



UCT

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL
PAVIMENTO RÍGIDO, PARA OBTENER EL ÍNDICE
DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN EL JR:
LIBERTAD DEL DISTRITO DE AYACUCHO -
PROVINCIA DE HUAMANGA - REGIÓN DE
AYACUCHO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

VÍLCHEZ LOAYZA, BACILIO MOISÉS

ORCID: 0000-0002-3444-2478

ASESOR:

RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

**AYACUCHO - PERÚ
2020**

TÍTULO DE LA TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PARA
OBTENER EL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN EL JR:
LIBERTAD DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA -
REGIÓN DE AYACUCHO.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Vílchez Loayza, Bacilio Moisés
ORCID: 0000-0002-3444-2478
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Estudiante de Pregrado
Ayacucho-Perú

ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Facultad de Ingeniería
Escuela profesional de Ingeniería Civil
Ayacucho-Perú

JURADO

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Asesor

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Presidente

Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Miembro

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X
Miembro

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al todo poderoso por permitir que la sabiduría dirija y guíe mis pasos de la vida y continuar así mis estudios.

Doy gracias a mis padres por el soporte en todo momento, por los valores inculcados y por haberme dada la ocasión de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

De igual forma a mi familiares y amigos y en especial a la Uladech – Católica y su plana de docentes por darme la oportunidad de estudiar y seguir con mi carrera profesional para poder aportar en el desarrollo de nuestro país que tanto lo merece.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo: A Dios porque ha estado presente conmigo a cada ritmo que doy, cuidándome y dándome vigor para continuar ,a mi padre quien a lo largo de mi existencia ha velado por mi comodidad y pedología siendo mi apoyo en todo momento ,deposito su confianza en cada desafío que se presenta.

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido del Jirón Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, noviembre 2017. Teniendo como instrumentos de comparación antecedentes nacionales e internacionales que buscan resolver problemas similares. La investigación fue del tipo descriptivo, cuantitativo, no experimental. Se empleó, el método del PCI para así determinar “el índice de condición del pavimento rígido”. Los tipos de patologías encontradas son Grietas de esquina, losa dividida, los descascara miento de esquina, Pulimento de agregados, sello de juntas, los descascara miento de juntas y parche pequeño, producto del tránsito pesado o sobrecarga de los vehículos que transitan por este sector y asentamientos por fundación. Se concluyó que el pavimento rígido del Jirón Libertad presenta un PCI ponderado de 54.7 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, su estado de conservación es “REGULAR”.

Palabras clave: Patología, índice de condición, pavimento rígido.

ABSTRACT

The objective of this thesis project was to determine and evaluate the pathologies of concrete to obtain the condition index of the rigid pavement of Jirón Libertad in the district of Ayacucho, province of Huamanga, department of Ayacucho, November 2017. Using national comparison instruments as comparison instruments and international ones that seek to solve similar problems. The investigation was of the descriptive, quantitative, non-experimental type. The PCI method was applied to determine the condition index of the rigid pavement. The types of pathologies found are corner cracks, split slab, joint seal, small patch, aggregate polish, corner peeling, joint peeling, heavy traffic product or overloading of vehicles passing through this sector and settlements by foundation. It was concluded that the rigid pavement of Jiron Libertad has a weighted PCI of 54.7 and in accordance with the scale of evaluation of the PCI, its state of conservation is "REGULAR".

Keywords: Concrete pathology condition index of rigid pavement

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS	i
EQUIPO DE TRABAJO	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
I INTRODUCCIÓN.	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.	3
2.1 Antecedentes.	3
2.1.1 Antecedentes Locales.	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	6
2.1.3 Antecedentes Internacionales.	13

2.2	Bases teóricas de la investigación.	18
2.2.1	Pavimento.	18
2.2.2	Clasificación de pavimentos.	19
	A. Pavimentos rígidos.	19
	B. Pavimentos flexibles.	19
	C. Pavimentos semirrígido.	19
2.2.3	Elementos que integran un pavimento rígido.	20
	A. Sub rasante.	20
	B. Sub base.	20
	C. Losa de concreto.	20
2.2.4	Tipos de pavimento de concreto.	21
	A. Pavimentos de hormigón simple.	21
	B. Los pavimentos de hormigón simple con barras de transferencia de carga.	21
	C. Los pavimentos reforzados.	21
	D. Pavimentos de hormigón presforzado.	22
	E. Pavimentos con hormigón fibroso.	22
2.2.5	Serviciabilidad de pavimentos.	24
2.2.6	Evaluación de la condición de un pavimento.	26
2.2.7	Importancia de evaluación de pavimentos.	27
2.2.8	Objetividad en la evaluación de pavimentos.	27
	a.	28
	b.	28
2.2.9	Tipos de patologías en pavimentos rígidos.	28
	A. Juntas.	28
	B. Grietas.	30
	C. Deterioro superficial.	33
	D. Otros deterioros.	34

2.2.10	Método del PCI (pavement condition index).	38
	A. Objetivos del PCI.	38
	B. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.	38
	C. Cálculo del PCI.	39
	D. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.	40
III	HIPÓTESIS.	42
3.1	Hipótesis general.	42
3.2	Hipótesis específicas.	42
IV	METODOLOGÍA.	43
4.1	Diseño de la investigación.	43
4.2	Población y muestra.	44
	4.2.1 Población.	44
	4.2.2 Muestra.	45
	4.2.3 Muestreo.	45
4.3	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	46
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	48
	4.4.1 Cámara fotográfica.	48
	4.4.2 Cuaderno de apuntes o tablas de ingreso de datos para la evaluación.	48
	4.4.3 Wincha, escalímetro y/o regla.	48
	4.4.4 Libros y/o manuales de referencia.	48
4.5	Plan de análisis.	49
4.6	Matriz de consistencia.	49
4.7	Principios éticos.	51
	4.7.1 La ética para el inicio de una evaluación.	51
	4.7.2 La ética en la recolección de los datos.	51

4.7.3	La ética para la solución del análisis.	52
4.7.4	La ética en la solución de los resultados.	52
V	RESULTADOS.	53
5.1	Resultados.	53
5.1.1	Datos generales.	53
5.1.2	División de las unidades de muestra.	53
5.1.3	Inspección de las muestra.	55
5.1.4	Cálculo del PCI de las muestra.	55
5.2	Análisis de resultados.	68
VI	CONCLUSIONES.	70
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Sección transversal del pavimento rígido. Fuente: (Diego Leone, 2005).	19
2.2	Rango y clasificación del PCI. Fuente: (Manuel Berrocal, 2013).	27
5.1	Valores de VRC y PCI para la muestra N° 01. Fuente: (Elaboración Propia). . .	57
5.2	Distribución grafica de patologías del pavimento de la muestra N° 01. Fuente: (Elaboración Propia).	58
5.3	Valores de VRC y PCI para la muestra N° 02. Fuente: (Elaboración Propia). . .	60
5.4	Distribución grafica de patologías del pavimento de la muestra N° 02. Fuente: (Elaboración Propia).	61
5.5	Valores de VRC y PCI para la muestra N° 03. Fuente: (Elaboración Propia). . .	63
5.6	Distribución grafica de patologías del pavimento de la muestra N° 03. Fuente: (Elaboración Propia).	64
5.7	Valores de VRC y PCI para la muestra N° 04. Fuente: (Elaboración Propia). . .	66
5.8	Distribución grafica de patologías del pavimento de la muestra N° 04. Fuente: (Elaboración Propia).	67

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Clasificación de un pavimento. Fuente: (Jorge Coronado, 2002).	26
4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia.	47
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia.	50
5.1	Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 01. Fuente: (Elaboración Propia).	56
5.2	Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 02. Fuente: (Elaboración Propia).	59
5.3	Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 03. Fuente: (Elaboración Propia).	62
5.4	Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 04. Fuente: (Elaboración Propia).	65
5.5	Nivel de incidencia de cada unidad de muestra inspeccionada. Fuente: (Elaboración Propia).	69

I. INTRODUCCIÓN.

En la provincia de Huamanga, existen distintos tipos de pavimentos, por ello la investigación de dicho proyecto, se concentra en las vías del pavimento rígido, porque aparentemente se encuentra en mal estado, falta de información local para la toma de decisiones y dado la necesidad de alcanzar, que nuestras construcciones en el distrito de Ayacucho, se desarrollen con la aptitud correspondiente, por lo tanto es necesario evaluar, el estado del pavimento en el Jr. Libertad por ser una vía de importancia de transitabilidad y económica ubicada en el centro de la ciudad ,por ello es necesario la determinación y evaluación de patologías, y su respectivo índice en el pavimento rígido, las cuales se muestran de diversas formas como son las grietas lineales , pulimento de agregados, fisuras , bombeos, grietas de esquina ,losa dividida.

Por tal motivo fue preciso establecer las patologías en el pavimento rígido, las mismas que serán una muestra de inspección amiento visual, para tomar datos y establecer un Índice de Condición de Pavimento a partir de dichas patologías, por ello la investigación será para la búsqueda de soluciones a falta de información dada o conocer métodos de solución. Por lo precedentemente expresado, el manifestado del problema de investigación es el siguiente:

¿“De qué manera la evaluación de las patologías” del pavimento rígido contribuirá, para obtener el índice de condición operacional, en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho - provincia de Huamanga - departamento de Ayacucho?

El objetivo general es la de “Determinar un índice de condición del Pavimento rígido” en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho - provincia de Huamanga - departamento de Ayacucho.

El objetivo específico:

Identificar el tipo de patologías en el pavimento, existen en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho - provincia de Huamanga - departamento de Ayacucho. Determinar, el índice de condición de pavimento.

La presente investigación, se justifica en la necesidad de conocer los tipos de patologías que tiene las estructuras del concreto, en la provincia de Huamanga, en función a las deficiencias de los pavimentos. Nos permite determinar el tipo de patologías, del concreto que existen en las diferentes vías de la provincia de Huamanga.

Finalmente la investigación de dicha patología en pavimento rígido nos permitirá a obtener el estado real del pavimento y a conocer las deficiencias y fallas del pavimento en su funcionamiento en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho - provincia de Huamanga - departamento de Ayacucho, por ser una calle con mucha demanda de transitabilidad vehicular y peatonal. La cual permitirá, la toma de decisiones en su restitución y dar soluciones sociales y ambientales ya que nos servirá para recomendar la mejoría o restauración por parte de la Municipalidad Provincial de Huamanga.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes Locales.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE LOSAS CORTAS(TCP) EN PAVIMENTOS SEGÚN TENSIONES. En la presente investigación se desarrollo el estudio las losas cortas TCP, para ello se realizo la recolección de información del material de préstamo, diseño de mezcla y resultados de resistencia de rotura del concreto. A si mismo se realizaron cálculos para determinar el coeficientes de balasto 'k' de la subbase según el Manual de Carreteras (sección suelos y pavimentos) y las variaciones de temperatura con las formulas empleadas en E.E U.U las cuales están ajustadas a su realidad, pero para la presente investigación se usaron datos de la realidad de la región. Con ello se determino los gradientes de temperatura o c_j cm positiva y negativa, y por último se realizo la distribución de cargas por eje del camión C3. Para el diseño TCP se verifico que las propiedades que deben de cumplir los materiales de préstamo es contener material fino menor o igual al 8 % esto se logra cuando el material se encuentra dentro de la gradación 'A', la cantera analizada para el proyecto Villa San Cristóbal cumple con estas propiedades por ello fue considerado como apto para el presente diseño. Con todos los datos recabados se realizaron los análisis con el software SAP 2000 encontrándose resultados de tensiones para el diseño TCP menores que al diseño de AASHTO ello se logro con la reducción de las dimensiones de .las losas esto permitió a que las ruedas o un set de ruedas actúen de manera independiente en cada losa lo cual no ocurre en el AASHTO.

Estas reducciones de tensiones permitieron reducir los espesores en 3 cm con ello se logro obtener tensiones semejantes a los obtenidos en losas tradicionales. En cuanto a deformaciones por carga resultaron ser mayores, mientras para las deformaciones por alabeo resultaron ser menores a los obtenidos por diseño tradicional [1].

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA CALLE BOLOGNESI, CUADRAS 7, 9, 10, 11 Y 12, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA MAYNAS – DEPARTAMENTO LORETO – AÑO 2017. En este informe final de tesis se planteó determinar y evaluar los problemas patológicos encontrados en el pavimento de mortero, para así obtener el índice y condición operacional de la superficie de las calles Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, del Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto, las condiciones de la infraestructura existe de la zona en estudio son inadecuadas, estos pueden ser ocasionados por los posibles malos procesos constructivos, el tipo de suelo y el periodo de vida útil del pavimento, en general el informe de tesis se plasmó siguiendo la metodología descriptiva, no experimental, corte transversal y analítica, aplicando el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento) considerado uno de las metodologías de evaluación completa y objetiva. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado, durante el desarrollo de la investigación es posible utilizar software para el procesamiento de datos. De los resultados obtenidos en esta evaluación se obtuvo un PCI ponderado igual a 46.33 considerado como pavimento Regular. En conclusión de acuerdo a las evaluaciones en la superficie de las calles Bolognesi, se encontró las siguientes patologías, Desconchamiento, Descaramiento de juntas, Grietas Lineales, Parcheo, Grieta de Esquina y Losa Dividida, estos determinaron el rango del PCI y los niveles de severidad, las secciones en estudio son U1, U2, U3, U4, U5 estas tienen una antigüedad de 8 años [2].

PAVIMIENTOS PERMEABLES COMO ALTERNATIVA DE DRENAJE EN LAS PRINCIPALES CALLES DE LA CIUDAD DE AYACUCHO, PERU. En la

presente investigación se ha desarrollado el estudio del pavimento permeable como alternativa de drenaje en las principales calles de la ciudad de Ayacucho, se presenta un resumen del estudio realizado al material proveniente del rio cachi, con miras a utilizarlos como agregados en el diseño de mezcla de concreto poroso. Este material proveniente de esta cantera es el más usado en la ciudad. En la presente investigación se revisara la adecuada aplicación de concreto poroso para pavimentos como alternativa de drenaje en calles con trafico ligero. Para lograrlo, se realizará una serie de pruebas para dos tipos de mezclas de concreto permeable, con 15 % y 25 % con poco o nada de agregados finos, para medir su resistencia a compresión y a flexión, permeabilidad, modulo de elasticidad, módulo de rotura, porcentaje de vacíos, entre otros, con el fin de verificar las características del concreto permeable que se debe utilizar en obras de construcción para infraestructura vial y como alternativa de drenaje. Para desarrollar el presente tesis, se abordan tres fases, la primera, una de tipo hermenéutico, con la recopilación, análisis y estructuración de información de tipo bibliográfica, fruto de fuentes científicas de investigación, que brindan la posibilidad de respaldar la investigación con argumentos científicos; En la segunda fase se detallará la metodología con la cual se procede a verificar el adecuado diseño de la mezcla, según sus relaciones agua cemento llegando a los valores apropiados de resistencia a la compresión, en esta fase se exponen los procedimientos, las herramientas y demás factores involucrados en el trabajo; Finalmente, se discuten los resultados de las pruebas realizadas sobre diferentes mezclas, con los cuales se analizan las características de permeabilidad, resistencia y compresión de las diferentes muestras [3].

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LAS PISTAS DEL BARRIO YANACHACA, DISTRITO DE CARAZ, PROVINCIA DE HUAYLAS, REGIÓN ANCASH, ABRIL DEL 2016. El presente estudio consistió en conocer el estado de deterioro de las pistas de las calles del Barrio

Yanachaca, Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash, que consta de cinco (5) calles evaluadas a través del método índice de condición de pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340, el cual es un componente fundamental en la evaluación de una vía, y si esta evaluación es continua sirve como base para mejoras en el diseño de pistas. Esta investigación se inició con la recopilación de datos empleando las hojas de inspección de campo del método PCI, donde se registraron los datos de la inspección visual como: tipos de fallas, nivel de severidad y la densidad, adjuntando datos generales de la calle y datos del evaluador, así como nombre, antigüedad, y las dimensiones de los paños de las pistas, se procesan los datos calculando los VR (Valor de Reducción Individual) y los VRT (Valor de Reducción Total) empleando ábacos y finalmente determinando el PCI de cada una de las calles y su clasificación correspondiente. Se continuó con el cálculo del objetivo principal de las calles del Barrio YANACHACA, resultando ser un PCI = 65.60, BUENO, el cual incide que las Pistas deben ser solo mantenidas por la antigüedad de 6 años en promedio que tienen las pistas. Finalmente se efectuó la discusión y posibles causas de las dos patologías de mayor presencia, como son las GRIETA LINEAL Y LOSA DIVIDIDA, obteniendo así las conclusiones, recomendaciones para su mantenimiento y mejoras en los diseños de futuras construcciones, que va dirigido a la Municipalidad Provincial de Huaylas de conservar la infraestructura urbana, el orden, la circulación y el tránsito [4].

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES. En esta investigación se observa que el concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para reformar el comportamiento del concreto. Ya que existen varias aplicaciones por ser producto con más solicitudes por las ventajas que aportan al concreto. La principal mejora que proporciona la adición de fibras al concreto, son la deducción de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la tenacidad a tracción ampliando de

manera considerable. Es necesidad de economizar costos, aumentar la eficacia y optimizar los materiales hace que se realicen investigaciones sobre distintos aditivos que amplifican al concreto como supe plastificantes, reductores de agua , acelerantés de fragua, incorporados de aire, impermeabilizantes, entre otros; como también el tipo de refuerzo que mejore al concreto como varillas de acero, mallas electrosoldadas, fibras de acero y otros. El uso del concreto fibro reforzado se viene dando con mayor frecuencia en nuestro país se utiliza desde los pavimentos rígidos hasta el reforzamiento de estabilidad en túneles, haciéndolo uno de los materiales con mayor solicitud en el campos de la ingenierías. La investigación se enfocará en realizar comparación entre, pavimentos con concreto reforzado, mallas de acero, pavimentos de concreto simple y el pavimento de concreto reforzado con fibras de aceros, cotejando la metodología de diseño, los esfuerzos teóricos y su proceso constructivo con sus despectivos precios unitarios en cada una de las situaciones. Para finalizar se realizará un piloto utilizando un proyecto real, en el cual se verificará que el concreto reforzado con fibras de acero es la mejor elección. La construcción de pavimento rígido debe ir acompañado de las nuevas tecnologías para tener un pavimento con mayor durabilidad y buen desempeño que proporcionando mínimo porcentaje de lo normal de fallas que se da en el pavimento [5].

TECNICAS DE REHABILITACION DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO. En esta investigación el desarrollo de los procedimientos de diseño propuestos por el método AASHTO 93, para el cálculo del grosor de refuerzo necesario para la rehabilitación estructural de pavimentos rígidos o del concreto. Asimismo se describirá a manera breve los disímiles tipos de refuerzos que se pueden aplicar sobre éstos, los cuales pueden ser rígidos o flexibles. Los procedimientos de diseño presentados aquí están establecidos en el concepto de que el Período y las cargas de tránsito, reducen la capacidad del pavimento para resistir cargas y el refuerzo será diseñado para lograr que el pavimento vuelva a ser capaz de soportar cargas en un nuevo período de diseño, de igual manera cada procediendo de

cálculo se complementa con ejemplos prácticos para su mejor entendimiento, para el diseño utilizaremos el P.A.S (Pavimento Análisis Software), programa que permite el diseño de sobre capas de refuerzo : Finalmente, se desarrolla el tema referente a las acciones previas que se deben tener en cuenta antes de instalación de capa de refuerzo, esto referido al tema constructivo de pavimento. La rehabilitación de los pavimentos deben poseer métodos, por el cual la rehabilitación del pavimento debe de ser la apropiada para tener un buen funcionamiento y resistencia de carga transitoria y tiempo [6].

DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189). Según esta investigación la actual carretera Panamericana del Norte que se encuentra al norte de la capital de Lima. Actualmente el tramo de Pativilca Huacho, Ancón se localiza en concesión a Norvial S.A. En la tesis se efectúa el diseño de los pavimentos de un km de esta carretera en el tramo de Pativilca a Huacho y específicamente según el temario del tema de tesis el km elegido por el asesor fue del ciento ochenta y ocho al ciento ochenta y nueve. La carretera Huacho a Pativilca tiene 57 km de longitud y conecta las ciudades de Huacho-Huaura-Medio Mundo-Supe-Barranca-Pativilca y en general la Panamericana Norte, es una carretera interprovincial que enlaza todos los departamentos de la Costa. El tramo de estudio de la tesis une a las provincias de Barranca-Huaura. Cabe resaltar que entre las particularidades de la zona se incluye el tránsito de gran % de vehículos pesados y además presenta un clima templado y con pocas presencias de precipitación. Se procede con el diseño del pavimento tanto flexible o rígido. Para el tipo flexible se utiliza la metodología de la American que son Asociación of State Highway and Transportación Oficial "AASHTO" y la del Instituto del Asfalto (IA) mientras que para el rígido se utiliza también el AASHTO y la de la Portland Cement Asociación (PCA). Por último una vez obtenidos los diseños definitivos para ambos tipos de pavimento se procede a una comparación monetaria del costo inicial, de la construcción de esta

estructura dada. El diseño de los pavimentos se da de acuerdo a métodos diseñados para proporcionar datos adecuados, por el cual nos guiaremos para la construcción de un pavimento adecuado [7].

UTILIZACIÓN DE BOLSAS DE POLIETILENO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE LA SUBRASANTE EN EL JR. AREQUIPA, PROGRESIVA KM 0+000 - KM 0+100, DISTRITO DE ORCOTUNA, CONCEPCIÓN. La presente tesis ve que las bolsas de polietileno generan un impacto dañino en la contaminación ambiental, la cual se trata de reutilizar reciclando y dándole un uso en el mejoramiento de la subrasante. El objetivo de la averiguación es determinar el efecto de las bolsas de polietileno en el suelo, a nivel de la subrasante del jirón Arequipa de la progresiva KM 0+000 a KM 0+100 y en el medio ambiente del distrito de Orco tuna-Concepción. La subrasante analizada se fraccionó en dos tramos según características físicas y mecánicas. El primer tramo presenta un suelo arcilloso y baja plasticidad el segundo presenta un suelo grava arcilloso, el primer tramo de la progresiva KM 0+000 a KM 0+100 presenta falta capacidad portante con un CBR al 95 porcentual de M.D.S igual a 4.145 porcentual, por lo tanto se tiene dos alternativas mejorar o cambiar el suelo de la subrasante. El segundo tramo de la progresiva KM 0+100 - KM 0+230 presenta un CBR al 95 porcentual de M.D.S e igual a 12.5 porcentual, por lo tanto no requiere mejoramiento de la subrasante. Para determinar la dosificación apropiada de bolsas de polietileno fundido, se tuvo que realizar ensayos de CBR y así poder hallar una adecuada dosificación óptima en porcentaje, para lo cual se realizaron cuarenta y cinco ensayos de CBR en el cual variando el porcentaje con respecto al peso seco del suelo. Utilizando bolsas de polietileno fundido como agente estabilizador se concluye que pueden ser utilizados en subrasante, para optimizar sus propiedades físicas y mecánicas recomendándose como el más óptimo al 6 por ciento, con respecto al peso seco del suelo. El CBR del suelo arcilloso es de 4.145% al 95% de la máxima densidad seca y con la adición de bolsas de polietileno fundido en forma de grumos en una dosificación de 6 por ciento

del peso seco del suelo incrementó el CBR a 7.98% ,al 95% de la máxima densidad seca [8].

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE ADITIVOS (Eco Road 2000) PARA PAVIMENTACIÓN EN PALIAN – HUANCAYO - JUNIN. La presente investigación da un marco general de la problemática local en las técnicas constructivas de los pavimentos, sin embargo se han presentado en el mercado comercial una gran variedad de bienes que mejoran el comportamiento del suelos de los cuales estos son muy prometedores en sus “especificaciones técnicas” presentando su alta eficiencia, con cualquier de tipos de suelos. Las distintas empresas que fabrican los estabilizadores, vimos oportuno escoger a la empresa “Eco Road”, ésta empresa produce el aditivo llamado Eco Road 2000, que sirve para la estabilización del suelos. Por lo tanto el objetivo de esta tesis es manifestar mediante diversos estudios y analisis, si lo mencionado en la especificación técnica de este producto, cumple con la dosificación (1 litro por 15 m3). Ver en qué porcentaje acrecienta la resistencia del suelo (C.B.R) ya sea en condiciones óptimas y críticas y por último realizar una valoración presupuestal. Para realizar los diversos estudios nos apoyamos a Normas de la MTC que se basa en las Normas Técnicas Peruanas, MTC y ASTM, por consiguiente se requirió el uso de un laboratorio para realizar los ensayos de suelos, también fue necesario la utilización de software para elaboración del presupuesto (S10 - 2005) [9].

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO EN EL CONCRETO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO. El presente trabajo tuvo como objetivo el estudiar de la influencia de la incorporación de “fibra de acero” en las propiedades mecánicas del concreto y para llevar a cabo la investigación se realizaron ensayos semejantes entre un concreto (sin dosificación de fibra de acero), y concreto reforzado con fibras de acero (SFRC). El interés de esta investigación fue desarrollar una guía, de diseño de concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) aplicado a pavimentos en su construcción y operación de estas estructuras, por el uso

de este material. Para ello el trabajo se dividió en dos etapas: Una investigación “bibliográfica” que determinó la metodología de diseño, y una investigación “experimental” para corroborar los conceptos inherentes al uso del SFRC y a su vez comprobar los parámetros de diseño existentes en diferentes especificaciones técnicas de fibras metálicas. En el caso de la investigación bibliográfica se procedió a realizar análisis de los códigos de diseño existentes para el diseñamiento de pavimentos. La investigación experimental desarrollada se basó en determinar utilizando una resistencia de concreto específica ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con volumen máximo nominal de agregado de 1” y un tipo de fibra (Wirand ® FF1), en probetas cilíndricas y prismáticas (tipo viga) con el objetivo de evidenciar el comportamiento mecánico de estos elementos y determinar, si los datos de las especificaciones técnicas tienen valor. Para la investigación experimental confección de especímenes, desarrollo del ensayo. Experimental y la recopilación de datos). Se utilizaron las metodologías de ensayo: ASTM C39 (método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto), y ASTM C-78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm y apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm., y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión. Las propiedades que se estudiaron de cada mezcla, tanto la mezcla patrón (dosificación sin fibras metálicas) como concreto reforzado con fibras metálicas fueron la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión y dando valores obtenidos en las probetas moldeadas reflejan un acrecentamiento en las propiedades mecánicas del concreto con fibras utilizado. La investigación desarrollada intentó analizar las diferentes metodologías que existen, para el diseño de elementos de concreto reforzado con fibras de acero aplicado a pavimentos con el objetivo de poder establecer, mediante investigación bibliográfica y experimental, un mejor entendimiento sobre el comportamiento de este material para mejorar la eficiencia en el uso del SFRC y lograr una reducción de costos tanto de implementación como de su construcción [10].

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS ADICIONANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL A.A.H.H VILLA MARÍA - NUEVO CHIMBOTE. La investigación tiene como objetivo examinar el comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos añadiendo fibra de polipropileno, y es importante diseñar un concreto óptimo que nos ayude a obtener una mejor conducta del pavimento rígido. Se realizarán todos los ensayos requeridos para los agregados según la norma CE-010 del reglamento de Pavimentos Urbanos y el Manual de carreteras, luego se elaborará un concreto patrón de una resistencia de diseño de 280 kg/cm², según el metodología ACI-211 además de cuatro mezclas con la misma resistencia, en donde se adicionara en porcentajes de 75 porcentaje, 100 porcentaje, 115 porcentaje, 125 porcentaje de fibra y se hará una comparación de estas, para así efectuaran testigos de concreto que serán ensayadas en el caso de las probetas a compresión y en el caso de las vigas, a flexión, basados en las normas del reglamento ASTM, MTC, NTP. Todos estos ensayos servirán para determinar la calidad de la mezcla tanto en estado fresco como en el estado endurecido donde se llegó a concluir que el porcentaje óptimo de fibra fue de 115% de la cantidad recomendada por el fabricante [11].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO. Esta investigación es en el distrito de San Juan Bautista, se encuentra ubicado a 2800 metros sobre el nivel del mar, en la ciudad de Ayacucho en el cual se observa específicamente las pistas de concreto, carecen de presupuesto directo para el mantenimiento de su Infraestructura. Con el presente trabajo de investigación se llegó a determinar el estados actual de conservación de las Pistas del Distrito de San Juan Bautista, en las cuales requieren de un mantenimiento rutinario - correctivo y preventivo. Para ello fue necesario determinar las patologías en las Pistas de concreto hidráulico, las mismas que serán

muestras de inspección visual para tomar datos y determinar el Índice de Condición de Pavimento a partir de sus patologías. Se ejecutó: la Observación, análisis y Evaluación de las pistas. Análisis de las realidades en el Distrito de San Juan Bautista contribuir a la formación de los planes y programas de necesidades de inversión. Fomentar la creatividad e innovación tecnológica en temas asociados a la actividad de la construcción [12].

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN JUNÍN DE LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA. Este proyecto de investigación ve la dificultad en la ciudad de Jaén ha radicado en el mal estado de sus vías de comunicación, y no poder brindar un servicio de seguridad, confort a los usuarios que son necesarias para el buen funcionamiento del tránsito y no obstante en la actualidad las autoridades han optado por priorizar el mejoramiento de la pavimentación si es necesario o en su defecto por construcciones de las mismas. Ésta investigación ha tenido como objetivo valorar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín, cuadras 1 al 5 de la ciudad de Jaén. El procedimiento consistió en la inspección donde se identificó y detecto, las fallas teniendo en cuenta la clase, severidad y cantidad de las mismas; aplicando el método del PCI (índice de condición del pavimento) considerado uno de las metodologías de evaluación más completa y objetiva. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. El resultado obtenido fue un PCI ponderado igual a 56,90% clasificándose como un pavimento Bueno, sin embargo existen losas que presentan fallas tipos de severidad grave; éstas falla no influyó por presentar áreas no representativas comparada con el área total inspeccionada [13].

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PRODUCEN EL DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS. El presente estudio define un diagnóstico a detalle

de las patologías sufridas por varios proyectos en pavimento rígido del país y particularmente en la zona del norte y que en base a un seguimiento radical se pudo constatar las diferentes causas que la suscitar. Para elaborar la presente investigación, fue necesario realizar una definición detallado de las vías más críticas en el país, especialmente la Chone-Canuto-Junín-Pimpiguasí, en la que se evidencia desperfectos severos en su estructura, lo que justifico elaborar diseños y ensayos en laboratorio, para cotejar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los apropiados. Las inspecciones a los diferentes proyectos y a las experiencias compartidas de los consultores y constructores permitieron compilar un compendio de reparaciones adecuadas y consideraciones necesarias para evitar a posterior las patologías dadas en los proyectos viales de pavimentos rígidos. Se debe conocer los orígenes que ocasionan, con el fin de identificar los tipos de fallas existentes, para comprobar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más apropiados para la construcción [14].

EL ESTADO DE LAS VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO PESADO DE LA PLANTA HOLCIM LATACUNGA DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI. En esta investigación las vías internas por donde transita el transporte pesado de esta planta es el objeto de investigación del presente trabajo. Previo a la investigación se realizó inspecciones de campo y toma de datos en el campo con el método PCI, los estudios de tráfico pertinentes, estudios de los suelo de acuerdo con los objetivos que se plantearon, de esta manera que se observó las condiciones actuales de las vías internas, mediante el método PCI, en donde se determinó las procedencias que ocasionaron el deterioro del pavimento rígido. Con lo cual establecemos las soluciones a los distintos daños hallados, en el pavimento, sean estas reparaciones parciales, total o sello de juntas y fisura. Para el asunto de la reparación total se necesitó de las deducciones del Tráfico Promedio Cotidiano, Anual (TPDA)) con el que pudo valorar que nuestra vía está en el rango de 300,000 clasificándole como vía tipo III. Luego con el resultado del

estudios de los modelos de suelo en el laboratorio se determinó un CBR, de 34.8% dato que nos sirvió para diseñar la estructura del pavimento, afín con las especificaciones técnicas propuestas por la AASHTO-93. Por posterior se estableció, el presupuesto referencial y períodos del dicho proyecto. Es necesaria la importancia de conocer la circulación del tráfico sobre un pavimento rígido para obtener el cálculo de la carga que se va a ejercer sobre pavimento para diseñar la dosificación y hacer no sufrir remodelaciones en su estructura por fuerzas que podrían ocasionar patologías, en su estructura miento [15].

AUSCULTACIÓN DEL MONOLITISMO DE PAVIMENTOS MULTICAPAS MEDIANTE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO. En esta investigación nos señala que la unión entre las capas de una carpeta asfáltica es un aspecto crítico, para el buen desempeño del pavimento, ya que de la adecuada adherencia de estas, depende el comportamiento monolítico de la estructura y poder lograr la capacidad estructural, serviciabilidad y vida útil prevista en el proyecto. Para lograr la adherencia entre capas se utiliza el riego de liga, tratamientos cuya efectividad depende de diversos factores. En la presente investigación se estudia la posibilidad de utilizar el método del deflectómetro de impacto (FWD) para detectar zonas de falla por deslaminación entre las capas asfálticas, para lo cual se construyeron unas pistas de pruebas con diferentes estructuras de capas y uniones entre ellas, en las cuales se realizaron mediciones con el deflectómetro de impacto para diferentes rangos de cargas de impacto y temperaturas del pavimento. Se utiliza el cuenco de deflexiones, la deflexión máxima debajo del plato de carga y el Numero Estructural equivalente de las capas del pavimento, para detectar zonas con problemas de adherencia entre las capas asfálticas. A partir de las variables antes mencionadas se obtiene que se pueden detectar diferencias de calidad de unión entre las capas asfálticas, mediante la utilización del deflectómetro de impacto independiente de la carga aplicada y la temperatura del pavimento. La configuración de capas influye en la sensibilidad de la detección de las zonas con distintas características de adherencia, apreciándose que para la pista donde

las capas asfálticas están sobre la base granular se puede diferenciar distintas calidades de unión entre las capas asfálticas, en cambio para la pista donde las capas asfálticas están sobre el hormigón solo se puede diferenciar si esta poseen o no riego de liga en la interfaz. A partir de lo anterior se puede utilizar una de las variables utilizadas en el estudio como metodología para detectar zonas con distintas características de adherencia, la cual corresponde al Numero Estructural. Esta variable posee un valor teórico que se obtiene a partir de la configuración y características de las capas la estructura del pavimento, el cual se compara con el valor calculado de las mediciones realizadas por el deflectómetro, presentándose menores valores de esta variable para aquellos tramos que posean menor calidad de unión entre las capas asfálticas [16].

ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DEL ASFALTO ESPUMADO MEDIANTE ANÁLISIS DE DEFLECTOMETRÍA FWD. El trabajo de investigación se basa en el tratamiento de materiales con asfalto espumado es una técnica que utiliza procesos constructivos especializados y de alto rendimiento, que permite para elaborar mezclas capaces de ser empleadas en el reciclado en frío de pavimentos asfálticos y en la estabilización de suelos. En la actualidad, una de las principales aplicaciones del asfalto espumado es el reciclado de pavimentos asfálticos, el que se puede realizar tanto en sitio como en planta, utilizando el material procedente del fresado de pavimentos antiguos, denominado genéricamente RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). El tratamiento que se realiza en la cámara mezcladora de la máquina de estabilización, incluye la expansión del asfalto líquido y el mezclado con el material proveniente del pulverizado del camino. El asfalto expandido tiene mayor potencial de cobertura que el estado líquido, dado su mayor volumen, y produce un recubrimiento en el espesor más completo del material tratado. Si bien es cierto, el asfalto espumado se ha masificado en los últimos 20 años, su utilización en Chile es aún incipiente. El tramo de prueba hecho por el Laboratorio Nacional de Vialidad manifiesta el interés que tiene el país en el estudio y la implementación de nuevas tecnologías. En relación a lo anterior, el siguiente trabajo pretende proponer

un coeficiente estructural del asfalto espumado, que permita dar antecedentes para futuros diseños mediante método AASHTO a pavimentos diseñados con este material. Para esto, en el desarrollo de este trabajo se hizo un estudio de las deflexiones registradas en el tramo de prueba entre Julio del 2008 y Marzo del 2011, las que fueron analizadas, a fin de obtener un módulo representativo del material, mediante cuatro distintas metodologías mecanicistas: Washington State Department of Transportation (WSDOT), Análisis de Sistemas Multicapas WESLEA (EVERCALC 5.0), Cornell Local 2 Road Program (MODTAG) Michigan Department of Transportation and the University of Michigan Transportation Research Institute (MICHBACK). Para determinar en forma empírica el coeficiente estructural del asfalto espumado, se siguieron las indicaciones incluidas en el texto guía: “Foamed Asphalt Stabilized Reclaimed Asphalt Pavement: A Promising Technology for Mid-Western Roads” de: Romanoschi, Hossain, Heitzman, and Gisi, desprendiendo valores del módulo de la subrasante, módulos elásticos y un coeficiente estructural del asfalto espumado, permitiendo establecer directrices para futuros diseños utilizando esta nueva técnica. Como una forma de complementar el comportamiento del método de diseño para bases tratadas con asfalto espumado, se incluirá un estudio del tránsito, definiendo ejes equivalentes que han pasado por el tramo y una proyección de estos, tratando de estimar el período de vida útil del pavimento [17].

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA IZAMBAPILLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. La presente investigación hace referencia a una propuesta para definir la mejor opción de mantenimiento preventivo que se pueda aplicar en la vía Izamba-Píllaro, carretera asfaltada que comunica a los cantones Ambato y Píllaro de la Provincia de Tungurahua; prolongando la vida útil de la carretera, evitando el deterioro prematuro de la capa de rodadura y por tanto, inversiones inadecuadas para proceder con la rehabilitación o reconstrucción de la vía. El estudio inicial o inventario vial consiste en el levantamiento visual de información que, incluye el análisis puntual de las características y elementos de la vía

que la conforman como son: condiciones geométricas, sistemas de drenaje (cunetas, alcantarillas, pasos de agua, otros) y sistemas de protección y seguridad (muros, guardavías), además de las condiciones del tráfico presente. Uno de los aspectos más importantes del estudio constituye la evaluación del pavimento flexible, especificando las fallas presentes, determinando luego la severidad y densidad a fin de establecer el Índice de Condición del Pavimento (PCI), además del Índice de Rugosidad Interna (IRI) y del nivel de servicio (serviciabilidad). Conociendo la condición del pavimento, se determina que el mantenimiento preventivo es el procedimiento más acertado para prolongar la vida útil de la vía, que consiste en colocar una capa de SLLURY, previamente analizada su composición y características en el laboratorio, mediante los ensayos correspondientes. Finalmente, se establece el Presupuesto Referencial para el mantenimiento de la vía, basado en el análisis de precios unitarios de acuerdo a la zona y costos actualizados de los materiales, personal operacional y equipos. Toda la información está apoyada en las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador “Subsecretaría de Infraestructura del Transporte” Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP [18].

2.2 Bases teóricas de la investigación.

2.2.1 Pavimento.

El pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, humedece gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de cargas de rueda dando como resultado tensiones muy bajas en la parte de 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 [19].



Figura 2.1: Sección transversal del pavimento rígido.

Fuente: (Diego Leone, 2005).

2.2.2 Clasificación de pavimentos.

A. Pavimentos rígidos. Son pavimentos en los cuales está compuesta por una losa de cemento hidráulico la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la sub rasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

B. Pavimentos flexibles. Estos pavimentos contiene la misma estructura de un pavimento flexible con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: cal, asfalto, emulsión, cemento o químicos; los cuales permitara el incremento de sus capacidad portante del suelo.

C. Pavimentos semirrígido. Son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados que son llamados adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.

2.2.3 Elementos que integran un pavimento rígido.

A. Sub rasante. Es la capa de terreno que soporta la estructura del pavimento y que se prolonga hasta una profundidad que no afecte a la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el diseño final. El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por lo tanto, el diseño de un pavimento es básicamente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante.

B. Sub base. Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, en consecuencia; la capa de la sub rasante puede soportar absorbiendo variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. Por lo tanto ésta capa controlará los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Además trabaja como capa de drenaje y controla la ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una sub rasante o sub base adecuada.

C. Losa de concreto. Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, asan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la sub rasante dado que no usan capa de base. En consecuencia, el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

2.2.4 Tipos de pavimento de concreto.

Existen 5 tipos de pavimentos rígidos:

- El pavimentos de hormigón simple.
- El pavimento de hormigón simple con barras de transferencia de carga.
- El pavimento de hormigón reforzado y con refuerzo continuo.
- El pavimento de hormigón presforzado.
- El pavimento de hormigón fibroso.

A. Pavimentos de hormigón simple. Los pavimentos de hormigón simple están construido sin acero de refuerzo y sin barras de transferencia de cargas en las juntas de dilatación. Dicha transferencia se logra a través de la trabazón entre los agregados de las dos caras agrietadas de las losas contiguas, formadas por el aserrado o corte de la junta. Para que la transferencia de carga sea efectiva, es preciso tener losas cortas. Este tipo de pavimento se recomienda generalmente para casos, en que el volumen de tránsito es de tipo mediano o bajo.

B. Los pavimentos de hormigón simple con barras de transferencia de carga. Se construyen sin acero de refuerzo, sin embargo en ellos se disponen de barras lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de cargas, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento en la losa.

C. Los pavimentos reforzados. Contienen acero de refuerzo y pasa a la juntas de dilatación, en las juntas de contracción. Los pavimentos se construyen con alejamientos entre juntas superiores a las utilizadas en pavimentos convencionales, debido a ello es dable que entre las juntas se originen una o más fisuras transversales

en las cuales se mantienen prácticamente selladas a causa del acero de refuerzo, lográndose una excelente transferencia de la carga a través de ellas.

C.1. Pavimento con refuerzos Continúo. Los pavimentos continuos se construyen con la ausencia de juntas de contracción, debido a su continuo incluido del acero en orientación longitudinal, estos pavimentos desarrollan fisuras transversales en intervalos muy cortos pero sin embargo, por la presencia de refuerzo, se desarrolla una gran transmisión de carga en las caras de las fisuras que se ubican en el pavimento. Regularmente un espaciamiento de juntas, que no se exceda los 4.50 metros tiene una buena conducta en pavimentos de hormigón simple y así como uno no mayor a seis metros en 11 pavimentos con pasajuntas, ni superior a 12 metros en pavimentos reforzados. Los espaciamientos mayores a estos han sido empleados con alguna frecuencia, pero han formado deterioros tanto en las juntas y como en las fisuras transversales intermedias.

D. Pavimentos de hormigón presforzado. Estos pavimentos están elaborados a base de losas, que han sido anticipadamente esforzadas y de este modo no contienen juntas de construcción. Se han experimentado varios sistemas de presfuerzo con el fin de llegar a soluciones de pavimentos de grosor. Mínimo con gran elasticidad y capacidad de soporte, con reducción de juntas. Gracias al método de presfuerzo se han podido construir losas de más de 120 metros de longitud, con una reducción del 50 por ciento del espesor de la losa. Pero sin embargo pese a los esfuerzos para desarrollar esta técnica, en las carreteras se han producido aumento de dificultades que ventajas.

El pavimento presforzado ha poseído en cambia más aplicación en aeropuertos, en los cuales ha habido casos de un comportamiento atractivo tanto en pistas como en las plataformas.

E. Pavimentos con hormigón fibroso. En este tipo de pavimentos , el armado radica en fibras de acero, de productos plásticos o también de fibra de vidrio, distribuidos en la

losa aleatoriamente, gracias a lo cual se consiguen ventajas tales como: el incremento de la resistencia a la tensión y a la fatiga, con fisuración controlada, durabilidad, resistencia al impacto y otro, con una dosificación de unos 40 kg/m³ de hormigón, es viable reducir el grosor de la losa en 30 por ciento y agrandar el espaciamiento entre juntas por lo que puede resultar atractivo su uso en ciertos casos a pesar de su precio.

Existen otros tipos de técnicas que se aplicadas, a los pavimentos rígidos en donde se otorgan soluciones aptas y se logre una óptima eficacia en las obras. Lo dicho vale Tanto para el caso de obras sucesos, como la reparaciones y rehabilitaciones de pavimentos. Se incluyen los consecutivos temas: hormigón para rápida, habilitación al tránsito y construcción de un pavimento de hormigón sobre un pavimento asfáltico existente “whitetopping”.

El Sistema de fast track

Es la mezcla de hormigón, empleado en los pavimentos rígidos que requieren ceder en servicio muy apresuradamente, es decir, con muy altas resistencias al principio. Es muy usual ejecutar esta labor en horas de la noche cuando las temperaturas son muy disminuyes. El hormigón del sistema fast track consiente alcanzar la resistencia a la compresión y resistencia de diseño a partir de las doce horas de colocada la mezcla estribando, de las condiciones climáticas en la zona a realizar. Es excelente para pavimentos que deben ser entregados al servicio a edades tempranas, y obtiene un mejor desarrollo de resistencias del hormigón para un más rápido adelanto de la obra.

Sistema White topping

Es un sistema de recuperación de pavimentos flexibles mediante la construcción de losas de hormigón (mayores a 10 cm de espesor) sobre el pavimento flexible. El pavimento se asume como un suelo con muy buena capacidad portante. Este tipo de sistema se coloca directamente sobre el pavimento existente, es ideal para rehabilitación de pavimentos flexibles que no han completado su periodo de servicio y tiene una mayor economía en su construcción.

2.2.5 Serviciabilidad de pavimentos.

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad. La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente, que esta no es una evaluación completa. La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO:

CALIFICACION		DESCRIPCION
NUMERO	VERBAL	
5.04 - 4.0	MUY BUENA	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categorías la mayor parte de los pavimentos construidos o re carpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	BUENA	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “muy buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	REGULAR	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.

2.0 – 1.0	MALA	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
0.1 – 0.0	MUY MALA	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Tabla 2.1: Clasificación de un pavimento.

Fuente: (Jorge Coronado, 2002).

2.2.6 Evaluación de la condición de un pavimento.

Como ya se ha indicado anteriormente, en el presente trabajo de investigación se utilizará el método normado por la ASTM, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de caminos y lotes de parqueaderos. Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados en el distrito de Ayacucho que son los pavimentos asfálticos y los pavimentos de concreto. En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en el distrito de Ayacucho, de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de las superficies de los pavimentos rígido del distrito

de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho.

Rango	Clasificación del PCI
100 – 85	• Excelente
85 – 70	• Muy Bueno
70 – 55	• Bueno
55 – 40	• Regular
40 – 25	• Malo
25 – 10	• Muy Malo
10 – 0	• Fallado

Figura 2.2: Rango y clasificación del PCI.

Fuente: (Manuel Berrocal, 2013).

2.2.7 Importancia de evaluación de pavimentos.

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 Objetividad en la evaluación de pavimentos.

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que

se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva. No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales.

- a. Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizaran.
- b. Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

2.2.9 Tipos de patologías en pavimentos rígidos.

En el presente capítulo se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales [20].

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

A. Juntas.

A.1. Eficiencias de Sellado. Lo sellado se refiere a cualquier situación que posibilite la acumulación de materiales en las juntas o admita una significativa infiltración de H₂O. La acumulación de material, incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como el levantamiento de las juntas. Las causas más habituales para que el material de sello sea defectuoso y estas son:

- El endurecimiento por oxidación a causa del material utilizado en el sello.

- La pérdida en la adherencia con los bordes de la losas.
- El levantamiento del material de sello por consecuencia del tránsito y movimientos de la losa.
- Escasez o alejamiento del material de sello en la losa.
- Material de sello impropio para la losa.

A.2. Las juntas saltadas. Son las fracturación, ruptura o la desintegración de las esquinas de las losas dentro de los 50 centímetros de una junta, y generalmente no se extiende más allá de ese trayecto. Además no se dilata verticalmente a través de la losa, sino que intersectan la juntas en el ángulo.

Se producen como resultado de diversos factores que logran actuar aislada o combinadamente; enormes tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito en la losa y/o por penetración de materiales incompresibles, acumulación de H₂O a nivel de las juntas, deficiente diseño en la construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta, debilidad del hormigón en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva distribución durante la ejecución de la junta.

A.3. Separación de la junta longitudinal. Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos por.

- Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la sub rasante.
- Ausencia de bermas.

A.4. Descascaramiento de junta. 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:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

Niveles de Severidad

Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

B. Grietas.

B.1. Las grietas de las esquinas. Es una falla que intersecta la junta o borde de la losa, que delimita la losa a una distancia menor de 130 centímetro a cada lado, medida desde la esquina. Las fallas de esquina se extienden en dirección verticalmente a través de todo el grosor de la losa, las cuales fueron causadas por la repetición de cargas brutas que ocasiono “fatiga del hormigón”, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una defectuosa transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina en las losas.

B.2. Las grietas Longitudinales. Son fracturamientos de la losa, que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera que dan dividiendo la misma en dos planos, causadas por la repetición de cargas excesivas, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, pérdida de soporte de la fundación, o por las deficiencias en la ejecución de éstas en sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales en losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

B.3. Las grietas transversales. Son fracturamiento de la losa, que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento de la losa, o en forma oblicua a este, dividiendo las mismas en dos planos. Causadas por una inadecuada combinación de los siguientes factores: deficiente apoyo de las losas, excesivas repeticiones de cargas pesadas, excesiva relación longitud entre ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de estas, asentamientos de la fundación. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud entre ancho excesivos, arrastran a fisuras transversales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas del pavimento, respectivamente. Variaciones significativas en el grosor de las losas provocan también así fisuras transversales en el pavimento.

B.4. Losa dividida. La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

B.5. Grieta de durabilidad “D”. 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.

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:

- 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..
- 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..

B.6. Desconchamiento, mapa de grietas y craquelado. 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.

Niveles de Severidad

- **L:** El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta 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.

B.7. Grietas de retracción. 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. Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

C. Deterioro superficial.

C.1. Fisuramiento por la retracción de tipo malla. Es la fractura de la superficie de la losa del pavimento hasta una profundidad del orden de 5 a 15 milímetro, por desprendimiento de pequeños pedazos del hormigón. Por las fisuras capilares se refiere a una malla de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto del pavimento.

C.2. Desintegración. Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas. Posibles causa por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

C.3. Baches. Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.

La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

C.4. Descascaramiento de esquina. Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramientos de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramientos usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramientos menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta

hasta la esquina no deberá registrarse.

D. Otros deterioros.

D.1. Levantamiento localizado. Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal Causadas por falta de libertad de expansión de las losas de hormigón, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

D.2. Escalonamiento de juntas y grietas. Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.

D.3. El descenso de la berma. Es la diferencia de nivel entre la superficie de la losa del pavimento con respecto a la superficie de la berma, y esto ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos, produciendo un desnivel.

Los principales factores del descenso de la berma son:

- El asentamiento de la berma por una mala compactación insuficiente.
- En las bermas no revestidas: por la labor del tráfico o la erosión de la capa superficial por H₂O que escurre desde el pavimento, hasta el borde exterior de la losa.
- La inestabilidad en la banca.

D.4. La separación entre berma y pavimento. Es el incremento en la abertura, de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.

Los factores más probables de la separación entre la berma y el pavimento son:

- Compactación inadecuada en la cara lateral del pavimento.
- Escurrimiento de H₂O sobre la berma, cuando existe un desnivel entre la berma y el pavimento.

D.5. Los parches por deteriorados. El parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y sustituido, ya sea con un material similar o eventualmente otro, para reparar el pavimento, también se da un parchado por reparación de servicios públicos, para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados reducen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir los indicadores, por lo tanto de la intensidad de mantenimiento, demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura. En varios casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas y distintas fallas:

- En el caso de un parches asfálticos, la capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo parchado.
- En la sustitución por nuevas losas de hormigón de grosor similar al del pavimento existente, escaso traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala la construcción.
- En parches de dimensiones pequeñas con hormigón, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega, del hormigón antiguo.

D.6. Pulimiento de agregado. Es la expulsión de limos finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión, se presenta por la deflexión que sufre la losa del pavimento ante el transitabilidad de cargas. Al expulsar H₂O esta empuja partículas de

arena, grava, arcillas o llamado generalmente limos generando, la pérdida del soporte de las losas de concreto. El bombeo se puede ver por el material que aparece en juntas como en la fisuras de la losa como en la superficie del pavimento.

- La presencia de agua superficial que ingresa entre la base y la losa de hormigón.
- Material erodable en la base del pavimento.
- Tráfico de vehículos pesados muy frecuente.
- La transmisión inapropiada de cargas entre losas.

D.7. La fragmentación múltiple. Fracturamiento de la losa de hormigón formando una combinando fisuras longitudinales, mallas amplias, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos. Son originadas por el agotamiento del concreto, estimuladas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

D.8. 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.

Niveles de Severidad

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

- **L:** (3 a 10 mm)
- **M:** (10 a 19mm)
- **H:** (Mayor que 19 mm).

D.9. Desnivel carril / berma. El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

D.10. Popouts. 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. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

D.11. Punzonamiento. 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 del concreto (por ejemplo, hormigueros).

D.12. Cruce de vía férrea. El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

Niveles de severidad

- **L:** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- **M:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- **H:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

2.2.10 Método del PCI (pavement condition index).

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

- El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

A. Objetivos del PCI. Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

B. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación. En la “Evaluación De Una Red” puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la “Evaluación de un Proyecto” se deben

inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N s^2}{((e^2 / 4) * (N - 1) + s^2)}$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = \pm 5\%$)

s : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

C. Cálculo del PCI. Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar m , el máximo número de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR) VAR)$$

Donde:

m : Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR : Valor individual más alto de VR.

Ingresar en la tabla del cálculo VRs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VR por el producto del mismo y la fracción decimal del m calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila, (NOTA DE TRADUCCIÓN). Si el número de VRs es menor al valor de m, ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a m utilizar los m valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

Determinar el VRC con la curva de corrección correcta para pavimentos para de concreto, con los valores de “Total” y “q” en la tabla de resultados. Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” =1. El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

D. Cálculo del PCI de una sección de pavimento. Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$$

Donde:

PCI_S : PCI de la sección del pavimento.

PCI_R : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI_A : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N : Número total de unidades de muestreo en la sección.

A : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

Las Patologías del pavimento de concreto inciden negativamente en el comportamiento estructural como humedad, uso inapropiado y proceso constructivo deficiente, el índice operacional actual de las pavimento de concreto rígido de las calles del Jr. La libertad, del distrito de Ayacucho, provincia del Huamanga y departamento de Ayacucho.

Los Factores que causan las patologías del concreto son:

- a. Uso inapropiado y proceso constructivo deficiente.
- b. Construcción sin tener estudio de suelos, ni buena dosificación del concreto.
- c. El estado actual del pavimento de concreto hidráulico se encuentra con defectos en un 45%.

3.2 Hipótesis específicas.

- Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.
- Se podrá caracterizar la patología predominante insitu en el pavimento rígido del Jr. Libertad del distrito de Ayacucho.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Diseño de la investigación.

Para el diseño de la investigación, los principales métodos que se utilizaron en la investigación fueron: Análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, entre otros. Estos desarrollados de la siguiente forma:

- **Descriptivo**, porque describe la realidad sin alterarla por ningún motivo.
 - **Cuantitativo**, porque predominan los valores numéricos, busca las causas, la explicación de los datos recogidos y utiliza mediciones en sitio.
 - **No experimental**, porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
 - **Es de corte transversal o sincrónica**, porque el análisis se realiza en un periodo de tiempo específico, enero – 2019.
- a. La investigación del proyecto se realizó siguiendo los pasos del método PCI, para el desarrollo de la siguiente investigación se utilizó hojas de cálculo en Excel para el procesamiento de los datos.
 - b. Todas las evaluaciones realizadas fueron del tipo visual y personalizada.
 - c. La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto fue:
 - **Recopilación de antecedentes preliminares**: en esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y valuación de los datos existentes de

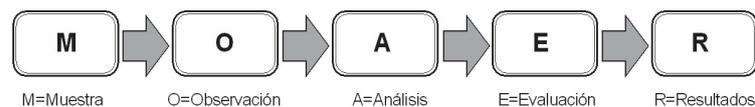
toda la información necesaria que ayuda a cumplir con los objetivos de este proyecto.

- Es estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos fue enfocado al método de PCI.

En el presente estudio de aplicación para la determinación y evaluación los diferentes tipos de patologías, están basados mediante tramos, las cuales de manera conjunta nos proporcionara obtener completamente el resultado estadístico y porcentual de la evaluación total realizada al perímetro analizado contemplado en el presente proyecto.

El diseño y método de investigación, se realizará de la siguiente manera:

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:



Donde:

PCI_M : Muestra

PCI_O : Observación

PCI_A : Análisis

E : Evaluación

R : Resultados

4.2 Población y muestra.

4.2.1 Población.

Para el presente proyecto de investigación, la población está dado por la delimitación geográfica que ésta contempla, teniendo como referencia la longitud total del pavimento rígido, la cual se caracteriza por elementos propios del pavimento rígido,

así como elementos de los paños, sardineles y cunetas, por lo que se tomará una muestra y ésta será dividida en tramos, para su respectiva determinación y evaluación de las patologías en el pavimento rígido Jr. Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

4.2.2 Muestra.

El muestreo para la evaluación, será realizado mediante ejes y tramos detallados en los planos y evaluación de patologías propiamente de cada uno de los elementos seleccionados de acuerdo al estado, condición y presencia de los diferentes tipos de patologías que éstas presenten en los diferentes elementos de pavimento rígido, donde la toma de las cuatro cuadras tomadas del Jr. Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

4.2.3 Muestreo.

El muestreo para el análisis, se efectuó de acuerdo a la metodología del PCI, para ello se seleccionó los distintos tipos de patologías existentes del pavimento del Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = \pm 5\%$)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Ver la Tabla 4.1.

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN EL JR: LIBERTAD DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - REGIÓN DE AYACUCHO.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>Evaluación de las patologías presentes en el pavimento rígido del Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho.</p>	<p>Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de severidad Baja. - Nivel de severidad Media. - Nivel de severidad Alta. <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertical. - Horizontal. - Oblicuo. <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Alta. -Media. -Baja.
<p>Variable dependiente:</p> <p>Índice de condición del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.</p>	<p>Nivel de condición del pavimento rígido en el pavimento rígido del Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho.</p>	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100-85 (Excelente). - 85-70 (Muy buena). - 70-55 (Buena). - 55-40 (Regular). - 40-25 (Malo). - 25-10 (Muy malo). - 10-0 (Fallado).

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica empleada será la evaluación visual, la cual será determinante para iniciar la toma de datos, considera como método de recolección de información de la muestra, según el análisis de muestreo. Donde la toma de datos es fundamental contar con los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma, tales como:

4.4.1 Cámara fotográfica.

La cual nos permitirá detallar las diferentes patologías encontradas con el fin de tener mejores perspectivas de las áreas comprometidas que están en estudio.

4.4.2 Cuaderno de apuntes o tablas de ingreso de datos para la evaluación.

La cual será necesaria para mantener un orden adecuado en el proceso de investigación y posterior evaluación.

4.4.3 Wincha, escalimetro y/o regla.

Para realizar las diferentes mediciones, tales como áreas totales y áreas afectadas en los elementos de concreto armado, paños en muros y vanos, con el fin de garantizar una evaluación detallada de los daños que se presenten en los diferentes tramos.

4.4.4 Libros y/o manuales de referencia.

Para conocer los diferentes tipos de patologías en estructuras de pavimento rígido.

4.5 Plan de análisis.

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.
- Evaluando de manera general, tanto la parte interna como la parte externa de toda la infraestructura, podremos determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello realizar los cuadros de evaluación.
- Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías.
- Cuadros de ámbito de la investigación.

4.6 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN EL JR: LIBERTAD DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - REGIÓN DE AYACUCHO.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
¿Cómo identificar, clasificar y cuantificar las patologías del pavimento rígido para la obtención del índice de condición del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.?	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar y evaluar las patologías del concreto que se presentan en el pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Obtener el PCI para dicho pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga. 	<p>La presente investigación de justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la superficie del pavimento rígido, el índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Se podrá identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga. Se podrá caracterizar la patología predominante insitu en el pavimento rígido del Jr. Libertad del distrito de Ayacucho. 	<p>Tipo:</p> <p>El proyecto de investigación es de tipo exploratorio.</p> <p>Nivel:</p> <p>El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque:</p> <p>La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño:</p> <p>Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento rígido en el Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p> <p>Universo y muestra:</p> <p>Jr. Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Principios éticos.

Los investigadores han reconocer, prevenir y publicar el alcances de las averiguaciones cuando envuelvan riesgos para la sociedad. La publicidad pública de la actividad científica, que debe hacerse con la mayor transparencia posible, de manera de prevenir definiciones erradas de los resultados, fundamentando con severidad ,las afirmaciones que se hagan respecto, de un trabajo o resultados ya obtenidos, evitando expectativas exageradas. Es necesario considerar si los resultados adquiridos o a obtener ponen en riesgo la supervivencia del ecosistemas, la vida humana, especies entre otras. El investigador no debe participar en trabajos, que de un modo directo o indirectamente puedan vulnerar los derechos humanos reconocidos en los convenios internacionales y la Constitución Nacional del Perú [21].

4.7.1 La ética para el inicio de una evaluación.

Las evaluaciones de la investigación pertinentes se tienen que efectuar de manera comprometida y metódica para así no alterar el estado, en que se encuentre el pavimento a analizar y evaluarse.

Pedir los permisos a las autoridades correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación, antes de iniciar con la investigación pertinente.

4.7.2 La ética en la recolección de los datos.

Tener el compromiso y ser claros, cuando se realicen la adquisición de toma de datos en la zona de evaluación y analizar, para así tener un resultado efectivo del estado en que se encuentre dicho pavimento de la zona a analizar.

4.7.3 La ética para la solución del análisis.

Poseer el conocimiento acerca de las patologías que tiene observando en el pavimento para realizar el análisis correspondiente de dicha muestra.

4.7.4 La ética en la solución de los resultados.

Es la obtención de los resultados reales y actuales con las patologías encontradas, en las muestras de tal como se visualizaron en su estado actual.

V. RESULTADOS.

5.1 Resultados.

5.1.1 Datos generales.

UBICACIÓN:

Ubicación política:

Departamento: Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

El tramo en estudio fue el Jr. Libertad, se encuentra ubicada en el distrito de Ayacucho. Este jirón comienza desde la cuadra quinta hasta la novena cuadra .Su longitud es de 440 metros lineales.

5.1.2 División de las unidades de muestra.

Calculo de las unidades de muestra

Tal como menciona el Método del PCI, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas.

Para el cálculo de las unidades de muestra se divide la longitud total de la vía entre la longitud de las losas de la siguiente manera:

- Longitud total de la vía = 440m
- Largo de la losa = 4.00m

- Numero de losas en unidad de muestra = 28 losas

$$N = \frac{440}{4.00 \times 28}$$

$$N = 4$$

Por lo que se obtiene 4 unidades de muestra.

Determinación del número mínimo de unidades de muestra para evaluación:

Aplicando la ecuación N° 01, se calcula el número mínimo de unidades de muestra a ser inspeccionadas; se adopta un error $e = 5\%$, que es el permitido, en vista que es la primera inspección que se ha realizado, se tomó una media estándar $\sigma = 15$, con estas indicaciones, se procedió:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

$$n = \frac{4 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (4 - 1) + 15^2}$$

$$n = 3.6923 = 4$$

Cabe recalcar que se redondea al inmediato superior.

Selección de las unidades de muestreo para inspección:

Con la obtención del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar, se procede a la selección de las unidades, para ello se procedió a reemplazar en la ecuación N° 02:

$$i = \frac{N}{n}$$

$$i = \frac{4.00}{4.00}$$

$$i = 1$$

Este resultado indica que se deberá evaluar todas las unidades de muestra.

5.1.3 Inspección de las muestra.

Con el manual de daños, realizado el croquis y realizada la selección de las unidades de muestra analizar, se inspeccionadas que en este caso se examinaran todas las unidades de muestra se procedió a recorrer por cada losa registrando si sobre esta se encuentran algún tipo de deterioro que coincida con los descritos en el manual de daños, además se registró su severidad y cantidad, esta información se la registra en los formatos respectivos.

5.1.4 Cálculo del PCI de las muestra.

A continuación se muestra las muestras a lo largo del jirón liberta del distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, departamento Ayacucho. A continuación se presenta de manera secuencial el cálculo del PCI para la muestra para cada una de las muestras en análisis.

En la figura 5.1 se presenta el cálculo del valor de reducción corregido (VRC) y el índice de condición de pavimento (PCI) para la muestra N° 01.

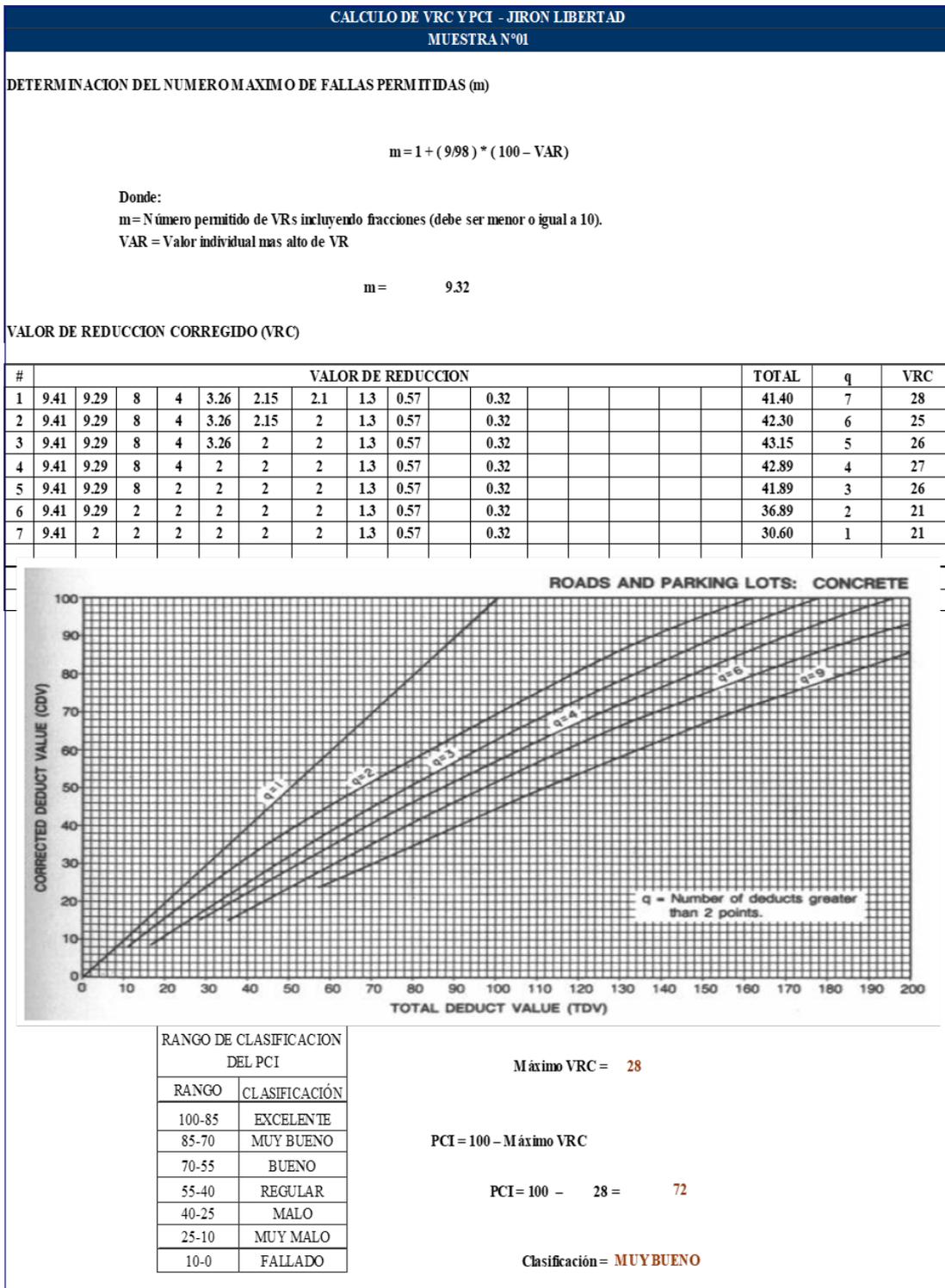


Figura 5.1: Valores de VRC y PCI para la muestra N° 01.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.2 se presenta de manera gráfica la distribución de los tipos de patologías y el valor de PCI de la muestra N° 01.

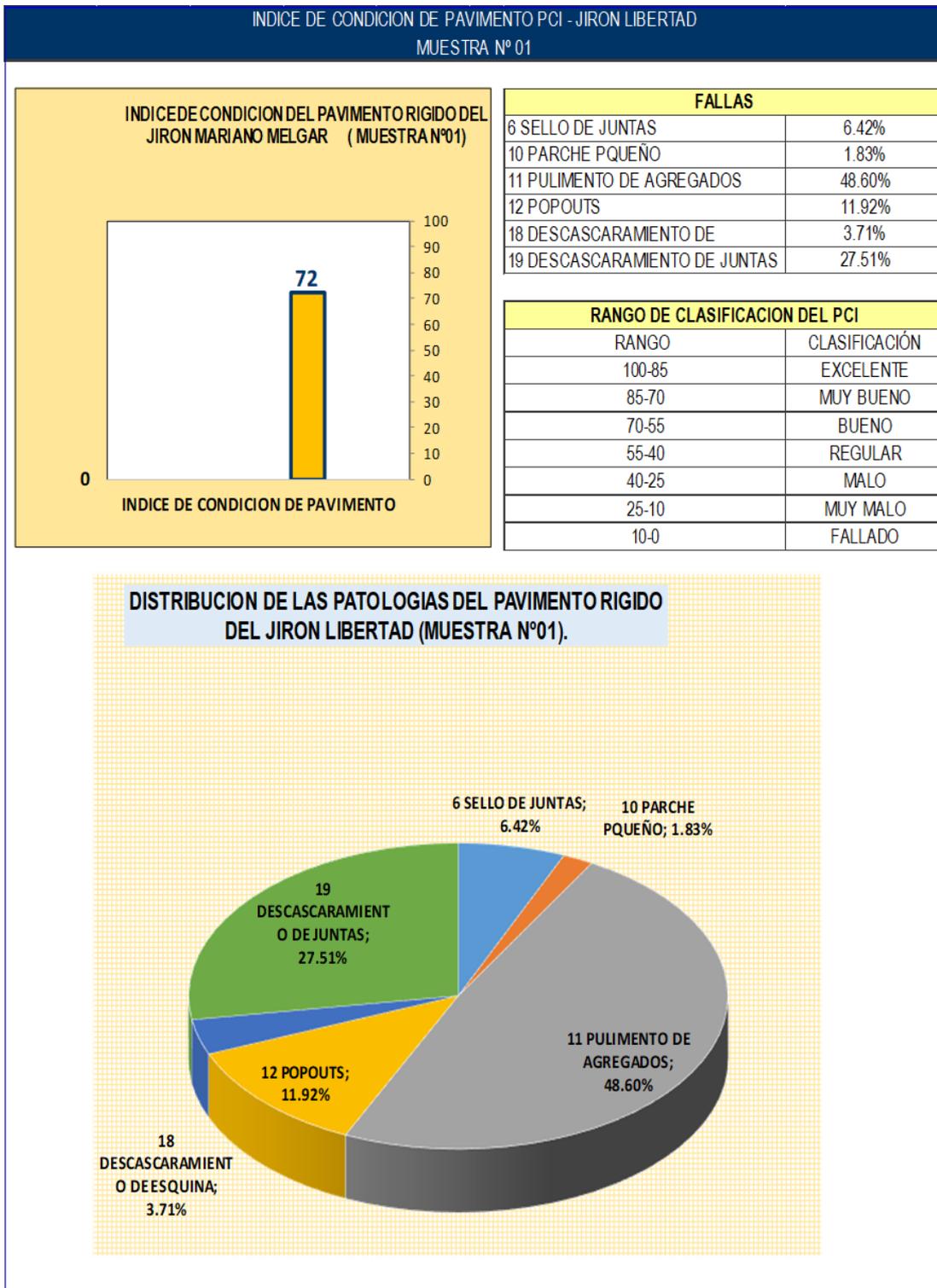


Figura 5.2: Distribución grafica de patologías del pavimento de la muestra N° 01.

Fuente:(Elaboración Propia).

Calculo de PCI de la muestra N° 02 del Jr. Libertad

En el tabla 5.2 se presenta la hoja de inspección de condiciones del pavimento para la muestra N° 02; en esta hoja se a notó las diferentes patologías que presentan los paños de este tramo en estudio.

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA													
CALLE			LA LIBERTAD			MUESTRA			N°02				
CUADRAS			7			NUMERO DE PAÑO		52	TOTAL AREA	624.00			
DISTRITO			AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	EVALUADOR				BACILIO VILCHEZ LOYZA	
ENCARGADO			TIEMPO DE CONSTRUCCION			DIMENSIONES DEL PAÑO		3*4	AREA DEL PAÑO	12.00			
TIPO DE FALLA						DIAGRAMA DE CUADRAS							
1	BLOW UP/BUKLIN		10	PARCHE PEQUEÑO					6M,18L,19L	11M,6M,18L,19L	16		
2	GRIETAS DE ESQUINA		11	PULIMENTO DE AGREGADOS									
3	LOSA DMDIDA		12	POPOUTS					11M,6M,19L,18M,12M	11M,19L,18M	15		
4	GRIETAS DE DURABILIDAD "D"		13	BOMBEO					11M,6M,19L,18M,2L	2M,11M,18M,19L,12M	14		
5	ESCALA		14	PUNZONAMIENTO					9M,6M,11M,18M,19L	9M,6M,11M,18M,12M	13		
6	SELLO DE JUNTAS		15	CRUCE DE VIA FERREA					2L,11M,6M,19M	8L,11M,6M,19M	12		
7	DESNIVEL CARRIL/BERMA		16	DESCONCHAMIENTOS/IMPAS DE GRIETAS/CRAQUE LADO				11H,6M,19L,8L	12L,11L,6M,19M	12L,11L,6M,19M	11		
8	GRIETA LINEAL		17	GRIETAS DE RETRACCION				11M,19L,18M	11M,6M,19L	12L,11M,6M,19L	10		
9	PARCHE GRANDE		18	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				11M,6H,19L	11M,6H,19L,12M	12L,6M,11M,19M	9		
			19	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA						11M,6M,12L			
	L: BAJO		M: MEDIO	H: ALTO									
	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION V R								
	19	L	27	51.92%	9.70				11M,6L,12M,19L,18L	11M,6L,19L	7		
	19	M	8	15.38%	6.40					8L,6M			
	18	L	3	5.77%	0.70								
	18	M	8	15.38%	6.40				6L,19L,10M	11M,6L,19L,10M	6		
	12	L	5	9.62%	1.32								
	12	M	9	17.31%	3.02				6L,19L	11M,6L,19L	5		
	11	L	2	3.85%	0.65								
	11	M	28	53.85%	7.32				6M,19M,12M	11M,6M,19M,2M	4		
	11	H	3	5.77%	0.93				11H,6H,18M,12M	11H,6M,19L,3L	3		
	8	L	26	50.00%	18.9								
	6	L	12	23.08%	2.00								
	6	M	34	65.38%	4.00				19L,11M,6M,2M	12M,6L,19L,11M	2		
	6	H	3	5.77%	8.00								
	2	L	3	5.77%	6.32				6L,19L,12M	11M,6M,19L	1		
						H	G	F	E	D	C	B	A

Tabla 5.2: Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 02.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.3 se presenta el cálculo del valor de reducción corregido (VRC) y el índice de condición de pavimento (PCI) para la muestra N° 02.

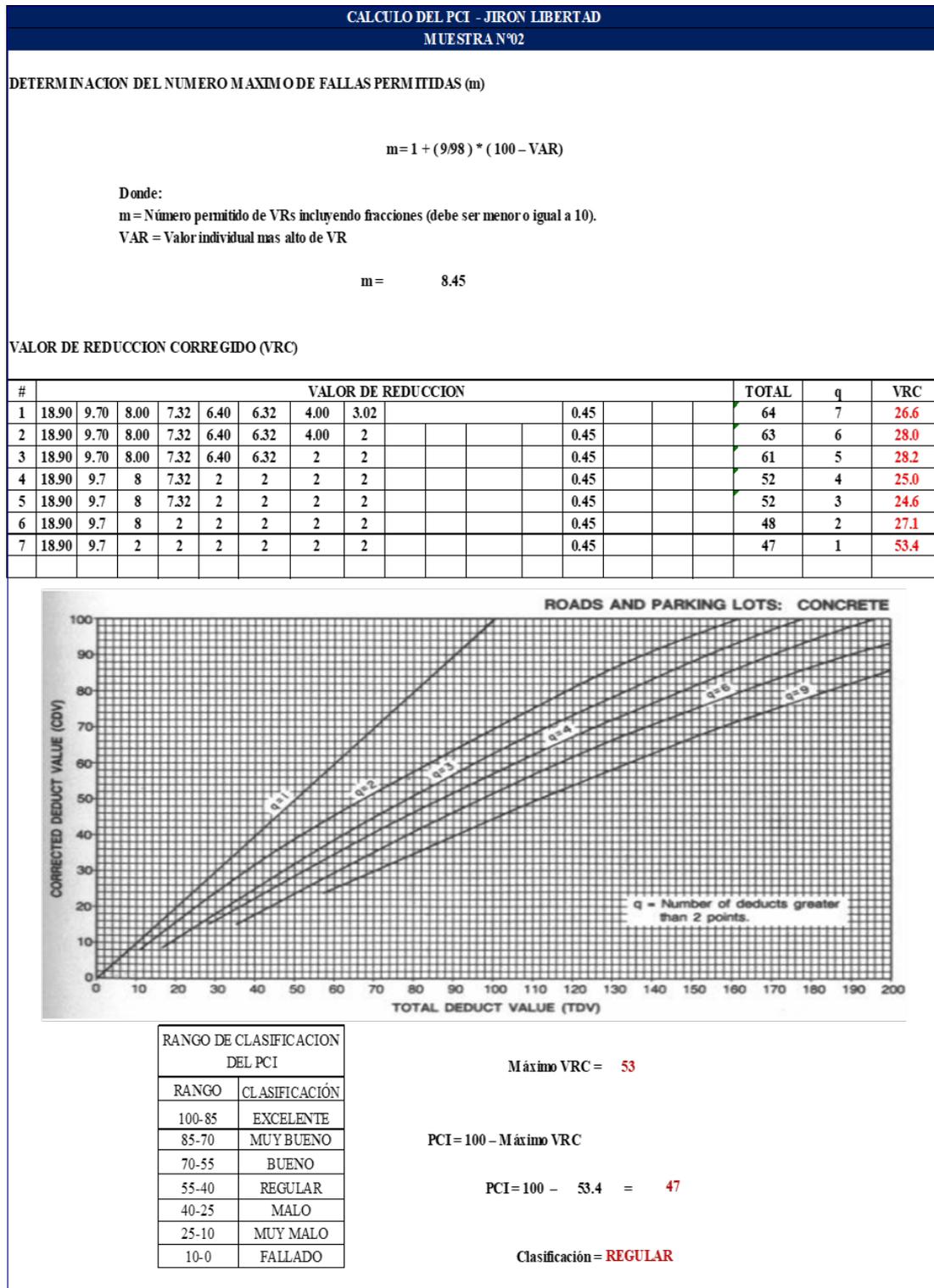


Figura 5.3: Valores de VRC y PCI para la muestra N° 02.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.4 se presenta de manera gráfica la distribución de los tipos de patologías y el valor de PCI de la muestra N° 02.

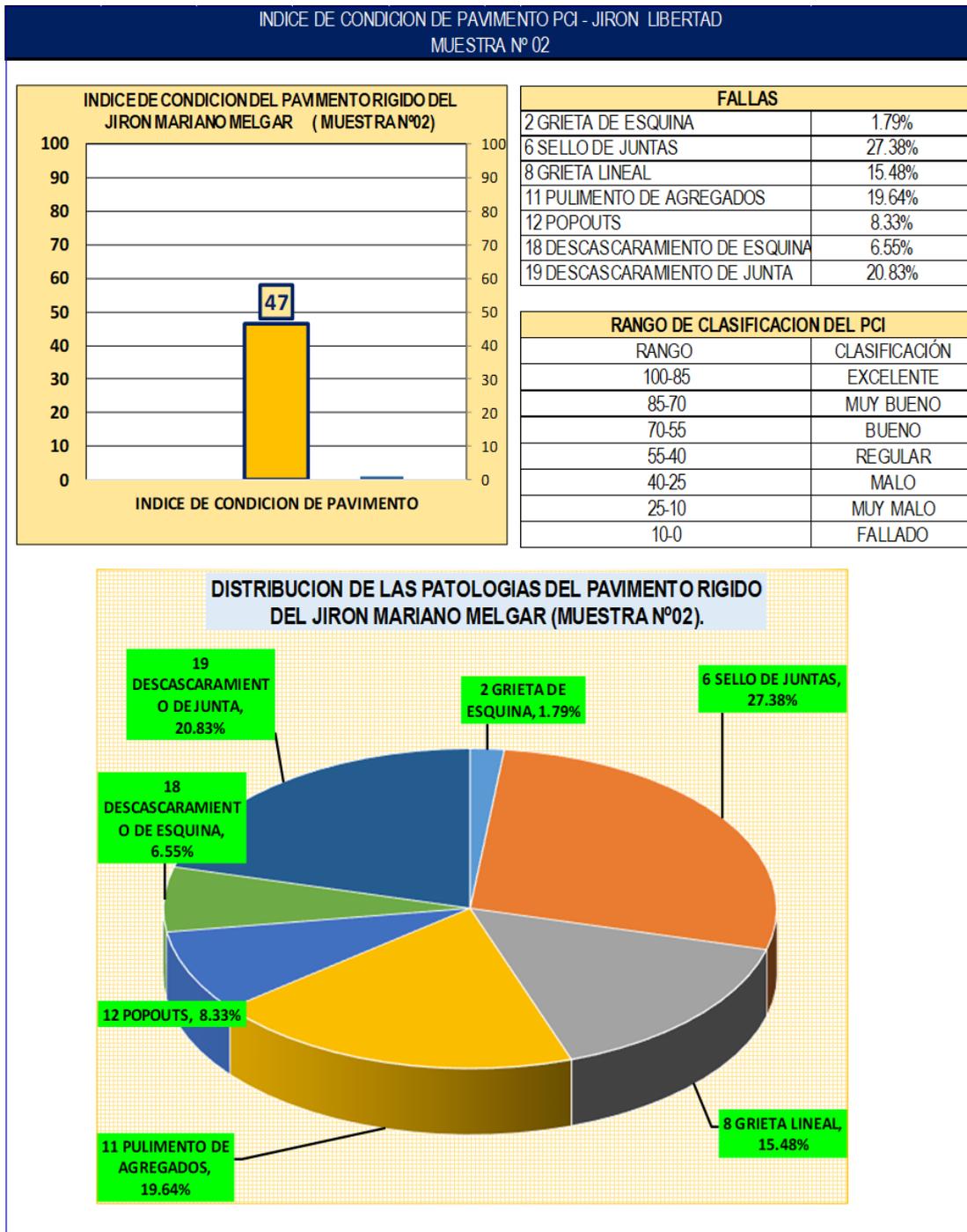


Figura 5.4: Distribución gráfica de patologías del pavimento de la muestra N° 02.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.5 se presenta el cálculo del valor de reducción corregido (VRC) y el índice de condición de pavimento (PCI) para la muestra N° 03.

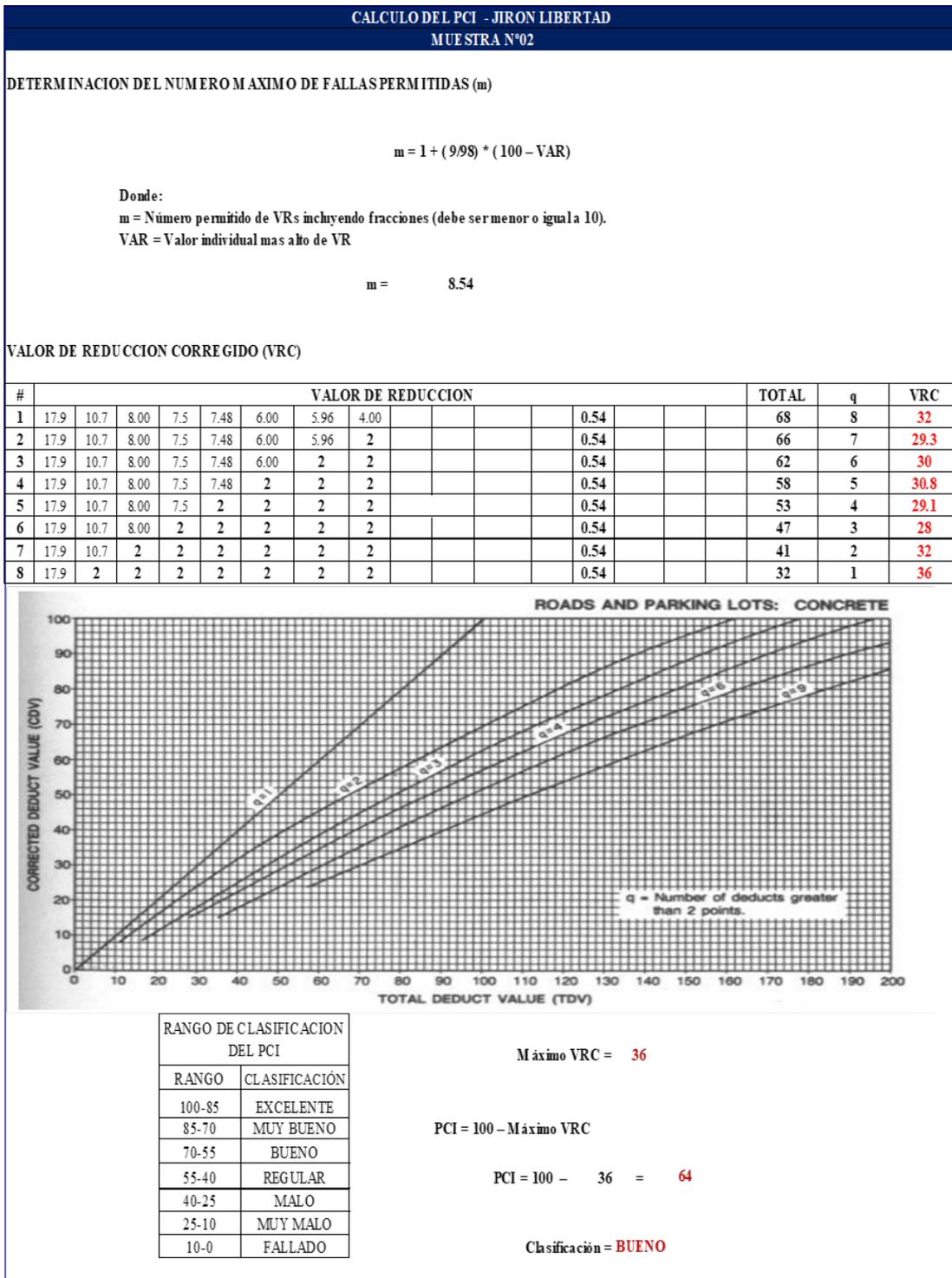


Figura 5.5: Valores de VRC y PCI para la muestra N° 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.6 se presenta de manera gráfica la distribución de los tipos de patologías y el valor de PCI de la muestra N° 03.

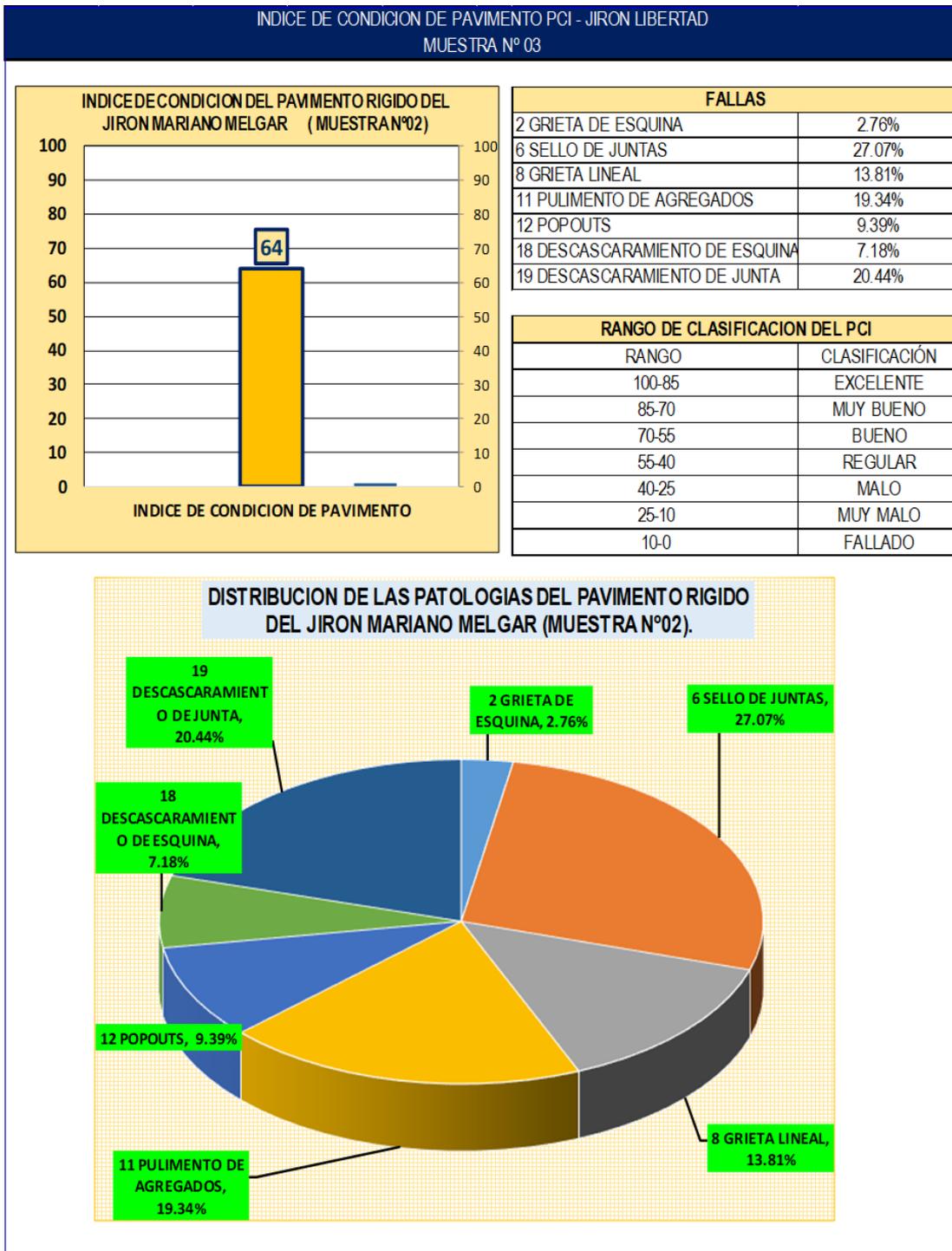


Figura 5.6: Distribución gráfica de patologías del pavimento de la muestra N° 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

Calculo de PCI de la muestra N°04 del Jr. libertad

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA												
CALLE			LA LIBERTAD			MUESTRA			N°04			
CUADRAS			9			NUMERO DE PAÑO		50	TOTAL AREA	600.00		
FECHA						JUNIO 2017						
DISTRITO	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	EVALUADOR	VILCHEZ LOAYZA BACILIO					
ENCARGADO				TIEMPO DE CONSTRUCCION	DIMENSIONES DEL PAÑO	3'4	AREA DEL PAÑO	12.00				
TIPO DE FALLA						DIAGRAMA DE CUADRAS						
1	BLOW UP/BUKLIN	10	PARCHE PEQUEÑO					6H,18M	8L,19L	8M,19L	16	
2	GRIETAS DE ESQUINA	11	PULIMENTO DE AGREGADOS									
3	LOSA DIVIDIDA	12	POPOUTS					19L,6M,2M	8M,12M	19L,8M	15	
4	GRIETAS DE DURABILIDAD "D"	13	BOMBEO					6L,19L	19L,8M,2L	2M,,19L,12M	14	
5	ESCALA	14	PUNZONAMIENTO					6L,19L,8M	9M,8M,	9M,18M,12M	13	
6	SELLO DE JUNTAS	15	CRUCE DE VIA FERREA					8L,6M	2L,19M	8L,19M	12	
7	DE SNIVEL CARRIL/BERMA	16	DE SCONCHAMIENTOS/IMPAS DE GRIETAS/CRAQUELADO					2M,19M,6M	12L,11L,6M,19M	11L,6M,	11	
8	GRIETA LINEAL	17	GRIETAS DE RETRACCION					6L,12M,18L	19L	12L,19L	10	
9	PARCHE GRANDE	18	DE SCASCARAMIENTO DE ESQUINA									
		19	DE SCASCARAMIENTO DE JUNTA					8L,6M	12L,19M	6M,12L	9	
L:	LOW	M:	MEDIUM	H:	HIGH							
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION V R				6M,19L	12L,8L,	8L	8	
19	L	20	40.00%	8.4				6L,19L	8L,12L	8M,6M	7	
19	M	6	12.00%	5.0								
18	L	1	2.00%	0.3				6L,8M	8L,6M	8L,6M	6	
18	M	2	4.00%	1.6								
12	L	7	14.00%	2.5				6L,19L	8M	8L,6M	5	
12	M	6	12.00%	2.7								
11	L	2	4.00%	1.2				2M	8M,6M	8M	4	
8	L	11	22.00%	12.3								
8	M	29	58.00%	30.0				8M,19L,3L	8M	8L,12L	3	
6	M	42	84.00%	4.0								
6	H	3	6.00%	8.0								
2	L	4	8.00%	5.9				8M,19M	12M,8L,	6L,19L	6L,19L	2
								6L,19L,12M	8M,19L	2L,6L, 19L	2L,6L, 19L	1
					H	G	F	E	D	C	B	A

Tabla 5.4: Hoja de inspección de condiciones para la muestra N° 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.7 se presenta el cálculo del valor de reducción corregido (VRC) y el índice de condición de pavimento (PCI) para la muestra N° 04.

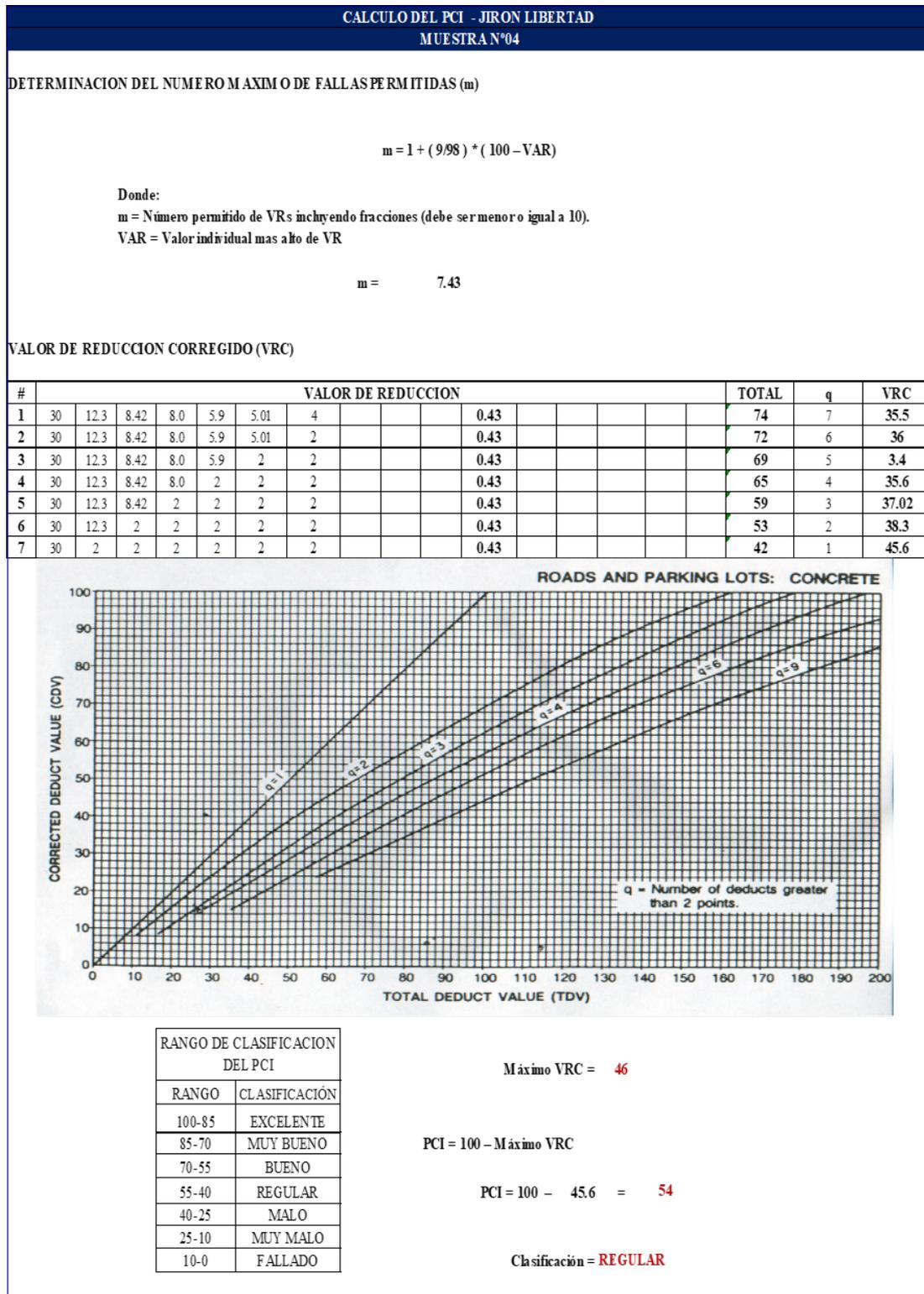


Figura 5.7: Valores de VRC y PCI para la muestra N° 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

En la figura 5.8 se presenta de manera gráfica la distribución de los tipos de patologías y el valor de PCI de la muestra N° 04.

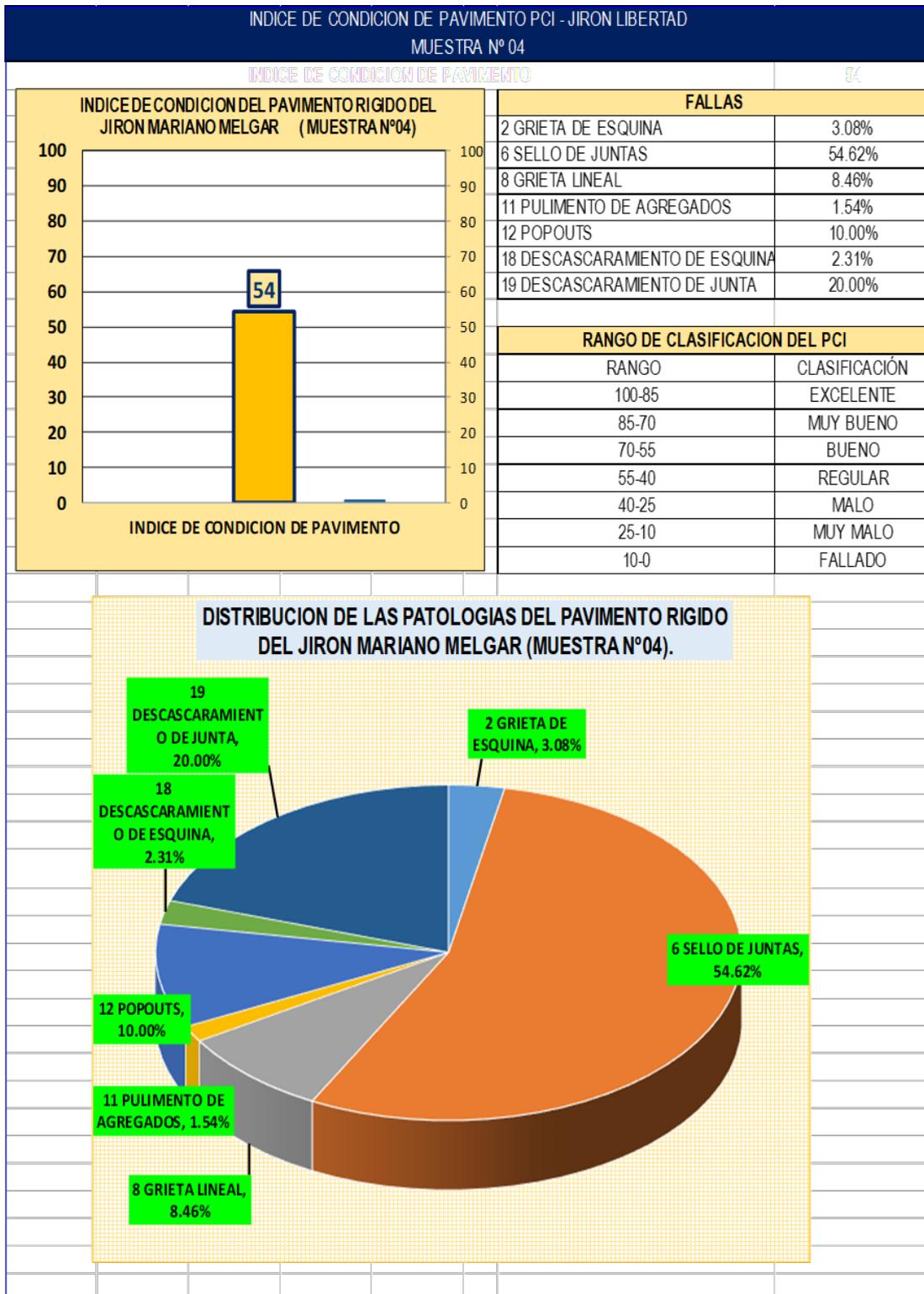


Figura 5.8: Distribución gráfica de patologías del pavimento de la muestra N° 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.2 Análisis de resultados.

En la presente investigación se consiguió, la evaluación del pavimento rígido del Jr. Libertad, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga - departamento de Ayacucho.

Mediante el método utilizado del **PCI**, se alcanzó determinar el índice de condición de la muestra tomada del pavimento, del Jr. Libertad, con un porcentaje de **PCI = 59,25**.

Lo cual nos permite ratificar que tiene un nivel de patología **BUENO** en un sentido genérico dado que es un promedio de los **PCI** obtenidos por cada módulo de muestras.

El pavimento del Jr. Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, tienen mayor incidente en las patologías de descascaramiento de junta, descascaramiento de esquina, popouts, pulimentos de agregados, parche pequeño, sello de juntas y grieta de esquina con un nivel de severidad Alto – Bajo - Medio , de tal modo que todo el pavimento de las distintas muestras del Jirón libertad del distrito de Ayacucho, provincia - Huamanga, departamento - Ayacucho, se encuentra en un nivel **BUENO**, por ello logramos indicar que también depende de la transitabilidad de los vehículos , forma del proceso constructivo, y de la período de las estructuras.

La investigación ha culminado con la consecución de los objetivos que se estableció, los cuales son:

- Determinar la condición de operación de la vía en el Jr. Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto.
- Determinar el tipo de patologías del concreto que existen en el pavimento rígido en el Jr. Libertad, distrito -Ayacucho, provincia – Huamanga y departamento - Ayacucho.

- Obtener el Índice de Condición de Pavimento rígido en el Jr. Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

RESUMEN DE RESULTADO					
Unidad de Muestra	CALLE	PCI unidad	Descripción	PCI Promedio	Descripción
U1	Jirón libertad 6ta cuadra	72	muy bueno	59.25	Bueno
U2	Jirón libertad 7ta cuadra	47	regular		
U3	Jirón libertad 8va cuadra	64	bueno		
U4	Jirón libertad 9na cuadra	54	regular		

Tabla 5.5: Nivel de incidencia de cada unidad de muestra inspeccionada.

Fuente:(Elaboración Propia).

VI. CONCLUSIONES.

- a) El nivel de incidencia de las patologías del concreto en el pavimento regido del Jirón libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, son descascaramiento de junta, descascaramiento de esquina, popouts, pulimentos de agregados, parche pequeño, sello de juntas y grieta de esquina.
- b) El índice promedio de condición de pavimento, para el pavimento rígido del Jirón Libertad del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, es **PCI = 54.7** y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es **“REGULAR”**.
- c) Se ha determinado el estado en que se encuentra el pavimento rígido en el Jr. Libertad Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento Ayacucho. Se inspeccionaron un total de 04 unidades de muestra obteniendo los siguientes resultados: El 25.00% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento muy bueno (PCI entre 70 y 85); un 50% de unidades en estado bueno (PCI entre 55 y 70) y un 25.00% de unidades en estado regular (PCI entre 40 y 55)
- d) En la tabla 5.5 se muestra el nivel de las incidencia, según la escala normadas del PCI de cada unidad de muestra; así mismo El índice promedio de condición de pavimento, para el pavimento rígido del jirón Libertad, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento Ayacucho.
- e) La presente tesis servirá de base para la toma de decisiones que pudiera realizar ya la provincia de Huamanga o el Gobierno Regional de Ayacucho de reparar

o sustituir los tramos de pavimentos rígido en el Jr. Libertad en el distrito de Ayacucho; de acuerdo al índice de condición de pavimentos, obtenidas como resultado del desarrollo del presente tesis.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- a) Es imprescindible contar con una etapa de estudios y diseños que debe anteponer cualquier diligencia de construcción, que sean concernientes a obras civiles y comprendiendo, todas las recomendaciones y las especificaciones técnicas para el apropiado comportamiento de los pavimento rígido.
- b) Se propone aplicar un mantenimiento ,correctivo en las estructuras del Jr. Libertad para así prolongar su vida útil y efectúe su adecuada funcionabilidad, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con un PCI REGULAR, BUENO, MUY BUENO para conservar el estado que poseen.
- c) Recuerde siempre los deterioros en un pavimento se deben mostrar como resultado de los esfuerzos, por aplicación de las cargas durante su vida útil y no como consecuencia de problemas en el concreto, diseño ,estructura, base de soporte y otros defectos de la construcción.
- d) Es importancia el sellado de juntas, por medio de mortero asfáltico, Elastomérico u otros materiales y procedimientos, ya que la errónea colocación de materiales traerá consigo el desprendimiento, del material sellante del concreto y por ello cualquier condición permitirá que suelo o roca se almacene en las juntas, la infiltración de agua en forma importante en la sub rasante de la estructura del pavimento disminuyendo la capacidad de soporte de carga. La acumulación de material incompresible frena que la losa se dilate y puede resultar un fragmentación, descascaramiento de los bordes de la junta o levantamiento. Un material llenante adecuado y un correcto procedimiento de aplicación frena que lo anterior ocurra en

la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HAMILTON MENDOZA. Evaluacion del diseno de losas cortas(tcp) en pavimentos segun tensiones. *UNSCH*, 2015.
- [2] LEYDI RIOS. Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento rigido de la calle bolognesi, cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de iquitos, provincia maynas – departamento loreto – año 2017. *ULADECH*, 2017.
- [3] YOBER DE LA CRUZ. Pavimientos permeables como alternativa de drenaje en las principales calles de la ciudad de ayacucho, peru. *UNSCH*, 2017.
- [4] EDGAR VASQUEZ. Evaluacion de la condicion operacional del pavimento rigido, aplicando el metodo del pavement condition index (pci), en las pistas del barrio yanachaca, distrito de caraz, provincia de huaylas, region ancash, abril del 2016. *ULADECH*, 2016.
- [5] MARCO MONTALVO. Pavimentos rigidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. *PUCP*, 2015.
- [6] JAVIER MORALES. Tecnicas de rehabilitacion de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo. *UNIVERSIDAD DE PIURA*, 2005.
- [7] KIMIKO HARUMI. Diseno de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de huacho a pativilca (km 188 a 189). *PUCP*, 2014.
- [8] ROLY LEIVA. Utilizacion de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de orcotuna, concepcion. *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU*, 2016.
- [9] LIZETH DE LA CRUZ & KAITE SALCEDO. Estabilizacion de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentacion en palian – huancayo - junin. *UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES*, 2016.
- [10] WILDER DE LA CRUZ & WALTER QUISPE. Influencia de la adicion de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construccion de pistas en la provincia de huamanga - ayacucho. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA*, 2014.
- [11] JOSE CHAPONAN & JOEL QUISPE. Analisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidraulico para el diseno de pavimentos rigidos

- adicionando fibras de polipropileno en el a.a.h.h villa maria - nuevo chimbote. *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA*, 2017.
- [12] CESAR LOPEZ & RUTH LOPEZ. Determinacion y evaluacion de las patologias en el concreto de pavimentos rigidos, distrito san juan bautista provincia de huamanga - ayacucho. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA*, 2016.
- [13] BETSY SOLANO. Evaluacion del estado actual del pavimento rigido en el jiron junin de la ciudad de jaen - cajamarca. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*, 2014.
- [14] CESAR RUIZ. Analisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rigidos. *UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE*, 2011.
- [15] VIVIANA HIGUERA. El estado de las vias de pavimento rigido y su incidencia en la circulacion del trafico pesado de la planta holcim latacunga del canton latacunga provincia de cotopaxi. *UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO*, 2015.
- [16] ALDO FIGUEROA. Auscultacion del monolitismo de pavimentos multicapas mediante deflectometro de impacto. *UNIVERSIDAD DE CHILE*, 2009.
- [17] RODRIGO FAUNDEZ. Estimacion del coeficiente estructural del asfalto espumado mediante analisis de deflectometria fwd. *UNIVERSIDAD DE CHILE*, 2011.
- [18] JOSE ALVARADO & FABIAN FREILE. Propuesta de un programa de mantenimiento de la via izambapillaro, provincia de tungurahua. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR*, 2015.
- [19] JORGE TIMANA. Diseno para pavimentos para carreteras. *UNIVERSIDAD DE PIURA*, 2003.
- [20] ALONSO MONTEJO. *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.
- [21] CONICET. Principios eticos para el comportamiento del investigador cientifico y tecnologico. *MINISTERIO DE EDUCACION, CIENCIA Y TECNOLOGIA*, 2006.

ANEXOS

Anexo 1: Plano de localización del proyecto.



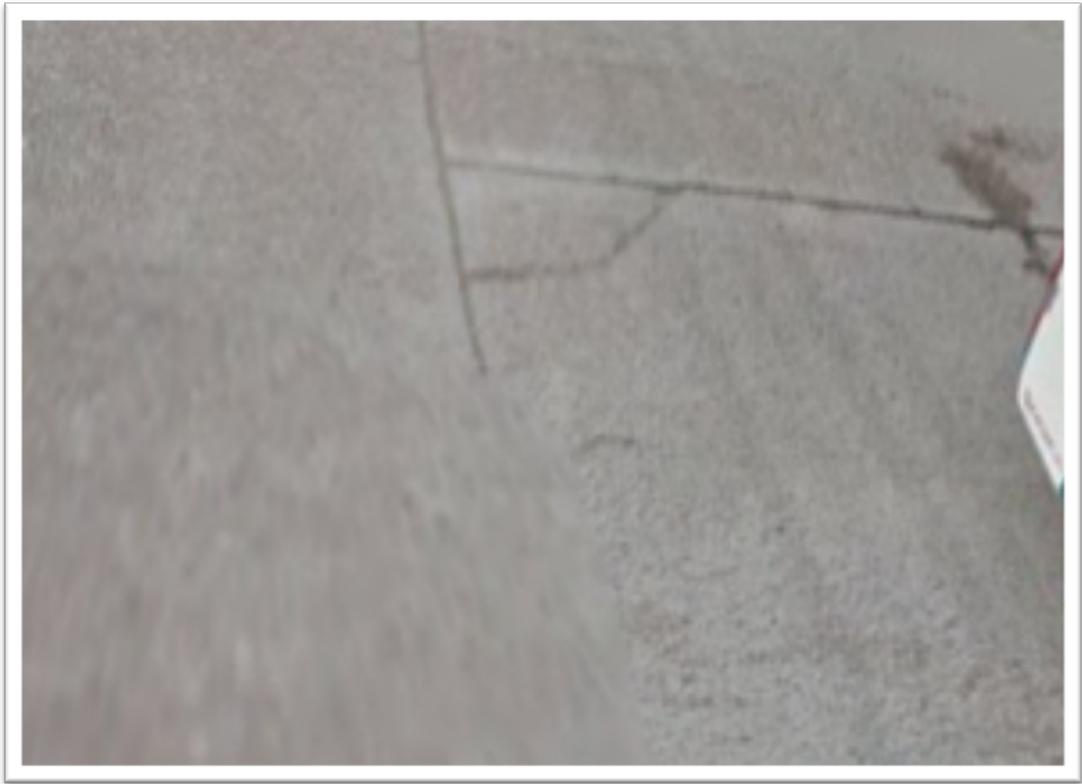
Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Patología tipo pulimento del agregado (6ta cuadra).*



Fotografía 2: *Patología tipo descascaramiento y descascaramiento de juntas (7ma cuadra).*



Fotografía 3: *Patología de tipo grietas de esquinas (7ta cuadra).*



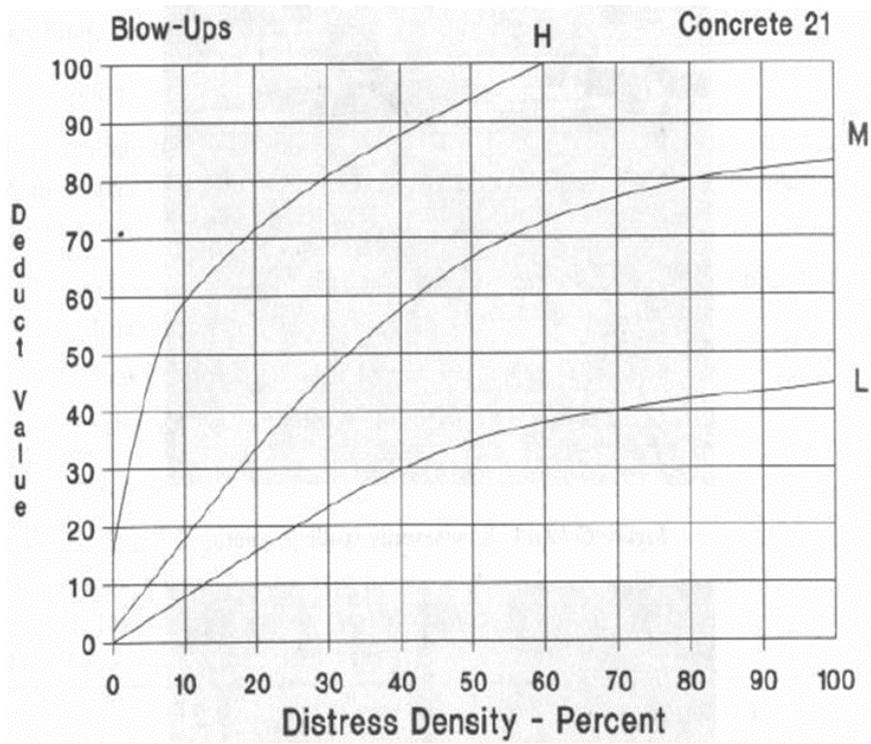
Fotografía 4: *Patología del tipo parche (8va cuadra).*



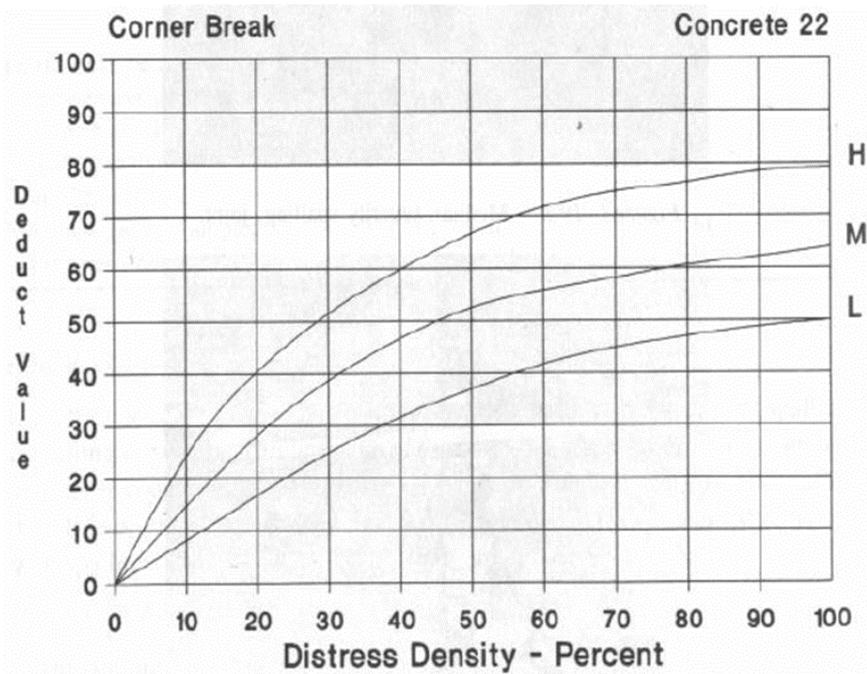
Fotografía 5: *Patología de tipo losa dividida (8va cuadra).*

Anexo 3: Instrumentos de evaluación.

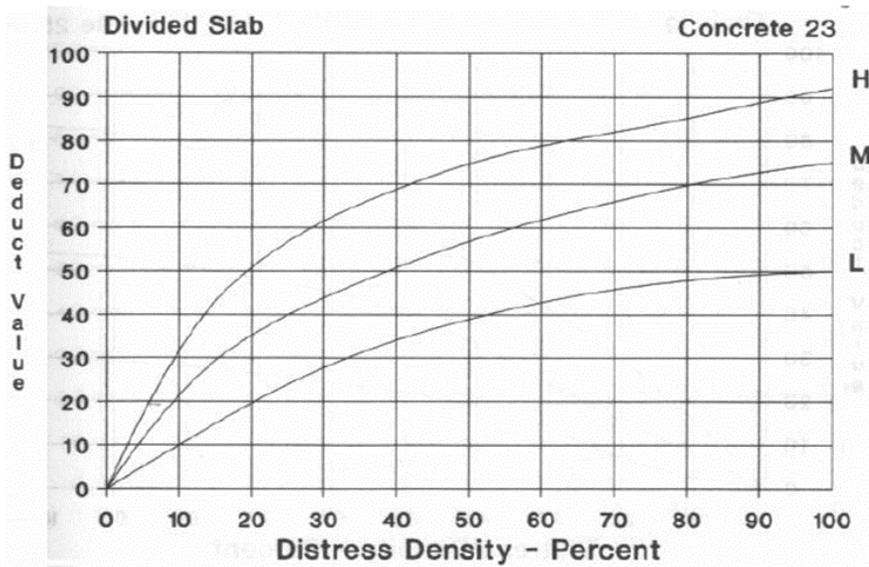
BLOW UP Y BUKLIN



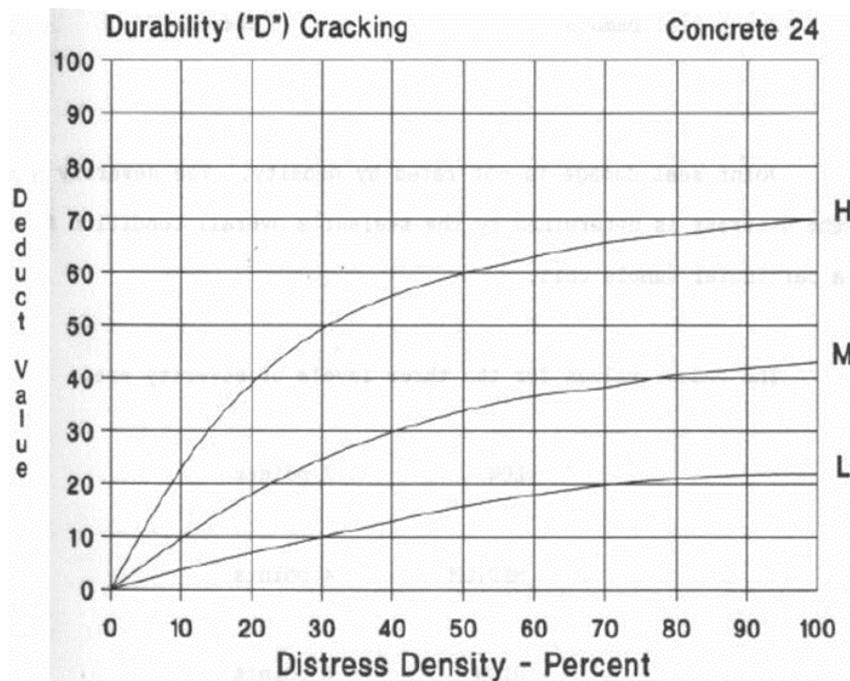
CORNER BREAK (Grieta de esquina)



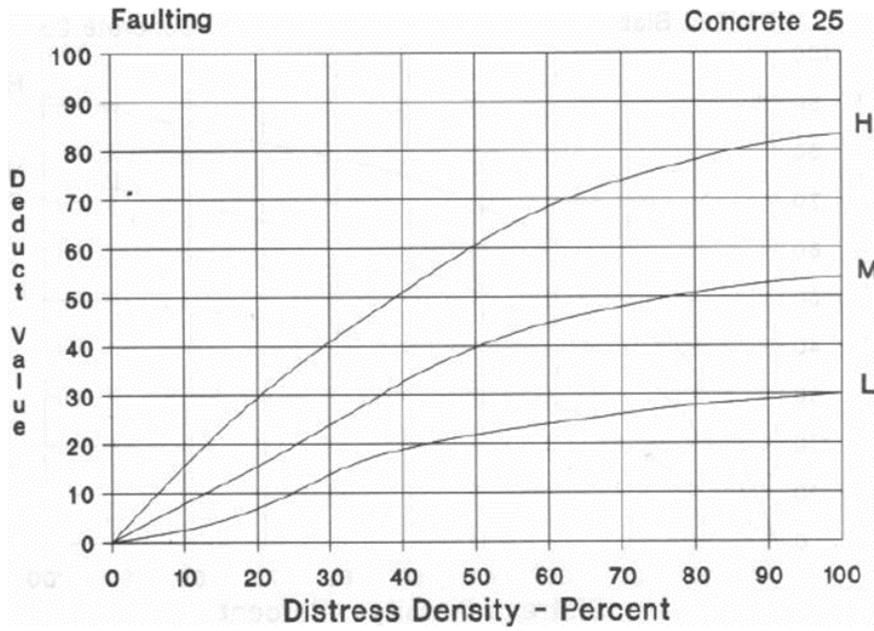
DIVIDED SLAB (Losa dividida)



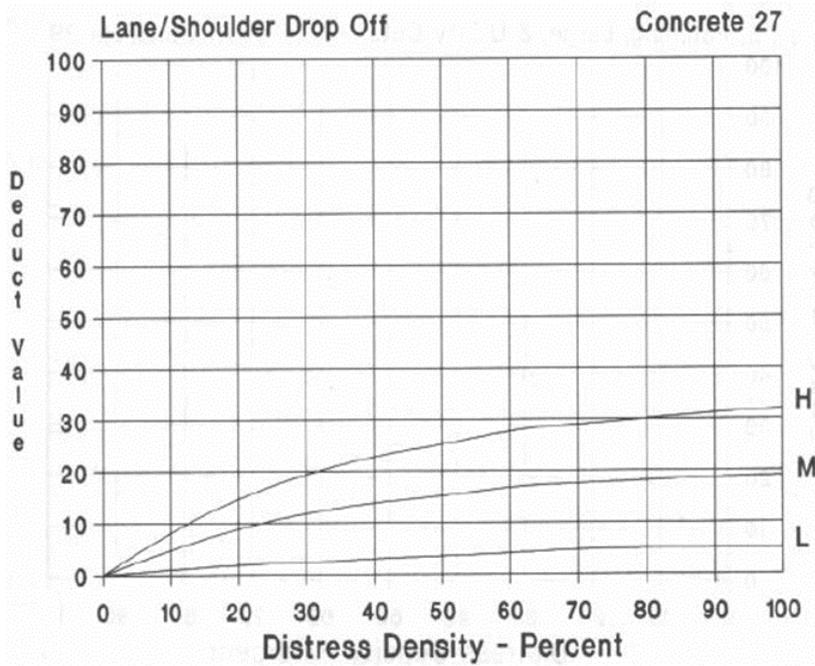
DURABILITY "D" CRACKING (Grieta de durabilidad "D")



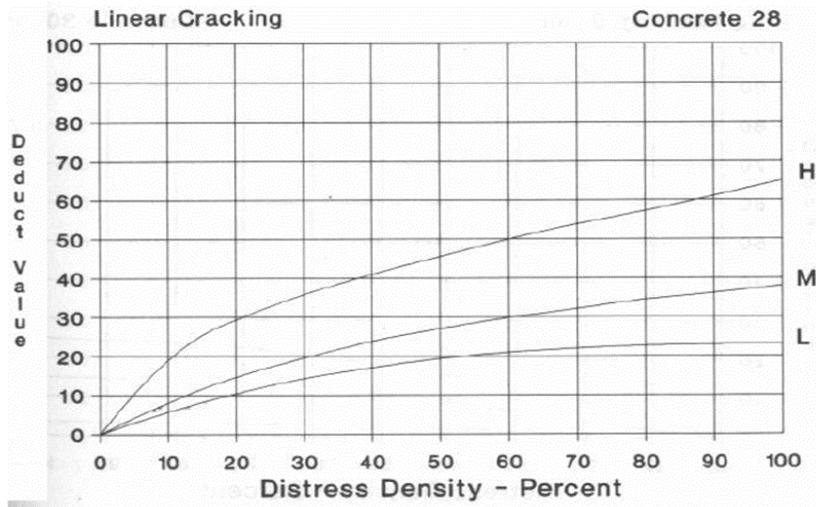
FAULTING (Escala)



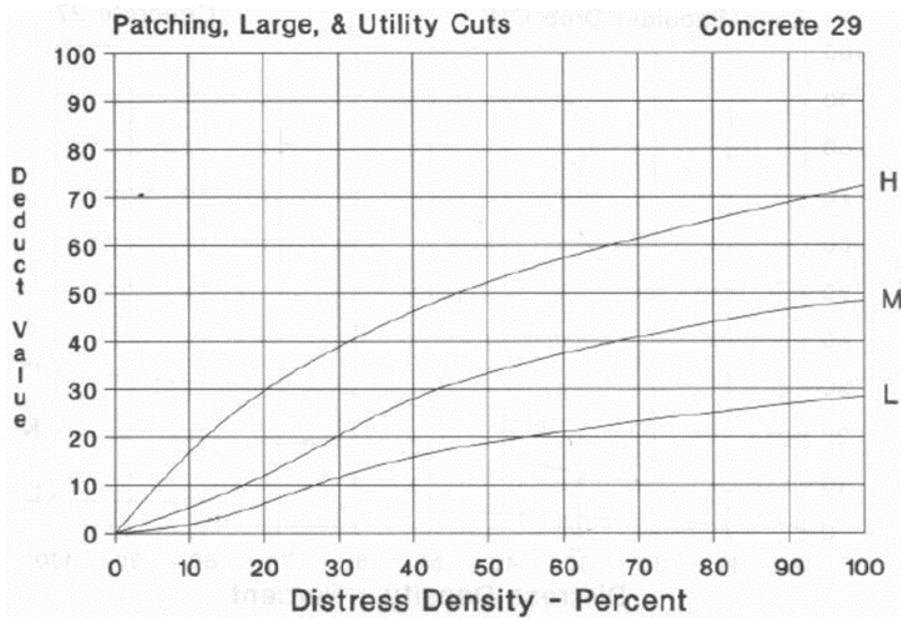
LANE / SHOULDER DROP OFF (Desnivel Carril / Berma)



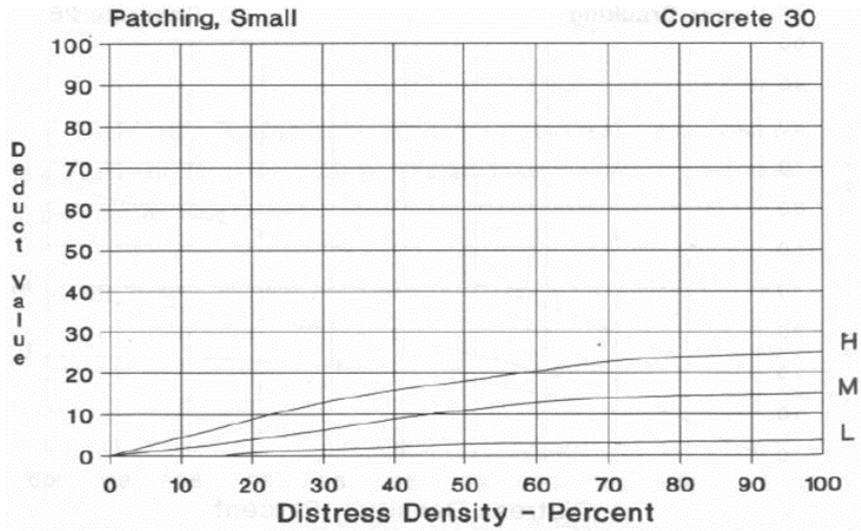
LINEAR CRACKING (Grieta Lineal)



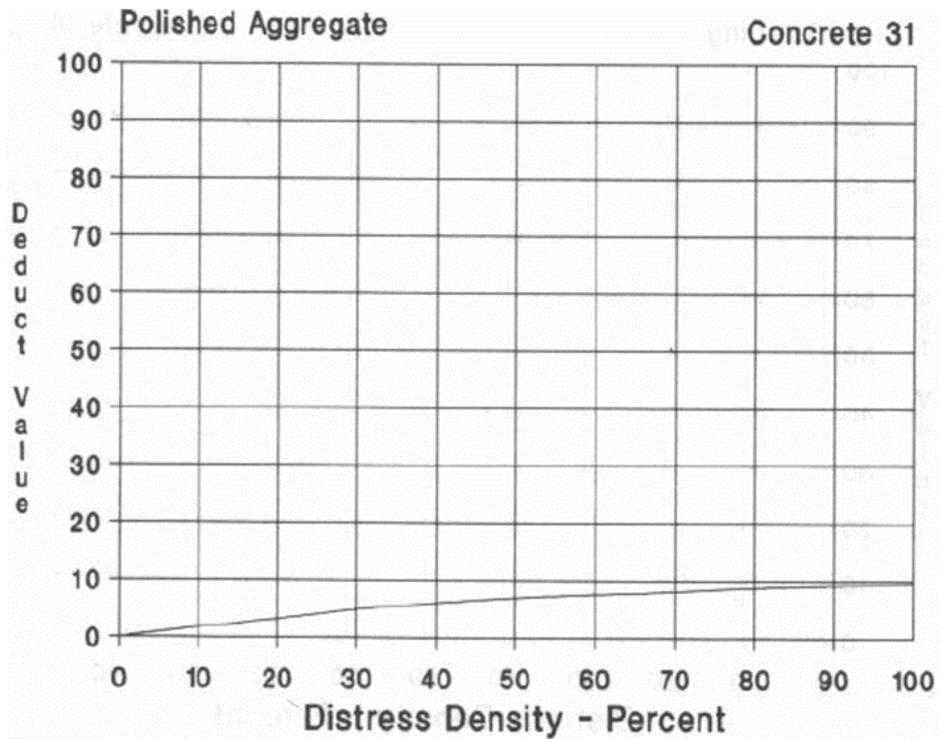
PATCHING, LARGE Y UTILITY CUTS (Parche Grande)



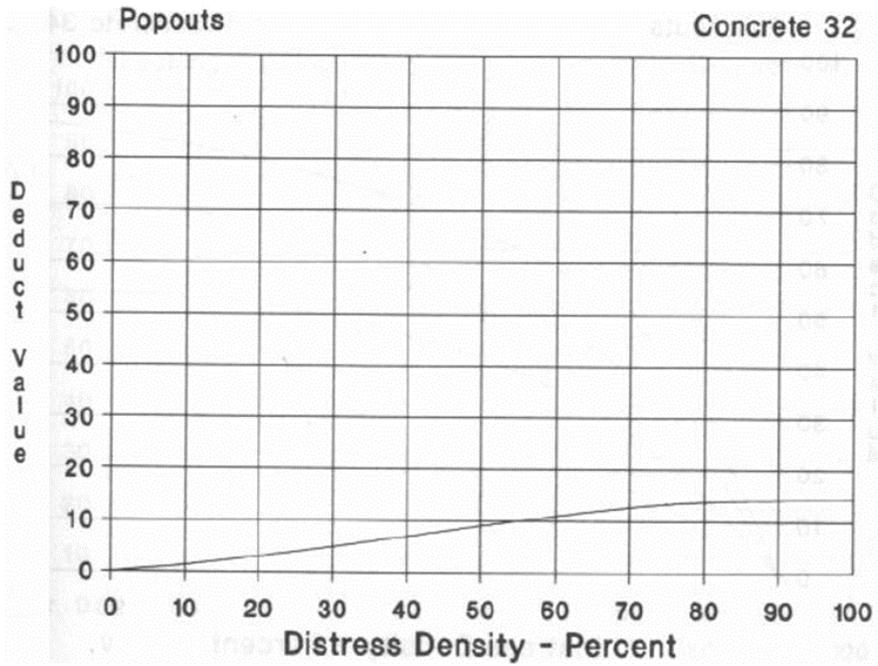
PATCHING, SMALL (Parcheo Pequeño)



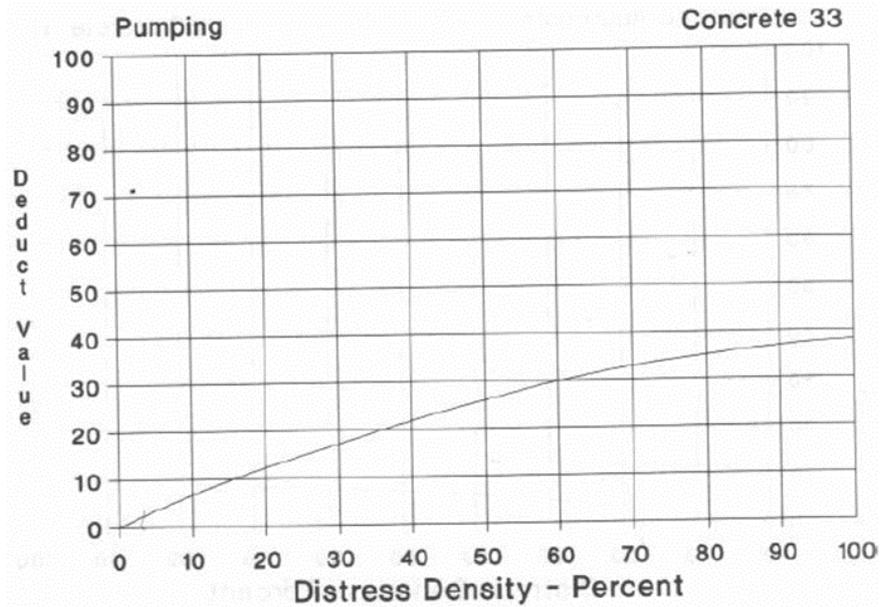
POLISHED AGGREGATE (Pulimiento de Agregado)



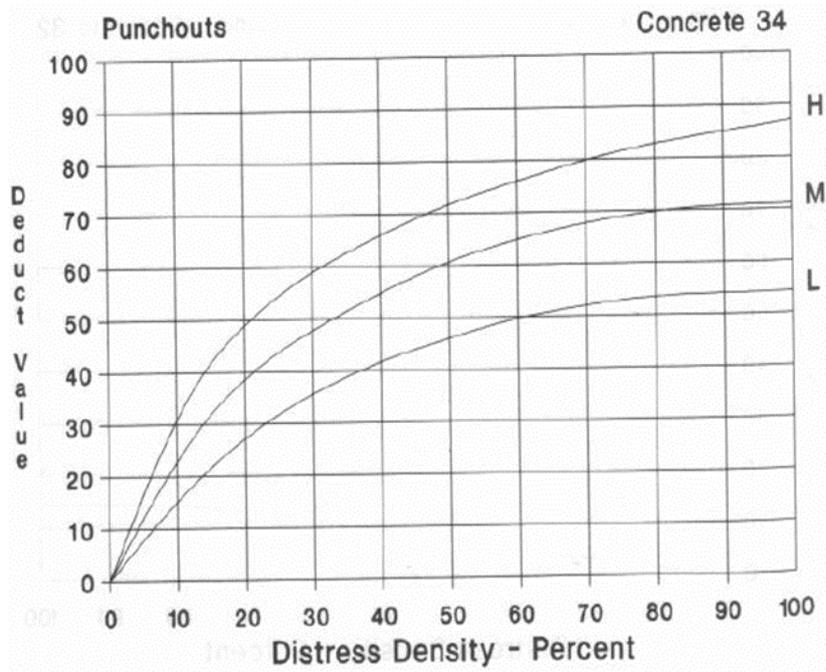
POPOUTS



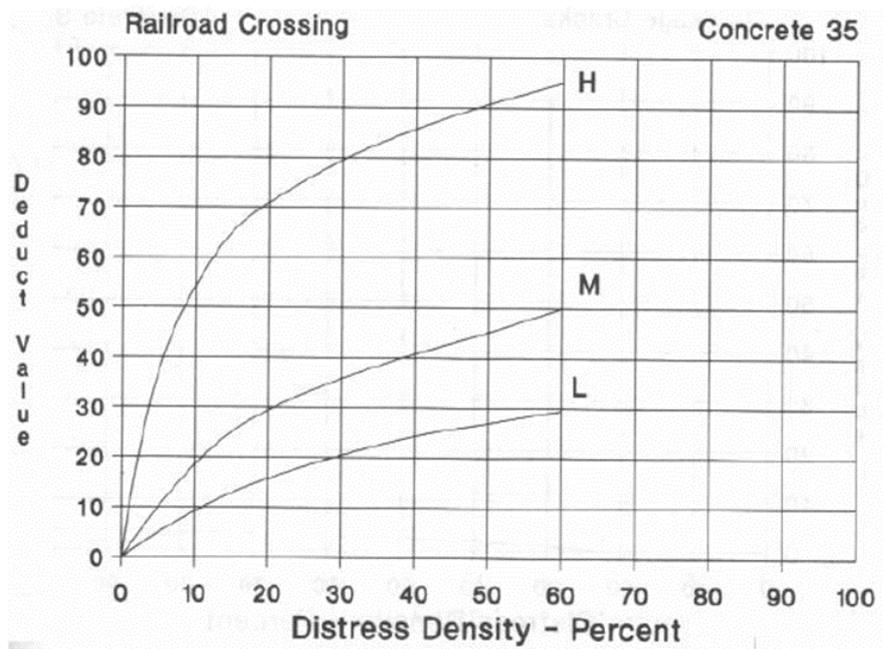
PUMPING (Bombeo)



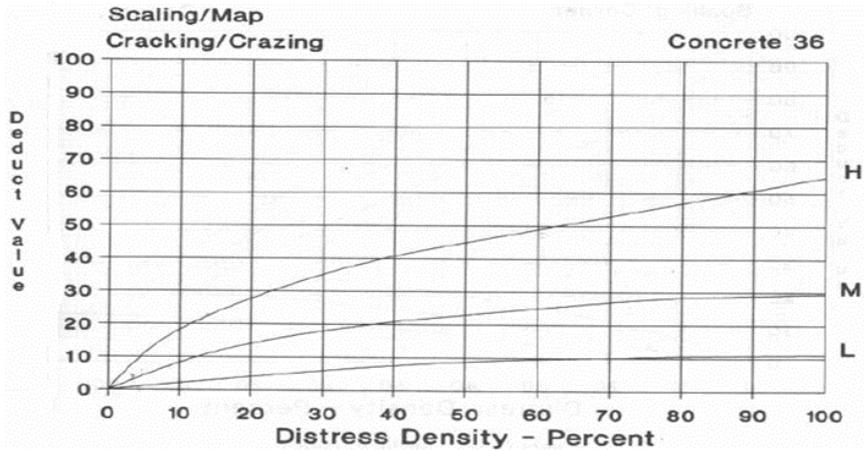
PUNCHOUTS (Punzonamiento)



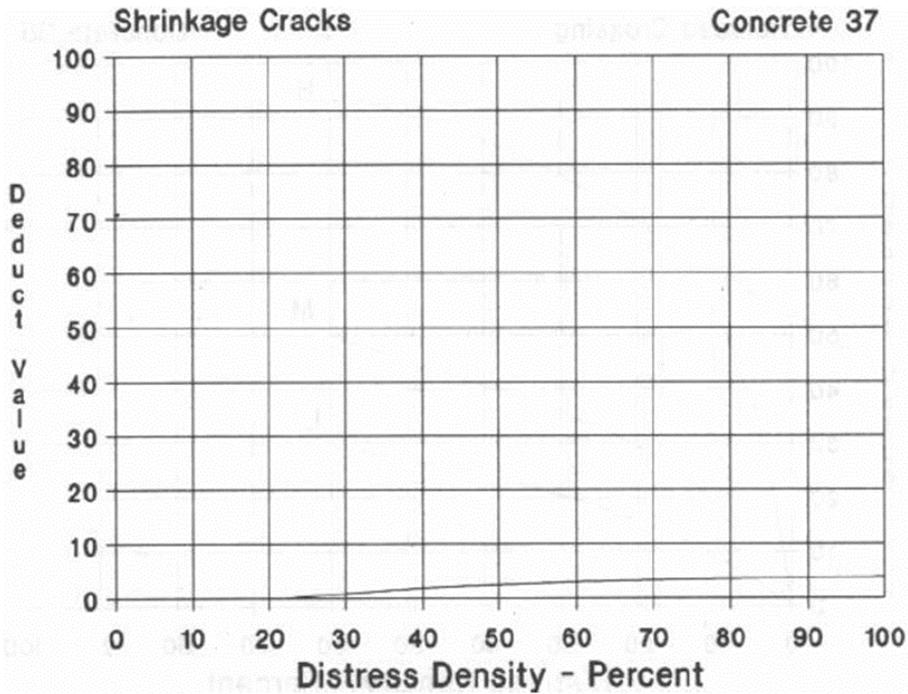
RAILROAD CROSSING (Cruce de Vía Férrea)



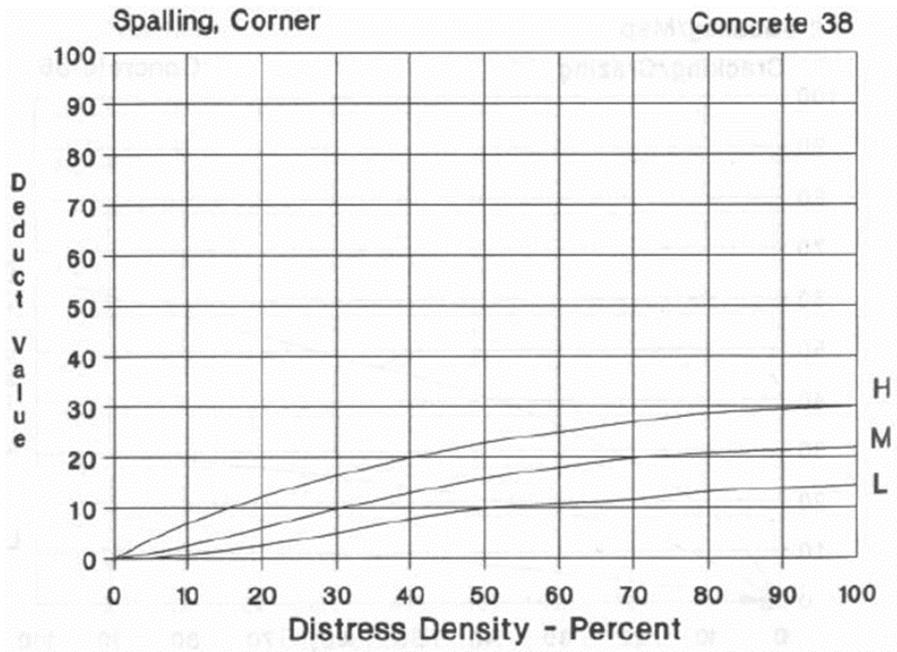
SCALING / MAP CRACKING / CRAZING (Desconchamiento / Mapa de Grieta / Craquelado).



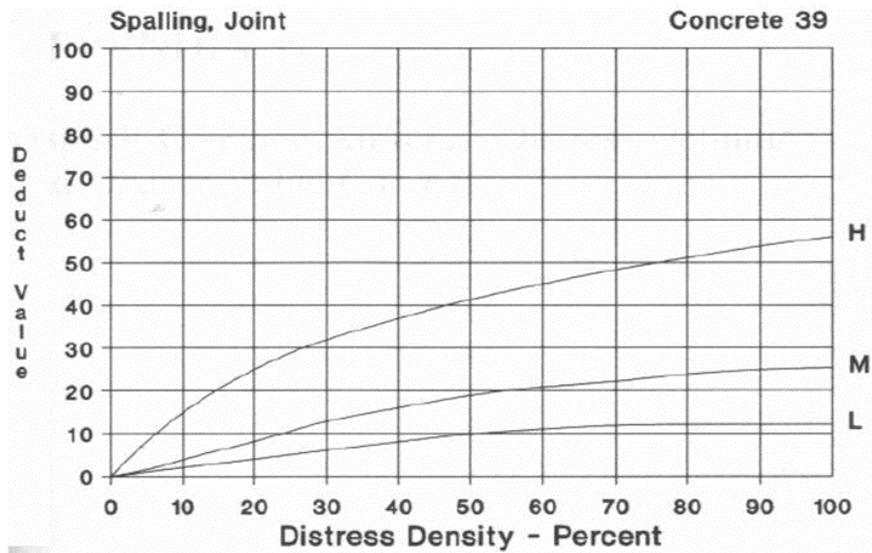
SHRINKAGE CRACKS (Grieta de Retracción)



SPALLING, CORNER (Descascaramiento de Esquina)



SPALLING JOINT (Descascaramiento de Junta)



JOINT SEAL (Sello de Junta)

Joint Seal Damage Concrete 26

Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

The deduct values for the three levels of severity are:

LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points

Curva de corrección de valores reducidos para pavimentos de hormigón de cemento portland (PPC)

