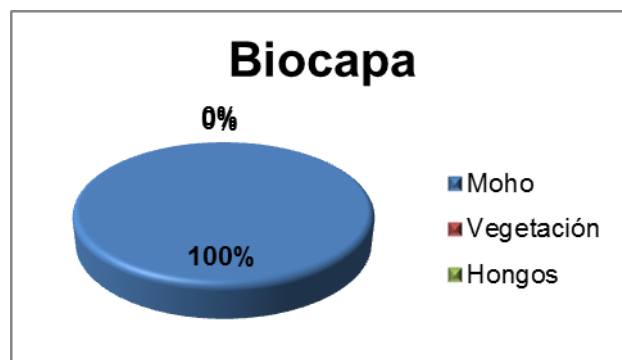


Figura 85. Presencia de Biocapa en Vigas

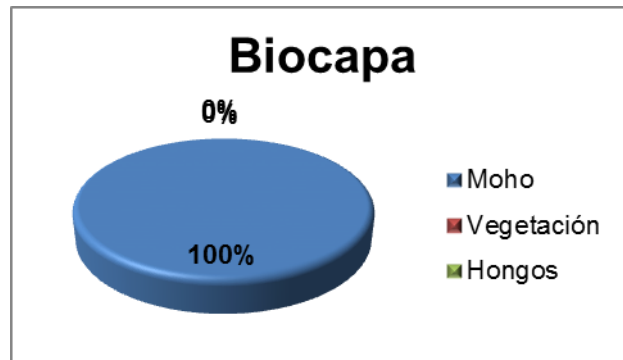


Figura 86. Tipo de Biocapa presente en Vigas

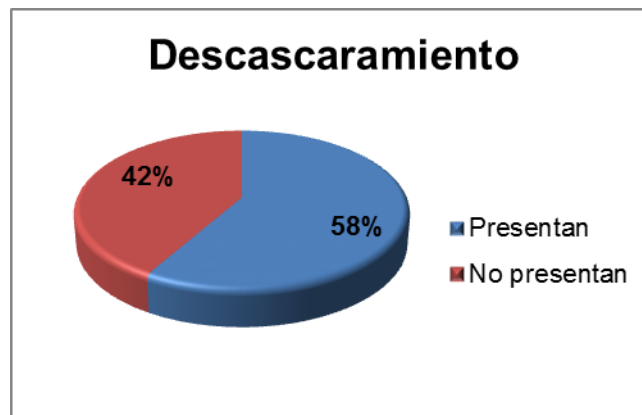


Figura 87. Presencia de Descascaramiento en Vigas



Figura 88. Grado de Descascaramiento en Vigas

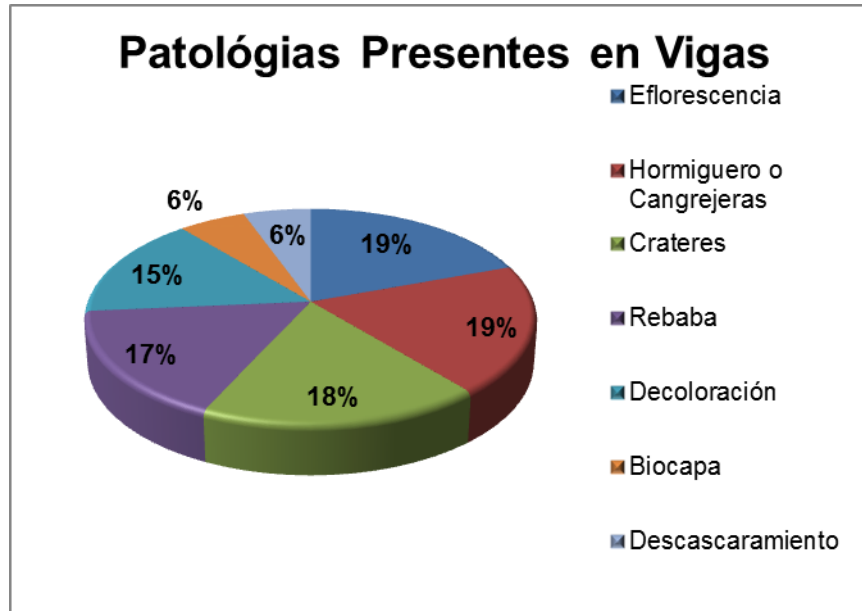


Figura 89. **Patologías Presentes en Vigas**

Como se puede observar en la Figura 89. **Patologías Presentes en Vigas** las patologías que se presentan en la mayor cantidad de vigas es la eflorescencia y la cangrejera; representando el 19% del total cada una, seguidas por cráteres, rebaba y decoloración con 18 y 17 y 15 % respectivamente. es de resaltar que las manchas presentes en las vigas son de humedad en un 36% y otras manchas que en este caso se refiere a diferentes tonalidades de gris representan un 64% del total de los elementos manchados. las patologías referente a biocapa y descascaramiento, se presenta en menor proporción con un 6%; es decir son muy pocas las vigas que las presenta, la biocapa en su totalidad representa el moho ya que no se encontró otras como vegetación u hongos.

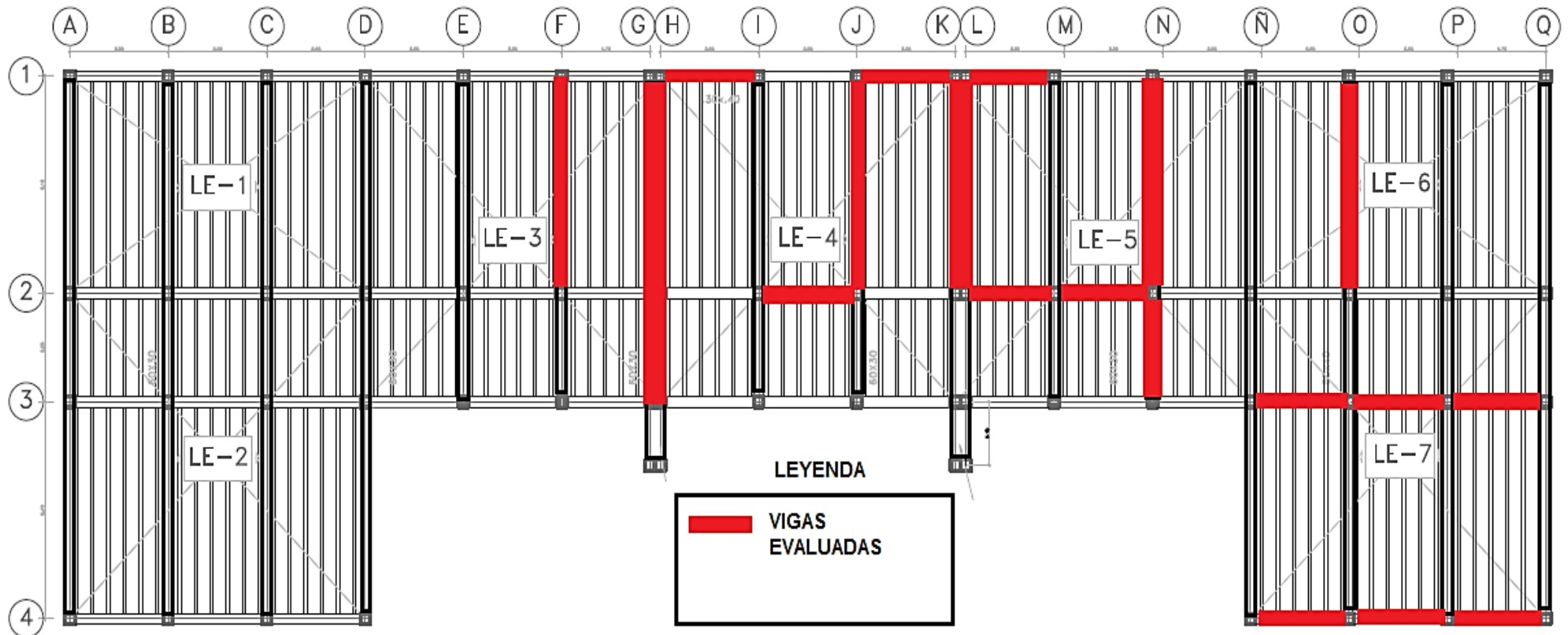


Figura 90. Mapa de ubicación de Vigas evaluadas de entresiso

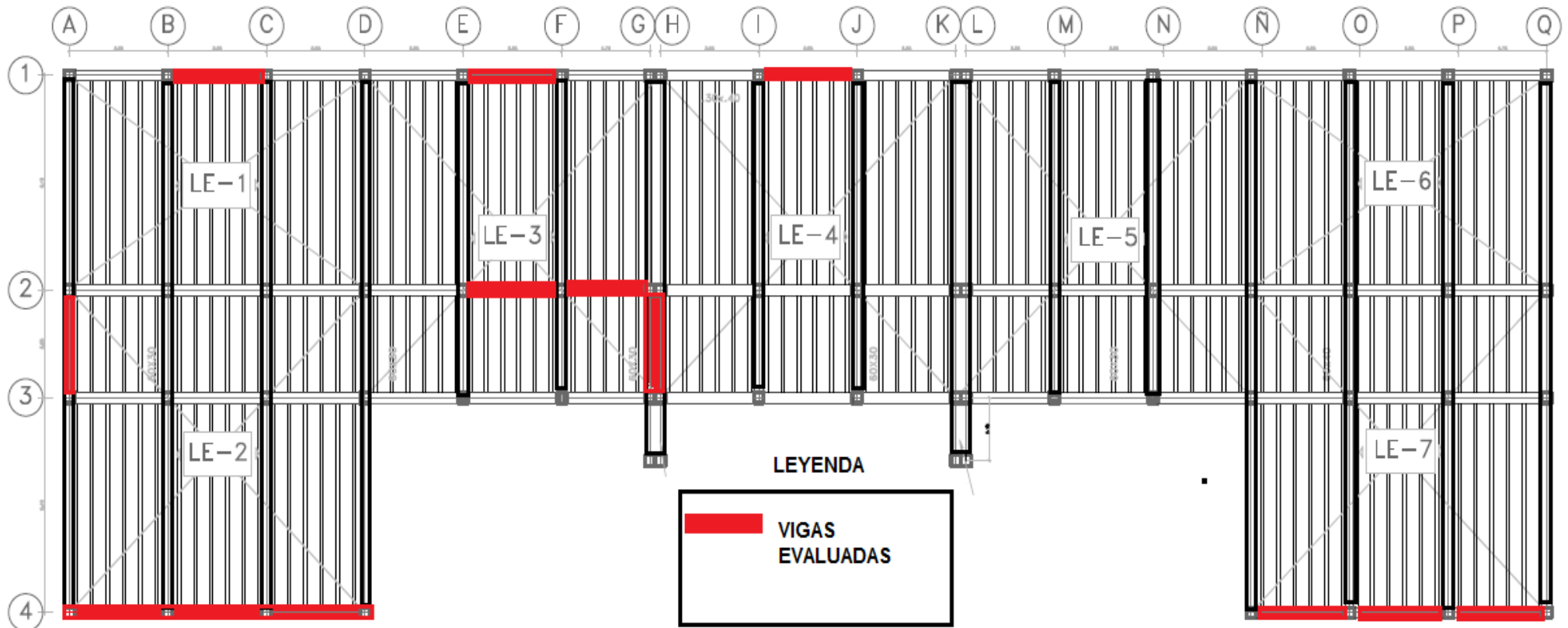


Figura 91. Mapa de ubicación de las vigas de techo evaluadas.

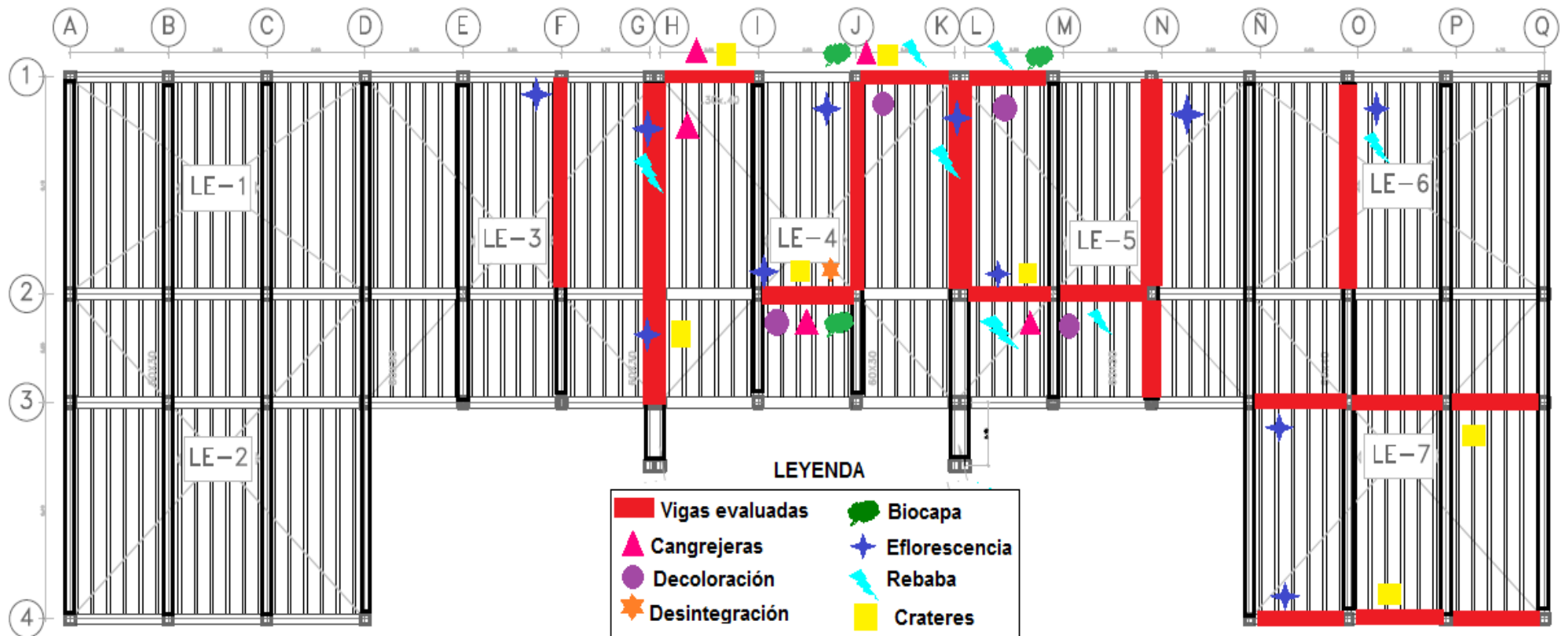


Figura 92. Mapa de daños de vigas de entrepiso evaluadas.

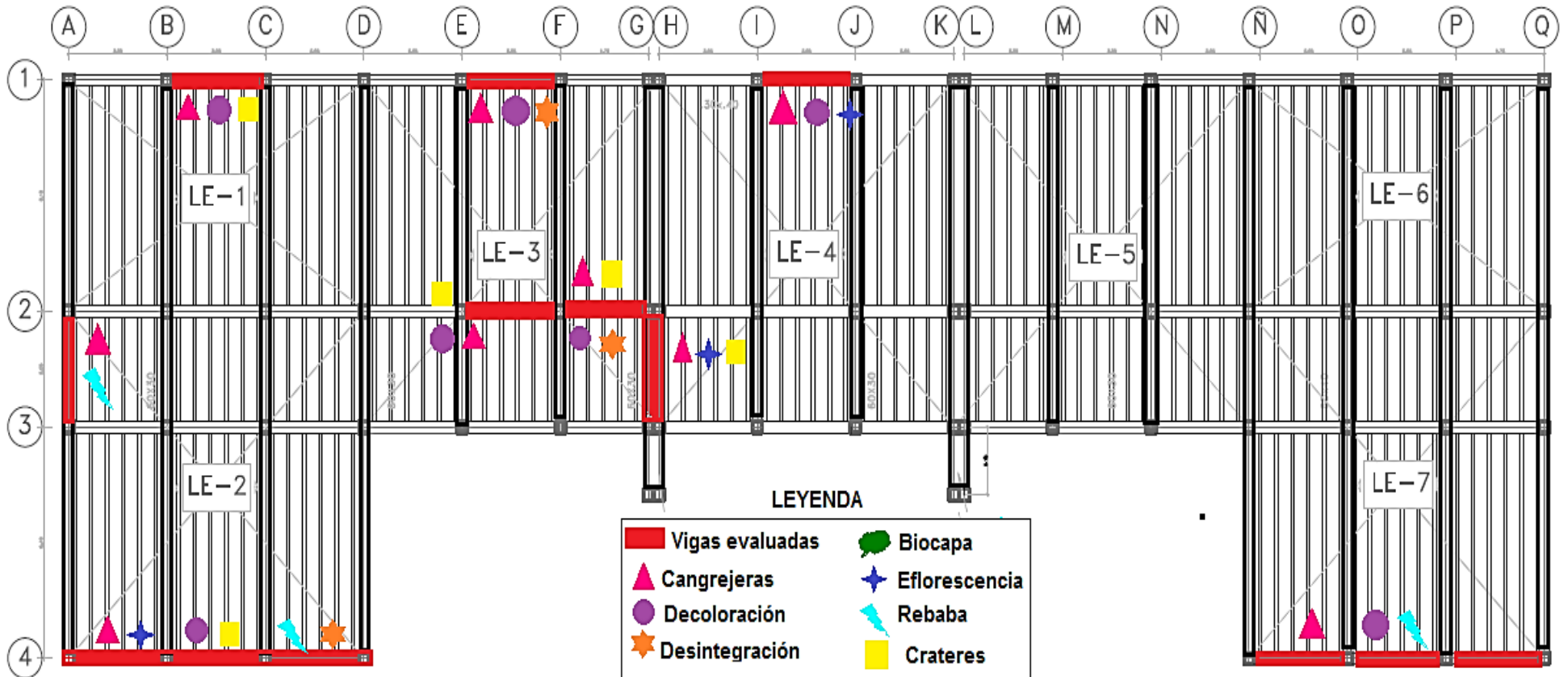









Figura 93. Mapa de daños de vigas de techo evaluadas





4.4 Diagnostico la Estructura:





FORMATO DE DIAGNOSTICO							
EFLORESCENCIA							
							
Elemento:	Columna P2	Elemento:	Columna O1	Elemento:	Columna K3	Elemento:	Columna L3
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> Al no contar con ninguna protección de la lluvia, el viento y la humedad, se produjo el ingreso del agua ocasionado la disolución de las sales presentes en el concreto. La mala calidad de los materiales de construcción, el agua utilizada en obra pudo contener una elevada concentración de sales. Un mal diseño de mezcla, los agregados no fueron formulados con una curva de graduación adecuada, los espacios vacíos restantes luego del vibrado, no fueron rellenados, ocasionando que el concreto no fuese lo suficientemente denso para impedir el paso del agua a través de sus poros. 				<ul style="list-style-type: none"> Aunque la eflorescencia no es un problema estructural, estéticamente da una sensación de que la columna no se encuentra en buen estado provocando en las personas una sensación de inseguridad. La presencia de eflorescencia en estructuras con mas de un año de ser construidas, significa que la columna de concreto armado permite la penetración de la humedad y el agua, su no reparación provocara el agravamiento de esta condición ocasionando la corrosión en el acero de refuerzo, desarrollo de mecanismos de deterioro que afectaran el desempeño estructural de la columna. 			

FORMATO DE DIAGNOSTICO							
BIOCAPA							
							
Elemento:	Columna F1	Elemento:	Columna O2	Elemento:	Columna O1	Elemento:	Columna L3
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> Exposición de las columnas a la intemperie, no se encuentran protegidas de la acción de la lluvia, el viento y la humedad. La superficie de las columnas en su mayoría es rugosa, presentando oquedades y hormigueros, los cuales propiciarán la colonización de microorganismos presentándose como moho y hongos. Las tuberías descubiertas permitieron el paso de la lluvia dentro de la estructura. La acumulación de lluvia en la superficie de las losas en las bases de columnas. 				<ul style="list-style-type: none"> El moho representa una amenaza contra la salud de las personas que convivan en la estructura, al ser esta una escuela, es de vital importancia que los escolares estén en un ambiente sano e higiénico. Al no ser removidos pueden provocar enfermedades respiratorias. La presencia de hongos y moho, iniciaran mecanismos de deterioro ya que mantienen la superficie del concreto húmeda, debilitando la masa de concreto con el tiempo provocando la desintegración del concreto la acumulación del agua dentro de la columna finalmente la corrosión del concreto. 			


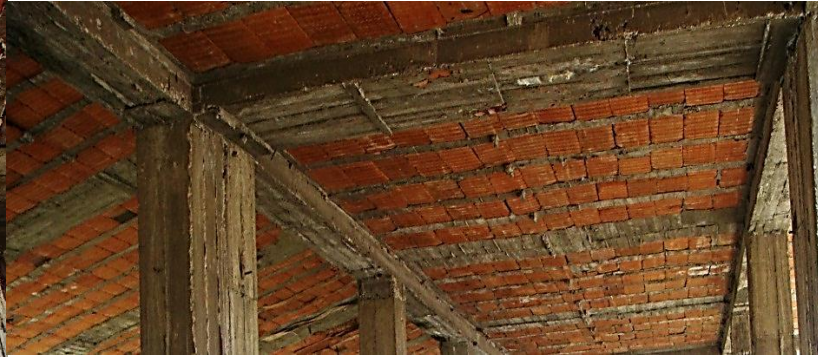
FORMATO DE DIAGNOSTICO							
DESINTEGRACIÓN							
Elemento:	Columna F1	Elemento:	Columna A4	Elemento:	Columna G1	Elemento:	Columna L1
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Mala calidad de los materiales de construcción. • Colocación excesiva de clavos de anclajes, como consecuencia de usar un encofrado de retazos de madera. • Mal diseño de mezcla, resultando en una mezcla de concreto frágil. • Deterioro por acción del clima y del viento. • Fracturación por acciones mecánicas como golpes. 				<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de rigidez de la columna, al perder sección. • Facilitara la penetración de la humedad, ocasionando la formación de biocapas, y corrosión del acero de refuerzo. • Originara mecanismos de daños como fisuras o grietas. • Si no corrige esta patología aumentara los costos de reparación al necesitar mayor cantidad de material para devolver su sección de diseño. • Disminución de la capacidad portante, y respuesta ante la acción de las cargas. • Permitirá la penetración del agua por acción del viento y la lluvia ocasionado eflorescencias. 			



FORMATO DE DIAGNOSTICO							
DECOLORACIÓN Y MANCHADO							
							
Elemento:	Columna Q1	Elemento:	Columna B3	Elemento:	Columna L1	Elemento:	Columna L2
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Manchas de oxido ocasionadas por la oxidación de los clavos y elementos para sujetar el encofrado se dejaron anclados en el elemento. • Debido a la formación de biocapa esta retiene agua, dejando manchas de humedad en la superficie. • Variación del color dejada por el desmoldante usado en el desencofrado. • Métodos de curado insuficientes y poco uniformes • Cambios de dosificación y métodos de preparación de la mezcla de concreto utilizada. 				<ul style="list-style-type: none"> • La superficie del concreto será estéticamente poco agradable, al no ser reparadas estas se traspasaran al friso que se utilice como acabado final. • La humedad presente en la superficie facilitara el crecimiento de microorganismos. • Acelerara el proceso de deterioro de la masa de concreto. • En el caso de las columnas que presenten diferencias del tono del concreto indican diferencias en los tiempos de vaciado lo que resultara en heterogeneidad en las resistencias del elemento. 			



FORMATO DE DIAGNOSTICO HORMIGUERO O CANGREJERA							
							
Elemento:	Columna P4	Elemento:	Columna L1	Elemento:	Columna K2	Elemento:	Columna P2
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Vibrado insuficiente o una mala compactación del concreto. • Mala calidad de los materiales utilizados en la obra. • No se realizo un control de calidad adecuado durante la ejecución de los procesos constructivos. • La dosificación inadecuada del concreto, la cantidad de mortero utilizada era muy pequeña e impido el paso de la mezcla de concreto a través de la armadura. 				<ul style="list-style-type: none"> • Permitirá el paso del agua y humedad. • Propiciara Crecimiento de biocapa. • Generara mecanismos de deterioro que permitirán la corrosión del acero de refuerzo. • Produjo una resistencia heterogénea dentro de la columna. • Colabora en la aparición de fisuras, al generar zonas débiles donde la columna no tendrá la misma capacidad de resistente. 			



FORMATO DE DIAGNOSTICO							
REBABA							
							
Elemento:	Columna P4	Elemento:	Columna A4	Elemento:	Columna GH1	Elemento:	Columna P2
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de retazos de encofrados o maderas recicladas de otras construcciones que se encontraban en estado deficiente. • Falta de inspección de los métodos constructivos y calidad de los materiales utilizados. • Desalineación de los encofrados. • Los encofrados no eran herméticos por lo que permitieron que la mezcla al ser vaciada saliera a través de los espacios libres entre las formaletas. 				<ul style="list-style-type: none"> • Las columnas tienen un mal acabado, estéticamente objetable. • Se tendrá que utilizar una mayor cantidad de material en los frisos debido a que la superficie presenta irregularidades y oquedades pronunciadas a lo largo de la columna. • Puente para el crecimiento de microorganismo vegetales, y la penetración de humedad, ya que la superficie es rugosa. 			



4.4.2 Diagnostico Losas:


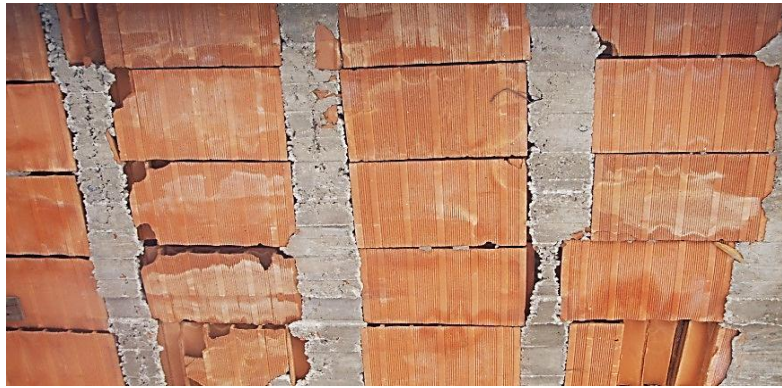
FORMATO DE DIAGNOSTICO			
<u>EFLORESCENCIA</u>			
			
Elemento:	LOSA E-7	Elemento:	LOSA T-4
CAUSAS		CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • La mala ejecución del proceso constructivo, es evidente el mal vibrado del concreto en la totalidad de las losas evaluadas esto ocasionó una alta porosidad y oquedades en los nervios que permiten el paso del agua. • La mala calidad de los materiales de construcción, obteniendo una mezcla con poca densidad, poco impermeable que permite el paso de la humedad y la penetración del agua por acción de la lluvia y el viento. • La eflorescencia observada en los bloques de arcilla se debe a la composición química de la materia prima utilizada en su elaboración, que reacciona con el agua. 		<ul style="list-style-type: none"> • Al no repararse se iniciaran procesos de deterioro en los nervios ya que la presencia de eflorescencias significa que el concreto no tiene la característica de ser impermeable es decir que permite el paso del agua, esto resultara en la corrosión del acero de refuerzo, el deterioro interno de la masa de concreto, afectando el comportamiento estructural de la losa, debilitándola. • La losa tendría una apariencia estéticamente no agradable, si no se elimina la eflorescencia por completo, esta traspasará el frisado que se utilice como acabado y la misma se presentará en la superficie. 	

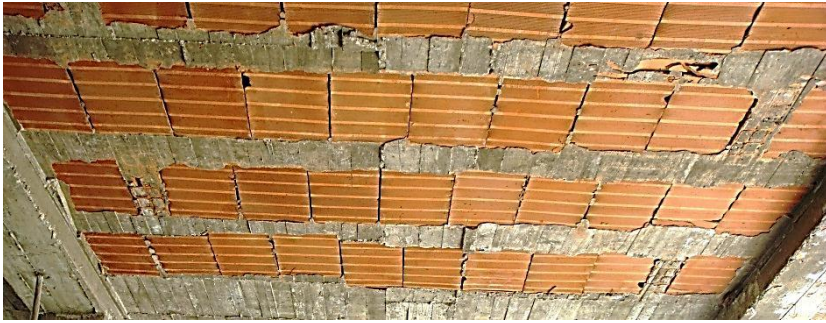

FORMATO DE DIAGNOSTICO	
BIOCAPA	
	
Elemento:	LOSA E-4
Elemento:	LOSA E-6
CAUSAS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Filtraciones en la losa de techo permitió que el agua proveniente de las lluvias se filtrara hacia las losas tanto de entepiso como de techo. • Las superficies de las losas son rugosas y no tienen ningún tipo de acabado excepto el dejado por el encofrado, facilitando el crecimiento y desarrollo de cultivos biológicos como el moho, hongos y vegetación. • Los puntos para tuberías e instalaciones eléctricas y sanitarias permiten el paso del agua proveniente de las lluvias y esta cae sobre la superficie de las losas acumulándose lo que mantiene la superficie húmeda permitiendo el crecimiento de la biocapa al aportar nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • La no remoción de esta biocapa resultara en que durante el ciclo de vida los microorganismos presentes en el moho y hongos despedirán sustancias que pueden causar ataques químicos en la masa de concreto, provocando fisuras, seguidamente estas acumularan agua en la superficie de la losa llegando a penetrarla y resultando en la corrosión del acero. • Se afectara la rigidez de la losa al degradar los agregados del concreto. • La escuela no cumplirá con los requerimientos higiénicos, necesarios ya que todos los mohos tienen el potencial de causar daño en la salud de las personas.

FORMATO DE DIAGNOSTICO	
DESINTEGRACIÓN	
	
Elemento:	LOSA E-1
Elemento:	LOSA E-7
CAUSAS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falla durante la colocación del encofrado. • Falta de aplicación de desmoldante. • Desencofrado agresivo, el retiro de los encofrados se realizo sin cuidados. • Se desencofro prematuramente. • Deterioro de la superficie por efecto del tiempo y la mala calidad de los materiales de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> • En casos graves se expondrá el acero a la acción del viento y la lluvia, produciendo su corrosión. • La losa perderá rigidez al perder sección con la desintegración de la masa de concreto. • Cuando se realice el frisado de la losa, se necesitara mas material ya que implicara una mayor reparación. • Aumento en el costo de la obra porque requerirá mayor cantidad de material.




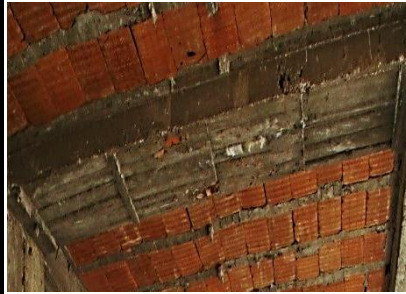
FORMATO DE DIAGNOSTICO	
DESCOLORACIÓN Y MANCHADO	
	
Elemento:	LOSA T-2
Elemento:	LOSA E-3
CAUSAS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de uniformidad de uno de los materiales de construcción utilizados en la mezcla de concreto posiblemente uno de los agregados finos o el cemento. • Falta de control de calidad en el almacenamiento y transporte de los materiales de construcción. • Acumulación de suciedad, y abandono de la estructura. • Mala colocación de los puntos de las instalaciones sanitarias y eléctricas que permiten la penetración del agua proveniente de las lluvias. • Envejecimiento del concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitara el desarrollo de biocapa y crecimiento de microorganismos. • Afecta la apariencia del acabado de la superficie. • Las manchas de humedad llevara al deterioro de la masa de concreto, y originaran mecanismos de deterioro y daños. • Cuando se realice el frisado de la superficie, se traspasara el manchado al frisado y se iniciara el proceso de deterioro de la superficie nuevamente.

FORMATO DE DIAGNOSTICO	
DEFECTOS DE MODULACIÓN	
	
Elemento:	LOSA E-2
Elemento:	LOSA E-1
CAUSAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad de los bloques de arcilla, que al momento del vaciado se desplazaron de su posición. • Falta de control de calidad de los procesos constructivos realizados durante el vaciado. • Altas velocidades del vaciado. • Falta de anclaje de los bloques de arcilla. • Mal armado de la losa. 	
CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Deformación de los nervios de la losa. • La respuesta de la losa ante la acción de las cargas a las que estará sometida la losa variara, ya que el diseño estructural requerido no fue ejecutado. • El acero de refuerzo que quedo descubierto quedara expuesto a la acción del agua y la humedad, y finalmente se corroerá si este no se protege. 	



FORMATO DE DIAGNOSTICO	
HORMIGUERO O CANGREJERA	
	
Elemento:	LOSA T-2
CAUSAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizó una dosificación inadecuada del concreto, la escasez de la cantidad de mortero es evidente. • La mezcla no se vibró de manera correcta. • Los materiales utilizados no fueron sometidos a un control de calidad. • Las técnicas de construcción ejecutadas por la mano de obra no fueron supervisadas adecuadamente. • Segregación de los agregados y componentes del concreto. 	
Elemento:	LOSA E-1
CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la resistencia del concreto. • La losa no responderá ante la acción de las cargas para las que fue diseñada afectando su funcionalidad y respuesta ante las mismas. • Se produjeron vacíos en el interior de los nervios. • Permitirá la penetración de la humedad y el agua proveniente de la lluvia y el viento que se traducirá en el deterioro de la superficie y finalmente corrosión del acero. 	

FORMATO DE DIAGNOSTICO			
REBABA			
			
Elemento:	LOSA E-4	Elemento:	LOSA E-1
CAUSAS		CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • La mano de obra no estaba calificada. • Descuido en las técnicas constructivas utilizadas en el encofrado de la losa • Materiales utilizados en el proceso de encofrado de mala calidad. • No se cuidó de que no existiese separación entre las formaletas. • El encofrado no era hermético. • Altas velocidades del vaciado. 		<ul style="list-style-type: none"> • A la hora de realizar el frisado de la superficie de la losa se necesitara una mayor cantidad de materiales para igualar la superficie. • Incremento de los costos de la obra, por el aumento de la cantidad de materiales a usar. • Facilita la penetración de la humedad por las imperfecciones en la superficie del concreto 	



4.4.3 Diagnostico Vigas:




FORMATO DE DIAGNOSTICO							
EFLORESCENCIA							
							
Elemento:	Viga P-Q4	Elemento:	Viga KL-1-2	Elemento:	Viga FG-2	Elemento:	Viga GH-2-3 PA
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • La exposición de las columnas a la intemperie, permitió la incidencia directa de la lluvia, el viento y la humedad. • La mala calidad de los materiales constructivos. • Un mal control de calidad durante la ejecución de los vaciados, y encofrados que permitió la formación de oquedades en la superficie que facilitaron el ingreso del agua que disolvió las sales presentes en el mortero. • Deficiencias en el diseño de mezcla, provocaron una mala gradación de los agregados que disminuyo la densidad del concreto disminuyendo así su hermeticidad y facilitando el paso del agua que es el agente mas importante en el desarrollo de esta patología. 				<ul style="list-style-type: none"> • Si no se elimina se producirá el traspaso de la eflorescencia al frisado de acabado final que se utilice en la viga. • La humedad que penetró la viga iniciara mecanismos de deterioro como la corrosión del acero de refuerzo. • No será visualmente agradable para las personas que laboran diariamente y a los escolares. • Facilitará la aparición de biocapa, el crecimiento de microorganismos. 			



FORMATO DE DIAGNOSTICO							
HORMIGUERO O CANGREJERA							
Elemento:	Viga NI-1	Elemento:	Viga NI-3	Elemento:	Viga NI-2	Elemento:	Viga EF-2
CAUSAS				CONSECUENCIAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Mala ejecución de la compactación y vibrado del concreto vaciado. • Cambios en el diseño de mezcla, utilizado para la preparación de la mezcla utilizada en el vaciado. • Escasez de mortero en la mezcla de concreto. • Disgregación de los componentes de la mezcla. • Falta de inspección de los vaciados de la obra. • Falta de control de calidad de los materiales utilizados y los procesos constructivos. 				<ul style="list-style-type: none"> • Permitirá el paso del agua, y la humedad hasta el acero de refuerzo ocasionando su corrosión. • Al encontrarse a la intemperie sin ningún tipo de protección se inicia el crecimiento de mohos y hongos provenientes de la humedad y el aire circundante. • Al ser la superficie rugosa esta se convertirá en un ambiente perfecto para la colonización de microorganismos vegetales. • Heterogeneidad de las resistencias en la viga. • Disminución de la resistencia de diseño de la viga. 			

FORMATO DE DIAGNOSTICO			
BIOCAPA			
			
Elemento:	Viga FG-2	Elemento:	Viga IJ-2; J-KL-2; LM-2 (Se Observan 3 Vigas)
CAUSAS		CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • La superficie de las vigas presenta oquedades y cangrejas siendo estas superficies rugosas se convierte en ambientes con altos índices de humedad que facilitan el desarrollo de microorganismos vegetales. • La exposición continua a los efectos de la lluvia, el viento y la humedad. • Acumulación de humedad proveniente de las losas. • El crecimiento de biocapa en la superficie de las losas. 		<ul style="list-style-type: none"> • Al no ser removidas el crecimiento de la biocapa no se detendrá y esta comenzara a penetrar mas profundamente acumulando humedad y agua, esta corroerá los aceros de refuerzas. • Se iniciarán mecanismos de deterioro debido al crecimiento de la biocapa ya que las mismas despiden sustancias que reaccionan con los componentes del mortero. • Convertirán la escuela en un espacio dañino para la salud de sus usuarios ya que todos los tipos de mohos son perjudiciales. 	

FORMATO DE DIAGNOSTICO			
DECOLORACIÓN Y MANCHADO			
			
Elemento:	Viga FG-2	Elemento:	Viga EF-2
CAUSAS		CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones del color del concreto provocado por la falta de uniformidad de uno de los materiales utilizados en la mezcla de concreto. • La mala colocación y no sellado de los puntos para instalaciones sanitarias permiten el paso del agua proveniente de la lluvia a través de la viga. • La utilización de encofrados sucios donde no se removió el desmoldante y este se adhirió a la superficie del concreto. • Manchas provocadas por la eflorescencia. • La suciedad que rodea a la obra y el estado de abandono de la misma resultando en una falta de mantenimiento. 		<ul style="list-style-type: none"> • Aceleración del mecanismo de deterioro de la masa de concreto. • En caso de manchas de humedad, se profundizaran y corroerán los aceros de refuerzo, promoverán el desarrollo de biocapa al crear un ambiente con nutrientes suficientes para su crecimiento. • Si no se remueve las manchas traspasaron el frisado del acabado final, resultando en el deterioro del aspecto de la obra culminada. 	

FORMATO DE DIAGNOSTICO			
DESINTEGRACIÓN			
			
Elemento:	Viga EF-1	Elemento:	VIGA ÑOPQ-4
CAUSAS		CONSECUENCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Mala calidad de los materiales de construcción utilizados en la mezcla de concreto. • Desencofrado agresivo o prematuro. • Evaporación de desmoldante utilizado en los encofrados. • Mala compactación y vibrado de la viga, que produjo zonas débiles en el concreto que se desprendieron por acción del viento y la humedad. • No se cumplió con el recubrimiento mínimo. • Se realizo un repicado donde no se reintegro la masa de concreto retirada, dejando a la exposición el acero de refuerzo. • Falta de inspección durante la ejecución de la obra. • No se realizaron los controles de calidad necesarios para asegurar la calidad de las técnicas de construcción. 		<ul style="list-style-type: none"> • Exposición del acero. • Corrosión del acero de refuerzo. • Permite el paso del agua y la humedad, aparecerán eflorescencias y manchas de humedad. • Perdida de la rigidez de las vigas. • Facilitara el crecimiento de cultivos biológicos. • Se disminuye la resistencia de diseño de la viga. • Variación de la respuesta de las vigas ante la acción de las cargas. • Aumento en la cantidad de materiales necesarios para la finalización de la obra, frizado y acabado final. • Aumento de los costos por aumento de los materiales a utilizar. 	

FORMATO DE DIAGNOSTICO					
REBABA					
					
Elemento:	Viga A 2-3	Elemento:	Viga O 1-2	Elemento:	GH 1-2
CAUSAS			CONSECUENCIAS		
<ul style="list-style-type: none"> • La madera utilizada para la elaboración de los encofrados era reciclada, y de pequeñas dimensiones, provocando que el encofrado se compusiera de pequeños retazos. • La falta de hermeticidad del encofrado. • Separación excesiva entre los trozos de madera que componían el encofrado. • Velocidad alta de vaciado. • Falta de control de calidad y supervisión de las técnicas de construcción empleadas. • Mano de obra no calificada. 			<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la cantidad de materiales a utilizar para el acabado final de la viga como el friso. • Aumento en el costo de la obra, para ser finalizada. • Irregularidad y discontinuidad de la viga. • Estéticamente no agradable, es necesaria la mejora la superficie de la viga. • Sobre los bordes se propiciara la acumulación de agua, resultando en aumento de la humedad sobre la superficie de la viga iniciando el crecimiento de microorganismos biológicos como hongos y mohos. 		

FORMATO DE DIAGNOSTICO	
CRÁTERES	
	
Elemento:	VIGA ÑQ-4
Elemento:	VIGA GH-2-3 PA
CAUSAS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Una mala compactación del concreto, ineficiente eliminación del aire atrapado cuando el mismo se encuentra en estado fresco. • Una relación a/c alta que dificulta la evaporación del agua. • Incorporación accidental de aire extra durante el proceso, transporte o mezclado del concreto. • Una relación a/c muy baja, resultando en una mezcla poco trabajable, que entorpece la colocación del vaciado y el proceso de compactación y vibración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al formarse espacios vacíos en el concreto, estos permitirán el paso de humedad y agua, acumulándola, iniciando procesos de deterioro en el concreto, propiciando el desarrollo de cultivos biológicos. • Disminución de la resistencia del concreto de las vigas. • Corrosión del acero de refuerzo al permitir el paso de la humedad. • Crearan zonas débiles en las vigas, por la heterogeneidad de la resistencia. • La masa de concreto que constituye a la viga se deteriora.



CAPITULO V

LA PROPUESTA

5.1 Propuesta de Adecuación Estructural:

La intervención (rehabilitación) de edificaciones, se realiza si se presenta faltas de rigidez, resistencia, baja capacidad de deformación o ductibilidad de la estructura; en este caso se plantea debido a la falta de capacidad portante, es decir, se desea aumentar la resistencia última de toda la estructura. Para lograr esto es necesario establecer una estrategia de rehabilitación, la cual a su vez requiere la implementación de técnicas o medidas para corregir las deficiencias.

El método de rehabilitación seleccionado es el de Recrecido de Sección con Concreto Reforzado debido a las insuficiencias de acero que presentan los elementos. Esta técnica trae como ventaja la de proporcionar altas resistencias así como también aumentar la rigidez, aunque es necesario destacar que la rigidez no causa problemas en la edificación. Esta solución es la más realista, segura y confiable debido a las características de capacidad de resistencia que presenta. Siendo estos los que aseguran un buen y aceptable comportamiento de la estructura ante las sollicitaciones de carga a las que puede estar sometida. Esta opción estudia la estructura existente tomando en cuenta la sección del concreto para contribuir en la estabilidad de la estructura a proyectar, Estos cálculos fueron realizados



nuevamente con la ayuda del programa de cálculo estructural y es la probable solución del problema.

Los elementos estructurales que deberán ser reforzados son las columnas de entrepiso, las columnas del nivel uno y las vigas de entrepiso, debido a que las vigas del nivel techo cumple con el acero requerido no es necesaria su intervención; La población estudiada resulto tener un alto grado de desviación en la resistencia a Compresión del concreto, por debajo del parámetro establecido. A continuación se muestra un resumen de los datos obtenidos de la nueva evaluación sísmica con las nuevas dimensiones propuestas.

Una vez obtenidos los nuevos valores de acero mostrados en la tabla 12 y la tabla 13, se especifico el acero faltante en cada uno de los elementos; y se procedió a establecer la cantidad de barras acero necesaria para satisfacer lo requerido. Así mismo, se planteo la nueva sección transversal con el detallado de acero de refuerzo. Ver Apendice F

Procedimiento Para Realizar El Recreido De La Sección Transversal De Vigas Y Columnas

- Se repicara el elemento hasta llegar al acero de refuerzo (estribo/ligadura) a mano.
- Para la colocación del acero negativo, se repicara el nodo para así poder
- Se deberá limpiar el acero existente; tomar las previsiones necesarias en caso de que exista oxidación o corrosión.
- Se utilizara concreto proyectado previa colocación del puente de adherencia (para asegurar monolitismo del elemento) en la superficie de concreto endurecido, manteniendo cierta rugosidad en esta superficie



- Se dispondrá de nuevos estribos o ligaduras para confinar este acero longitudinal propuesto, dejando un recubrimiento de 5 cm.

Para facilitar el trabajo de recrecido, se recomienda usar concreto proyectado sobre cabeza, ya que el aumento de secciones fue de tan solo 5cm lo que dificultaría un vaciado; el concreto proyectado será aplicado por capas, mediante el lanzado repetitivo sobre la misma área o en una operación subsecuente.

Tabla 12. Propuesta de vigas:

	Viga	Dimensión	A - Colocado	A - Requerido	Chequeo A - Faltante (cm ²)	As Recomendado	A + Colocado	A + Requerido	Chequeo A+ Faltante (cm ²)	As Recomendado
Nivel: Planta Baja	1 (A-G)	35x45	7,92	8,99	1,07	3 Ø ½ " 3,8 cm ²	7,92	6,54	-	3 Ø ½ " 3,8 cm ²
	2 (A-G)	35x45	7,92	10,48	2,56		7,92	6,52	-	
	3 (A-G)	35x45	7,92	10,56	2,64		7,92	6,55	-	
	4 (A-G)	35x45	7,92	9,79	1,87		7,92	6,37	-	
	A (1-4)	35x45	7,92	9,97	2,05		7,92	9,15	1,23	
	B (1-4)	65x35	9,66	12,11	2,45		9,66	10,63	0,97	
	C (1-4)	65x35	9,66	11,21	1,55		9,66	9,78	0,12	
	D (1-4)	65x35	9,66	10,42	0,76		9,66	9,04	-	
	E (1-3)	65x35	9,66	9,50	-		9,66	8,40	-	
	F (1-3)	65x35	9,66	8,92	-		9,66	7,87	-	
	G (1-3)	65x45	9,66	9,53	-		9,66	8,80	-	



Tabla 13. Propuesta: Columnas 40x40 cm, tanto para las columnas de entrepiso como las columnas del nivel 1:

	NIVEL 1					TECHO 1	TECHO 1				
	Columna	As Colocado (cm2)	As Requerido (cm2)	As Faltante (cm2)	As Recomendado		Columna	As Colocado (cm2)	As Requerido (cm2)	As Faltante (cm2)	As Recomendado
NIVEL 1	A1	15.84	44.66	28.82	8 Ø 7/8 " 31,02cm2	A1	15.84	16	0.16	4 Ø 1/2 " 5,07 cm2	
	B1	15.84	45.22	29.38		B1	15.84	17.54	1.7		
	C1	15.84	42.35	26.51		C1	15.84	16	0.16		
	D1	15.84	40.41	24.57		D1	15.84	16	0.16		
	E1	15.84	39.47	23.63		E1	15.84	16	0.16		
	F1	15.84	39.76	23.92		F1	15.84	16	0.16		
	G1	15.84	38.72	22.88	10 Ø 7/8 " 38,78cm2	G1	15.84	16	0.16		
	A2	15.84	52.83	36.99		A2	15.84	19.27	3.43		
	B2	15.84	56.14	40.3		B2	15.84	19.11	3.27		
	C2	15.84	50.54	34.7	8 Ø 7/8 " 31,02cm2	C2	15.84	16.46	0.62		
	D2	15.84	46.85	31.01		D2	15.84	16	0.16		
	E2	15.84	45.77	29.93		E2	15.84	16	0.16		
	F2	15.84	45.53	29.69		F2	15.84	16	0.16		
	G2	15.84	43.77	27.93	10 Ø 7/8 " 38,78cm2	G2	15.84	16.93	1.09		
	A3	15.84	53.52	37.68		A3	15.84	20.07	4.23		
	B3	15.84	57.12	41.28		B3	15.84	19.33	3.49		
	C3	15.84	52.7	36.86	8 Ø 7/8 "	C3	15.84	16.31	0.47		
	D3	15.84	46.82	30.98		D3	15.84	16	0.16		
	E3	15.84	26.75	10.91	6 Ø 5/8 "	E3	15.84	14.58	-		
	F3	15.84	26.92	11.08		F3	15.84	14.92	-		
G3	15.84	38.95	23.11	8 Ø 7/8 " 31,02cm2	G3	15.84	16	0.16			
A4	15.84	46.02	30.18		A4	15.84	16	0.16			
B4	15.84	46.5	30.66		B4	15.84	17.49	1.65			
C4	15.84	44.65	28.81		C4	15.84	16.96	1.12			
D4	15.84	39.84	24		D4	15.84	16	0.16			



5.2 Propuesta de Rehabilitación Patológica.

PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN-COLUMNAS	
HORMIGUEROS O CANGREJERAS PROFUNDAS DONDE SE EXHIBE EL ACERO Y DESINTEGRACIÓN	
Solución Planteada	Materiales y equipos a utilizar
<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar el concreto dañado, donde se observe la segregación de los materiales y fragilidad, hasta llegar al concreto y acero, sano y resistente, utilizando un rompedor manual como un martillo y cincel, para evitar dañar el concreto sano que permanecerá. Se debe alcanzar retirar el concreto hasta detrás del acero. • Preparar la superficie para obtener una rugosa que permita la adherencia, utilizando un método de preparación mecánica como la escarificación manual para disminuir el impacto al concreto que permanecerá. • Limpiar todas las superficies del concreto y el acero de toda impureza observada, restos de concreto y polvo, para asegurar la correcta adherencia entre el mortero y el concreto existente, se recomienda utilizar sopleteado de arena. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recomendamos para este tipo de obra, la utilización del concreto proyectado sin aditivos ya que la misma no se encuentra en un ambiente agresivo, como por ejemplo ambiente marino o en contacto con sustancias químicas, además su fácil colocación en cuanto a las adecuaciones necesarias para la utilización del concreto tradicional. <p>Refuerzo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizara un recocado en la sección de las columnas este procedimiento se describirá más adelante. 	<p>Saneado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martillo y cincel. • Escarificadora. • Equipo para sopleteado de arena, preferiblemente que funcione con un compresor que no trabaje con aceite para evitar la contaminación de la superficie. <p>Reparación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreto proyectado. • Equipo para la elaboración de encofrado, vaciado, vibrado y curado del concreto.
	Alternativas a la solución planteada
	<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de sopleteado para la remoción del concreto. • Adicionalmente proteger el acero de refuerzo con morteros epóxicos. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reparar con concreto modificado con polímeros. • Mortero con base cemento modificado con polímeros. • Concreto lanzado. • Concreto tradicional.
	Mantenimiento
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar un revestimiento de protección contra agresividad ambiental como morteros modificados con epóxicos, selladores de silicón para impermeabilizar la superficie y renovar.



PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN-COLUMNAS		
HORMIGUEROS O CANGREJERAS POCO PROFUNDAS, CRÁTERES y REBABAS		
<u>Solución Planteada</u>	<u>Materiales y equipos a utilizar</u>	
<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar el concreto dañado, donde se observe la segregación de los materiales en el caso de las cangrejeras, para los cráteres solo limpie la superficie se puede realizar con un cepillado de cerdas de metal. • Preparar la superficie para obtener una rugosa, retirando láminas de material para permitir la adherencia, utilizando un método de preparación mecánica como la escarificación manual para disminuir el impacto al concreto que permanecerá. • Limpiar todas las superficies del concreto de cualquier polvo, impurezas o grasa. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recomendamos para este tipo de obra, la utilización de morteros a base de cemento ya que solo se necesita rellenar las pequeñas cavidades de los cráteres y nivelar la superficie. <p>Refuerzo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debido a que la estructura necesita se reforzada, se realizara un recrecio en la sección de las columnas este procedimiento se describirá mas adelante. 	<p>Saneado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martillo y cincel. • Cepillo con cerdas de metal. • Escarificadora. <p>Reparación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mortero a base de cemento. • Equipo para colocación de mortero. 	
		<u>Alternativas a la solución planteada.</u>
		<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de sopleteado para la limpieza de la superficie. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reparar con morteros de base epoxi o poliéster. • Mortero con base cemento modificado con polímeros.
		<u>Mantenimiento</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar un revestimiento de protección contra agresividad ambiental como morteros modificados con epóxicos, selladores de silicón para impermeabilizar la superficie y renovar. 	



PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN- LOSAS Y VIGAS		
<u>HORMIGUEROS O CANGREJERAS PROFUNDAS DONDE SE EXHIBE EL ACERO Y DESINTEGRACIÓN</u>		
<u>Solución Planteada</u>	<u>Materiales y equipos a utilizar</u>	
<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el caso donde se encuentre concreto que remover eliminar el concreto dañado, donde se observe la segregación de los materiales y fragilidad, hasta llegar al concreto y acero, sano y resistente, utilizando un rompedor manual como un martillo y cincel. Se debe alcanzar retirar el concreto hasta detrás del acero. En el caso de no tener concreto que retirar proceda a la limpieza del acero. • Preparar la superficie para obtener una rugosa que permita la adherencia, utilizando un método de preparación mecánica como la escarificación manual para disminuir el impacto al concreto que permanecerá. • Limpiar todas las superficies del concreto y el acero de toda impureza observada, restos de concreto y polvo, para asegurar la correcta adherencia entre el mortero y el concreto existente, se recomienda utilizar sopleteado de arena. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recomendamos para este tipo de obra, la utilización del concreto proyectado para la facilidad de colocación, en vigas planas y losas. <p>Refuerzo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizara un recrecido en la sección de las vigas este procedimiento se describirá mas adelante. Las losas no serán reforzadas solo reparadas. 	<p>Saneado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martillo y cincel. • Escarificadora. • Equipo para sopleteado de arena, preferiblemente que funcione con un compresor que no trabaje con aceite para evitar la contaminación de la superficie. <p>Reparación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreto proyectado y aditivos acelerantes de fraguado. • Equipo de bombeo neumático. 	
		<u>Alternativas a la solución planteada.</u>
		<p>Saneado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de sopleteado para la remoción del concreto. • Adicionalmente proteger el acero de refuerzo con morteros epóxicos. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reparar con concreto modificado con polímeros. • Mortero con base cemento modificado con polímeros. • Concreto lanzado. • Concreto tradicional.
		<u>Mantenimiento</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar un revestimiento de protección contra agresividad ambiental como morteros modificados con epóxicos, selladores de silicón para impermeabilizar la superficie y renovar. 	



PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN- VIGAS, LOSAS Y COLUMNAS	
<u>EFLORESCENCIAS</u>	
<u>Solución Planteada</u>	<u>Materiales y equipos a utilizar</u>
<p>Saneado y reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Debido que las eflorescencias observadas son de color blanco, las sales presentes son sulfatos y carbonatos. <p>Eflorescencias de grado bajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se recomienda el cepillado de cerdas y lavado con agua pura a presión. Si el agua requerida para remover la eflorescencia es elevado se recomienda el secado artificial para prevenir la penetración de la humedad. <p>Eflorescencias de grado medio y alto:</p> <ul style="list-style-type: none"> En estos casos la sal es dura y resulta difícil de disolver, se recomienda la utilización de cepilladoras eléctricas. Luego que se cepille limpiar la superficie para remover cualquier tipo de impurezas y polvo utilizado sopleteado con agua a alta presión. <p>Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar una capa de tratamiento de silicón para impermeabilizar la superficie y proteger al elemento del paso del agua y humedad. 	<p>Saneado y reparación:</p> <p>Eflorescencias de grado bajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cepillo de cerdas metálicas. Sistema de bombeo de agua. Equipos de Secado. <p>Eflorescencias de grado medio y alto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cepilladora eléctrica. Equipo de bombeo para el sopleteado de agua. <p>Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recubrimiento de silicón.
	<u>Alternativas a la solución planteada.</u>
	<ul style="list-style-type: none"> La utilización de la limpieza química reemplazando el agua con ácido clorhídrico, igualmente a presión por medio de un sistema de bombeo. Utilizar como protección recubrimiento anti-carbonatación.
	<u>Mantenimiento</u>
	<ul style="list-style-type: none"> Renovar las capas de protección cuando estas comiencen a deteriorarse y pierdan su función de protección.



PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN- VIGAS, LOSAS Y COLUMNAS	
<u>BIOCAPA Y DECOLORACIÓN Y MANCHADO</u>	
<u>Solución Planteada</u>	<u>Materiales y equipos a utilizar</u>
<p>Detener la fuente de humedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Retirar el concreto que se encuentra afectada por el moho, hongos y manchas de humedad, hasta llegar al concreto sano y resistente se puede identificar aquel que no se desprenda fácilmente con un martillo y cincel para preservar el concreto que permanecerá. <p>Detener la fuente de las manchas de oxido:</p> <ul style="list-style-type: none"> Retirar los clavos, alambres y elementos metálicos que se encuentren anclados al concreto. Limpiar la superficie utilizando un cepillado eléctrico para retirar todas las manchas de oxido. <p>Reemplazar el concreto deteriorado:</p> <ul style="list-style-type: none"> En el caso de que la cantidad de concreto removido afecte la sección transversal del elemento es necesaria el reemplazo con concreto proyectado para todo los elementos. Cuando no se afecte la sección transversal como en el caso de oquedades se recomienda la utilización de mortero a base de cemento. <p>Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar una capa de tratamiento de silicón para impermeabilizar la superficie y proteger al elemento del paso del agua y humedad. Sellar todos los puntos de las instalaciones sanitarias. 	<p>Detención de las fuentes de humedad y decoloración</p> <ul style="list-style-type: none"> Martillo y cincel. Cepilladores eléctricos. Equipo saca clavos. <p>Reemplazo del concreto deteriorado</p> <ul style="list-style-type: none"> Concreto proyectado. Mortero a base de cemento. <p>Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pastas de sellado para tuberías. Recubrimiento de silicón
	<u>Alternativas a la solución planteada.</u>
	<ul style="list-style-type: none"> La utilización de la limpieza química para remover la biocapa. Utilizar como protección recubrimiento anti-carbonatación. Aplicación de desactivadores antisal.
	<u>Mantenimiento</u>
	<ul style="list-style-type: none"> Renovar las capas de protección cuando estas comiencen a deteriorarse y pierdan su función de protección. Inspeccionar que no aparezcan filtraciones en las losas de techo, y en las instalaciones sanitarias.



PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN- LOSAS		
<u>DEFECTO DE MODULACIÓN</u>		
<u>Solución Planteada</u>	<u>Materiales y equipos a utilizar</u>	
<p>Para las losas con desalineación o deformación de los nervios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Retirar el concreto de los nervios, verificar el estado del mismo es decir si esta sano, verificar el estado del acero, y si es necesaria la limpieza del mismo, aplicar un método como el sopleteado con arena. Luego proceder a retirar los bloques de arcilla que presentan la desviación, y ocupan la posición del nervio. Colocar un encofrado que permita devolver al nervio la sección transversal de diseño, y su alineación con respecto al armado de la losa, en caso de ser necesario para el vaciado del concreto a reemplazar. Para esta obra, se propone utilizar concreto proyectado, por la facilidad de colocación que ofrece debido a la posición horizontal y evitar la demolición de la loseta de concreto de la losa nervada. <p>Para las losas con falta de concreto, y exposición del acero de refuerzo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Limpiar el acero de refuerzo, en caso de presencia de oxidación, utilizar el sopleteado con arena. Retirar el concreto deteriorado, y limpiar de toda impureza o polvo que se presente en la superficie. Reemplazar el concreto retirado, se recomienda para esta obra el concreto proyectado como mencionamos anteriormente. 	<p>Remplazo del concreto deteriorado.</p> <ul style="list-style-type: none"> Escarificadora manual. Concreto proyectado. Mortero a base de cemento. Equipo para concreto proyectado. <p>Limpieza del acero de refuerzo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sopleteadora de arena. Compresor de aire. <p>Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pastas de sellado para tuberías. Recubrimiento de silicón 	
	<u>Alternativas a la solución planteada.</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar concreto tradicional. Equipo para encofrado, vaciado, vibrado y curado. 	
	<u>Protección</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar una capa de tratamiento de silicón para impermeabilizar la superficie y proteger al elemento del paso del agua y humedad. 	
	<u>Mantenimiento</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Renovar las capas de protección cuando estas comiencen a deteriorarse y pierdan su función de protección. Inspeccionar que no aparezcan filtraciones en las losas de techo, y en las instalaciones sanitarias. 		



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al definir el estado actual de la estructura, inmediatamente se infiere en las posibles causas del deterioro de la misma, se establecen los ensayos y evaluaciones necesarias para detectar los daños, y de igual manera se visualiza una posible propuesta de intervención.
- Es necesaria una metodología o estrategia para evaluar la capacidad resistente de edificios existentes y así llevar a la estructura a su nivel de función original o más alto, incluyendo durabilidad y resistencia.
- Al igual que en el estudio sismorresistente, en el estudio patológico es necesaria seguir una metodología para asegurar que durante el estudio, se evalúen correctamente todos los daños observados y se identifiquen las verdaderas causas, para emitir un diagnóstico acertado.
- La elaboración de formatos para la recolección de antecedentes, levantamientos de daños, y diagnóstico de la estructura facilita el estudio patológico.
- Los daños presentes en la estructura son congénitos es decir se ocasionaron durante la fase de diseño y concepción del proyecto, y se agravaron por acciones físicas y biológicas, y abandono de la misma.



- La construcción de elementos de concreto armado que cumplan con las especificaciones de diseño y acabados estéticos requeridos es posible se sigue un proceso planeado y estandarizado, con materiales y equipos de calidad, mano de obra calificada y una supervisión eficiente.
- La improvisación causada por la falta de planeación lleva a la selección de procedimientos constructivos inadecuados, que no permiten que el concreto desarrolle las cualidades de uno definido como concreto estructural.
- La solución definitiva de los daños y deficiencias presentes en la estructura depende del diagnóstico patológico y la evaluación ante eventos sísmicos, debido que ellos definirán el método de rehabilitación más adecuado en caso de ser necesario.
- La rehabilitación antes de un evento es sin duda la mejor estrategia para mitigar el desastre, el objetivo de intervención es proporcionar a la edificación la capacidad resistente requerida en los códigos actuales y devolver a la misma las características de capacidad, durabilidad y serviciabilidad.
- El trabajo de investigación realizado contribuye con los estudios y avances ingenieriles de la actualidad, además que aporta un amplio conocimiento en cuanto a la patología y adecuación del concreto.
- El recrecido de las vigas y columnas, junto con la reparación de las patologías constituyen la propuesta de rehabilitación de este trabajo.



Recomendaciones

- Durante la fase de recolección de datos, es necesario conseguir la mayor cantidad de antecedentes para así tener una idea más clara y acertada de las especificaciones tomadas en el diseño del proyecto, su ejecución y las posibles causas que originaron la aparición de los daños.
- Antes de la aplicación del formato de levantamiento de daños es necesario tener claros los conceptos de cada patología y como las mismas se presentan en la estructura, para su correcta identificación.
- Es necesario realizar una inspección preliminar para determinar las herramientas y equipos necesarios a utilizar durante la inspección patológica.
- La utilización de la técnica de recuento fotográfico provee de pruebas indiscutibles, sobre los daños que se presentan.
- La realización de ensayos destructivos y no destructivos esclarecen dudas acerca de las situaciones que se están presentando que no se pueden detectar visualmente.
- Se debe evitar la improvisación en los diseños de mezcla ya que un cambio en la dosificación del concreto, originara la aparición de otros defectos. Se deben monitorear y planificar el transporte y almacenamiento de los materiales de construcción. Al igual que la supervisión de todos los procesos constructivos empleados para lograr los resultados deseados.
- Cumplir con los requerimientos estructurales no es suficiente también es necesario cumplir con los requerimientos de serviciabilidad y los aspectos estéticos también juegan un papel importante.
- Para un adecuado proyectado de las estructuras nuevas propuestas, así como su adecuada ejecución, se deben tomar en cuenta todas las



condiciones de la zona así como también todas las irregularidades que se han cometido en la ejecución de las obras actuales a fin de evitar que se sigan realizando y garantizar así calidad y permanencia en el tiempo de las obras que ejecute la secretaria de infraestructura

- A la hora de que se presenten daños en una estructura durante la fase de ejecución, la misma no se debe abandonar ya que ocasionará la aparición de nuevas patologías por acción del tiempo y la exposición a la agresividad del ambiente.
- Las soluciones de rehabilitación se deben centrar en desarrollar técnicas simples, estándar, que satisfagan las necesidades de la estructura pero a su vez se adapten a los requerimientos para la seguridad pública con la menor interrupción de vida social, a la disponibilidad de los materiales, mano de obra, y la disponibilidad monetaria vayan acorde con los costos de las mismas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Macías, M; Calderín, F; Ruiz, J.M. (2011). *Diagnóstico Estructural del edificio club San Carlos*. Instituto de información científica y tecnológica. Santiago de Cuba. Cuba.

Astorga, A., & Rivero, P. (2009). *MÓDULO III. Vulnerabilidad de la Planta Física Educativa*. Recuperado en Agosto 2012, de www.cigir.org.

Figuroa, T., & Palacio, R. (2008). *Patologías, Causas Y Soluciones Del Concreto Arquitectónico En Medellín*. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Medellín. Colombia.

Acosta, I., & Duarte, E. (2007). *Evaluación estructural de las edificaciones escolares tipo STAC ante un evento sísmico*. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

Nava, J., & Rossodivita, J. (2006). *Propuesta Metodológica Para El Estudio De Patologías En Estructuras Residenciales De Concreto Armado Y Acero*. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

González, C. (2002). *Análisis Estructural*. México: Limusa.

Sánchez, E (2007). *Construcción De Estructuras De Hormigón Armado*. (1era Edición). Madrid: Delta publicaciones.

Porrero, J., & Ramos, C., & Grases, J (2003). *Manual del concreto fresco*. Caracas: Sidetur.

Astorga, A., & Rivero, P. (2009). *MÓDULO III. Patología en las edificaciones*. Recuperado en Agosto 2012, de www.cigir.org.

Comisión Venezolana De Normas Industriales. *Norma Covenin 2002-88. Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones*. Venezuela.

Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS). *Manual de construcción sísmorresistente de viviendas de bahareque encementado*. Recuperado en Agosto 2012, <http://www.col.ops-oms.org>.

Sánchez, D. (2003). *Durabilidad y patología del concreto*. (1era Edición). Colombia: Asociación Colombiana de productores de concreto.

Muñoz, h. (2001). *Diagnostico y evaluación de las estructuras en concreto*. Seminario de Asociación Colombiana de productores de concreto Asocreto. (Noviembre 22 y 23 de 2001: Bogotá).

Universidad Pedagógica Libertador.(2006). *El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*.(Reimpresión 2006).Venezuela: FEDEUPEL.

Arias,f. (2006).*El proyecto de investigación*. (3era Edición). Caracas: Episteme.

Sampieri, R. (1991). *Metodología de la investigación*. (1era edición). México: Mc Graw Hill.

Stracuzzi, P., & Pestana, F. (2008). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Mexico: McGraw Hill.

Mertens, C (2005). *Research and evaluation in education and psychology: integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. (2a. Edición) Thousand Oaks: Sage.

Büchner,G.,& Bayer AG, Krefeld-Uerdingen. La eflorescencia en el Hormigón. Recuperado en Octubre 2012, de www.ich.cl/docs.

Helene, P., & Pereira, F. (2007). *Rehabilitación y Mantenimiento de estructuras de concreto*. Sao Paulo: CARGRAPHICS.

Duran, L. (2011). Rehabilitación de Estructuras de Concreto Reforzado. Simposio Patología de las estructuras. (pág. 197). Valencia: Sika.

De la Torre, O. (2001). *Guia para reparar estructuras de concreto*. Mexico D.f: Intituo Mexicano del cemento y el concreto.

ANEXOS

APÉNDICE A. Análisis de Carga

Sobrecarga Permanente:

- *Losa de Entrepiso*
 - *Peso Propio de la losa, espesor 30cm: 360 Kg/m²*
 - *Granito Artificial: 100 Kg/m²*
 - *Friso Acabado Liso (Sobrepiso de 2cm Mortero de Cal y Cemento): 35 Kg/m²*
 - *Tabiquería Mínima: 150 Kg/m²*
 - TOTAL: 645 Kg/m²**

- *Losa Nivel Techo Recto:*
 - *Peso Propio de la losa, espesor 30cm: 360 Kg/m²*
 - *Manto asfáltico en una sola capa reforzada interiormente y con acabado exterior 4mm de espesor: 5 Kg/m²*
 - *Friso Acabado Liso (Sobrepiso de 2cm Mortero de Cal y Cemento): 35 Kg/m²*
 - TOTAL: 400 Kg/m²**

- *Losa Nivel Techo con Pendiente:*
 - *Peso Propio de la losa, espesor 30cm: 360 Kg/m²*
 - *Manto asfáltico en una sola capa reforzada interiormente y con acabado exterior 4mm de espesor: 5 Kg/m²*
 - *Friso Acabado Liso (Sobrepiso de 2cm Mortero de Cal y Cemento): 35 Kg/m²*
 - *Tejas Curvas de arcilla con mortero de asiento: 100 Kg/m²*
 - TOTAL: 500 Kg/m²**

APÉNDICE B. Antecedentes y Datos de la Obra

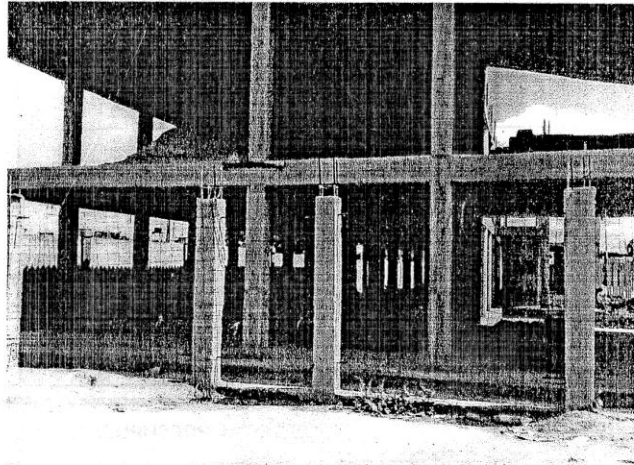
APENDICE C. Ensayo Esclerométricos en Columnas, Vigas



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
AV. Las Delicias con Calle Camoruco N° 45-1
Maracay, Edo. Aragua. Tlf: 0414-5883776
Rif: J-31476239-7 / Nit: 0501062332

**EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN
CON ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (ENSAYOS ESCLEROMETRICOS)
EN COLUMNAS, VIGAS Y LOSA DE FUNDACIÓN, EN UNIDAD
EDUCATIVA LOS CHAGUARAMOS, MCPIO. DIEGO IBARRA,
ESTADO CARABOBO.**

2 da. QUINCENA DE SEPTIEMBRE DE 2008



Elaborado por:
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO.
LABSUCON C.A.

Solicitante:
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO.
(SINFRA)

y Losas



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
AV. Las Delicias con Calle Camorúco, Nº 45-1
Maracay. Edo. Aragua. Tlf: 0414-5883776
Rif. J-31476239-7 / Nit: 0501062332

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

De los resultados obtenidos de los ensayos in situ se puede concluir lo siguiente:

- Se realizaron ensayos a un grupo de columnas seleccionadas aleatoriamente.
- Se evaluaron un grupo de columnas por cada eje, en cada nivel.
- Se evaluó de igual manera la losa de fundación y vigas de carga.
- Se procedió a realizar la evaluación clasificando las estructuras con el siguiente orden:
 1. Losa de Fundación (Dividiendo toda el área en tres secciones 1,2 y 3)
 2. Columnas Nivel Planta Baja
 3. Columnas Nivel 1.
 4. Vigas de Carga Nivel 1.
 5. Columnas pared perimetral.

I. GENERALIDADES:

La estructura a evaluar consta de 900 mts² de construcción aproximadamente; En dicha obra se encuentran construida una edificación de dos niveles destinada para uso educacional la cual esta constituida por las siguientes estructuras de concreto armado:

- Losa de Fundación
- Vigas de riostra
- Columnas

Se realizaron ensayos de manera aleatoria en las diferentes estructuras con el fin de realizar una evaluación representativa de todo el concreto que conforma las estructuras.

Se procedió a realizar una inspección visual en toda el área de la edificación con el fin de detectar posibles daños en las estructuras a evaluar; De la misma manera se procedió a seleccionar los elementos donde se realizaran los impactos.

Se procedió a realizar los ensayos de campo tomando en cuenta las especificaciones y procedimientos de la **Norma Convenin Venezolana 1609-80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).**

Para realizar los ensayos se utilizo un esclerómetro marca CONTROLS ,modelo 58-C0181/N.

RESUMEN DE RESULTADOS

I.- Evaluación de Losa de Fundación Planta Baja.

LOSA DE FUNDACIÓN PLANTA BAJA

FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTO PROMEDIO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO APROX. +/- 20% (kg/cm ²)
15/9/2008	Losa 3	37	329	280	224
15/9/2008	Losa 3	29	227		
15/9/2008	Losa 2	37	329		
15/9/2008	Losa 2	36	312		
15/9/2008	Losa 1	33	281		
15/9/2008	Losa 1	27	204		

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la Losa de Fundación Planta Baja, la resistencia a compresión aproximada del concreto evaluado resulto ser de 224 kg/cm².

II.- Evaluación de Columnas Planta Baja.

COLUMNAS PLANTA BAJA EDIFICIO

FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTO PROMEDIO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO APROX. +/- 20% (kg/cm ²)
15/9/2008	Columna I 2	38	345	309	248
15/9/2008	Columna J 1	35	308		
15/9/2008	Columna K 4	36	317		
15/9/2008	Columna L 1	33	271		
15/9/2008	Columna M 3	35	302		
15/9/2008	Columna N 1	34	293		
15/9/2008	Columna O 2	38	351		
15/9/2008	Columna P 3	38	351		
15/9/2008	Columna P 4	38	350		
15/9/2008	Columna A 1	32	266		
15/9/2008	Columna A 3	34	288		
15/9/2008	Columna B 2	34	293		
15/9/2008	Columna B 4	33	274		
15/9/2008	Columna C 3	37	337		
15/9/2008	Columna C 1	34	288		
15/9/2008	Columna D 2	38	350		
15/9/2008	Columna D 4	33	279		
15/9/2008	Columna E 2	33	281		
15/9/2008	Columna F 1	35	308		
15/9/2008	Columna G 4	35	305		
15/9/2008	Columna H 1	38	345		

- De acuerdo a los resultados obtenidos en **Columnas Planta Baja de la edificación**, la resistencia a compresión aproximada del concreto evaluado resulto ser de **248 kg/cm²**.

II.- Evaluación Columnas Nivel 1

COLUMNAS NIVEL 1

FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTO PROMEDIO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO APROX. +/- 20% (kg/cm ²)
15/9/2008	Columna E1	28	208	293	235
15/9/2008	Columna E3	37	326		
15/9/2008	Columna F2	31	250		
15/9/2008	Columna F3	38	351		
15/9/2008	Columna G1	31	245		
15/9/2008	Columna G4	38	345		
15/9/2008	Columna H1	31	247		
15/9/2008	Columna I1	36	321		
15/9/2008	Columna I2	36	324		
15/9/2008	Columna J2	38	356		
15/9/2008	Columna J2	30	236		
15/9/2008	Columna K3	37	334		
15/9/2008	Columna A1	38	353		
15/9/2008	Columna A2	28	217		
15/9/2008	Columna A4	35	305		
15/9/2008	Columna B4	37	338		
15/9/2008	Columna B3	29	223		
15/9/2008	Columna B1	40	384		
15/9/2008	Columna C1	36	321		
15/9/2008	Columna D1	38	348		
15/9/2008	Columna C2	28	208		
15/9/2008	Columna C4	37	337		
15/9/2008	Columna D2	30	230		
15/9/2008	Columna D3	30	230		

- De acuerdo a los resultados obtenidos en **Columnas Nivel 1**, la resistencia a compresión aproximada del concreto evaluado resulto ser de **235 kg/cm²**.
- En algunos resultados de columnas se observo una resistencia a la compresión aproximada menor a 250 kg/cm², la cual es la mínima, por tal motivo se recomienda realizar una evaluación con toma de núcleos

de concreto con el fin de evaluar de manera precisa la resistencia a compresión de estos elementos.

III.- Evaluación Vigas de carga y Losa de Entrepiso Nivel 1:

VIGAS Y LOSA DE ENTREPISO NIVEL 1

FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTO PROMEDIO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO APROX. +/- 20% (kg/cm ²)
15/9/2008	Viga A entrepiso	24	176	207	166
15/9/2008	Viga B	26	189		
15/9/2008	Viga F entrepiso	30	233		
15/9/2008	Viga L entrepiso	30	236		
15/9/2008	Viga P	27	203		
15/9/2008	Losa entrepiso	27	205		

- De acuerdo a los resultados obtenidos en **Vigas de Carga y Losa de Entrepiso Nivel 1**, la resistencia a compresión aproximada del concreto evaluado resulto ser **de 166 kg/cm². Siendo inferior a la esperada. (250 kg/cm²).**
- Debido a los bajos resultados en estos elementos es recomendable la evaluación del concreto mediante extracción de núcleos de concreto, con el fin de obtener resultados más exactos.

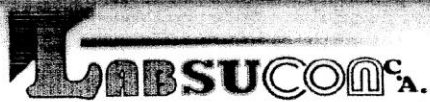
IV.- Evaluación de Columnas Pared Perimetral:

COLUMNAS NIVEL 1

FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTO PROMEDIO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO APROX. +/- 20% (kg/cm ²)
15/9/2008	Columna 1	34	286	226	181
15/9/2008	Columna 3	34	286		
15/9/2008	Columna 9	29	228		
15/9/2008	Columna 13	27	205		
15/9/2008	Columna 16	21	144		
15/9/2008	Columna 19	22	153		
15/9/2008	Columna 23	33	278		

- De acuerdo a los resultados obtenidos en **Columnas de la Pared Perimetral**, la resistencia a compresión aproximada del concreto evaluado resulto ser **de 181 kg/cm². Siendo inferior a la esperada. (250 kg/cm²).**
- Debido a los bajos resultados en estos elementos es recomendable la evaluación del concreto mediante extracción de núcleos de concreto, con el fin de obtener resultados más exactos.

Como recomendación general se sugiere realizar una evaluación más exacta mediante la toma de núcleos de concreto en aquellos elementos cuya resistencia es inferior a los 250 Kg/cm²., para luego ser evaluado por un ingeniero especialista en cálculos estructurales.



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
 AV. Las Delicias con Calle Camarucu, Casa N° 45-1
 Maracay, Edo. Aragua. Tlf: 0414-5883776
 RIF: J-31476239-7 / NR: 0501062332

CLIENTE: SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm2
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/09/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-CD181/N
 SERIAL: 8003832

ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																		IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm2		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				19	20
	15/9/2008	Losa 3	38	38	36	38	38	36	34	36	38	36	36	36	38	36	38	36	36	38	38	37	1.17	329	
	15/9/2008	Losa 3	28	28	30	28	28	30	28	28	32	32	28	30	30	30	32	28	28	28	30	28	29	1.51	227
	15/9/2008	Losa 2	36	36	40	38	36	36	36	38	38	36	36	38	38	36	36	38	38	36	36	36	37	1.17	329
	15/9/2008	Losa 2	34	38	38	34	34	36	34	34	34	38	38	36	36	34	34	38	36	38	36	36	36	1.54	312
	15/9/2008	Losa 1	34	36	32	34	34	38	32	32	34	32	32	36	34	36	34	32	32	32	32	32	33	1.60	281
	15/9/2008	Losa 1	26	30	30	28	26	26	26	30	30	28	26	26	28	28	26	28	26	26	26	26	27	1.64	204



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
 AV. Las Delicias con Calle Camonuco, Casa N° 45-1
 Maracay, Edo. Aragua. Tlf: 0414-6853776
 RIF: J-31476239-7 / NIRE: 0501062332

CLIENTE: SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm²
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/08/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-C0181/N
 SERIAL: 8003832

ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																				IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm ²				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
	15/9/2008	Columna A1	30	32	30	34	34	32	32	34	34	32	30	34	34	30	30	32	32	34	34	34	32	34	34	34	32	1.63	266
	15/9/2008	Columna A3	34	34	32	34	32	32	34	34	34	32	32	34	36	36	34	36	36	36	34	34	34	34	34	34	34	1.52	288
	15/9/2008	Columna B2	32	34	34	34	36	34	32	36	36	34	36	36	36	34	34	32	36	34	34	32	34	34	34	34	34	1.49	293
	15/9/2008	Columna B4	32	32	34	32	30	34	34	34	34	34	34	34	32	34	30	32	32	34	32	34	34	34	34	34	33	1.37	274
	15/9/2008	Columna C3	36	36	38	40	38	36	38	38	38	38	38	36	36	36	40	38	38	38	36	36	36	36	36	36	37	1.36	337
	15/9/2008	Columna C1	32	32	34	36	34	34	36	36	36	32	34	32	34	36	32	32	34	34	34	34	34	34	34	34	34	1.52	288
	15/9/2008	Columna D2	36	36	38	38	36	40	40	36	38	38	36	40	40	40	40	40	36	36	38	38	38	38	38	38	38	1.72	350
	15/9/2008	Columna D4	34	36	32	34	34	32	34	32	34	32	34	32	34	34	34	34	32	34	34	32	32	32	32	32	33	1.17	279
	15/9/2008	Columna E2	32	34	34	36	32	34	32	32	34	32	34	34	34	36	32	32	32	36	34	32	33	33	33	33	33	1.47	281
	15/9/2008	Columna F1	34	34	36	34	36	34	38	34	38	38	36	34	36	34	34	36	38	34	34	36	36	36	36	36	35	1.49	308
	15/9/2008	Columna G4	34	34	36	38	36	34	34	36	34	34	34	34	36	34	38	36	34	34	38	34	34	34	34	34	35	1.52	305
	15/9/2008	Columna H1	36	40	38	36	36	38	38	38	38	36	40	38	40	36	38	38	36	38	40	36	38	38	38	38	38	1.49	345

El presente ensayo fue realizado según las especificaciones de las Normas 1609 - 80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza Esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).

PROMEDIO 301

ENSAYO REALIZADO POR: ING. ISRAEL MERCADO

LABSUCON C.A.
 RIF: J-31476239-7
 NIT: 0501062332

REVISADO POR: ING. MIGUEL BRICEÑO



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO

AV. Las Delicias con Calle Camoruco, Casa N° 45-1

Maracay, Edo. Aragua. Tlf: 0414-5883776

RI: J-31476239-7 / NR: 0501062332

CLIENTE: SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm2
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/09/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-C0181/N
 SERIAL: 8003832

ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																		IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm2		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				19	20
	15/9/2008	Columna I 2	38	38	38	38	40	38	38	40	40	38	38	38	38	38	38	38	38	36	36	38	38	1.34	345
	15/9/2008	Columna J 1	34	34	38	38	34	36	34	34	36	38	38	36	34	34	34	36	38	34	34	34	35	1.63	308
	15/9/2008	Columna K4	36	36	36	34	38	34	34	36	36	38	36	36	34	34	36	34	36	38	38	38	36	1.52	317
	15/9/2008	Columna L1	32	32	34	34	32	34	34	34	32	32	34	32	34	30	30	32	34	32	34	32	33	1.34	271
	15/9/2008	Columna M3	32	32	36	36	36	36	34	32	38	34	36	36	36	34	34	36	36	36	34	36	35	1.52	302
	15/9/2008	Columna N1	32	34	36	34	36	34	36	34	34	34	36	32	34	34	36	36	32	34	32	36	34	1.49	293
	15/9/2008	Columna O2	38	36	40	36	38	40	40	40	38	38	40	40	36	36	36	40	40	38	36	36	38	1.77	351
	15/9/2008	Columna P3	38	38	36	40	40	36	40	38	36	38	36	38	36	40	38	40	38	40	38	38	38	1.52	351
	15/9/2008	Columna P4	38	36	36	40	40	36	38	40	38	38	40	40	36	38	38	36	36	38	40	38	38	1.59	350

PROMEDIO 321

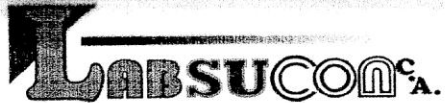
El presente ensayo fué realizado según las especificaciones de las Normas 1609 - 80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza Esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).

ENSAYO REALIZADO POR: ING. ISRAEL MERCADO

Israel Mercado
LABSUCON, C.A.
 RIF: J-31476239-7
 NIT: 0501062332

REVISADO POR: ING. MIGUEL BRICEÑO

Miguel Briceño



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
 AV. Las Delicias con Calle Camarucu, Casa N° 45-1
 Maracay, Edo. Aragua. TF: 0414-6883776
 RR: J-31476239-7 / NR: 0601062332

CLIENTE: SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm2
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/09/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-C0181/N
 SERIAL: 8003832

ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																		IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm2		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				19	20
	15/9/2008	Columna L1	32	32	34	32	36	34	36	34	34	36	32	34	36	34	34	32	36	36	32	36	34	1.65	290
	15/9/2008	Columna M1	40	38	38	38	36	38	38	38	38	36	40	38	36	36	38	36	38	38	38	36	38	1.23	343
	15/9/2008	Columna M4	32	36	34	34	36	32	34	34	36	36	34	32	34	34	34	32	34	36	36	34	1.52	290	
	15/9/2008	Columna N3	38	40	38	40	38	38	36	36	36	36	40	40	38	38	38	38	36	40	40	38	1.52	351	
	15/9/2008	Columna O4	32	30	30	32	32	34	32	34	32	32	30	30	30	32	32	34	34	30	30	30	32	1.54	256
	15/9/2008	Columna P4	32	32	32	30	32	30	30	32	30	30	34	34	34	32	32	32	34	32	30	32	1.44	259	
	15/9/2008	Viga A entrepiso	26	22	24	24	26	22	22	22	24	26	24	22	22	28	28	24	22	26	28	26	24	2.21	176
	15/9/2008	Viga B	26	28	26	28	28	26	24	26	28	24	26	24	24	26	24	24	26	26	26	26	26	1.44	189
	15/9/2008	Losa entrepiso	26	28	26	28	26	26	30	28	30	30	26	28	28	26	26	30	28	26	26	26	27	1.63	205
	15/9/2008	Viga F entrepiso	32	32	32	32	30	30	28	30	30	32	30	30	28	28	26	30	28	28	28	30	30	1.75	233
	15/9/2008	Viga L entrepiso	28	28	30	28	30	32	32	28	30	32	32	28	30	30	28	28	30	32	32	32	30	1.72	236
	15/9/2008	Viga P	26	28	26	28	26	26	26	28	30	30	28	26	26	28	30	26	26	28	26	26	27	1.52	203

El presente ensayo fué realizado según las especificaciones de las Normas 1609 - 80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza Esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).

PROMEDIO 253

ENSAYO REALIZADO POR: ING. ISRAEL MERCADO

REVISADO POR: ING. MIGUEL BRICEÑO

LABSUCON C.A.
 RR: J-31476239-7
 NR: 0501062332



AV. Las Delicias con Calle Camarucó, Casa N° 46-1
 Maracay, Edo. Aragua. TF: 0414-5883776
 RM: J-31476239-7 / NI: 0501062332

CLIENTE: SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm²
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/9/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-C0181/N
 SERIAL: 8003832

ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																				IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm ²
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	15/9/2008	Columna E1	28	28	26	28	28	26	28	30	28	30	26	26	28	28	26	26	28	26	30	28	1.39	206	
	15/9/2008	Columna E3	34	34	36	38	38	36	36	38	34	36	36	34	38	36	38	36	38	36	38	37	1.57	326	
	15/9/2008	Columna F2	30	32	30	32	30	34	30	34	32	30	32	30	32	30	30	30	34	30	30	31	1.52	250	
	15/9/2008	Columna F3	38	38	40	40	40	38	40	36	38	36	36	36	38	40	40	38	36	36	38	38	1.65	351	
	15/9/2008	Columna G1	28	28	28	30	30	32	32	32	32	32	32	30	32	30	32	30	30	32	30	31	1.49	245	
	15/9/2008	Columna G4	38	38	38	36	36	38	40	36	36	36	36	38	36	38	40	40	40	36	38	38	1.63	345	
	15/9/2008	Columna H1	28	32	30	32	32	32	32	32	32	32	30	32	30	32	32	28	28	30	32	31	1.52	247	
	15/9/2008	Columna I1	34	34	36	38	36	38	34	36	36	38	38	36	38	38	34	34	36	40	34	36	1.82	321	
	15/9/2008	Columna I2	36	36	36	34	38	34	36	34	34	38	38	38	36	36	36	38	38	36	36	36	1.54	324	
	15/9/2008	Columna J2	40	40	40	38	40	38	36	38	40	38	40	38	36	38	36	40	38	40	36	38	1.54	356	
	15/9/2008	Columna J2	28	32	28	28	30	30	28	32	28	28	28	30	32	32	32	30	30	32	32	30	1.72	236	
	15/9/2008	Columna K3	40	36	36	36	38	38	38	38	38	36	36	36	36	36	36	38	38	38	36	37	1.21	334	

El presente ensayo fué realizado según las especificaciones de las Normas 1609 - 80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza Esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).

PROMEDIO 295

ENSAYO REALIZADO POR: ING. ISRAEL MERCADO

LABSUCON C.A.
 RIF: J-31476239-7
 NIT: 0501062332

REVISADO POR: ING. MIGUEL BRICEÑO



LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
 AV. Las Delicias con Calle Camarucó, Casa N° 48-1
 Maracay, Edo. Aragua. Tlf: 0414-5883776
 RIF: J-31476239-7 / NI: 0501062332

CLIENTE: SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO CARABOBO (SINFRA)
 OBRA: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA LICEO LOS CHAGUARAMOS, MARIARA, EDO. CARABOBO.
 RESISTENCIA: 250 kg/cm2
 FECHA DE EVALUACIÓN: 15/9/2008

EQUIPO: ESCLEROMETRO
 MARCA: CONTROLS
 MODELO: 58-C0181/N
 SERIAL: 8003832

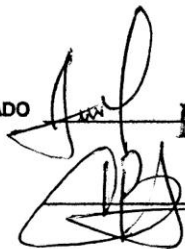
ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	IMPACTOS																				IMPACTO PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RESISTENCIA kg/cm2
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	15/9/2008	Columna 1	32	36	36	34	32	36	34	36	34	32	32	36	34	36	32	32	34	34	32	32	34	1.70	286
	15/9/2008	Columna 3	36	34	34	34	36	32	32	36	34	32	34	34	34	32	36	34	36	32	32	32	34	1.58	286
	15/9/2008	Columna 9	28	28	32	28	28	32	30	30	28	28	30	32	30	32	30	28	28	28	28	28	29	1.63	228
	15/9/2008	Columna 13	26	28	26	26	28	26	28	28	26	26	26	30	26	30	28	26	30	26	28	28	27	1.49	205
	15/9/2008	Columna 16	18	22	22	22	22	20	22	20	22	22	18	22	20	18	22	22	20	18	20	20	21	1.63	144
	15/9/2008	Columna 19	24	24	24	20	22	22	20	24	24	20	22	22	20	22	22	20	22	20	22	22	22	1.52	153
	15/9/2008	Columna 23	32	32	34	32	34	34	34	32	32	34	32	34	36	34	32	32	34	34	32	34	33	1.20	278

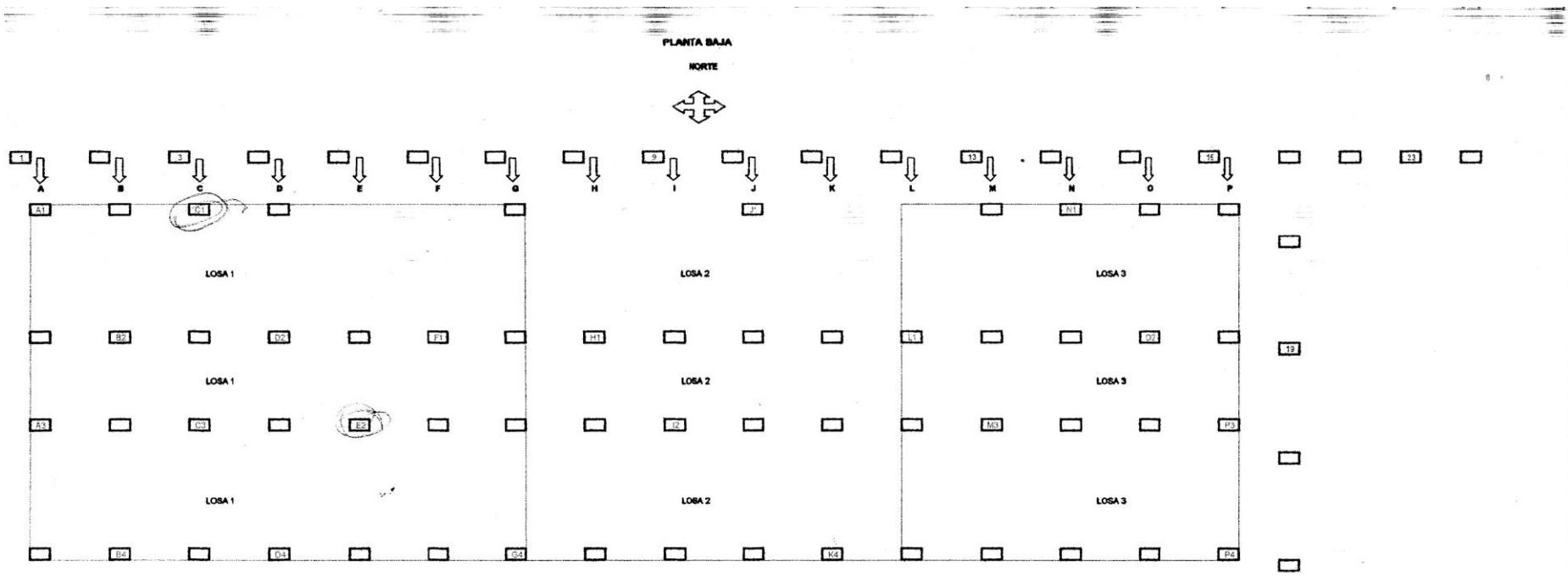
El presente ensayo fue realizado según las especificaciones de las Normas 1609 - 80 (Método de ensayo para la determinación de la dureza Esclerométrica en superficies de concreto endurecidas).

PROMEDIO 226

ENSAYO REALIZADO POR: ING. ISRAEL MERCADO

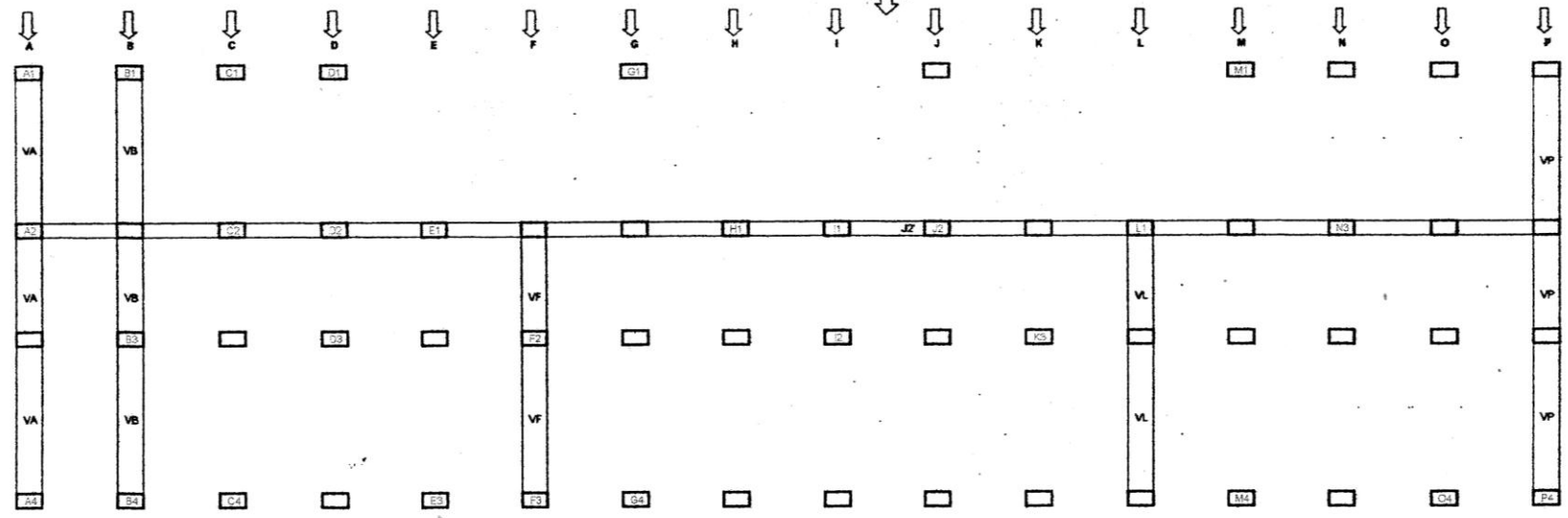

LABSUCON C.A
 RIF: J-31476239-7
 NIT: 0501062332

REVISADO POR: ING. MIGUEL BRICEÑO





PLANTA ALTA



APENDICE D. Ejemplo Levantamiento de Daños en Columnas

APENDICE E. Ejemplo Levantamiento de Daños en Losas

APENDICE F. Ejemplo Levantamiento de Daños en Vigas

APENDICE G. Plano de Propuesta de Recreido