



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS PATOLÓGICO DE LAS LOSAS DE
CONCRETO, ALREDEDOR DEL TANQUE ELEVADO
Y DE LA ZONA DE JUEGOS DE CIENCIA-
RECREACIÓN DEL PARQUE “INFANTIL” MIGUEL
CORTEZ DE LA CIUDAD DE PIURA-SEPTIEMBRE
2015

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL.

AUTOR:

HERVER JOSETH RAMIREZ CARRASCO.

ASESOR:

DR. JUAN ASALDE VIVES.

PIURA – PERÚ

2015

Jurado Evaluador

Ing. Miguel Ángel Chan Heredia.

Presidente de Jurado.

Ing. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova.

Secretario de Jurado.

Ing. Gilberto Regulo Sánchez Gamarra.

Miembro de jurado.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida y para mi padre quien fue base sólida de mi vida, que siempre estuvo a mi lado apoyándome, que fue la guía y la inspiración necesaria para poder salir adelante, el cual siempre me inspiro y estuvo a mi lado para incentivar me. A la vez a mi familia que siempre creyó en mí y me dieron su apoyo para lograr esta meta.

A toda la plana de grandes profesionales que estuvieron presentes en el transcurso de mi formación universitaria, los cuales dieron conocimiento solido de los conceptos de la ingeniería los cuales me ayudaran en mi vida profesional.

Dedicatoria

Porque siempre me apoyo constantemente, incentivándome a luchar por conseguir mis objetivos y no detenerme hasta lograrlos, porque siempre estuvo a mi lado apoyándome incondicionalmente para ayudarme a seguir y no dejarme solo, porque de su ejemplo aprendí a ser mucho de lo que soy hoy, y que estoy convencido que le hubiese gustado estar a mi lado para verme lograr este siguiente paso en mi vida profesional tú quien me incentivaste a seguir esta gran carrera, te dedico este logro, mi amado padre que siempre me cuidarás.

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar las diferentes patologías existentes en las losas de concreto del parque Miguel Cortez de la ciudad de Piura, y determinar las condiciones de estos elementos. La metodología de la presente investigación es una investigación tipo no experimental de corte transversal. Por lo que se puede indicar que en las losas de concreto del parque infantil Miguel Cortez, se podrán observar diferentes tipos de patologías debido a varias razones como: el constante uso en cuanto a deportes extremos y de impacto con las losas de concreto, cuales sufren un desgaste y posterior deterioro, además a esto le sumamos la presencia de árboles de gran tamaño, cuyas raíces son superficiales, las cuales contribuyen a la fracturación transversal de las losas, además de la antigüedad de varias losas y la falta de mantenimiento, ya que un porcentaje considerable de ellas se encuentran en mal estado, como se observó en el análisis realizado, diferentes losas presentan grietas en el centro de estas, por el levantamiento, producto de presencia de raíces, el presente análisis realizado a las losas de concreto en la zona de estudio, es para obtener un análisis exacto mediante el estudio minucioso con una inspección visual de las patologías presentes en las losas, y determinar los orígenes patológicos, además de que esta investigación analítica contribuya al planteamiento de una adecuada solución para dar rehabilitación o mantenimiento de las losas. Y poder dar así una mejor vida útil a futuras construcciones con estos elementos de concreto.

Palabras Clave: losa, patologías, deterioro, análisis

Abstract

The objective of this research is to analyze the different existing pathologies in concrete slabs playground Miguel Cortez of the city of Piura, to determine the condition of these elements. The methodology of this research is a descriptive research, analytical, explanatory type. As could indicate that concrete slabs playground Miguel Cortez, you can observe different types of pathologies due to different reasons: the constant use as extreme and strong contact with concrete slabs sports, which suffer wear and subsequent deterioration, plus we add the presence of large trees, whose roots are shallow, which contribute to the transverse division of the slabs, in addition to the antiquity of several slabs and lack of maintenance because a considerable percentage of them are in poor condition, as noted in the analysis, different slabs have cracks in the center of these, such as lifting, product presence of large roots, this analysis to concrete slabs in the area of study is to obtain an accurate analysis through careful study with a visual inspection of the pathologies present on the flagstones, and determine the pathological origins, besides this analytical research contributes to approach an appropriate solution to provide rehabilitation or maintenance slabs. And so to give a better life to future constructions with these concrete elements.

Keywords: slab, pathologies, deterioration, analysis.

Contenido

1. Título de la Tesis.....	i
2. Hoja de firma de jurado.....	ii
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	iii
4. Resumen y Abstract.....	v
5. Contenido.....	vii
6. Índice de Gráficos, Tablas y cuadros.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Revisión de la literatura.....	2
2.1. Antecedentes.....	2
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes regionales.....	10
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	11
2.2.1. Concreto simple.....	11
2.2.2. Pavimento.....	11
2.2.3. Patología.....	12
2.2.4. Diagnóstico.....	14
2.2.5. Durabilidad	14
2.2.6. Exudación.....	15
2.2.7. Agrietamiento en losas de concreto.....	15
2.2.8. Comportamiento.....	27
2.2.9. Manual de daños.....	36
2.2.10. Daños más frecuentes en las losas de concreto simple.....	50
III. Metodología.....	59
3.1. Diseño de la investigación.....	59
3.2. Población y muestra.....	61
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.4. Plan de análisis.....	62
3.5. Matriz de consistencia.....	63

3.6. Principios Éticos.....	64
IV. Resultados.....	65
4.1. Resultados.....	65
4.2. Análisis de resultados.....	77
V. Conclusiones.....	82
5.1. Aspectos complementarios.....	83
5.2. Referencia Bibliográfica.....	84
5.3. Anexos.....	86

Índice de gráficos

Gráfico 1: Piura Provincia.....	2
Gráfico 2: Piura Distrito.....	3
Gráfico 3: Parque Miguel Cortez.....	3
Gráfico 4: Variación del clima por meses.....	4
Gráfico 5: Ubicación del Parque Miguel Cortez.....	5
Gráfico 6: Dimensiones en losas.....	7
Gráfico 7: Efectos del clima y del Tráfico en el comportamiento del pavimento.....	31
Gráfico 8: Patrón del agrietamiento.....	31
Gráfico 9: Grieta de esquina.....	50
Gráfico 10: Losa dividida.....	51
Gráfico 11: Escala.....	52
Gráfico 12: Grieta Lineal.....	53
Gráfico 13: Pulimiento de agregados.....	54
Gráfico 14: Puzonamiento.....	55
Gráfico 15: Mapa de grieta.....	56
Gráfico 16: Descascaramiento de esquina.....	57
Gráfico 17: Descascaramiento de Junta.....	58
Gráfico 18: Ubicación del Parque Infantil Miguel Cortez.....	65
Gráfico 19: División de sectores para la investigación.....	66
Gráfico 20: Grado de Severidad del Perímetro Tanque Elevado.....	68
Gráfico 21: Porcentaje de Severidad en el perímetro del tanque elevado.....	68
Gráfico 22: Grado de Severidad parque (costado de tanque elevado).....	70
Gráfico 23: Porcentaje de severidad parque (costado de tanque elevado).....	70
Gráfico 24: Grado de Severidad, sector juegos de recreación (skater 1/2).....	72
Gráfico 25: Porcentaje de severidad en sector juegos de recreación (skater 1/2).....	72
Gráfico 26: Grado de Severidad en sector juegos de recreación (skater 2/2).....	74
Gráfico 27: Porcentaje de severidad en sector juegos de recreación (skater 2/2).....	74
Gráfico 28: Grado de Severidad en sector jugos de ciencia.....	76

Gráfico 29: Porcentaje de severidad en sector juegos de ciencia.....	76
Gráfico 30: Grado de Patologías por Sector	79
Gráfico 31: Porcentaje de severidad del parque.....	80
Gráfico 32: Porcentaje de presencia de patología.....	81
Gráfico 33: Vista del parque Miguel Cortez	86
Gráfico 34: Hueco en losa.....	86
Gráfico 35: Pulimiento de agregado	87
Gráfico 36: Descascaramiento de la losa	87
Gráfico 37: Grieta longitudinal	88
Gráfico 38: Losa dividida – sector 2	88
Gráfico 39: Agrietamiento y Descascaramiento de losa.....	89
Gráfico 40: Grieta Superficial	89
Gráfico 41: Fisuración en Mapa.....	90
Gráfico 42: Losa dividida.....	90
Gráfico 43: Desgaste en Borde de Losa.....	91
Gráfico 44: Grietas	91
Gráfico 45: Desnivel en losa.....	92
Gráfico 46: Escala	92
Gráfico 47: Descascaramiento en junta.....	93
Gráfico 48: Agrietamiento Profundo	93
Gráfico 49: Plano de ubicación del área de investigación	94

Índice de tablas

Tabla 1: Medición de grieta de esquina	50
Tabla 2: Medición de losa dividida	51
Tabla 3: Medición de escala.....	52
Tabla 4: Medición de grietas lineales.....	53
Tabla 5: Medición de pulimento de agregados	54
Tabla 6: Medición de Punzonamiento	55
Tabla 7: Medición de mapa de grietas	56
Tabla 8: Medición de Descascaramiento de esquina	57
Tabla 9: Medición de descascaramiento de junta	58
Tabla 10: Estado del parque por sectores.....	78
Tabla 11: Resumen global de la presencia de patologías.....	81

Índice de cuadros

Cuadro 1: Nivel de severidad de Escala.....	40
Cuadro 2: Nivel de severidad de Punzonamiento	45
Cuadro 3: Nivel de severidad de Descascaramiento de Esquina	48
Cuadro 4: Nivel de severidad de Descascaramiento de Junta.....	49
Cuadro 5: Definición y Operacionalización de las variables e indicadores.....	61
Cuadro 6: Matriz de Consistencia	63
Cuadro 7: Cantidad de losas de concreto por sector de estudio.....	66
Cuadro 8: Nivel de Severidad	66
Cuadro 9: Patologías en el perímetro del tanque elevado	67
Cuadro 10: Patología costado tanque elevado	69
Cuadro 11: Patología en sector de juegos de recreación (skater park ½)	71
Cuadro 12: Patología en sector juego de recreación (skater park ^{2/2}).....	73
Cuadro 13: Patología en sector juegos de ciencia.....	75
Cuadro 14: Grado de severidad de patología por sector	79

I. Introducción

La siguiente tesis, previo a la obtención del título, tiene como propósito principal realizar el análisis patológico de las losas de concreto simple en el parque Infantil Miguel Cortez de la ciudad de Piura y determinar las áreas más afectadas por las patologías presentes.

Teniendo en cuenta que patología es aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura, por diferentes razones: por mal proceso constructivo, malos materiales, condiciones climáticas, condiciones del suelo, etc. Si bien hay estudios aislados sobre los daños y fallas en el concreto, es importante agruparlos por su origen, de esta manera podemos prever o por lo menos tentar la solución de los mismos o de otros similares sino fuesen resueltos convenientemente, conociendo primero el origen, es posible encontrar la solución, o por lo menos se podrá minimizar o prevenir que se presente la patología. Investigación realizada por **Casas Dávila. Oscar**, sobre patologías del concreto publicada en el año, (2001) ⁽¹⁾

Razón por la cual este trabajo de investigación tiene como tema central el análisis y determinación de las patologías en las losas de concreto, caracterizada por ser una investigación de tipo cualitativo, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental descriptivo de corte transversal, de la misma forma la población está dado por el Parque “Infantil” Miguel Cortez ciudad de Piura – Departamento Piura, y en la muestra se ha seleccionado el perímetro del tanque elevado y zona de juegos de ciencia-recreación.

II. Revisión de la Literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Características del Área de Estudio

a) Localización

El departamento de Piura está situado al noroeste del Perú, la región Piura se ubica en la costa y sierra (Andes) norte del Perú frontera con Ecuador, limita con Tumbes y el Ecuador por el norte, con Lambayeque por el sur, con Cajamarca por el este y con el Océano Pacífico por el oeste. La mayor extensión de su territorio está cruzada por el río Piura, que nace en la sierra piurana y llega hasta la costa, extendiéndose por las dilatadas planicies irrigando sus fértiles valles antes de desembocar en el mar. Aquí la costa peruana alcanza su máxima extensión, sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 4°04'50" y 6°22'10" de latitud sur y los 79°13'15" y 81°19'35" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

Piura es una provincia del noroeste del Perú situada en la parte central del departamento de Piura. Limita con las provincias de Paita y de Sullana por el noroeste; con las de Ayabaca, Morropón y Lambayeque por el este; y, con la de Sechura por el suroeste. Su capital es la ciudad homónima de Piura, a la sazón capital departamental.

Gráfico 1: Piura Provincia.



Fuente: Adaptación de google maps
(www.googlemaps.com)

Gráfico 2: Piura Distrito



Fuente: Adaptación de google maps
(www.googlemaps.com)

Gráfico 3: Parque Miguel Cortez



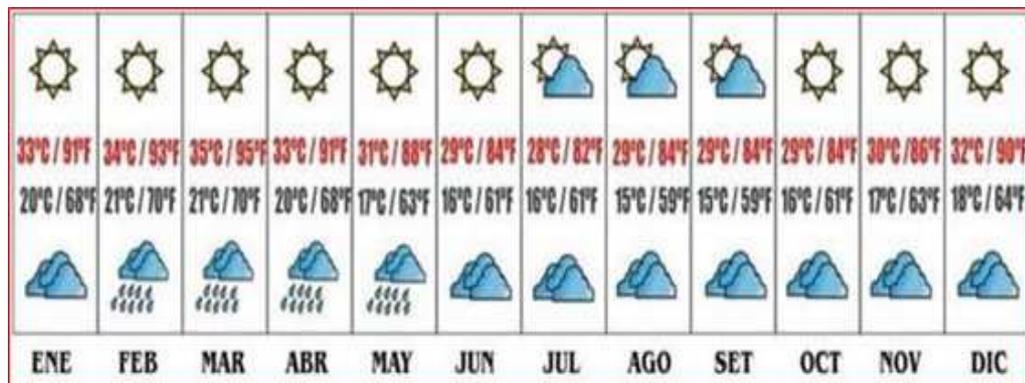
Fuente: Adaptación de google maps
(www.googlemaps.com)

b) Clima

Piura posee un clima muy variado, llegando a temperaturas muy alta, promedio anual de 24°C, que en el verano supera los 35°C, pudiendo llegar hasta 40°C cuando se presenta el Fenómeno El Niño extraordinario. La época de lluvias es entre enero y marzo.

El periodo de lluvias desde su inicio y toda su duración son regidos por la atmósfera que circula de la Amazonía, ya que el aire húmedo ingresa en mesetas de las lluvias que provienen del Atlántico llegando a regiones andinas de Piura y que en muchas ocasiones suelen llegar a los valles interandinos y zonas de baja altitud de la región. Siendo el clima uno de los principales retos para la construcción de estructuras de concreto, en especial de losas de concreto simple, las cuales, si es que no se les brinda en cuidado además del curado adecuado, puede fisurarse por las altas temperatura.

Gráfico 4: Variación del clima por meses



Fuente: Piura Perú ORG
(<http://www.piuraperu.org/clima.html>)

c) Ubicación de la estructura a inspeccionar

Ubicación del parque Miguel Cortez de Piura, donde se realizó el análisis patológico de las losas de concreto simple, el parque se encuentra ubicado entre las Av. Sullana Norte y Av. Richard Cushing, e intersección con las Av. Huancavelica y Av. Grau, del cercado de Piura.

Gráfico 5: Ubicación del Parque Miguel Cortez



Fuente: Adaptación de google maps
(www.googlemaps.com)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

En su investigación sobre patologías de la construcción, grietas y fisuras en obras de concreto, origen y prevención, **Toirac Corral, José (2004)**, en la página N° 73, considera que en República Dominicana, el impetuoso desarrollo de la construcción, dominado básicamente por las estructuras de concreto, demanda cada día más de una rigurosa preparación técnica para que desde el diseño hasta las etapas finales de construcción sean debidamente aplicadas y cumplidas las distintas normativas y especificaciones que unidas a las modernas tecnologías de punta conlleven al logro de obras seguras, duraderas y estéticas.⁽²⁾

En ocasiones estos atributos se ven afectado por una de las patologías más significativas que aparecen en las obras de concreto, nos referimos a las grietas y fisuras, las cuales, por sus condiciones superficiales de aspecto, inciden directamente en lo funcional, siendo esta una de las razones de más peso en la durabilidad de una estructura y es por ello, que, como parte del cálculo estructural, las grietas y fisuras clasifican dentro de los estados límites de servicio. De ahí, que, el establecer un correcto diagnóstico que va desde su identificación hasta las causas que lo originan, permitirá a proyectistas, constructores y productores de materiales, no solo minimizar o erradicar su efecto por medio de su reparación sino tomar las medidas profilácticas preventivas para eliminar o disminuir su aparición.⁽²⁾

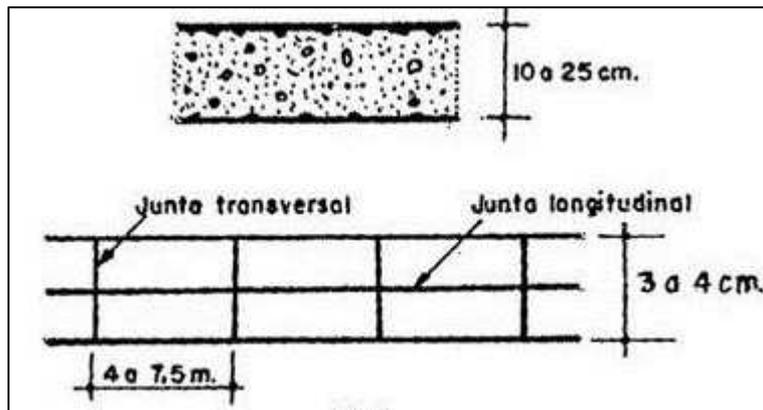
En artículo publicado por el portal web de **Ingeniería y Construcción (Civilgeeks)**⁽³⁾ (2011) trata sobre los pavimentos de concreto y que, de acuerdo a su definición, son concretos que no representan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas. En ellos, el concreto asume y resiste tensiones producidas por el tránsito y el entorno, como las variaciones de temperatura y humedad.

Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan sobre la subrasante. En condiciones más severas requiere de sub-bases tratadas con cemento, colocadas entre la subrasante y la losa, para

aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga. ⁽³⁾

Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 metros de largo y 3.50 metros de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. En calles de urbanizaciones residenciales de 10 y 15 cm, en carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas más solicitadas de 20 cm o más. ⁽³⁾

Gráfico 6: dimensiones en losas.



Fuente: portal Civilgeeks y “Ingeniería y Construcción”
(<http://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-pavimentos-de-concreto/>)

En el artículo elaborado y publicado por **CEMEXMEXICO** ⁽⁴⁾ (Pág. 20). Esta empresa indica que ante la globalización se hicieron más imperantes las necesidades de contar con una infraestructura que permita el desarrollo de la actividad económica y social del país. Por lo que se empezó a considerar al concreto hidráulico como alternativa, indicando las siguientes ventajas:

- ✓ Durabilidad
- ✓ Bajo Costo de Mantenimiento
- ✓ Seguridad
- ✓ Altos Índices de Servicio

Mejor distribución de esfuerzos bajo las losas, en muchos países del mundo se han utilizado por muchos años los pavimentos de concreto hidráulico tanto para proyectos carreteros como para vías de comunicación urbanas, tal es el caso de

Estados Unidos, Canadá, Alemania, España, Francia, Italia, Bulgaria, etc. De diferentes formas estos países han contribuido para que los métodos de diseño se hayan ido perfeccionando en base a los estudios realizados en el tiempo, así mismo se ha evolucionado en las técnicas de construcción y de evaluación de los pavimentos de concreto hidráulico. Todas las experiencias recopiladas durante más de 50 años han servido de base para la tecnología actual de pavimentos y obviamente se sigue experimentando e investigando para mejorar y perfeccionar las técnicas actuales. ⁽⁴⁾

Es su investigación, publicada en el portal SlideShare, **Sergio Arango Mejía** ⁽⁵⁾ (2013), en la página N° 02, argumenta que ningún material es durable o no durable por sí mismo; en su interacción con el medio ambiente que lo rodea durante su vida de servicio la que determina su durabilidad.

En lo cual plantea que la identificación de los daños o su evaluación implica a menudo un análisis forense por el método científico:

- ✓ Observar daños
- ✓ Formular hipótesis
- ✓ Prueba de hipótesis
- ✓ Determinar las causas más probables

Además del deterioro del concreto:

- ✓ Examen visual
- ✓ Ensayo no destructivo
- ✓ Extracción de núcleos

Síntomas del deterioro del concreto:

- ✓ Agrietamiento
- ✓ Escamado

- ✓ Desintegración
- ✓ Erosión
- ✓ Filtración
- ✓ Distorsión

2.1.3. Antecedentes Nacionales

Rivva, Enrique L. (2006) ⁽⁶⁾ en su publicación en el portal Scribd, sobre durabilidad y patologías del concreto, en la página N° 2, expuso sobre la durabilidad de los concretos de cemento hidráulico es definida por el comité 201 del ACI como “su habilidad para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro proceso de deterioro”. La patología es la parte de la durabilidad que se refiere a signos, causas posibilidades y diagnósticos del deterioro que experimentan las estructuras de concreto, además indica que el concreto sufre los siguientes ataques:

- ✓ Ataques por congelación
- ✓ Ataques químicos
- ✓ Ataques por agua
- ✓ Ataques por gases
- ✓ Ataques por sulfatos
- ✓ Ataques por sustancias orgánicas
- ✓ Ataque por reacción del agregado
- ✓ Ataque por desgaste superficial
- ✓ Ataque por altas temperaturas
- ✓ Ataque por radiaciones

Pérez Ramírez, Lucy y Yauri Norabuena, Nora Pilar. ⁽⁷⁾ en Huaraz, en el estudio analítico que realizaron, en la página N° 10, indicó que los procesos de rehabilitación de una edificación, la evaluación y el diagnóstico constituye el paso quizá más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención. Acertar en el diagnóstico representa el éxito de la inversión y

por supuesto en la solución de las patologías causantes del problema. No resulta fácil definir una metodología expresa y única para realizar la evaluación y diagnóstico contrario a lo que se sucede por ejemplo en el caso del diseño estructural de una edificación nueva, donde se sigue un flujo coherente y sistemático con mayor o menor énfasis en algunas etapas dependiendo de las características propias del edificio en particular. Por otro lado, para la evaluación de patologías en estructuras de concreto no resulta fácil señalar una indicación única para la interpretación de un deterioro en particular ya sea por la presencia de una fisura, deterioro, mancha o anomalía. Una misma manifestación de daño en un caso puede interpretarse asociada a una causa que puede variar en circunstancias diferentes dentro de la mecánica estructural.

2.1.4. Antecedentes Regionales

Morales Olivares, Javier Paúl ⁽⁸⁾ (2005) en su investigación (Pág. N° 6) trata de difundir el uso de sobre capas de refuerzo como una alternativa de solución en la rehabilitación de los pavimentos de concreto. En ese sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los diferentes tipos de sobre capas de refuerzo (flexible o rígido), que se pueden aplicar sobre los pavimentos rígidos y el procedimiento de diseño de cada uno de ellas, utilizando el método AASHTO 93. El desarrollo del trabajo se divide en dos grandes partes. La primera parte comprende todas las consideraciones básicas que se debe tener en cuenta al momento de diseñar un refuerzo, como son: evaluación del pavimento, reparaciones previas, preparación de la superficie, etc. La segunda parte trata el procedimiento de diseño de una sobre capas de refuerzo (flexible o rígido) y su aplicación a un problema específico de la ciudad de Piura. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ejemplo de aplicación se concluye que la metodología propuesta es aplicable a los pavimentos de concreto de nuestra ciudad. Presentándose como una alternativa económica y durable en el tiempo.

2.2. Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1. Concreto simple⁽⁹⁾

El concreto simple es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua, el cual no contiene ningún tipo de elemento de refuerzo o posee elementos menores a los especificados para el concreto reforzado, ya sea vaciados en sitio o prefabricados, y cuyas características son una buena resistencia en compresión, durabilidad, resistencia al fuego y moldeabilidad. Este tipo de concreto no es utilizado en elementos sometidos a tensión o un esfuerzo cortante, su uso en la construcción se da principalmente en elementos totalmente apoyados sobre el suelo o soportados por otros elementos estructurales capaces de proveer un apoyo vertical.

Se proporcionan juntas de contracción o de aislamiento para dividir los miembros estructurales de concreto simple en elemento a flexión discontinuos, el tamaño de cada elemento limitara el incremento excesivo en los esfuerzos internos generados por las restricciones al movimiento originado por la deformación, la contracción por secado y los efectos de temperatura.

2.2.2. Pavimento⁽¹⁰⁾

Según la investigación de Morales Olivares, Javier Paul, en la **Página N° 12**, define un pavimento de concreto o pavimento rígido, consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub-base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario, sucede en los pavimentos flexibles, que, al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante.

2.2.3. Patología

Es aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura; Según a qué área de la construcción afecten pueden clasificarse como⁽¹¹⁾:

- ✓ Patologías de los acabados o lesiones menores.
- ✓ Patologías de los suelos en las que el comportamiento del suelo puede generar lesiones en el edificio.
- ✓ Patología de los elementos estructurales del concreto que son las debidas a los esfuerzos no controlados.
- ✓ Para poder diagnosticar correctamente una patología primero debe conocerse el origen que causa la misma, de este modo podrá encontrarse la solución óptima para su reparación.
- ✓ Las lesiones patológicas deben ser analizadas mediante el diagnóstico de un especialista, ya que es muy importante la correcta evaluación del problema para proceder luego al tratamiento y la reparación adecuada de la parte afectada.

La diversidad de patologías que se manifiestan en las estructuras es infinita; además de ser un tema muy complejo. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras; en muchos casos ni siquiera la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera. Por ejemplo, las causas de aparición de una grieta en una edificación, pueden ser múltiples; algunas veces es posible identificarlas fácilmente, pero otras veces no lo es. Una manera sencilla de clasificar las patologías que se presentan en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen. De acuerdo a esto, las patologías pueden aparecer por tres motivos: Defectos, Daños y Deterioro.⁽¹²⁾

- ✓ Las patologías que aparecen por Defectos, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o

inapropiados para la obra. Para evitar los defectos en las edificaciones, es necesaria la intervención de personal capacitado y honrado durante la elaboración y ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, controladas y corregidas por personas expertas. Un defecto en la edificación, puede traducirse en altas vulnerabilidades, dejando la estructura expuesta a sufrir daños y deterioros de magnitudes incalculables.

- ✓ Las patologías causadas por Daños, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo, el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga). Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; no podemos impedir que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en un desastre. Se deben concebir estructuras menos vulnerables, evitando los defectos en el diseño, materiales y construcción, seleccionando la ubicación adecuada para la edificación, respetando los criterios de diseño, y muy especialmente, empleando un poco el sentido común.

- ✓ Las patologías, puede ser el deterioro de la edificación. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. Por esta razón es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo.

2.2.4. Diagnóstico ⁽¹³⁾

Es lo que permite conocer la enfermedad (falla o defecto de la estructura), y determinar el estado en que se encuentra (condiciones de funcionamiento y resistencia), permite pronosticar sobre los cambios que pueden sobrevenir sobre la estructura en el curso de la afección que sufre, su duración y terminación por los síntomas que la precedieron o la acompañaron. **(Mario A. Panozo V.-2007)**.

2.2.5. Durabilidad ⁽¹⁴⁾

El ACI define la durabilidad del concreto como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto, la conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos, en este sentido, no existe un concreto “durable” por sí mismo, ya que las características físicas, químicas y resistentes que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir sido “durable” bajo condiciones diferentes.

Tradicionalmente se asoció la durabilidad a las características resistentes del concreto, y particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que es sólo uno de los aspectos involucrados, pero no el único ni el suficiente para obtener un concreto durable, en consecuencia, el problema de la durabilidad es sumamente complejo en la medida en que cada situación de exposición ambiental y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseño de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo, por lo que es usual que en este campo las generalizaciones resulten nefastas.

2.2.6. Exudación ⁽¹⁵⁾

Es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado, es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie, la exudación es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de exudación es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, el excesivo aumento de la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de la exudación aún está presente, los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie.

Después que toda el agua de la exudación se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación

La tasa de exudación y la capacidad de sedimentación total por unidad de peso del concreto original aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado, el concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

2.2.7. Agrietamiento en Losas de Concreto ⁽¹⁶⁾

El agrietamiento puede producirse en el concreto en estado plástico y/o en el concreto endurecido, las grietas que se producen en el concreto en estado plástico se deben básicamente a lo siguiente:

- ✓ Movimiento de la cimbra durante la etapa de endurecimiento de concreto
- ✓ Contracción del concreto por asentamientos alrededor del refuerzo, en obstrucciones o alrededor de los agregados
- ✓ Contracción plástica (durante el fraguado)

En el concreto endurecido el agrietamiento puede deberse a lo siguiente:

2.2.7.1. Causas Químicas

- ✓ Composición del cemento o carbonatación
- ✓ Oxidación del acero de refuerzo
- ✓ Reactividad de los agregados

Del concreto premezclado que se vende en el mundo, el mayor porcentaje se emplea para el colado de losas, parte de éstas suspendidas y otra parte importante en losas sobre piso, en las cuales el principal problema es el agrietamiento. En este trabajo se analizan los mecanismos y causas que originan dichas grietas, con base en lo cual se plantean recomendaciones para evitarlas. Además, sólo nos referimos al agrietamiento que se produce debido a cambios volumétricos en el concreto y, en especial, para el caso de losas sobre piso.

2.2.7.2. Causas Físicas

- ✓ Contracción por secado
- ✓ Contracción térmica
- ✓ Calor de hidratación
- ✓ Variaciones externas de temperatura
- ✓ Concentraciones de esfuerzos
- ✓ Refuerzo
- ✓ Forma estructural (esquinas de aberturas)
- ✓ Flujo plástico

2.2.7.3. Diseño Estructural

- ✓ Cargas mal consideradas
- ✓ Asentamientos diferenciales
- ✓ Mala disposición de las juntas
- ✓ Accidentales
- ✓ Sobrecargas
- ✓ Vibraciones
- ✓ Sismos
- ✓ Incendios

2.2.7.4. Proceso de Agrietamiento

Como se mencionó, para poder encontrar la solución es necesario primero conocer la causa. Por ejemplo, en una barra de concreto, de una longitud L , en una condición de temperatura y humedad y libre de esfuerzos, se seca y se enfría sin restricciones, sufrirá una contracción, disminuyendo su longitud, sin desarrollar esfuerzos, por lo tanto, sin agrietamiento. Pero, si la misma barra, antes de someterla a un proceso de secado o enfriamiento, se empotra en los extremos, al ocurrir la contracción se produce un esfuerzo de tensión y si éste resulta mayor que la resistencia a tensión del concreto se produce el agrietamiento, pues durante el secado además de producirse la contracción, el concreto desarrolla resistencia y simultáneamente el fenómeno de flujo plástico el cual tiende a disminuir el esfuerzo a tensión: cuando el esfuerzo a tensión neto a cualquier edad iguala a la resistencia del concreto se genera la grieta.

2.2.7.5. Conclusión

- ✓ Las restricciones provocan esfuerzos en el concreto
- ✓ Al desarrollarse el flujo plástico disminuyen los esfuerzos a tensión netos
- ✓ Si los esfuerzos a tensión netos son inferiores a la resistencia no se presentan agrietamientos
- ✓ Si no existen restricciones, no se producen tensiones y no hay agrietamientos.

2.2.7.6. Restricciones

Las principales restricciones en las losas de concreto son las siguientes:

- ✓ Empotramientos
- ✓ Superficie de contacto del concreto con la base o cimbra
- ✓ Capa inferior del concreto respecto a la superficial
- ✓ Acero del refuerzo
- ✓ Elementos empotrados
- ✓ Columnas, muros y bases de maquinarias.

2.2.7.7. Factores que afectan el agrietamiento

Sucede por dos tipos de variables, las debidas al concreto mismo, sus componentes y, en segundo lugar, por las variables externas.

2.2.7.8. Variables en el concreto

a) Agua

A mayor cantidad de agua, mayor será la tendencia al agrietamiento pues se incrementa la contracción y se reduce la resistencia.

b) Cemento

En general, mientras más alto sea el consumo de cemento igualmente es mayor la posibilidad de agrietamiento.

Los cementos finamente molidos o de resistencia rápida muestran más contracciones altas, pero debido a que simultáneamente desarrollan resistencia resulta poco frecuente que se presenten grietas cuando el concreto se encuentra en estado plástico.

c) Agregados

La granulometría. Forma y textura de los agregados afectan en forma variable las proporciones y con ello la tendencia a la contracción.

Mientras más pequeño sea el tamaño máximo del agregado mayor será la contracción del concreto para una misma resistencia, al requerir más pasta para cubrirlos.

Las partículas grandes de agregado, por otra parte, restringen localmente la contracción en superior grado que las partículas pequeñas.

d) Aditivos

Los reductores de agua disminuyen la contracción por secado, los retardantes incrementan la deformabilidad del concreto en estado plástico disminuyendo el agrietamiento. Los aditivos acelerantes, en general, aumentan la contracción, pero como sube la resistencia y el flujo plástico, no siempre ocasionan agrietamiento.

e) Sangrado

El flujo del agua hacia arriba en el concreto fresco produce zonas de pasta aguada debajo de las partículas de grava grandes y del acero de refuerzo, principalmente en losas de mucho peralte, ocasionando zonas débiles, lo cual causa grietas internas.

f) Curado

El secado rápido del concreto fresco en losas puede provocar que la velocidad de evaporación exceda a la de sangrado, con lo que la superficie del concreto sufre una contracción por secado restringida por la capa inferior, generando grietas por contracción plástica.

g) Variables externas

Además de las causas internas que favorecen el agrietamiento en el concreto hay una serie de factores externos que influyen notablemente.

2.2.7.9. Temperatura

La temperatura ambiente afecta la velocidad de secado del concreto en estado fresco, así como la velocidad de endurecimiento; por otra parte, establece la longitud durante las primeras horas, hasta que el concreto desarrolla cierta rigidez. A partir de esta longitud los cambios de temperatura producen cambios volumétricos, y, por consiguiente, un potencial agrietamiento.

Las losas de piso o pavimentos colados en clima frío son menos susceptibles al agrietamiento que cuando el trabajo se efectúa en clima caliente, pues los cambios de temperatura afectan la longitud, generalmente produciendo expansión que no es tan crítica como la contracción.

a) Condiciones de exposición

Las caídas fuertes de temperatura y humedad producen restricciones internas entre la superficie y la masa, y la masa interior del concreto.

b) Condiciones de restricción

Mientras mayor sea la restricción a la contracción, o el número de éstas, mayor será el número de grietas.

Es importante resaltar que, en una losa sobre suelo, mientras mayor sea el porcentaje de acero de refuerzo, las grietas serán más numerosas, pero de menor grosor, en relación a una losa con menos refuerzo. El ancho total acumulado de las grietas es aproximadamente el mismo para cualquier porcentaje de acero.

En el caso del concreto pre-forzado, se inducen al concreto esfuerzo de compresión. Por tanto, cualquier contracción provocada por los factores

anteriores únicamente disminuye la compresión aplicada. En una estructura a base de elementos pre-colados, las restricciones a la que están sometidos los elementos individuales son bajas, por lo cual hay menos agrietamientos que en una estructura monolítica.

2.2.7.10. Tipos de grietas

En una forma simple podemos clasificar las grietas en dos grupos: por su profundidad y por su dirección.

2.2.7.10.1. Por su profundidad:

- ✓ Superficiales
- ✓ Poco profundas
- ✓ Profundas
- ✓ En todo el peralte

2.2.7.10.2. Por su dirección

En este grupo podemos decir básicamente que hay dos tipos de grietas:

a) Grietas en forma de mapa o de piel de cocodrilo:

Casi siempre de poca profundidad, debidas básicamente a la presencia de una mayor contracción en la superficie que en la parte inferior en todas direcciones.

Las causas que favorecen este tipo de agrietamiento son las siguientes:

- ✓ Secado en la superficie antes del curado y de que el concreto desarrolle suficiente resistencia. Es frecuente después del acabado de la llama metálica.
- ✓ Curado con agua mucho más fría que la temperatura del concreto.
- ✓ Condiciones alternas de alta y baja temperatura del concreto.
- ✓ Manejo excesivo del concreto durante su colocación, lo cual puede producir segregación y sangrado.

- ✓ Trabajo excesivo de la superficie.
- ✓ Acabado prematuro de la superficie y espolvoreado de cemento para esta actividad.
- ✓ Aplicación de agua en la superficie para facilitar el acabado.

b) Grieta continua:

Este tipo de grietas a menudo son profundas y de todo el peralte, se presentan a lo ancho de la losa y son perpendiculares al eje longitudinal, una aislada o varias paralelas; asimismo, pueden iniciarse en puntos de concentración de esfuerzos.

Las causas que favorecen este tipo de grietas son las siguientes:

- ✓ Corte extemporáneo.
- ✓ Restricciones a la contracción:
- ✓ Continuidad en el refuerzo
- ✓ Desalineación de pasa juntas
- ✓ Efectos de esquinas
- ✓ Efectos de viento
- ✓ Curado deficiente
- ✓ Soporte no uniforme
- ✓ Cargas excesivas
- ✓ Falta de juntas de aislamiento
- ✓ Juntas de contracción muy separadas

2.2.7.11.Motivos de fallas frecuentes

Según el Comité ACI 302 «Guía para la construcción de losas y pisos de concreto», los motivos de falla más frecuentes son:

1. Deficiencias en extendido y enrasado.
2. Acabado con humedad excesiva o agua de sangrado.
3. Curado extemporáneo.

Al analizar las fallas frecuentes y las causas que ocasionan cada una de ellas se llega a lo siguiente:

a) Agrietamiento:

- ✓ Restricciones
- ✓ Contracción plástica (concreto fresco)
- ✓ Cambios volumétricos

b) Baja resistencia al desgaste:

- ✓ Alta relación agua / cemento Alto revenimiento.
- ✓ Acabado prematuro
- ✓ Curado deficiente

c) Descascaramiento:

- ✓ Bajo contenido de cemento: alta relación agua / cemento. Alto revenimiento
- ✓ Acabado prematuro
- ✓ Curado deficiente

d) Burbujas:

- ✓ Prematuro «cerrado» de la superficie
- ✓ Alto contenido de aire
- ✓ Exceso de finos en la mezcla

e) Alabeo:

- ✓ Contracción diferencial entre la superficie y el interior de la losa debido ha secado superficial.

2.2.7.12.Recomendaciones para evitar el Agrietamiento

El diseño estructural adecuado de las losas apoyadas sobre el suelo es fundamental para evitar el agrietamiento de éstas durante su vida útil. El Comité ACI 360 «Diseño de Losas Apoyadas sobre el Suelo» establece cinco métodos

para el diseño estructural de estos elementos:

- a) Método de la Asociación del Cemento Portland (Portland Cement Association)
- b) Método del Instituto de Mallas de Refuerzo (Wire Reinforcement Institute)
- c) Método del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers)
- d) Método del Instituto de Post-Tensado (Post-Tensioning Institute)
- e) Método del Concreto con Contracciones Compensadas (Shrinkage - Compensating Concrete)

Cada uno de los métodos anteriores establece el procedimiento para determinar el espesor de las losas de piso, así como el tipo de juntas y separaciones recomendadas, lo cual debe incluir un proyecto estructural correcto.

2.2.7.13. Espesor de la Losa

El espesor de las losas apoyadas sobre el suelo depende principalmente de los siguientes factores:

a) Módulo de reacción del suelo de apoyo

La capacidad para resistir las cargas actuantes y evitar los asentamientos diferenciales en estos elementos estructurales. Depende de la interacción que se presenta entre el suelo de apoyo y la losa. Por lo anterior, para un diseño correcto de losas de piso es necesario contar con información geotécnica del sitio, con el fin de determinar el tipo de suelo subyacente, su estratigrafía, así como sus propiedades mecánicas, principalmente el módulo de reacción del material de apoyo (k). En algunos casos se podrá colocar la losa directamente sobre el suelo de lugar, mientras que en otros es probable que se requieran capas de base y /o sub-base.

b) Cargas sobre la losa

Se deben determinar de una manera racional y apegada a códigos las cargas

que actuarán sobre la losa con el fin de diseñarlas para la combinación más crítica que se pueda presentar durante su vida útil. Los principales tipos de cargas que actúan en estos elementos son:

- ✓ Cargas de vehículos
- ✓ Cargas concentradas (columnas de estantes, postes, etc.)
- ✓ Cargas lineales o de franjas (muros divisorios, de carga, etc.)
- ✓ Cargas uniformes (material almacenado directamente
- ✓ sobre la losa con pasillos entre éstos)
- ✓ Cargas de construcción (materiales y equipos temporales)
- ✓ Efectos de temperatura (en climas extremos se deben
- ✓ considerar los cambios térmicos y de humedad)

2.2.7.14. Características del Concreto

Las siguientes propiedades del concreto influyen directamente en el espesor de la losa:

- ✓ Resistencia a la compresión
- ✓ Módulo de ruptura
- ✓ Resistencia al cortante
- ✓ Módulo de elasticidad

2.2.7.15. Juntas

El principal objetivo de las juntas en las losas de piso es disminuir las restricciones en sus tableros ya que como se estableció antes éstas son las que generan esfuerzos de tensión en el concreto y ocasionan el agrietamiento.

Hay tres tipos de juntas que todo diseño estructural de losas de piso debe incluir:

a) Juntas de contracción

Estas juntas, también llamadas de control, tienen como función prevenir el

agrietamiento de las losas debido a la contracción por secado, pues en éstas se absorben los esfuerzos de tensión originados por el cambio de longitud de la losa. La separación entre juntas de contracción recomendada por el Comité ACI 302 es de 24 a 36 veces el espesor de la losa y la relación largo a ancho de cada tablero no debe exceder 1.5. Es importante señalar que en caso de utilizar acero de refuerzo o malla electro soldada, éstos deberán interrumpirse en las juntas de contracción para evitar restricciones adicionales.

b) Juntas de construcción

Se utilizan al final de la jornada laboral o cuando se interrumpe la colocación del concreto por más de una hora. Se pueden emplear también como juntas de dilatación. En este caso se coloca un relleno de material compresible y un pasa juntas para transmitir las cargas verticales. Las juntas de construcción pueden ser machihembradas. Sin embargo, este tipo de juntas no es recomendable cuando circulen vehículos pesados o en losas de poco espesor, ya que pueden producirse esfuerzos de cortante que provoquen una falla local.

c) Juntas de expansión o aislamiento

Estas juntas permiten el movimiento vertical y horizontal entre la losa y otros elementos estructurales (muros de carga, columnas, dados, registros, etc.), disminuyendo los esfuerzos de tensión que se presentan por los cambios de dimensión en el plano de la losa. Se recomienda que las juntas de aislamiento alrededor de las columnas rectangulares o cuadradas deben hacerse en forma de diamante o circular para evitar agrietamientos, que por efectos de esquina se producen por la concentración de esfuerzos de tensión, Fricción losa – suelo.

Un parámetro poco empleado en el diseño de losas sobre piso es el coeficiente de fricción entre el concreto y el suelo de apoyo, el cual puede en muchas ocasiones ofrecer una alta restricción a la contracción del concreto. Algunos autores recomiendan la colocación sobre la base o sub-base de una cama de arena para minimizar la fricción existente, proceso constructivo, concreto.

Para disminuir las contracciones es recomendable emplear un concreto con el menor revenimiento que sea manejable para la obra (3 a 6 cm), así como el mayor tamaño máximo de agregado posible (1 1/2 a 2 pulgadas).

2.2.8. Comportamiento ⁽¹⁷⁾

Morales O. Javier 2005, en su investigación señala lo siguiente:

2.2.8.1. Comportamiento Funcional

El comportamiento funcional de un pavimento de concreto está asociado a la capacidad funcional que tiene para brindar una superficie segura y cómoda al usuario. En este contexto la regularidad o rugosidad superficial es la característica predominante.

La regularidad o rugosidad superficial es la característica más percibida por el usuario ya que afecta la calidad de la rodadura. Se relaciona con los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar a las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y consumo de energía. La comodidad depende principalmente del vehículo y del perfil longitudinal de la vía. La fricción superficial de un pavimento es la fuerza desarrollada en la interface rueda-pavimento que resiste el deslizamiento cuando se aplican las fuerzas del frenado. La fricción o resistencia al deslizamiento también es un valor crítico en la seguridad, ya que cuando los pavimentos están mojados el agua actúa como lubricante y reduce el contacto entre la rueda y pavimento. Si la película de agua es gruesa y al vehículo circula a gran velocidad, las ruedas pierden contacto con el pavimento, creando el peligroso fenómeno de hidropelano.

La aparición de fisuras es el primer aviso de una carretera con problemas. Es señal de tensiones, debidas a condiciones climáticas o de cargas de tráfico que han sobrepasado los límites de la resistencia del pavimento. Es la señal para el ingeniero de que los costos de conservación van a aumentar si no se actúa con prontitud.

2.2.8.2. Comportamiento Estructural

El comportamiento estructural de un pavimento rígido está asociado a la capacidad estructural que tiene para soportar o resistir las solicitaciones de carga al que estará sometido durante su periodo de vida útil; ya que las cargas de los vehículos pesados producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad de soporte de la estructura del pavimento.

Cabe resaltar que el comportamiento de las losas depende estrechamente de las condiciones de contorno como son el apoyo de la sub-base y las restricciones en los bordes que le imponen las losas adyacentes.

La principal característica estructural de los pavimentos rígidos es la transmisión de las cargas a través de juntas o grietas. Por lo tanto, la forma más frecuente de establecer la capacidad estructural de un pavimento rígido es determinar la deflexión o desplazamiento vertical a lo largo de las juntas y borde del pavimento, bajo una carga normalizada de referencia, ya que deflexiones excesivas producen bombeo de la sub-base y posteriormente pérdida de soporte estructural del pavimento, lo que origina la rotura de la losa de concreto.

Por otro lado, el efecto de superposición más conocido, aunque difícil de cuantificar, es el crecimiento exponencial del daño en el pavimento debido a que las cargas dinámicas se incrementan con la mala regularidad superficial.

En general, el comportamiento estructural de un pavimento se relaciona con su condición física, esto es, con la ocurrencia de agrietamientos, fallas, peladuras, u otras situaciones que podrían afectar exclusivamente la capacidad de soporte de la estructura del pavimento o en todo caso requerir mantenimiento.

2.2.8.3. Factores que afectan el Comportamiento del Pavimento Rígido

Nuevamente Morales O. Javier menciona que el pavimento rígido es una estructura de gran superficie expuesta en relación a su volumen, y en tal sentido pasa gran parte del tiempo solicitado a la acción del medio ambiente a través de los gradientes térmicos (de ciclo diario) y de los gradientes de humedad (clima y tránsito). Así mismo, a las solicitaciones propias de tránsito. Tales factores (clima y tránsito) tienen una acción preponderante y temporal sobre el comportamiento del pavimento. Cabe resaltar que estos factores son simultáneamente causa y efecto de los deterioros en los pavimentos, es decir, que de algunos deterioros existentes pueden devenir nuevos deterioros. Esto será un desarrollo continuado de daños si no se toma las medidas y precauciones convenientes.

Al desarrollarse deterioros en el pavimento se produce una pérdida de serviciabilidad lo que origina una reducción en la vida de servicio prevista del pavimento. Es por esto, que es necesario cuantificar el valor de su influencia de cada uno de estos factores en el comportamiento del pavimento.

2.2.8.4. Tráfico

Cuando los ejes cargados transitan sobre el pavimento pasando de una losa a otra producen dos grandes efectos: esfuerzos de flexión en la losa de concreto y deflexiones en juntas, grietas, esquinas y bordes del pavimento.

En el primero se inducen esfuerzos internos y deformaciones que acumulan fatiga en cada pasada, dichos esfuerzos son críticos cuando la losa presenta una deformación de alabeo cóncavo, tal como lo muestra el isograma de tensiones del gráfico 4, donde los esfuerzos son máximos en el centro de la cara superior de la losa y en la zona central de los bordes superiores. Al cabo de muchas repeticiones de carga, el material alcanza un fatigamiento que se manifiesta en la aparición de fisuras de dichos puntos, lo que luego se propagan hacia abajo afectando todo el espesor de la losa.

El segundo efecto y el más perjudicial, es cuando las cargas del camión se ubican en el borde exterior del pavimento, lo cual origina las deflexiones más críticas que cualquier otra posición de carga.

Muchas repeticiones de carga por eje pesado en las esquinas y borde de la losa causan bombeo; erosión de los materiales de la subrasante, sub-base, y berma de concreto; vacíos debajo y al lado de la losa; y la falla de las juntas del pavimento, especialmente en pavimentos con juntas sin pasadores.

Desde un principio de los resultados del ensayo AASHTO han demostrado que la evolución de las deformaciones y de las fisuras en un pavimento está ligada a la magnitud y ubicación de la carga por eje y a la duración de su aplicación, así como al número de pasadas.

2.2.8.5. Medio Ambiente

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento en varias formas. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener cierto efecto sobre la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de la subrasante. Así mismo, estos gradientes deforman las losas de pavimento produciéndole alabeos que modifican continuamente las condiciones de apoyo y de contorno. Con propiedad puede decirse que el pavimento de concreto es una estructura viva que se mueve al compás de la naturaleza.

La infiltración de agua a través de la superficie, juntas, grietas, o como agua subterránea proveniente de un alto nivel freático, acuíferos interrumpidos y manantiales localizados contribuyen al desarrollo de fallas en los pavimentos de concreto como son: inestabilidad de la subrasante.

En adición al efecto perjudicial del agua, las losas de concreto están sometidas al alabeo y curvatura. El alabeo es la deformación cóncava hacia arriba de la losa debido a variaciones de su contenido de humedad con la profundidad. El efecto

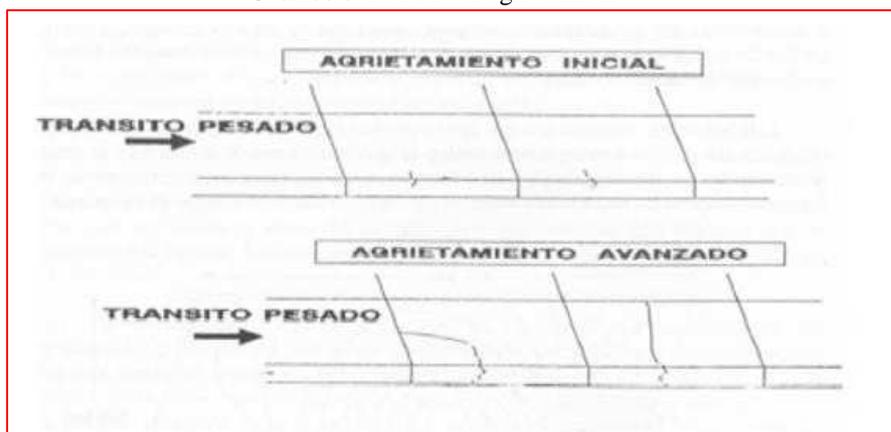
de alabeo es doble: pérdida de soporte a lo largo de los bordes de la losa y restricción de los esfuerzos a la compresión en el fondo de la losa. El curvado se refiere al comportamiento de la losa debido a las variaciones de temperatura. Durante el día, cuando la cara superior está más caliente que la parte inferior, se desarrollan esfuerzos restringidos de tensión en el fondo de la losa. Durante la noche, la distribución de temperatura es a la inversa y los esfuerzos restringidos de tensión se desarrollan en la superficie de la losa.

Gráfico 7: Efectos del clima y del Tráfico en el comportamiento del pavimento.



Fuente: Tomado de la publicación de la Transportación Research Board (TBR), Washintong D.C. del 12/01/2003.

Gráfico 8: Patrón del agrietamiento



Fuente: “Nuevos conceptos a considerar en el diseño, construcción y conservación de pavimentos de concreto”, publicado por la ASOCCEM.

2.2.8.6. Evaluación

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

Un requerimiento importante en el diseño de refuerzo, es la condición del pavimento existente. La evaluación de éste consiste de tres elementos principales: evaluación de la serviciabilidad (condición funcional), evaluación de la capacidad estructural y por último la observación visual del pavimento existente. Cualquiera de las tres, o en combinación, contribuye a tomar una decisión acerca del tipo de refuerzo más indicado para el proyecto.

En general, la evaluación de un pavimento consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto establecer un diagnóstico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos homogéneos en que puede dividirse la carretera en estudio.

En la evaluación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Debe ser sistemática y permanente, a fin de detectar los daños tan pronto como se presentan y tomar de inmediato las medidas preventivas o correctivas más adecuadas.
- ✓ No se debe asumir determinadas condiciones o propiedades de los materiales, dado que esto puede impedir que se obtengan los resultados deseados.
- ✓ Se debe distinguir entre los daños que influyen en la calidad del tránsito, y aquellos que se refieren al deterioro y reducción de la capacidad de carga del pavimento.
- ✓ Condición de drenaje. La presencia de bombeo en juntas y grietas me indica que hay deficiencias en el drenaje.

2.2.8.7. Evaluación Funcional

Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento.

Existen diferentes indicadores para establecer el estado superficial de un pavimento. Cada indicador generalmente es expresado a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento. Para cada indicador existen tablas en las cuales se dan valores que indican en que condición se encuentra el pavimento, generalmente cada país en su norma de pavimentos establece estos límites.

2.2.8.8. Evaluación Estructural

La evaluación estructural se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado deterioro ha decaído hasta un nivel en el cuál el pavimento ha reducido su capacidad resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible. Por tanto, dichos tramos deben ser rehabilitados para que vuelvan a ser transitables. El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, ya que de ella va depender que el refuerzo sea correctamente diseñado.

Hay tres maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento existente:

- Capacidad estructural basada en la observación visual y ensayo de materiales.
- Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos (NDT, por sus siglas en ingles).
- Capacidad estructural basada en la vida remanente.

2.2.8.9. Evaluación Visual

La evaluación visual de un pavimento puede ser definido como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Para el caso en que se va a proyectar una sobre capa de refuerzo, tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que tienen sobre el comportamiento del refuerzo, ya que, si estos deterioros no son reparados, pueden desencadenar fallas como por ejemplo reflexión de fisuras. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobre-capa de refuerzo.

Se debe analizar también el drenaje y correlacionar sus deficiencias con las fallas presentes. Asimismo, se recomienda el muestreo y ensayo de materiales. Esto permitirá conocer los espesores reales de cada capa y el estado de deterioro en que se encuentran.

La metodología de la evaluación visual comprende los siguientes pasos:

- Identificar las fallas y las posibles causas de las mismas.
- Se ubican las fallas en una hoja de evaluación adoptada al efecto.
- Se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas.
- Se cuantifica en gabinete la información recogida en el campo.
- Se emite un dictamen respecto del tramo evaluado.

La evaluación visual de los pavimentos de concreto exige definir una terminología uniforme que permita identificar los diferentes tipos de daños, sus causas, su grado de severidad y la extensión de los mismos. Esta uniformidad en la terminología es fundamental si se considera que la estimación de las condiciones de un pavimento admite un componente subjetivo. En efecto, el tipo de daño puede ser descrito de diferente forma, o con distinto énfasis por ingenieros de diferente experiencia.

2.2.8.10.Importancia de Evaluación.

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

2.2.8.11.Tipos de Fallas.

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

2.2.8.11.1.Fallas De Superficie.

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

2.2.8.11.2.Fallas Estructurales

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

2.2.9. Manual de Daños⁽¹⁸⁾

2.2.9.1. Descripción De Los Daños

A continuación, se mencionan los siguientes tipos de daños presentes en las losas de concreto, según el **Manual del PCI** (Manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento pórtland):

2.2.9.2. Blowup - buckling

a) Descripción:

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

b) Niveles de Severidad

- L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

c) Opciones de Reparación

- L: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.
- M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
- H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

2.2.9.3. Grieta de esquina

a) Descripción:

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

b) Niveles de Severidad

- L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)
- H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

c) Medida

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

- Sólo tiene una grieta de esquina.
- Contiene más de una grieta de una severidad particular.

- Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

d) Opciones de reparación

- L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.
- M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.
- H: Parcheo profundo.

2.2.9.4. Grieta de durabilidad “D”

a) Descripción:

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

b) Niveles de severidad

- L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
- M: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

- H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

c) Medida

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

d) Opciones de reparación:

- L: No se hace nada.
- M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.
- H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

2.2.9.5. Escala

a) Descripción:

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

b) Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta

Cuadro 1: Nivel de severidad de Escala

NIVEL DE SEVERIDAD	DIFERENCIA EN LA ELEVACION
L	3 a 10mm
M	10 a 19mm
H	Mayor a 19 mm

Fuente: Manual del PCI.

c) Medida.

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

d) Opciones de reparación

- L: No se hace nada. Fresado.
- M: Fresado.
- H: Fresado.

2.2.9.6. Daño del sello de la junta

a) Descripción:

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

- Desprendimiento del sellante de la junta.
- Extrusión del sellante.
- Crecimiento de vegetación.
- Endurecimiento del material llenante (oxidación).

- Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Falta o ausencia del sellante en la junta.

b) Niveles de Severidad

- L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

c) Medida

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

d) Opciones de reparación

- L: No se hace nada.
- M: Resellado de juntas.
- H: Resellado de juntas.

2.2.9.7. Grietas Lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales)

a) Descripción:

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de

longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

b) Niveles de severidad

b.1) Losas sin refuerzo

- L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- M: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- H: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

b.2) Losas con refuerzo

- L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- M: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
- H: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

2.2.9.8. Pulimento de agregados

a) Descripción:

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

b) Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

2.2.9.9. Popouts

a) Descripción:

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

b) Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

c) Medida

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio

es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

d) Opciones de reparación

- L, M y H: No se hace nada.

2.2.9.10. Bombeo

a) Descripción:

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

b) Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

c) Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

d) Opciones de reparación

- L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

2.2.9.11. Punzonamiento

a) Descripción:

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción.

b) Niveles de Severidad

Cuadro 2: Nivel de severidad de Punzonamiento.

SEVERIDAD DE LAS MAYORÍAS DE LAS GRIETAS	NUMERO DE PEDAZOS		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Fuente: Manual del PCI

c) Medida

Si la losa tiene uno o más Punzonamiento, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

d) Opciones de reparación

- L: No se hace nada. Sellado de grietas.
- M: Parcheo profundo.
- H: Parcheo profundo.

2.2.9.12. Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado

a) Descripción:

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

b) Niveles de Severidad

- L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.
- M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

c) Medida

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

d) Opciones para Reparación

- L: No se hace nada.
- M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.
- H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre carpeta.

2.2.9.13. Grietas de Retracción

a) Descripción:

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se

extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

b) Niveles de Severidad

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

c) Medida

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

d) Opciones de reparación

- L, M y H: No se hace nada.

2.2.9.14. Descascaramiento de Esquina

a) Descripción:

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

b) Niveles de severidad

En el Cuadro 38.1 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse. (Ver cuadro N° 3).

Cuadro 3: Nivel de severidad de Descascaramiento de Esquina.

PROFUNDIDAD DEL DESCASCARAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCASCARAMIENTO	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
>25.0 a 51.0 mm	L	M
Mayor a 51.0 mm	M	H

Fuente: Manual del PCI

c) Medida

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

d) Opciones de reparación

- L: No se hace nada.
- M: Parcheo parcial.
- H: Parcheo parcial.

2.2.9.15. Descascaramiento de Junta

a) Descripción:

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.

2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

b) Niveles de Severidad

En el Cuadro 39.1 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Cuadro 4: Nivel de severidad de Descascaramiento de Junta.

Fragmentos De Descascaramiento	Ancho Del Descascaramiento	Longitud Del Descascaramiento	
		< 0.6 mm >	>0.6 mm
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	< 102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25% aparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
	< 102 mm	L	M
	>102 mm	M	H

Fuente: Manual del PCI.

c) Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

d) Opciones para Reparación

- L: No se hace nada.
- M: Parcheo parcial.
- H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

2.2.10. Daños más Frecuentes en Losas de Concreto Simple

2.2.10.1. Grieta de Esquina

Tabla 1: medición de grieta de esquina

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Sólo tiene una grieta de esquina
2	Contiene más de una grieta de una severidad particular
3	Contiene dos o más grietas de severidades diferentes

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Gráfico 9: Grieta de esquina



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

2.2.10.2.Losa Dividida

Tabla 2: medición de losa dividida

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	De 4 a 5 pedazos de losa agrietada, severidad leve, sellado de grietas de ancho mayor de 3mm
2	de 6 a 8 pedazos de losa agrietada, se considera cambiar la losa
3	de 8 ó más pedazos de losa agrietada, se considera cambiar la losa

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Gráfico 10: Losa Divida



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

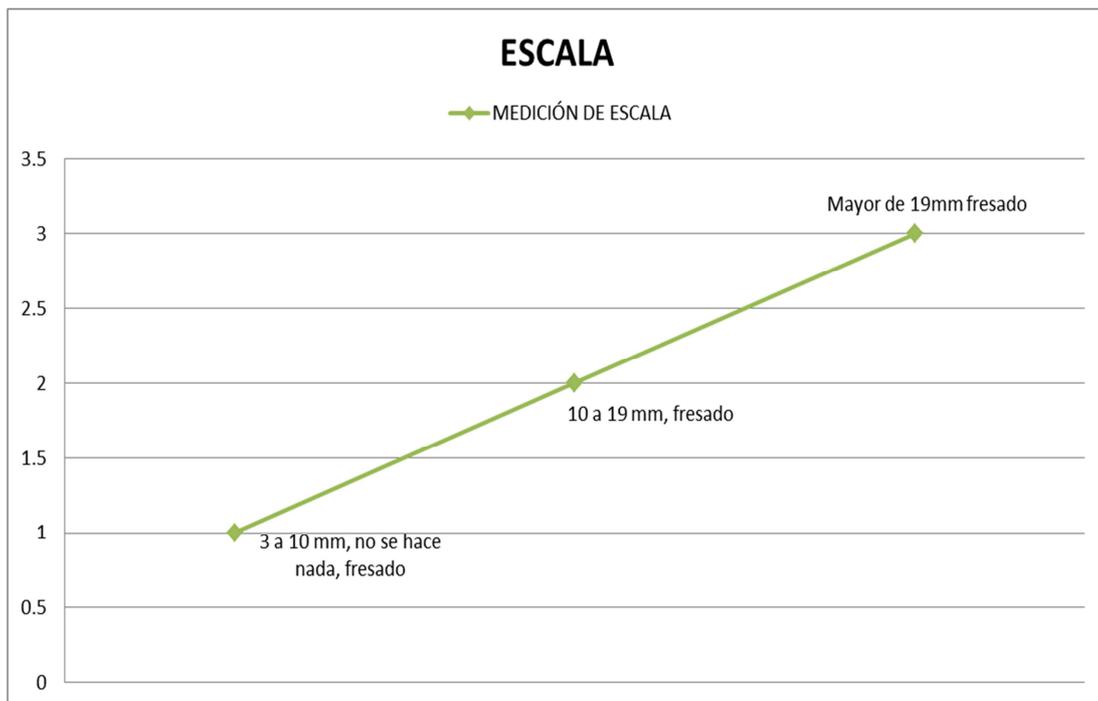
2.2.10.3.Escala

Tabla 3: medición de escala

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	3 a 100mm, no se hace nada, fresado
2	10 a 19 mm, fresado
3	mayor de 19 mm, fresado

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Gráfico 11: Escala



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

2.2.10.4. Grietas Lineales

Tabla 4: medición de grietas lineales

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Grietas no se selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condiciones satisfactoria. No existe escala.
2	1 Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
	2 Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.00 mm con escala menor que 10.0 mm
	3 Grieta no sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0mm
3	1 Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
	2 Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0mm

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI.

Gráfico 12: Grietas Lineales.



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

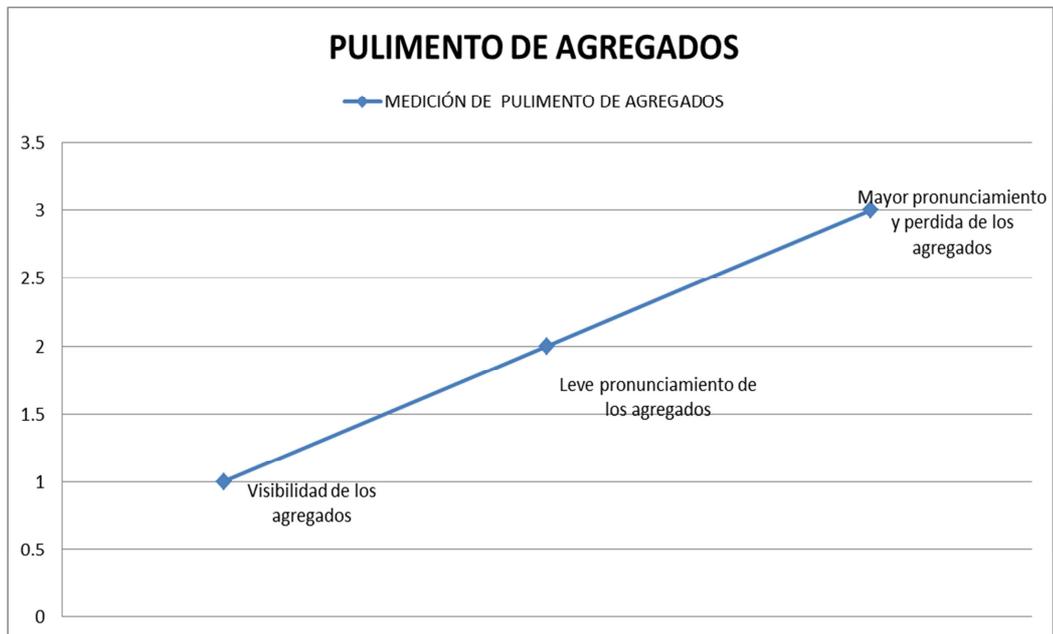
2.2.10.5. Pulimento de Agregados

Tabla 5: medición de pulimento de agregados

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Visibilidad de los agregados
2	Leve pronunciamiento de los agregados
3	Mayor pronunciamiento y pérdida de los agregados

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Gráfico 13: Pulimento de Agregados



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

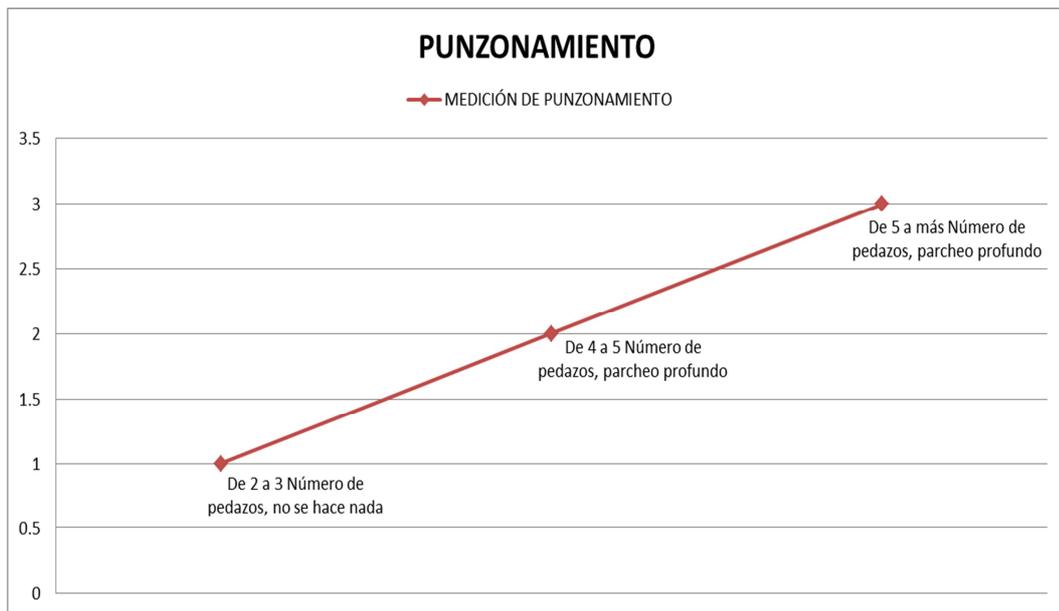
2.2.10.6.Punzonamiento

Tabla 6: Medición de Punzonamiento

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	De 2 a 3 número de pedazos, no se hace nada
2	De 4 a 5 número de pedazos, parcheo profundo
3	De 5 a más número de pedazos, parcheo profundo

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI.

Grafico 14: Punzonamiento



Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

2.2.10.7. Mapa de Grietas

Tabla 7: Medición de mapa de grietas

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buenas condiciones con solo un descamado menor presente. No se hace nada
2	La losa esta descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada
3	No se hace nada. Reemplazo de la losa.

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Grafico 15 mapa de grietas



Fuente: Adaptación del Manual de PCI

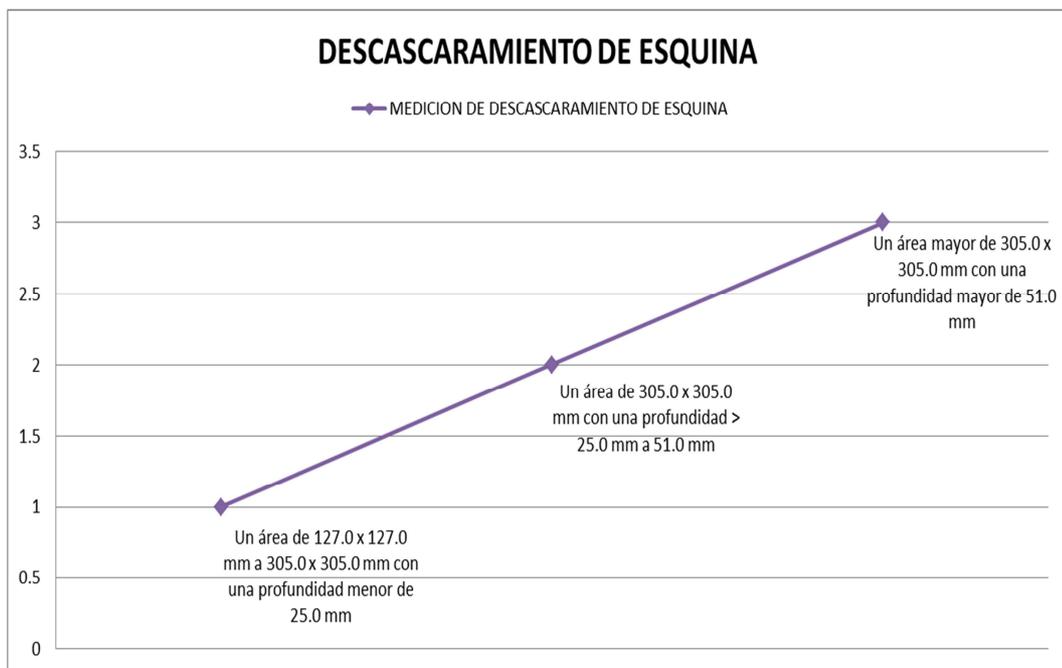
2.2.10.8.Descascaramiento de Esquina

Tabla 8: medición de descascaramiento de esquina

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Un área de 127.0 x 127.0 mm a 305.0x 305.0 mm con una profundidad menor de 25.0mm
2	Un área de 305.0 x 305.0 mm con una profundidad > 25.0mm a 51.0 mm
3	Un área mayor de 305.0 x 305.0 mm con una profundidad mayor de 51.0mm

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Gráfico 16, descascaramiento de esquina



Fuente: Adaptación del Manual del PCI

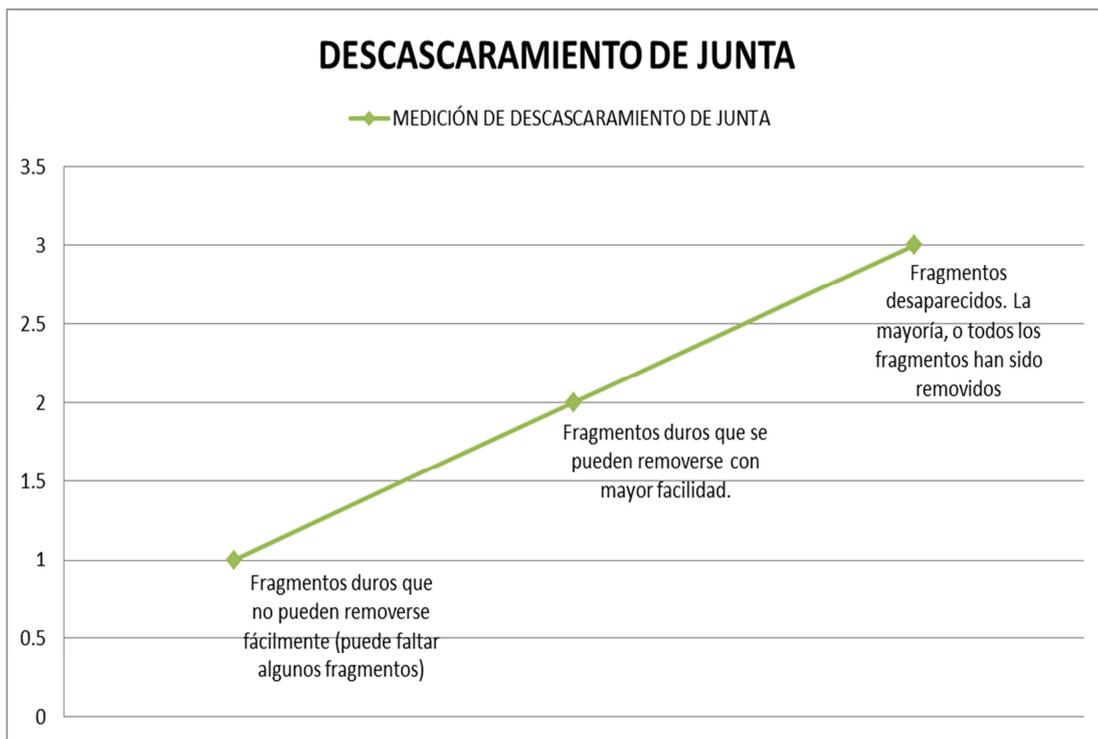
2.2.10.9.Descascaramiento De Junta

Tabla 9: medición de descascaramiento de junta

MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Fragmentos duros que no pueden removerse fácilmente (puede faltar algunos fragmentos)
2	Fragmentos duros que se pueden removerse con mayor facilidad.
3	Fragmentos desaparecidos, La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.

Fuente: Adaptación propia del manual del PCI

Grafico 17, descascaramiento de junta



Fuente: Adaptación del Manual del PCI

III. Metodología

3.1. Diseño de la Investigación

Nivel exploratorio, Se plantea cuando se observa un fenómeno que debe ser analizado, por tanto, es fenomenológico; su función es el reconocimiento e identificación de problemas.

Desestima la estadística y los modelos matemáticos, se opone al estudio cuantitativo de los hechos, por tanto, es hermenéutico.

Constituye el plan general de la investigación para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación, el diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que la investigación adopta para generar información exacta e interpretable, los diseños son estrategias con las que intentamos obtener respuestas a preguntas como:

- Contar.
- Medir.
- Describir.

El diseño de investigación estipula la estructura fundamental y especifica la naturaleza global de la intervención.

Cuando nos planteamos realizar un estudio se suele tratar de desarrollar algún tipo de comparación. El diseño de investigación supone, así, especificar la naturaleza de las comparaciones que habrían de efectuarse, estas pueden ser: Entre dos o más grupos.

- De un grupo en dos o más ocasiones.
- De un grupo en diferentes circunstancias.
- Con muestras de otros estudios.

El diseño también debe especificar los pasos que habrán de tomarse para controlar las variables extrañas y señala cuándo, en relación con otros acontecimientos, se van a recabar los datos y debe precisar el ambiente en que se realizará el estudio. Esto quiere decir que debe decir dónde habrán de llevarse a cabo las intervenciones y la recolección de datos, esta puede ser en un ambiente natural (como el hogar o el centro laboral de los sujetos) o en un ambiente de laboratorio (con todas las variables controladas).

Al diseñar el estudio, debe decir qué información se dará a los sujetos, es recomendable revelar a los sujetos el propósito de la investigación y obtener su consentimiento.

El diseño se grafica de la siguiente manera:



3.2. Población y Muestra

3.2.1 Universo o Población

El universo o población que se utilizará para realizar la presente investigación será dada por el conjunto de losas que conforman el total de área del parque “Miguel Cortez” de la ciudad de Piura.

3.2.2 Muestra

Se ha seleccionado como muestra las losas de concreto simple que están alrededor del tanque elevado y del área de juegos-ciencia del parque “Miguel Cortez.”.

3.2.3 Definición y Operacionalización de las Variables e Indicadores

Cuadro 5: Definición y Operacionalización de las variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque "infantil" Miguel Cortez de la ciudad de Piura.	Análisis de patologías que presentan las losas de concreto alrededor del tanque elevado y en la zona de juegos de ciencia-recreación del parque Miguel Cortez.	Tipos de patologías que se presentan en las losas de concreto simple del parque Miguel Cortez, como: - Descascaramient o de juntas. - Grieta de esquina. - Agrietamientos. - Pulimiento de agregado.	Variabilidad	Tipo de daño, forma de daño
			Grado de afectación	clase de daño, nivel de severidad - Leve - Moderado - Severo

Fuente: Propia

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizará la evaluación visual, la cual será determinante para empezar la toma de datos. Además, la toma de datos se utilizará como instrumento de recolección de información de la muestra, según el análisis de muestreo, para lo cual es fundamental contar con los instrumentos necesarios, tales como: Para la recolección

de datos se usarán libreta de apuntes o tablas de ingreso de datos, software (Word, Excel, etc.). Todo esto será necesario para mantener un orden adecuado en el proceso de investigación y posterior evaluación.

Entre los equipos auxiliares usaremos, regla, equipo de medición manual (wincha), para realizar mediciones en áreas afectadas de los elementos estructurales de concreto, pilotes, vigas, losas, etc. Para poder así garantizar una evaluación detallada de las patologías que se presentan en las diferentes zonas identificadas.

Cámara fotográfica, la que nos permitirá detallar las zonas afectadas de la estructura en estudio.

Embarcación pequeña (lancha), la que nos permitirá movilizarnos por debajo de la estructura para poder obtener datos más completos de los daños que presentan la estructura.

3.4. Plan de Análisis

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- Ubicación del área de estudio.
- Definir patologías
- Tipo de patologías existentes
- Cuadros del ámbito de la investigación
- Proceso de datos
- Cuadros estadísticos de las patologías existentes

3.5. Matriz de Consistencia

Cuadro 6: Matriz de Consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MARCO TEORICO	METODOLOGIA
<p>“Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque “infantil” Miguel Cortez de la ciudad de Piura-septiembre 2015”</p>	<p>¿En qué medida el análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque “infantil” Miguel Cortez, influirán en el estado actual de las losas de concreto simple?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar las diferentes patologías existentes en las losas de concreto del parque infantil Miguel Cortez, y determinar el estado en el que se encuentra.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar el deterioro físico y mediante el análisis de las patologías del concreto en las losas de concreto simple del parque Miguel Cortez.</p> <p>Realizar las mediciones de las patologías para catalogar su grado de severidad.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Mediante la evaluación y determinación de las patologías podremos identificar el grado de afectación de las losas de concreto para así, dar un correcto diagnóstico que nos muestre la situación actual de estas, y tener claro el nivel de severidad que afectan a estas losas de concreto.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Con el análisis y diagnóstico, obtendremos el grado de afectación que tienen las patologías en las losas de concreto simple del parque Miguel Cortez, y establecer el grado de vulnerabilidad</p>	<p>Variable</p> <p>Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia, recreación del parque “infantil” Miguel Cortez de la ciudad de Piura</p>	<p>Tipo de falla en los elementos estructurales en forma:</p> <p>Fisuración: Longitudinales, transversales, en mapa.</p> <p>Fallo en Juntas: Juntas de construcción, dilatación.</p> <p>Daños Superficiales: Erosión, pérdida del agregado grueso, descascaramiento.</p> <p>Textura: Eflorescencia, incrustación, lavado de finos.</p>	<p>Antecedentes:</p> <p>Se consultó diferentes investigaciones, tanto en el ámbito internacional como nacional, además de artículos relacionados al tema.</p> <p>Bases Teóricas</p> <p>Patologías: ciencia que está encargada del estudio de lesiones en su más amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales debido a causas conocidas o desconocidas.</p> <p>Patología del Concreto</p> <p>Se le puede definir como el estudio sistemático de los procesos y de las características de los defectos o daños que puede sufrir el concreto por diferentes factores</p>	<p>Tipo y Nivel de la investigación</p> <p>Tipo:</p> <p>No experimental de corte transversal</p> <p>Nivel:</p> <p>Descriptivo, por que describe el tipo de patología</p> <p>Severidad</p> <p>Baja, media y alta</p>

Fuente: Propia

3.6. Principios Éticos

El análisis se realizará en completa honestidad, con los principios forjados y aplicando la ética profesional que nos deberá caracterizar en nuestra vida profesional, se realizará el análisis respectivo en campo a estudiar, así mismo se realizará consulta sobre los proceso y datos obtenidos, como también se harán comparaciones con estudios similares entre otros para la obtención más precisa de los orígenes, consecuencias y realizar el planteamiento de las posibles soluciones.

IV. Resultados

4.1 Resultados

Para realizar la presente investigación se tomó como área de estudio, uno de los más grandes y concurridos parques de la ciudad de Piura, (ver Gráfico 18), dividiendo su área total en 5 sectores (ver Gráfico 19), realizando el análisis patológico a las losas de concreto simple, de la información obtenida se realizó un consolidados, y posterior vaciado de esta información a cuadros de Excel para su proceso, obteniendo la información que está contenida en esta investigación.

Para los resultados obtenidos, se han dividido en los 5 sectores presentes del área total de investigación, donde se detalla los resultados obtenidos por número de losas de concreto simple analizada, los resultados se están presentando en tres niveles de severidad, (Leves, Moderado y Severo), para tomar como referencia esta escala de severidad, se adaptado este modelo del manual del PCI, siguiendo los lineamientos establecidos para la determinación del nivel de severidad.

Grafico 18, Ubicación del Parque Infantil, Miguel Cortez



Fuente: Google Maps

Grafico 19, División de sectores para la investigación.



Fuente: Adaptación de google maps
(www.googlemaps.com)

Cuadro 7: Cantidad de losas de concreto por sector de estudio

	Sector 1 perímetro tanque elevado	Sector 2 Parque (costado de tanque elevado)	Sector 3 juegos de recreación (skater 1/2)	Sector 4 juegos de recreación (skater 2/2)	Sector 5 juegos de ciencia
Número de Losas de Concreto	13	14	7	6	12

Fuente: Propia

La clasificación del nivel de severidad lo vemos en el cuadro N 8, donde se ha colocado la escala de severidad, el cual ha sido Adaptación propia del manual del PCI, tomado los lineamientos establecidos para el análisis de las losas de concreto.

Cuadro 8: Nivel de Severidad

CONDICIÓN	CALIFICACIÓN
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

Fuente: Propia

4.1.1 Sector 1 Perímetro Tanque Elevado

Este sector está compuesto por las losas de concreto simple, que rodean el perímetro del tanque elevado, el cual está ubicado en la parte interior del parque Miguel Cortez. Donde se ha realizado la inspección visual de la losa de concreto simple, con el objetivo de realizar el análisis patológico, que son indicadas en el Grafico N° 09.

Del análisis realizado en el sector N° 1, del parque infantil, donde el número de losas fueron de N° 13 und. de las cuales la losa N° 9 y 12, presento un nivel de severidad de 2.5, siendo la más crítica el pulimento de agregados y descascaramiento de esquina respectivamente, seguido de las losas 1, 6, 13, las cuales presenta en la escala de severidad un 2, quien representa un nivel moderado.

Cuadro 9: Patologías en el perímetro del tanque elevado

SECTOR 1: PERÍMETRO TANQUE ELEVADO			
DESCRIPCION	TIPO DE DAÑO EN LOSA DE CONCRETO	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	GRIETA DE ESQUINA	2	2.0
	LOSA DIVIDIDA	1	
	ESCALA	3	
LOSA N°02	GRIETAS LINEALES	2	1.5
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1	
LOSA N°03	PUNZONAMIENTO	2	1.5
	MAPA DE GRIETAS	1	
LOSA N°04	MAPA DE GRIETAS	2	1.5
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1	
LOSA N°05	PUNZONAMIENTO	1	1.5
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2	
LOSA N°06	GRIETA DE ESQUINA	3	2.0
	GRIETAS LINEALES	1	
LOSA N°07	ESCALA	1	1.5
	MAPA DE GRIETAS	2	
LOSA N°08	GRIETA DE ESQUINA	1	1.5
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2	
LOSA N°09	GRIETA DE ESQUINA	2	2.5
	PULIMENTO DE AGREGADOS	3	
LOSA N°10	LOSA DIVIDIDA	1	1.5
	ESCALA	2	
LOSA N°11	GRIETA DE ESQUINA	1	1.0
	PUNZONAMIENTO	1	
LOSA N°12	GRIETAS LINEALES	2	2.5
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	3	
LOSA N°13	LOSA DIVIDIDA	1	2.0
	PUNZONAMIENTO	3	

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	2.0
LOSA N°02	1.5
LOSA N°03	1.5
LOSA N°04	1.5
LOSA N°05	1.5
LOSA N°06	2.0
LOSA N°07	1.5
LOSA N°08	1.5
LOSA N°09	2.5
LOSA N°10	1.5
LOSA N°11	1.0
LOSA N°12	2.5
LOSA N°13	2.0

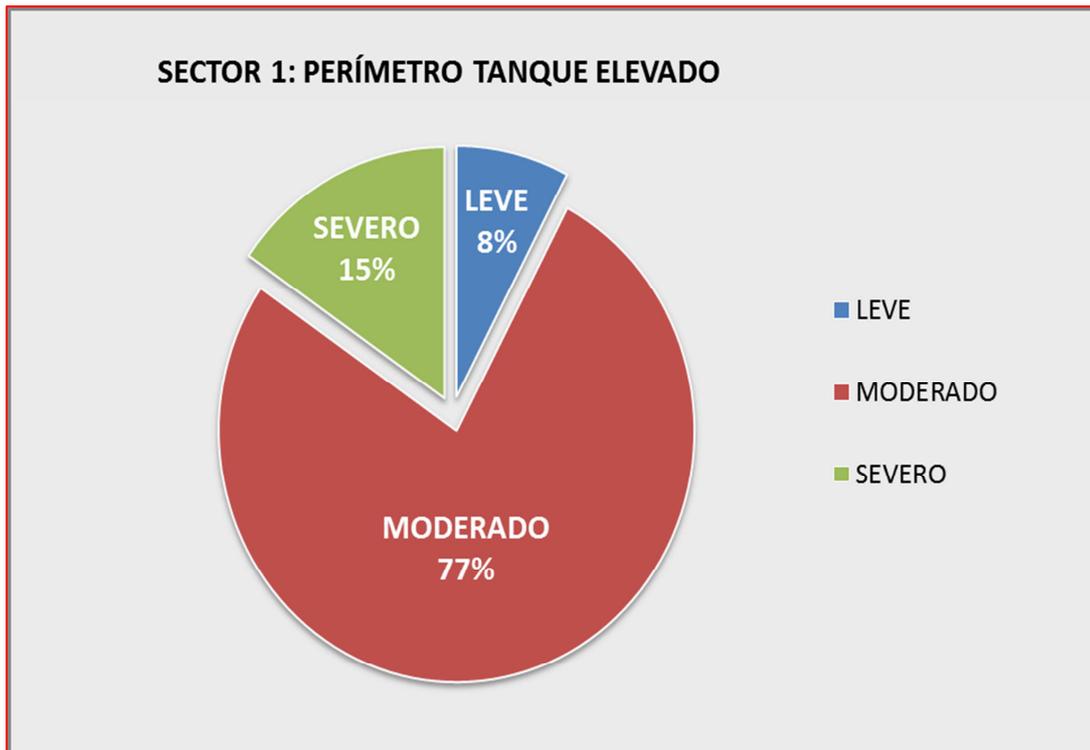
Fuente: Propia

Gráfico 20: Grado de Severidad del Perímetro Tanque Elevado



Fuente: propia

Gráfico 21: Porcentaje de Severidad del Perímetro Tanque Elevado



Fuente: Propia

4.1.2 Sector 2 Parque (Costado de Tanque Elevado)

El análisis patológico realizado a este sector está compuesto por las losas de concreto simple que conforman el área del sector 2, perteneciente al costado del Tanque elevado de Agua Potable.

En este sector se ha realizado el análisis visual de las patologías presentes en las losas de concreto simple, donde se pudo observar un gran número de patologías, cuyo nivel de severidad varían, de acuerdo a los cuadros (ver cuadro 10), insertados en este trabajo de investigación, que de este análisis realizado se determina que las losas N° 1 y 13, tienen una presencia moderada de patologías.

Cuadro 10: Patologías costado de tanque elevado

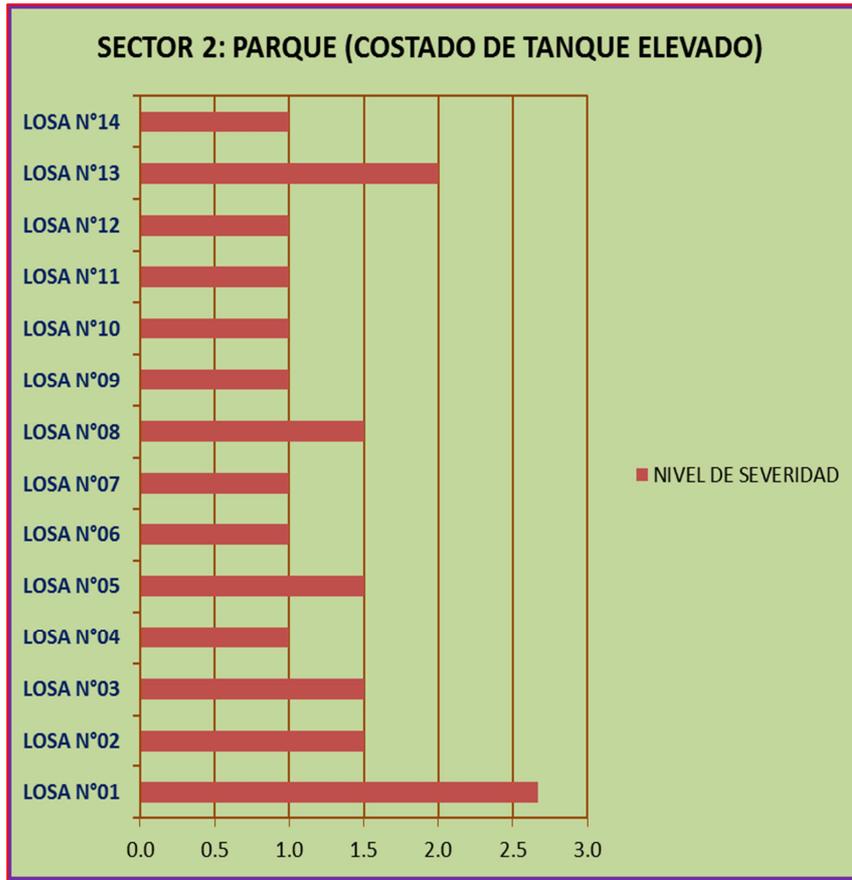
SECTOR 2: PARQUE (COSTADO DE TANQUE ELEVADO)				
DESCRIPCION	TIPO DE DAÑO EN LOSA DE CONCRETO	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	
LOSA N°01	GRIETA DE ESQUINA	3	2.7	
	LOSA DIVIDIDA	2		
	ESCALA	3		
LOSA N°02	GRIETAS LINEALES	2	1.5	
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1		
LOSA N°03	PUNZONAMIENTO	2	1.5	
	MAPA DE GRIETAS	1		
LOSA N°04	MAPA DE GRIETAS	1	1.0	
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1		
LOSA N°05	PUNZONAMIENTO	1	1.5	
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2		
LOSA N°06	GRIETA DE ESQUINA	1	1.0	
	GRIETAS LINEALES	1		
LOSA N°07	ESCALA	1	1.0	
	MAPA DE GRIETAS	1		
LOSA N°08	GRIETA DE ESQUINA	1	1.5	
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2		
LOSA N°09	GRIETA DE ESQUINA	1	1.0	
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1		
LOSA N°10	LOSA DIVIDIDA	1	1.0	
	ESCALA	1		
LOSA N°11	GRIETA DE ESQUINA	1	1.0	
	PUNZONAMIENTO	1		
LOSA N°12	GRIETAS LINEALES	1	1.0	
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1		
LOSA N°13	LOSA DIVIDIDA	1	2.0	
	PUNZONAMIENTO	3		
LOSA N°14	PULIMENTO DE AGREGADOS	1	1.0	
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1		

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	2.7
LOSA N°02	1.5
LOSA N°03	1.5
LOSA N°04	1.0
LOSA N°05	1.5
LOSA N°06	1.0
LOSA N°07	1.0
LOSA N°08	1.5
LOSA N°09	1.0
LOSA N°10	1.0
LOSA N°11	1.0
LOSA N°12	1.0
LOSA N°13	2.0
LOSA N°14	1.0

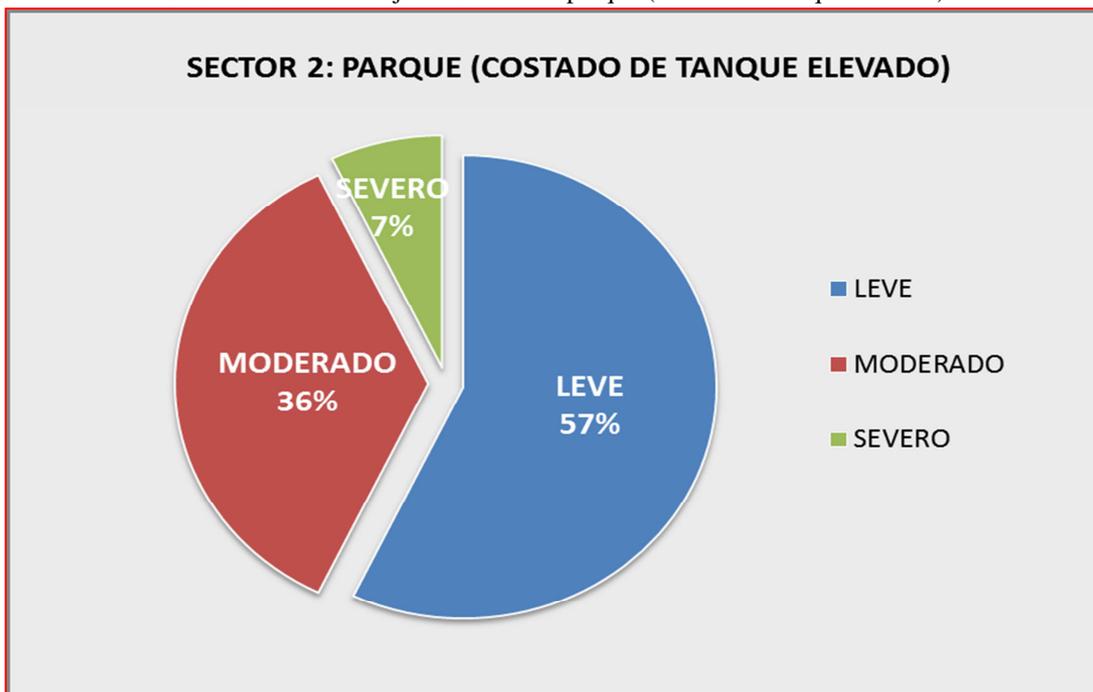
Fuente: Propia

Gráfico 22: Grado de Severidad parque (costado de tanque elevado)



Fuente: Propia

Gráfico 23: Porcentaje de Severidad parque (costado de tanque elevado)



Fuente: Propia

4.1.3 Sector 3 Juegos de Recreación (Skater 1/2)

En este sector está compuesto por las losas de concreto que están en el perímetro de la zona de deportes extremos, (bmx, patineta, skater, etc.) que se practican en el área de investigación, Los cuales son deportes de contacto fuerte con la superficie de las losas, en el análisis realizado se han podido observar, que existen varios tipos de patologías, como el desgaste de la superficie del concreto, fisuras horizontales, etc. Teniendo en consideración que este sector fue recientemente construido, en el proyecto para la construcción de Skater Park, realizado por la municipalidad provincial de Piura, pese a esta consideración, se observaron patologías presentes, de las cuales, considerando el cuadro para la evaluación de patologías, tenemos con un nivel moderado las grietas de esquina, grietas lineales y descascaramiento de juntas.

Cuadro 11: Patologías en sector de juegos de recreación (skater 1/2)

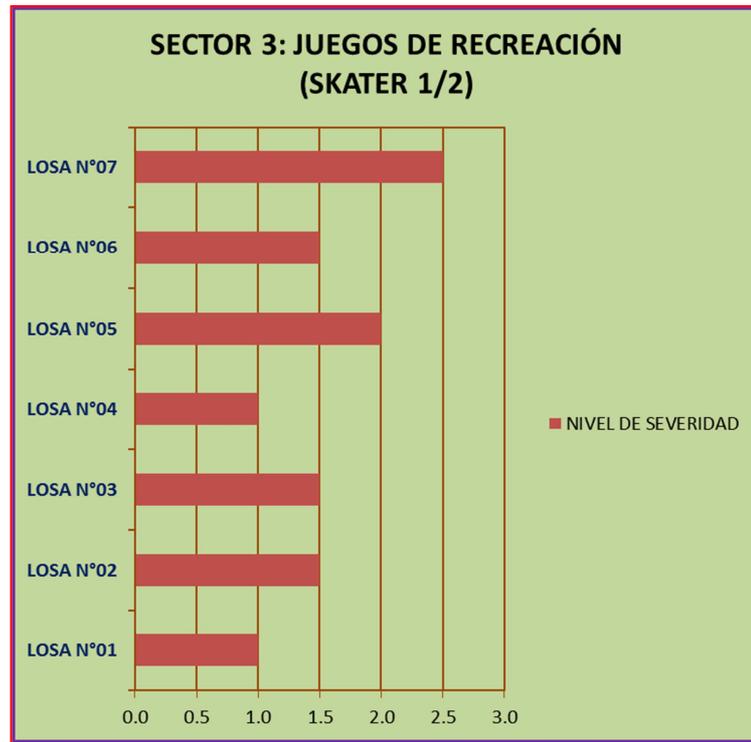
SECTOR 3: JUEGOS DE RECREACIÓN (SKATER 1/2)			
DESCRIPCION	TIPO DE DAÑO EN LOSA DE CONCRETO	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	GRIETAS LINEALES	1	1.0
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1	
LOSA N°02	PUNZONAMIENTO	2	1.5
	MAPA DE GRIETAS	1	
LOSA N°03	LOSA DIVIDIDA	2	1.5
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	1	
LOSA N°04	PUNZONAMIENTO	1	1.0
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	1	
LOSA N°05	GRIETA DE ESQUINA	3	2.0
	GRIETAS LINEALES	1	
LOSA N°06	ESCALA	1	1.5
	MAPA DE GRIETAS	2	
LOSA N°07	GRIETA DE ESQUINA	3	2.5
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2	

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	1.0
LOSA N°02	1.5
LOSA N°03	1.5
LOSA N°04	1.0
LOSA N°05	2.0
LOSA N°06	1.5
LOSA N°07	2.5

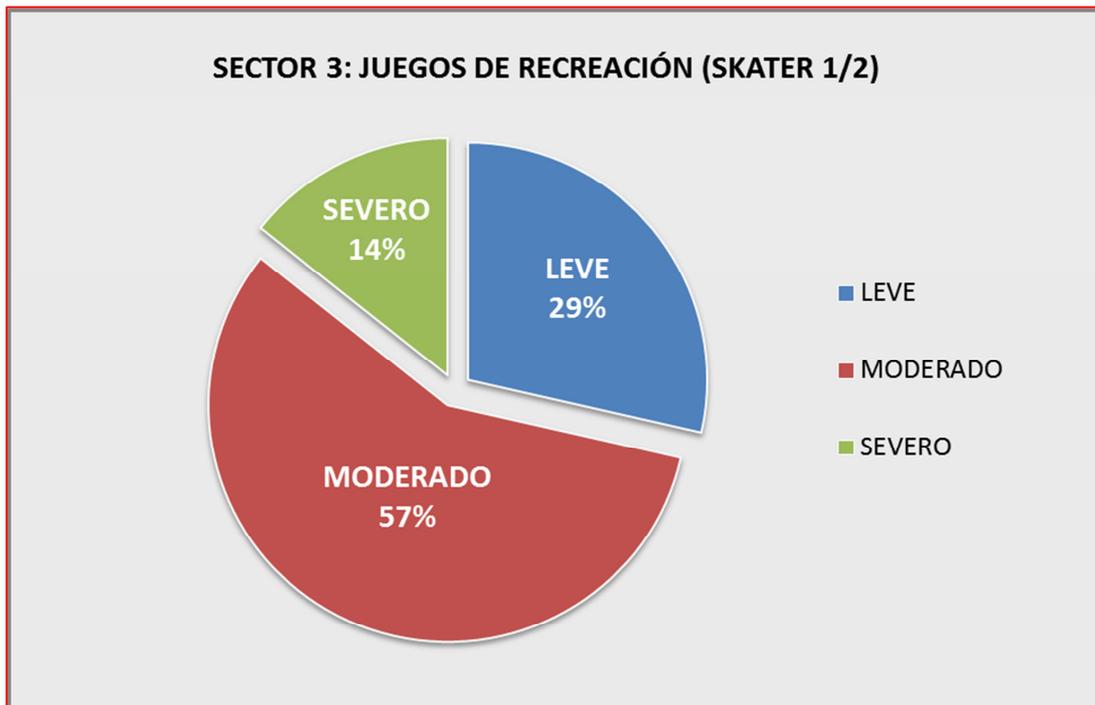
Fuente: Propia

Gráfico 24: Grado de Severidad, sector juegos de recreación (skater 1/2)



Fuente: propia

Gráfico 25: Porcentaje de Severidad en sector juegos de recreación (skater 1/2)



Fuente: Propia

4.1.4 Sector 4 Juegos de Recreación (Skater 2/2)

Este sector, es la continuación del área del Skater Park, el cual está compuesto por las losas de concreto en el perímetro de la zona de deportes extremos, (bmx, patineta, skater, etc.), los cuales son deportes de contacto fuerte con la superficie de las losas de concreto.

Del análisis realizado se han podido observar, que existen varios tipos de patologías, como el desgaste de la superficie del concreto, fisuras horizontales, el mapeo de grietas entre otras, al igual que el sector anterior, considerando que esta área ha sido recientemente construida, como proyecto nuevo por parte de la municipalidad provincial de Piura.

De esta área analizada, las patologías con un nivel de severidad alto son: en la losa N° 1, escala, en la losa N° 4, pulimento de agregados y puzonamiento.

Cuadro 12: Patologías en sector juegos de recreación (skater 2/2)

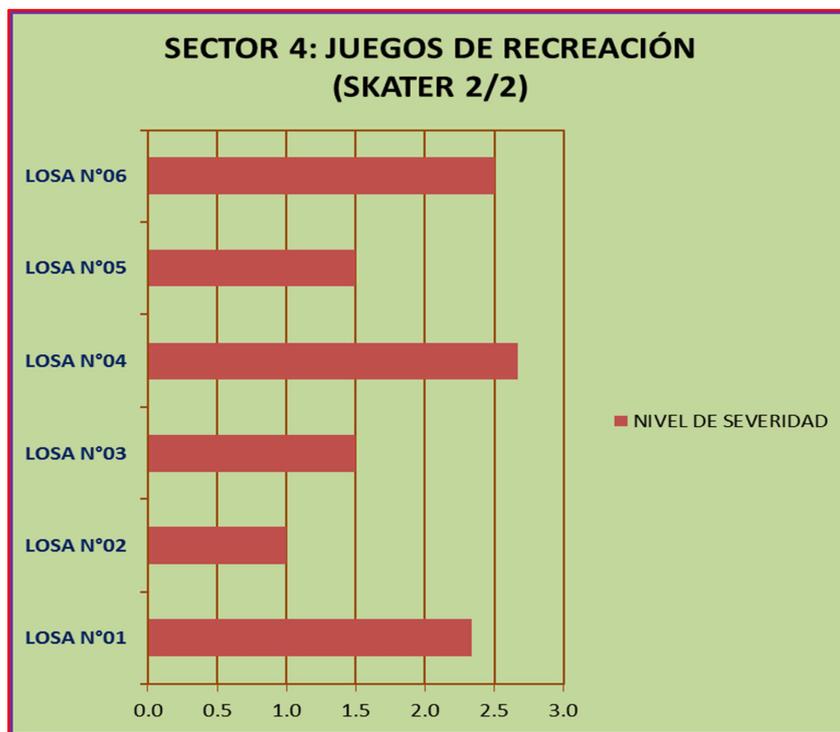
SECTOR 4: JUEGOS DE RECREACIÓN (SKATER 2/2)				
DESCRIPCION	TIPO DE DAÑO EN LOSA DE CONCRETO	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	
LOSA N°01	ESCALA	3	2.3	
	PUNZONAMIENTO	2		
	MAPA DE GRIETAS	2		
LOSA N°02	GRIETA DE ESQUINA	1	1.0	
	LOSA DIVIDIDA	1		
	ESCALA	1		
LOSA N°03	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	2	1.5	
	MAPA DE GRIETAS	1		
LOSA N°04	PULIMENTO DE AGREGADOS	3	2.7	
	PUNZONAMIENTO	3		
	MAPA DE GRIETAS	2		
LOSA N°05	GRIETA DE ESQUINA	1	1.5	
	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	2		
LOSA N°06	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	3	2.5	
	LOSA DIVIDIDA	2		

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	2.3
LOSA N°02	1.0
LOSA N°03	1.5
LOSA N°04	2.7
LOSA N°05	1.5
LOSA N°06	2.5

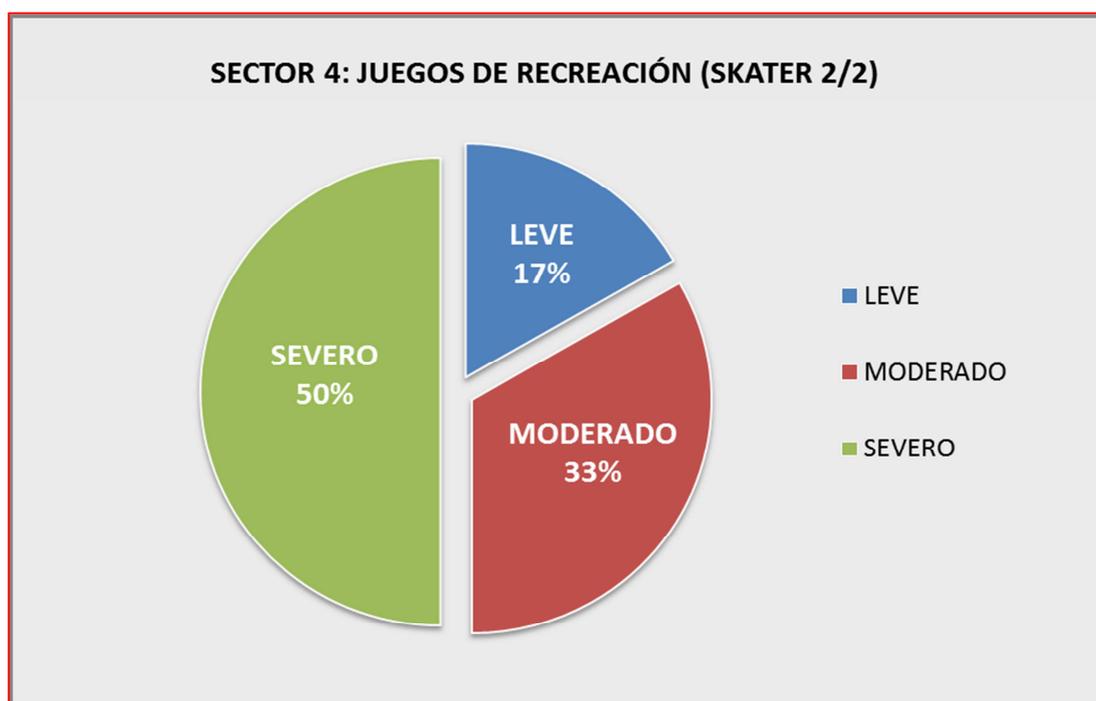
Fuente: Propia

Gráfico 26: Grado de Severidad en sector juegos de recreación (skater 2/2)



Fuente: Propia

Gráfico 27: Porcentaje de Severidad en sector juegos de recreación (skater 2/2)



Fuente: Propia

4.1.5 Sector 5 Juegos de Ciencia

En este sector es una de las áreas más amplias y concurridas, donde se puede apreciar muchas patologías de concreto en las losas existentes, por lo que, realizado el análisis en este sector se detectó muchas patologías, de las cuales las más severas y graves son las grietas lineales y losa dividida, como se evidencia en las fotos de los anexos. También se observó que uno de los principales orígenes de esta patología es originario por la presencia de grandes árboles, cuyas raíces cruzan bajo la base de dichas losas.

Realizado el análisis y en base al cuadro donde se evalúa y determina en nivel de severidad, se puede concluir que las losas presentes en este sector tienen un nivel de severidad severo, ya que la gran parte de estas presentan grandes fisuras y desgaste.

Cuadro 13: Patologías en sector juegos de ciencia

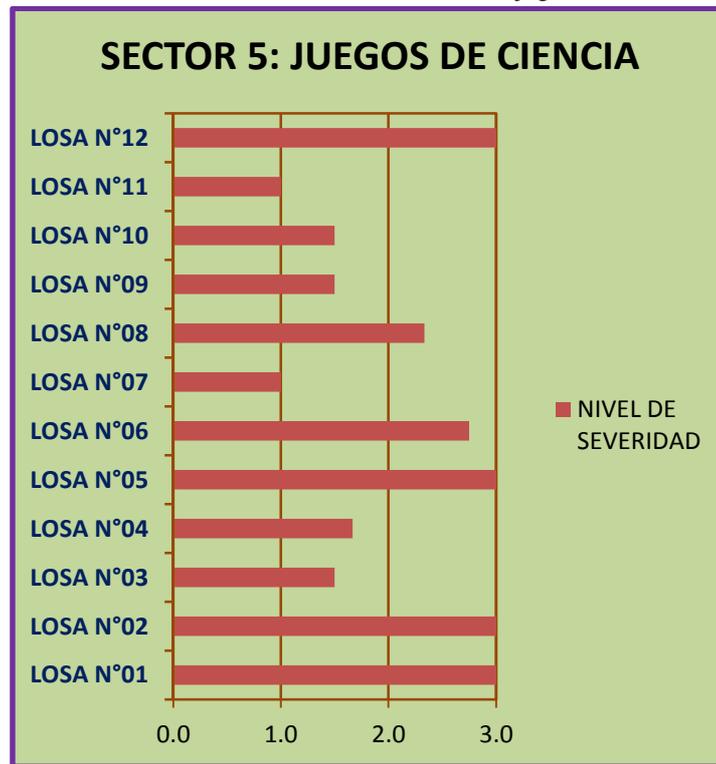
SECTOR 5: JUEGOS DE CIENCIA			
DESCRIPCION	TIPO DE DAÑO EN LOSA DE CONCRETO	NIVEL DE SEVERIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	GRIETA DE ESQUINA	3	3.0
	PULIMENTO DE AGREGADOS	3	
	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	3	
LOSA N°02	LOSA DIVIDIDA	3	3.0
	GRIETAS LINEALES	3	
	PUNZONAMIENTO	3	
LOSA N°03	PULIMENTO DE AGREGADOS	2	1.5
	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	1	
LOSA N°04	LOSA DIVIDIDA	3	1.7
	PUNZONAMIENTO	1	
	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	1	
LOSA N°05	PULIMENTO DE AGREGADOS	3	3.0
	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	3	
LOSA N°06	GRIETAS LINEALES	3	2.8
	PULIMENTO DE AGREGADOS	3	
	PUNZONAMIENTO	2	
	MAPA DE GRIETAS	3	
LOSA N°07	ESCALA	1	1.0
	MAPA DE GRIETAS	1	
LOSA N°08	GRIETA DE ESQUINA	1	2.3
	LOSA DIVIDIDA	3	
	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	3	
LOSA N°09	LOSA DIVIDIDA	2	1.5
	MAPA DE GRIETAS	1	
LOSA N°10	LOSA DIVIDIDA	3	1.5
	ESCALA	1	
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1	
	PUNZONAMIENTO	1	
LOSA N°11	ESCALA	1	1.0
	PULIMENTO DE AGREGADOS	1	
	MAPA DE GRIETAS	1	
LOSA N°12	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	3	3.0
	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	3	

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD
LOSA N°01	3.0
LOSA N°02	3.0
LOSA N°03	1.5
LOSA N°04	1.7
LOSA N°05	3.0
LOSA N°06	2.8
LOSA N°07	1.0
LOSA N°08	2.3
LOSA N°09	1.5
LOSA N°10	1.5
LOSA N°11	1.0
LOSA N°12	3.0

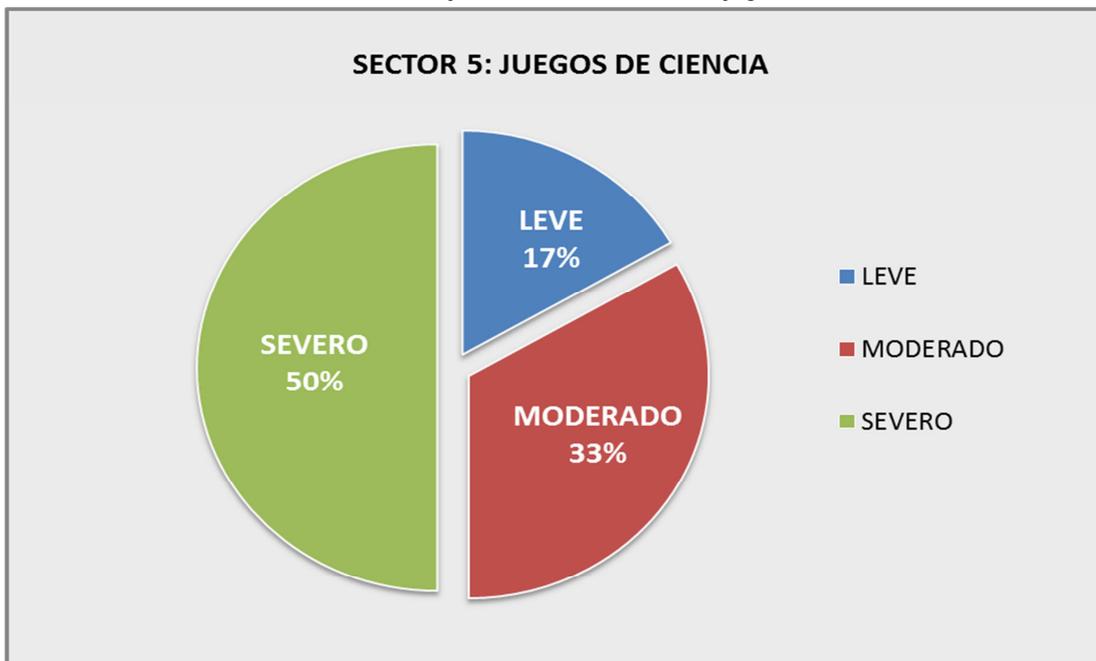
Fuente: Propia

Gráfico 28: Grado de Severidad en sector jugos de ciencia



Fuente Propia

Gráfico 29: Porcentaje de Severidad en sector jugos de ciencia



Fuente: Propia

4.2 Análisis de Resultados

En presente trabajo de investigación, donde se realizó el análisis patológico para las losas de concreto simple del parque Miguel Cortez de la Ciudad de Piura, se pudo analizar mediante análisis visual, teniendo como referencia cuadros con niveles para la evaluación, los cuales se ha tomado como referencia el manual del PCI, obteniendo los siguientes resultados.

Sector 1: esta área, se pudo realizar el análisis, determinando que las patologías, de acuerdo a las tablas de evaluación de severidad, solo llegan a un nivel moderado, donde predominan las patologías: descascaramiento de esquina, puzonamiento, etc. Que en conjunto evaluado de acuerdo a las tablas de evaluación obtienen un nivel de 1.65 que corresponde a un nivel moderado con un porcentaje global de las losas en este sector del 77%, también debe considerarse que presenta un 15% de severidad alta de área de las losas, como lo indican los cuadros de análisis.

Sector 2: del análisis realizado a este sector del parque se pudo apreciar las diferentes patologías, las cuales varían de acuerdo a su nivel de severidad, y las que tenemos grieta de esquina y puzonamiento, quienes tienen un nivel de severidad alto, y considerando de manera global, se tiene un nivel de severidad leve con un 57%, seguido de un 36% con un nivel de severidad moderado.

Sector 3: en este sector se realizó el análisis patológico de las losas de concreto, en el área de concentración de deportes extremos, de contacto fuerte, esta área es de concurrencia continua por los jóvenes habitantes de esta ciudad, quienes practican este deporte extremo, siendo así, las losas de concreto están expuestas a contacto con indumentaria metálica y equipos de uso en este deporte, los cuales realizan un desgaste severo a la superficie de las losas, además un descascaramiento de las juntas y filos, (ver Anexos), los niveles de severidad son moderado en las patologías predominantes siguientes: grietas de esquina, grietas lineales y descascaramiento de juntas, por lo cual concluimos que el área de estudio presenta un nivel de severidad moderada con un 57 %, seguida de un 29% de severidad moderada, y finalmente un 14% de severidad alta.

Sector 4: del análisis realizado a esta área, se determina que el pulimento de agregado, puzonamiento y mapeo de grietas, son las patologías presentes con mayor escala en niveles de severidad, esto se debe a que en esta área al igual que la anterior, es un espacio de prácticas de deporte extremo, como lo son la Bmx, Skater, etc., los cuales, por su contacto continuo y fuerte con la superficie de las losas de concreto, presentan desgastes, descascamiento entre otras. Hablando de manera general el nivel de severidad de este sector es: 50% severo, seguido de un 33% moderado y un 17 % leve.

Sector 5: este sector es el más amplio, donde se ha determinado niveles de severidad altas, puesto que en el área de análisis y evaluación se determinó diferentes tipos de patologías, las cuales presentan un nivel de severidad alta: con un 50% severo, un 33% moderado y 17% leve. Como se evidencia en los gráficos de los cálculos realizados.

Agrupando los resultados de las 5 áreas de análisis realizados, siguiendo los lineamientos de las adaptaciones de los cuadros adaptados del manual del PCI, se determinó de manera global el estado general del parque:

Tabla 10: estado del parque, por sectores

SECTOR	NIVEL DE SEVERIDAD
Sector 1: perímetro tanque elevado	Moderado
Sector 2: parque (costado de tanque elevado)	Leve
Sector 3 : juegos de recreación (skater 1/2)	Leve
Sector 4: juegos de recreación (skater 2/2)	Severo
Sector 5: juegos de ciencia	Severo

Fuente: Propia

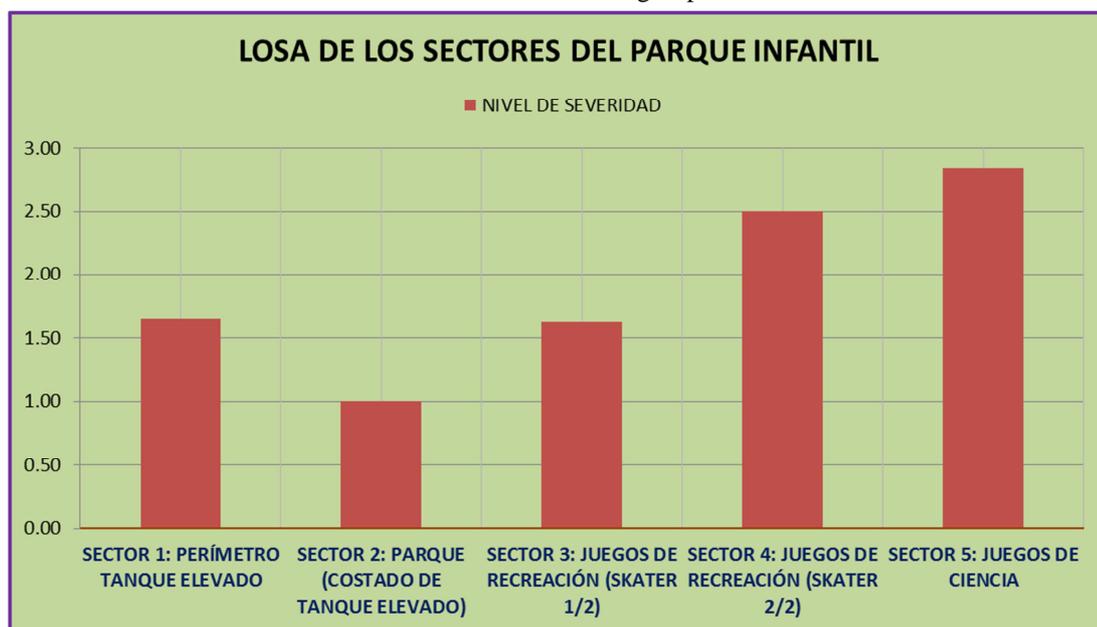
Cuadro 14: Grado de severidad de Patologías por sector

ESTADO SITUACIONAL DE LA LOSA DEL PARQUE INFANTIL		
DESCRIPCION	NIVEL DE SEVERIDAD	
SECTOR 1: PERÍMETRO TANQUE ELEVADO	1.65	
SECTOR 2: PARQUE (COSTADO DE TANQUE ELEVADO)	1.00	
SECTOR 3: JUEGOS DE RECREACIÓN (SKATER 1/2)	1.63	
SECTOR 4: JUEGOS DE RECREACIÓN (SKATER 2/2)	2.50	
SECTOR 5: JUEGOS DE CIENCIA	2.85	

NIVEL DE SEVERIDAD	
LEVE	1
MODERADO	2
SEVERO	3

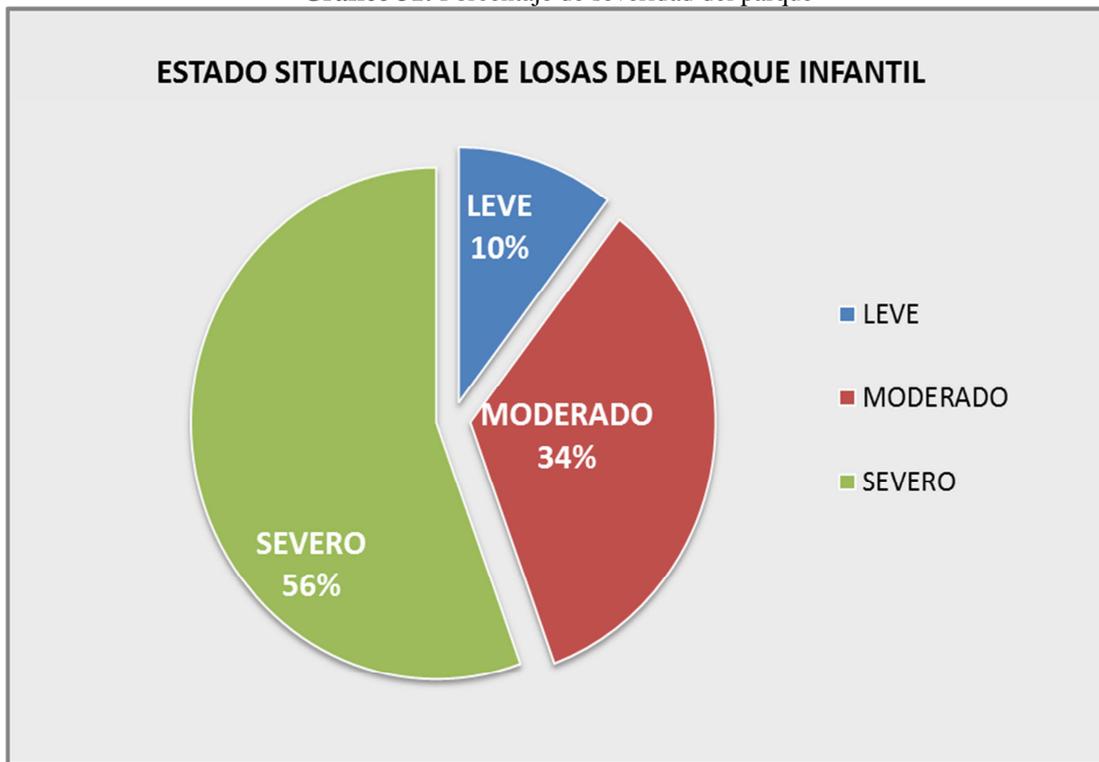
Fuente: Propia

Gráfico 30: Grado de Patologías por sector



Fuente: Propia

Gráfico 31: Porcentaje de severidad del parque



Fuente: Propia

Realizando el análisis, de la evaluación realizada a las losas de concreto del parque Miguel Cortez de la ciudad de Piura, se determina que el porcentaje de severidad de manera global de afectación de las patologías a las losas de concreto, las cuales causa graves deterioros, roturas, huecos, etc.

Los porcentajes de severidad se ven reflejados en el gráfico de torta, que del análisis patológico realizado se determinó que el 56% del total de las losas su nivel de severidad es, severo, seguido de un 34% del total de las losas, presenta un nivel de severidad moderado y un 10% leve.

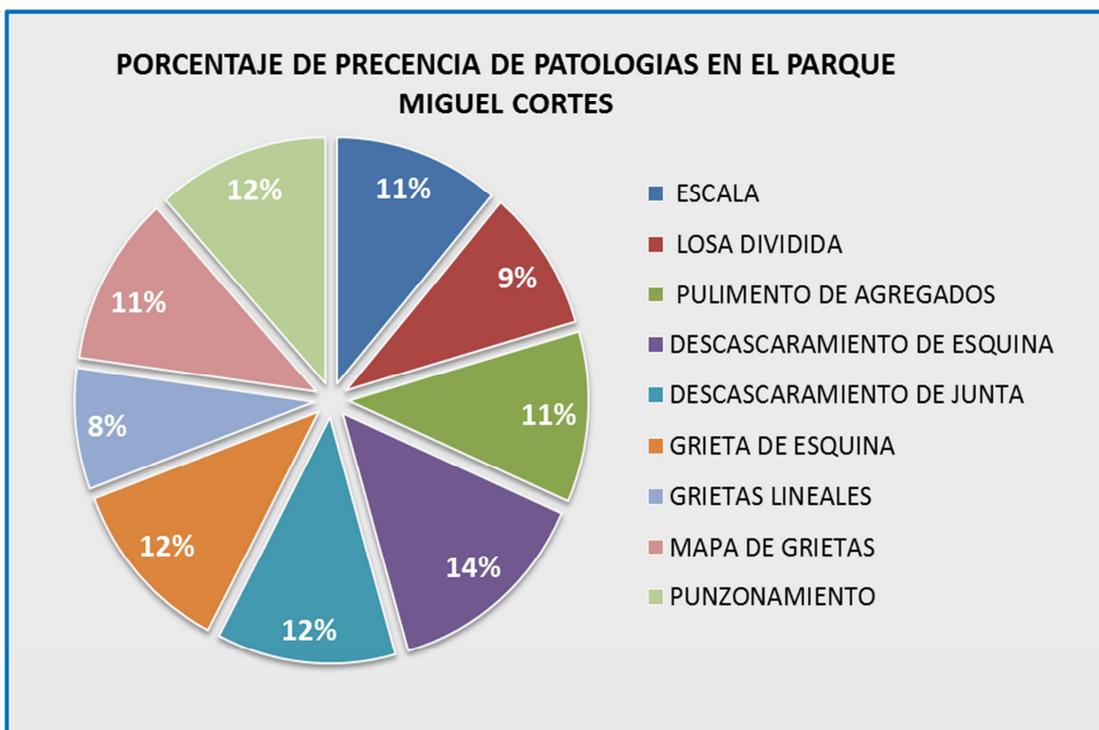
Tabla 11: Resumen Global de la Presencia de Patologías

PATOLOGIA	CANTIDAD	%
ESCALA	24	11.0%
LOSA DIVIDIDA	20	9.0%
PULIMIENTO DE AGREGADOS	24	11.0%
DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	30	14.0%
DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	26	12.0%
GRIETA DE ESQUINA	25	12.0%
GRIETAS LINEALES	17	8.0%
MAPA DE GRIETAS	24	11.0%
PUNZONAMIENTO	25	12.0%

Fuente: propia

Del análisis realizado al sector de estudio, se realizó la evaluación de acuerdo a la presencia de patologías, según lo describe la tabla 11.

Grafico 32: Porcentaje de presencia de patología



Fuente: propia

V. Conclusiones

- a. Luego de realizada la inspección visual y empleando las tablas adaptadas del manual del PCI, para el análisis de las losas de concreto del Parque Miguel Cortez, ubicado en el cercado de la Ciudad de Piura, entre las Av. Huancavelica, Av. Grau, e intersección con las Av. Sullana norte y Av. Richard Cushing. Donde se llegó a la conclusión que el 56% de las losas de concreto presenta patologías de Nivel severo. Además de un 34% de presencia de patologías con un nivel de severidad moderada, y finalmente un 10% del total de las losas del parque, presentas un nivel de severidad leve, en presencia de patologías de concreto.
- b. Además, en esta evaluación visual realizada, el sector número 4 y 5, son los que presentan más niveles de severidad en sus losas de concreto simple, ya que sus patologías predominan con un 50% de severidad, severa.
- c. En el parque Miguel Cortez, no se presenta una cronología adecuada de mantenimiento de las losas de concreto simple, la cual contribuye al deterioro continuo de estas, si bien es cierto que el parque Miguel Cortez, ha presentado una remodelación, por la ejecución del área de skater park, no se implementó algún estudio de mantenimiento y conservación de las losas.
- d. Se ha observado que tanto las losas de concreto simple del sector 3 y 4, pertenecientes a la zona del skater park, se encuentra en un estado apto, ya que estas losas de concreto tienen un periodo de vida no mayor a 5 años, en el sector 5, las losas de concreto presentan un nivel de severidad muy severo ya que más del 50% de las losas de concreto presentan patologías.
- e. De los resultados se llegó a la conclusión, que las patologías más relevantes que se pudo identificar durante la inspección a las losas de concreto simple, se pudieron determinar mediante los cálculos de las tablas adaptadas del manual del PCI, son: descascaramiento de esquina con un 14% de presencia en el total de las losas, además de un 12% en descascaramiento de junta, grieta de esquina, y Punzonamiento. Además de un 11% en pulimento de agregados y mapa de grietas.

5.1 Aspectos Complementarios

- Se establece que el parque infantil Miguel Cortez podría estar en mejores condiciones con un adecuado mantenimiento, lográndose subsanar las patologías que afectan las losas de concreto, ya que solo se han realizado intervenciones de remodelación obviando las patologías, y sin considerar que mientras más tiempo transcurra mayor será el costo de las reparaciones, considerando el progreso de algunos síntomas.
- La buena conservación de las losas de concreto del parque Miguel Cortez depende del buen mantenimiento que se le brinde, por lo que es necesario aplicar un plan de monitoreo y mantenimiento correctivo a las losas de concreto simple con la finalidad de corregir las zonas donde el estado de las patologías es leve o moderado, así como también en las zonas donde existen mapeos de las losas; puesto que estas se presentan los sectores más concurridos por la población piurana, y se deben tener más precauciones para dar mejor uso.
- Es necesario realizar un análisis más profundo, sobre las mejoras en las calidades del concreto y estudio de mecánica de suelos, para futura construcciones dentro del parque, puesto que los deportes extremos practicados aquí son de gran impacto para la superficie de las losas, y por ellos tienden a deteriorarse en forma constante y de gran impacto.
- Aplicar investigaciones similares posteriores al presente estudio, para conocer el comportamiento del deterioro superficial de estas estructuras en el tiempo o evaluaciones que incluyan el tiempo la antigüedad de construcción de las estructuras, temperatura, humedad, precipitaciones pluviales. Entre otras. Y tener un mejor análisis de las patologías que le presente, y así poder realizar una mejor adecuación de un plan preventivo y /o correctivo y el mantenimiento de las losas de concreto simple del parque Miguel Cortez de Piura.

5.2 Referencias Bibliográficas

1. Casas Dávila. Oscar (2001). Patología del concreto, en portal web.
2. Toirac Corral, José (2004), Patología De La Construcción Grietas Y Fisuras En Obras De concreto (en línea), Republica dominicana.
3. Portal web de ingeniería y construcción (civilgeeks) (2011), artículos sobre pavimentos de concreto.
4. Cemexmexico, México. Manual de pavimentos de concreto.
5. Sergio Arango Mejía, (2013) artículo sobre “Causas de daños en concreto”
6. Ing. Enrique Rivva L. “Patologías del concreto (aspectos) “dictado en III congreso Internacional de la Construcción. Lima 2002.
7. Pérez Ramírez, Lucy y Yauri Norabuena, Nora Pilar, (2013) en su estudio de investigación en Huaraz, realizo el “estudio analítico para contrarrestar las patologías en estructuras de concreto armado y contribuir en la vida útil de las edificaciones de centros educativos en la ciudad de Huaraz universidad “san pedro “facultad de ingeniería especialidad de ingeniería civil.
8. Morales Olivares, Javier Paúl (2005) Investigación sobre “TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO”. el uso de sobre capas de refuerzo como una alternativa de solución en la rehabilitación de los pavimentos de concreto.
9. Alejandro García Concha y Eduardo García Hernández (2013), en su publicación, sobre elementos de concreto simple y reforzado en la página N° 3, definen al concreto simple como una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, el cual no contiene ningún tipo de elemento de refuerzo.
10. Morales Olivares, Javier Paúl (2005) Investigación sobre “TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO”, define un pavimento de concreto o pavimento rígido, consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado.
11. En el portal web de construmática define patología como es aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura.

12. En el artículo “patologías en las edificaciones (2009) de CIGIR, elaborado por Ariana Astorga y Pedro Rivero, manifiestan que la diversidad de patologías se presenta por 3 motivos: Defectos, Daños o Deterioro. (http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf).
13. Mario A. Panozo (2007) define diagnóstico en el concreto: Es lo que permite conocer la enfermedad (falla o defecto de la estructura), determinar el estado en que se encuentra el enfermo (condiciones de funcionamiento y resistencia).
14. En el portal de Civilgeeks, define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras.
15. En el portal NOTAS DE CONCRETO, define la Exudación del concreto como: es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie.
16. Lorenzo Flores Castro y Manuel Sáenz Miera, en su publicación sobre agrietamiento de losas de concreto apoyadas sobre el suelo, indican que estas se pueden producir por diferentes razones.
17. Morales Olivares Javier Paúl (2005). En su Investigación sobre “Técnicas de Rehabilitación de Pavimentos de Concreto Utilizando Sobre-capas de Refuerzo”. Capítulo II “Comportamiento y Evaluación del Pavimento de Concreto”.
18. Índice de Condición del Pavimento (PCI), 2002. Manual de daños en vías con superficie en concreto de Cemento Portland. Página N° 46.

5.3 Anexos

5.3.1 Panel Fotográfico

SECTOR 1 PERIMETRO TANQUE ELEVADO

Gráfico 33: vista del parque Miguel Cortez



Fuente: Propia

Gráfico 34: Huevo en losa



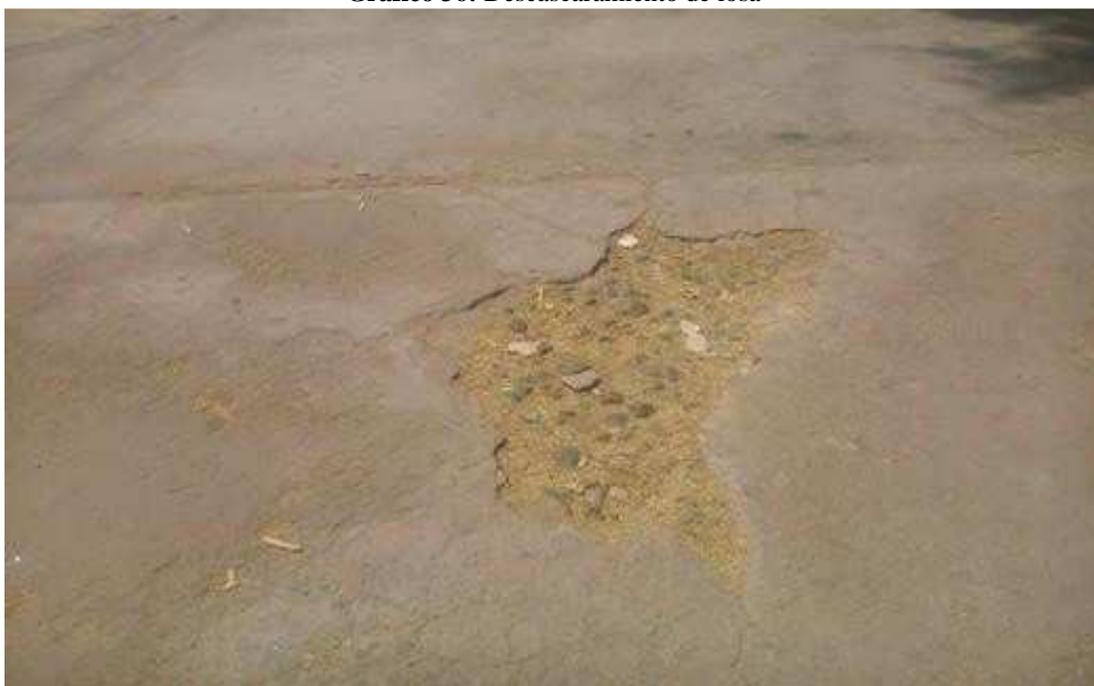
Fuente: Propia

Gráfico 35: Pulimento de Agregados



Fuente: Propia

Gráfico 36: Descascaramiento de losa



Fuente: Propia

SECTOR 2 PARQUE (COSTADO DE TANQUE ELEVADO)

Gráfico 37: Grieta longitudinal



Fuente: Propia

Gráfico 38: Losa dividida – sector 2



Fuente: Propia

SECTOR 3 JUEGOS DE RECREACION (SKATER 1/2)

Gráfico 39: Agrietamiento y descascaramiento de losa



Fuente: Propia

Gráfico 40: Grieta Superficial



Fuente: Propia

Gráfico 41: Fisuración en Mapa



Fuente: Propia

Gráfico 42: losa dividida



Fuente: Propia

SECTOR JUEGOS DE RECREACION (SKATER 2/2)

Gráfico 43: Desgaste en Borde de Losa



Fuente: Propia

Gráfico 44: Grietas



Fuente: Propia

SECTOR 4 JUEGOS DE CIENCIA

Gráfico 45: Desnivel en losa



Fuente: Propia

Gráfico 46: Escala



Fuente: Propia

Gráfico 47: descascaramiento en junta



Fuente: Propia

Gráfico 48: Agrietamiento Profundo



Fuente: Propia

Gráfico 49: Plano de ubicación del Área de Investigación

