

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS - CHUPACA CON EL MÉTODO DEL PCI  
TRAMO KM. 84+000 - KM. 89+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**RAÚL BASILIO CUSIHUALLPA MOLLINEDO**

**Lima- Perú**

**2009**

---

<b>ÍNDICE</b>	
<b>INDICE</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>LISTA DE CUADROS</b>	4
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	6
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	7
<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES</b>	10
1.1 ANTECEDENTES	10
1.1.1 Estado del Arte de la Carretera	10
1.1.2 Marco de Referencia	11
1.2 DATOS GENERALES	13
1.2.1 Ubicación	13
1.2.2 Sistema de Transporte	14
1.2.3 Clima	21
1.2.4 Hidrología	22
1.2.5 Geología	22
1.2.6 Aspectos Geotécnicos	23
1.3 DESCRIPCION DEL TRAMO EVALUADO Km 84+000-Km 89+000	27
1.3.1 Caracteristicas Generales del Tramo	27
1.3.2 Caracteristicas Tecnicas del Tramo	28
<b>CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE</b>	31
2.1 ANTECEDENTES DEL MÉTODO PCI	31
2.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO EN EL PERÚ	32
<b>CAPITULO III: MARCO TEÓRICO</b>	35
3.1 EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE	35
3.1.1 Introducción	35
3.1.2 Objetivos	36

3.1.3	Características del Método.....	36
3.1.4	Conceptualización del Método.....	36
3.1.5	Rango de Calificación del PCI.....	37
3.2	PROCEDIMIENTO DE EVALUACION POR EL METODO PCI.....	39
3.2.1	Selección del tramo a evaluar.....	39
3.2.2	Relevamiento de fallas.....	42
3.2.3	Procesamiento de información.....	42
3.2.4	Determinación del PCI.....	43
3.2.5	Evaluación de la condición de pavimentos flexibles.....	46
3.3	CAUSAS QUE ORIGINAN FALLAS EN EL PAVIMENTO.....	47
3.3.1	Tráfico de Diseño.....	48
3.3.2	Proceso Constructivo.....	48
3.3.3	Deficiencia del Proyecto.....	48
3.3.4	Factores Ambientales.....	48
3.4	TIPO DE FALLAS EN PAVIMENTOS.....	49
3.5	CRITERIO DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE SERVICIO.....	51
	<b>CAPITULO IV: APLICACIÓN DEL MÉTODO.....</b>	<b>55</b>
4.1	EVALUACION DEL TRAMO KM 84+000-KM 89+000.....	55
4.2	IDENTIFICACION Y METRADO DE FALLAS.....	55
	<b>CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
5.1	PROCESAMIENTO DE DATOS Y CALCULO PCI.....	59
5.2	INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	64
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## RESUMEN

En la actualidad es de vital importancia ofrecer una red vial en buenas condiciones de transitabilidad y serviciabilidad, la cual contribuye con el mejoramiento de calidad de vida de los usuarios, a través de un ahorro en el tiempo de transporte y menor costo de operación de los vehículos.

El principal objetivo es desarrollar la evaluación superficial del pavimento, usando el método Índice de Condición de Pavimento PCI (Pavement Condition Index), para el sub tramo km 84+000 al km 89+000 de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca.

Se escoge el método para determinar la condición del pavimento porque constituye la metodología más completa para la evaluación superficial y calificación objetiva de pavimentos. Es un método de evaluación no destructiva y los resultados son seguros y confiables y se obtienen de una manera sencilla, práctica, económica.

Unas de las características del tramo en estudio, es una capa base estabilizada con carpeta asfáltica monocapa, que fue colocada entre Febrero y Marzo del 2009. Por lo que se espera encontrar PCI excelentes por el corto tiempo de vida del pavimento.

El presente Informe contiene aportes técnicos, impartidos en temas desarrollados en el curso de Actualización de Conocimientos, aplicados para la evaluación superficial para el tramo en estudio.

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro N° 1.01	Datos Generales del Contrato de Conservación Vial .....	12
Cuadro N° 1.02	Características Generales de la carretera .....	13
Cuadro N° 1.03	Estudio del Tráfico (IMD) .....	15
Cuadro N° 1.04	Estado Inicial y Actual de la Vía.....	15
Cuadro N° 1.05	Estructura Proyectada del Pavimento .....	16
Cuadro N° 1.06	Trabajos Ejecutados en la Carretera .....	17
Cuadro N° 1.07	Clasificación de Temperaturas y Precipitación .....	22
Cuadro N° 1.08	Valores de CBR y $M_R$ .....	26
Cuadro N° 1.09	Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte .....	27
Cuadro N° 1.10	Características Generales del Tramo en Estudio .....	28
Cuadro N° 1.11	Perfil Estratigráfico del tramo Km 84+00 al Km89+00 .....	29
Cuadro N° 1.12	Características Técnicas del Tramo .....	30
Cuadro N° 2.01	Tramos del Estudio de Ingeniería .....	33
Cuadro N° 2.02	Evaluación del PCI, Ruta 020 .....	33
Cuadro N° 3.01	Rangos de Calificación del PCI.....	38
Cuadro N° 3.02	Longitudes de Unidades de Muestras .....	40
Cuadro N° 3.03	Formato para el calculo del Maximo CVD .....	45
Cuadro N° 3.04	Fallas y Causas en Pavimentos.....	48
Cuadro N° 3.05	Catalogo de fallas del Método PCI.....	50
Cuadro N° 3.06	Categoría de Mantenimiento Según Condicion Vial .....	53
Cuadro N° 4.01	Metrado de Fallas del Km 84+000 al Km 85+000 .....	56
Cuadro N° 4.02	Metrado de Fallas del Km 85+000 al Km 86+000 .....	56
Cuadro N° 4.03	Metrado de Fallas del Km 86+000 al Km 87+000 .....	57
Cuadro N° 4.04	Metrado de Fallas del Km 87+000 al Km 88+000 .....	57
Cuadro N° 4.05	Metrado de Fallas del Km 88+000 al Km 89+000 .....	58
Cuadro N° 5.01	Valores de Deducción y PCI del Km 84+000 al Km 85+000.	59
Cuadro N° 5.02	Valores de Deducción y PCI del Km 85+000 al Km 86+000.	60

Cuadro N° 5.03	Valores de Deducción y PCI del Km 86+000 al Km 87+000.	61
Cuadro N° 5.04	Valores de Deducción y PCI del Km 87+000 al Km 88+000.	62
Cuadro N° 5.05	Valores de Deducción y PCI del Km 88+000 al Km 89+000.	63
Cuadro N° 5.06	Calculo del PCI por Sub Tramos .....	64

## LISTA DE FIGURA

Figura N° 1.01	Mapa de Ubicación de la Ruta 22 .....	14
Figura N° 1.02	Sección Típica del Cambio Estándar .....	16
Figura N° 1.03	Plano Clave de la Ruta 22 .....	20
Figura N° 2.01	Diagrama del PCI vs Progresiva, Ruta 020.....	34
Figura N° 3.01	Diagrama de Flujo del Método PCI .....	43
Figura N° 3.02	Curva de Deterioro del Paviemnto en el Tiempo.....	47
Figura N° 3.03	Factores que Afectan el Comportamiento del Pavimento.....	49
Figura N° 5.01	Densidad de falla en todo el tramo.....	65
Figura N° 5.02	Distribución de falla por densidad en el tramo.....	65

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials
<b>MTC</b>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
<b>TSB</b>	Tratamiento Superficial Bicapa
<b>EE</b>	Eje Equivalente
<b>PCI</b>	Índice de Condición de Pavimentos
<b>PSI</b>	Índice de Serviciabilidad Presente
<b>IRI</b>	Índice de Rugosidad Internacional
<b>CBR</b>	California Bearing Ratio
<b><math>\Delta</math> PSI</b>	Diferencia de serviciabilidad
<b><math>a_i</math></b>	Coefficiente estructural de la capa "i"
<b><math>D_i</math></b>	Espesor de la capa "i"
<b><math>m_i</math></b>	Coefficiente de drenaje de la capa gradual "i"
<b>N.T.P.</b>	Norma Técnica Peruana
<b>A.S.T.M.</b>	American Society for Testing and Materials
<b>%W</b>	Contenido de Humedad
<b>M.D.S.</b>	Máxima Densidad Seca
<b>O.C.H.</b>	Óptimo Contenido de Humedad
<b>I.R.I.</b>	Índice de Rugosidad Internacional
<b>S.U.C.S.</b>	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo determinar el índice de condición del pavimento (PCI), en la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca para el tramo Km 84+000 al Km 89+000. El cálculo del (PCI), constituye la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

Es importante ofrecer una red vial con excelentes especificaciones, a causa del impulso económico que éstas ofrecen y la disminución en tiempos de viaje y costos de operación de los vehículos, llevando consigo un beneficio considerable al usuario y al país.

Se hace necesario crear una cultura en cuanto a mantenimiento y rehabilitación de la red vial porque dependiendo de qué tan frecuente se ejecute éste, se podrá proporcionar una red adecuada que cumpla con las necesidades de comunicación entre las diferentes regiones y así ayudar al crecimiento del país.

Lo que se describe en este informe, es una muestra de cómo se puede hacer la evaluación superficial para determinar la condición del pavimento, usando una metodología sencilla, práctica, económica y no destructiva. Para lo cual este informe se ha dividido en cinco capítulos.

El capítulo I describe las generalidades de la carretera y el tramo en estudio, carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, se describe el estado del arte, su ubicación y las características más importantes y relevante del tramo en estudio Km. 84+000 – Km. 89+000.

En el capítulo II se comenta sobre el estado del arte de la metodología a emplearse, la evolución a través del tiempo, desde los estudios iniciales hasta la formulación final de la norma vigente, y conocer las aplicaciones del método en el Perú.

El capítulo III abarca el marco teórico sobre el cual se basa el método y sus aplicaciones en pavimentos flexibles, las causas de las fallas, procedimiento de la condición del pavimento y algunos tipos de falla en los pavimentos.

En el capítulo IV, veremos la aplicación del método en el tramo en estudio,

principalmente el relevamientos de fallas, aplicando la teoría estudiada en el capítulo anterior.

En el capítulo V se analizan los resultados obtenidos sobre el estado del pavimento, teniendo en cuenta el tratamiento superficial aplicado en el tramo (monocapa), lo que permitirá hacer las conclusiones, también se analizan las posibles causas del deterioro, proponer los tratamientos para las fallas encontradas y las recomendaciones finales para extender la vida útil del pavimento evaluado.

Esperando que el presente informe sea de utilidad para futuros trabajos, y agradeciendo anticipadamente su atención.

## CAPITULO I: GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

#### 1.1.1 Estado del Arte de la Carretera

El tramo de la carretera en estudio se encuentra ubicado en las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima y Concepción en el departamento de Junín. La carretera de penetración Cañete-Yauyos-Chupaca, fue proyectada y ejecutada por etapas durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía, entre la década de 1920 a 1930, quedando luego paralizados todos los trabajos de la carretera hasta los años 1954 y 1957.

Por el lado de la Costa, durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanzan los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944; quedando postergado todo trabajo de la carretera entre Yauyos-Huancayo.

Debido a la dificultad del pase en el cañón de Uchco para unir los pueblos de Nor-Yauyos, el pueblo de Alis gestionó ayuda ante el Ministerio de Fomento. Es así que en 1954 consiguen la aceptación del Gobierno Central. Hasta que en mayo de 1955, llega la Comisión y la Delegación del Estado para la construcción de un puente peatonal del cañón de Uchco, para la prosecución de la carretera, comenzando con la rectificación total del trazo desde Uchco hasta Alis. En Julio de 1956 se construyó el puente Uchco, muros y cortes en ese sector hasta que en octubre a noviembre de ese año se terminó de construir el puente hacia Luque y se terminó los trabajos.

El 6 de febrero de 1957 se prosiguieron los trabajos de la carretera desde Parachaca hasta Alis terminándose los trabajos en mayo de 1957.

En 1958 se realizan trabajos de mantenimiento a la vía por las empresas Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial.

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio "Asociación Aguas y estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT SA" para realizar el Servicio de Consultoría a Nivel de Estudio Definitivo de la Carretera Lunahuaná - Huancayo.

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León, (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Cañete – Yauyos – Chupaca de 281.73 km de longitud.

En el año 2005, PROVIAS NACIONAL – MTC realizó el Estudio de Pre Inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, enfatizando el tema de Diseño Vial.

### **1.1.2 Marco Referencial**

El Estado Peruano, Mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, creó el Programa “Proyecto Perú”, viniendo a ser un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y vecinal.

Con el Informe N° 838-2004-MTC/09.02 de 07 de septiembre de 2004, el Director de Inversiones de la Oficina General de Planificación y Presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su función de OPI MTC aprueba el estudio de preinversión a nivel perfil del “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná-Dv Yauyos-Chupaca” identificado con Código SNIP N° 9895 y autorizó la formulación del siguiente nivel de estudios.

Con oficio N° 513-2004-MTC/09.02 de 16 septiembre de 2004 el Director General de la OPI MTC solicita al Director General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas la exoneración del estudio de prefactibilidad y que se autorice la elaboración del estudio de Factibilidad del precitado proyecto, en virtud que el perfil identificó claramente la alternativa seleccionada.

El Programa “Proyecto Perú” que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL) con la finalidad de establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los

que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

En el marco del citado programa, PROVIAS NACIONAL suscribió el CONTRATO DE SERVICIOS N° 288–2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS (CGC) por un período de cinco años, a fin que éste brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas. (Cuadro N° 1.01: Datos Generales del Contrato).

Con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad de las carreteras de bajo volumen de tránsito de la red vial nacional, el MTC a través de PROVIAS NACIONAL suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en agosto del 2008 por un periodo de cinco años, denominado: “Acompañamiento y Monitoreo de los Trabajos del Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio, del Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, (Rehabilitación del tramo: Zúñiga – desvío Yauyos - Ronchas)”.

**Cuadro N° 1.01**

**Datos Generales del Contrato de Conservación Vial**

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Carretera	Cañete – Yauyos - Chupaca
Longitud Total del Tramo	281.730 Km.
Contrato de Servicios	N° 288-2007-MTC/20
Contratista-Conservador	Consortio Gestión de Carreteras (ICCGSA, Corporación Mayo SAC, Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal SRL.
Valor Referencial	S/. 131'895,292.01
Monto del Contrato	S/. 131'589,139.71
Periodo del Contrato	05 años
Inicio del Contrato	01 de Febrero, 2008
Inicio de Terminación	31 de enero ,2013

(Fuente: Elaboración propia)

La carretera Cañete-Yauyos-Chupaca se proyecta como una ruta alterna, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, disminuyendo el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo y

permitiendo el transporte continuo de vehículos durante la temporada de máximas avenidas.

Debido a que la actual capacidad vehicular de la carretera central está colapsada, esta carretera se proyecta como ruta alterna, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo, además de establecer la integración entre las localidades que atraviesa la carretera tales como la localidad de San Vicente de Cañete, Capillucas, Calachota, Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San Jose de Quero, Chachicocha, Collpa, Roncha y Chupaca.

## 1.2 DATOS GENERALES

### 1.2.1. Ubicación

La carretera se encuentra ubicado entre los departamentos de Lima y Junín y une las provincias de Cañete, Yauyos (Región Lima) y Chupaca (Región Junín). cuyas características generales se muestran en el cuadro N° 1.02

Cuadro N° 1.02  
Características Generales de la Carretera

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Departamento	Lima - Junín
Provincia	Cañete - Yauyos
Región Geográfica	Costa - Sierra
Inicio	San Vicente de Cañete Km 001+805
Final	Chupaca Km 273+531
Longitud de Carretera	271.726 Km
Latitud	13°04'38.08"S 76°24'11.45"O (San Vicente)
	12°03'35.29"S 75°17'13.47"O (Chupaca)
Coordenadas UTM	349,542E, 8'553,780N (San Vicente Cañete)
	468,436E, 8'666,980N (Chupaca)
Temperatura	Mínima : -4°C y 7°C
	Media : 11 °C y 16°C
	Máxima : 22°C y 29°C
Periodo de Lluvia	Diciembre a Marzo
Altitud	165 m.s.n.m – 3,270 m.s.n.m
Máxima Altitud:	4,666 msnm (Abra Negrobueno)

(Fuente: Elaboración propia)

En la figura N° 1.01 se puede observar el Mapa de Ubicación de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que se encuentra representada con una línea gruesa roja en el mapa; y con la representación del Proyecto Perú perteneciente a la “Red Vial Nacional” N° 13 que se muestra en la leyenda.

**Figura 1.01**  
**Mapa de Ubicación de la Ruta 22**



(Fuente: Proviás Nacional)

### 1.2.2. Sistema de Transporte

La Infraestructura del sistema de transporte está enmarcada por el Corredor Vial N° 013: Cañete – Yauyos – Chupaca, la Carretera se inicia en San Vicente de Cañete en la progresiva Km 1+805 y finaliza en Chupaca el Km 273+531, la que actualmente se encuentra con mejoramiento superficial desde la salida de Lunahuaná hasta el empalme con la ruta longitudinal de la Sierra. El tramo desde el empalme con la longitudinal de la Costa (Cañete) hasta Lunahuaná se encuentra a nivel de asfaltado con diferentes estados de conservación desde regular a malo. En esta ruta se encuentra ubicada la estación de peaje Lunahuaná en el km 12+400.

#### ➤ Tráfico Vehicular

La información de estudio de tráfico corresponde al realizado por el Consorcio encargado del mantenimiento y a continuación se presentan el cuadro resumen.

**Cuadro N° 1.03**  
**Estudio del Tráfico (IMD)**

Descripción vehículo	IMD (veh/día)									
	Zúñiga	Pacaran	Zúñiga	San Juan	Pueblo Nuevo	Chichicay	Capillucas	Dv. Yauyos	Alis	San Jose de Quero
	56+600	52+857	56+600	65+600	66+580	92+110	94+640	127+000	163+100	229+300
	Ronchas	Zúñiga	San Juan	Pueblo Nuevo	Chichicay	Capillucas	Dv. Yauyos	Alis	San Jose de Quero	Ronchas
	255+185	56+600	65+600	66+580	92+110	94+640	127+000	163+100	229+300	255+185
	198 585 Km	3.743 Km	9 Km	0.98 Km	25.53 Km	2.53 Km	32.36 Km	36.1 Km	66.2 Km	25 885 Km
Auto	1	76	6	6	3	2	1	1	1	9
Camioneta	9	147	194	194	289	58	20	20	20	208
Combi rural	4	105	74	74	61	18	4	4	4	37
Micro	0	17	48	48	68	8	0	0	0	5
Omnibus 2	15	8	15	15	14	13	8	8	8	8
Omnibus +2	9	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Camión 2 Ejes	0	36	47	47	42	30	9	9	9	37
Camión 3 Ejes	7	8	9	9	4	2	11	11	7	7
Camión 4 Ejes	0	2	1	1	2	2	0	0	0	0
Semitraylers	1	19	28	28	53	98	0	0	20	36
Traylers	0	0	38	38	33	0	0	0	0	0
<b>IMD</b>	<b>46</b>	<b>418</b>	<b>461</b>	<b>461</b>	<b>569</b>	<b>232</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>69</b>	<b>347</b>

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008)

Asimismo, antes del inicio de las actividades, la vía materia de estudio se encontraba a nivel de afirmado y en mal estado de conservación. En el Cuadro N° 1.04 se presentan las condiciones de la vía antes y después de la aplicación de la solución del cambio estándar.

**Cuadro N° 1.04**  
**Estado Inicial y actual de la Vía**

CARRETERA	TRAMO	VÍA	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA		LONGITUD (Km)
			ANTES	DESPUÉS	
024	Cañete - Lunahuana	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	Carpeta Asfáltica	40.95
024	Lunahuana - Pacaran	Asfaltada	Tratamiento Superficial	Tratamiento Superficial	11.91
024	Pacaran - Zúñiga	Afirmada	Afirmada	Slurry Seal	24.14
024	Zúñiga - Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmada	Monocapa	50.00
024	Dv. Yauyos - Roncha	Afirmada	Afirmada	Monocapa (33Km) Afirmado (95.185Km)	128.19
024	Roncha - Chupaca	Afirmada	Afirmada	Afirmado	16.54
<b>TOTAL Km</b>					<b>271.73</b>

(Fuente: Elaboración propia)

A continuación detallamos el tipo de estructura de pavimento utilizado en la carretera el cual se indica en el siguiente cuadro



**Cuadro N° 1.05**  
**Estructura Projectada del Pavimento**

SECTOR		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
		Superficie de Rodadura (cm)	Afirmado Estabilizado (cm)	Afirmado (cm)
Sector I Zuñiga-Yauyos- Alis	Km57+450-Km130+000	0.9	5.0	8.0
	Km130+000-Km163+100	0.9	5.0	11.0
Sector II Alis-San Jose de Quero	Km163+100-Km220+000	0.9	5.0	11.0
	Km220+000-Km229+000	0.9	5.0	30.0
Sector III San Jose de Quero- Ronchas	Km229+300-Km240+000	0.9	5.0	26.0
	Km240+000-Km248+000	0.9	5.0	12.0
	Km248+000-Km255+185	0.9	5.0	42.0

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC)

➤ **Sección Típica de la Vía**

La Sección Típica de la estructura del pavimento correspondiente a la carretera se aprecia en el Figura N° 1.02; es así que para conformar dicha estructura se procedió a cambiar el estándar c de afirmado a una solución básica con recubrimiento bituminoso de Slurry Seal y Monocapa según Cuadro N°1.04 manteniendo intacta la geometría de la vía

**Figura N° 1.02**  
**Sección Típica del Cambio Estándar**



(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC)

## ➤ Descripción de la Vía

Antes del inicio de las actividades del Consorcio de Gestión Vial, la carretera se encontraba a nivel de afirmado en mal estado de conservación, actualmente se han realizado actividades de conservación rutinaria que se describe en la Cuadro N° 1.06 con la descripción de los trabajos ejecutados por tramos.

**Cuadro N°1.06**  
**Trabajos Ejecutados en la Carretera**

N°	TRAMO	PROGRESIVAS	ALTITUD (m.s.n.m.)	LONGITUD TRAMO (m)	ESTADO INICIAL	TRABAJOS REALIZADOS			
						CGC	CGE	M	SS
1	Cañete -Lunahuana	Km 00+000 - Km 40+950	71- 523	40.75	Concreto Asfáltico	Solo Mant. Rutinario			
2	Lunahuana - Pacaran	Km 40+950 - Km 52+857	153- 710	12.50	tratamiento Superficial Bicapa	Solo Mant. Rutinario			
3	Pacaran - Zuñiga	Km 52+857 - Km 56+000	710- 821	4.15	Afirmado	SI	SI	NO	SI
4	Zuñiga - Catahuasi	Km 56+600 - Km 77+000	821- 1206	20.40	Afirmado	SI	SI	NO	SI
5	Catahuasi - Dv. Yauyos	Km 77+000 - Km 127+000	1206- 2289	50.00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
6	Dv. Yauyos - Tinco Huantan	Km 127+000 - Km 141+000	2289- 2640	14.00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
7	Tinco Huantaran - Alis	Km 141+00 - Km 163+100	2640- 3261	22.10	Afirmado	SI	SI	NO	NO
8	Alis - Rocha	Km 163+100 - Km 255+185	3261- 3358	92.09	Afirmado	SI	NO	NO	NO
9	Rocha - Chupaca	Km 255+185 - Km 271+726	3358- 3270	16.54	Afirmado	SI	NO	NO	NO
CGC =CAPA GRANULAR CON MATERIAL DE CANTERA					M = MONOCAPA				
CGE = CAPA GRANULAR ESTABILIZADA					SS = SLURRY SEAL				

(Fuente: MTC, Provias Nacional, Proyecto Perú, Convenio MTC-UNI)

El tramo Cañete-Lunahuaná tiene una longitud de 40.95Km. y presenta como punto de inicio el segundo ovalo de Cañete (Km. 01+805) en la vía que se dirige a Lunahuaná y termina en la localidad de Uchupampa (Km. 42+755). En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Encañada, Caltopa, Socsi y Lunahuaná. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por una carpeta asfáltica, tiene dos sectores en los cuales se tiene una calzada UC (dos carriles crecientes) y una calzada UD (dos carriles decrecientes) de longitudes de 2.50Km. y 0.13Km. respectivamente, con anchos promedios de 3.60m por carril. El resto de la vía presenta una calzada CD (un carril creciente y un carril decreciente) con un ancho promedio de 3.60m.

El tramo Lunahuana-Pacarán tiene una longitud de 11.907Km. y presenta como punto de inicio el sector denominado Uchupampa (Km. 42+755), donde termina la carpeta asfáltica e inicia el tratamiento superficial, y termina en la localidad de Pacarán (Km. 54+662), parte final del tratamiento superficial. En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Uchupampa, Condoray, Catapalla,

Jacaya, Jacayita, Romani y Pacarán. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por un tratamiento superficial, tiene una calzada CD (un carril creciente y un carril decreciente) con un ancho promedio de 3.20m por carril.

El tramo Pacarán-Zuñiga tiene una longitud de 3.743Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Pacarán (Km. 54+662), donde termina el tratamiento superficial, y termina en la localidad de Zuñiga (Km. 58+405), este tramo cuenta con 100m de pavimento flexible, los cuales su mantenimiento está a cargo del Gobierno Local Municipal. A partir de este tramo, la carretera se encuentra no pavimentada teniendo una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varía entre 5.0 y 7.5metros.

El tramo Zuñiga-Dv. Yauyos tiene una longitud de 70.400Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Zuñiga (Km. 58+405), y termina en la localidad de Magdalena (Km. 128+805).

En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Zuñiga, Machuranga, San Juanito, San Juan, San Jerónimo, Huayllampi, Catahuasi, Canchán, Chinchicay, Capillucas, Calachota, Puente Aucco y Magdalena. Este tramo de la carretera tiene una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal hasta Catahuasi y un tratamiento Monocapa hasta el Km. 99+000 aproximadamente, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varía entre 3.0 y 8.5metros.

El tramo Dv. Yauyos-Roncha tiene una longitud de 128.185Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Magdalena (Km. 128+805), y termina en la localidad de Roncha (Km. 256+990), entrada del pueblo. En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Tinco Alis, Tomas, Huancachi, Tinco de Yauricocha, Chaucha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa y Roncha.

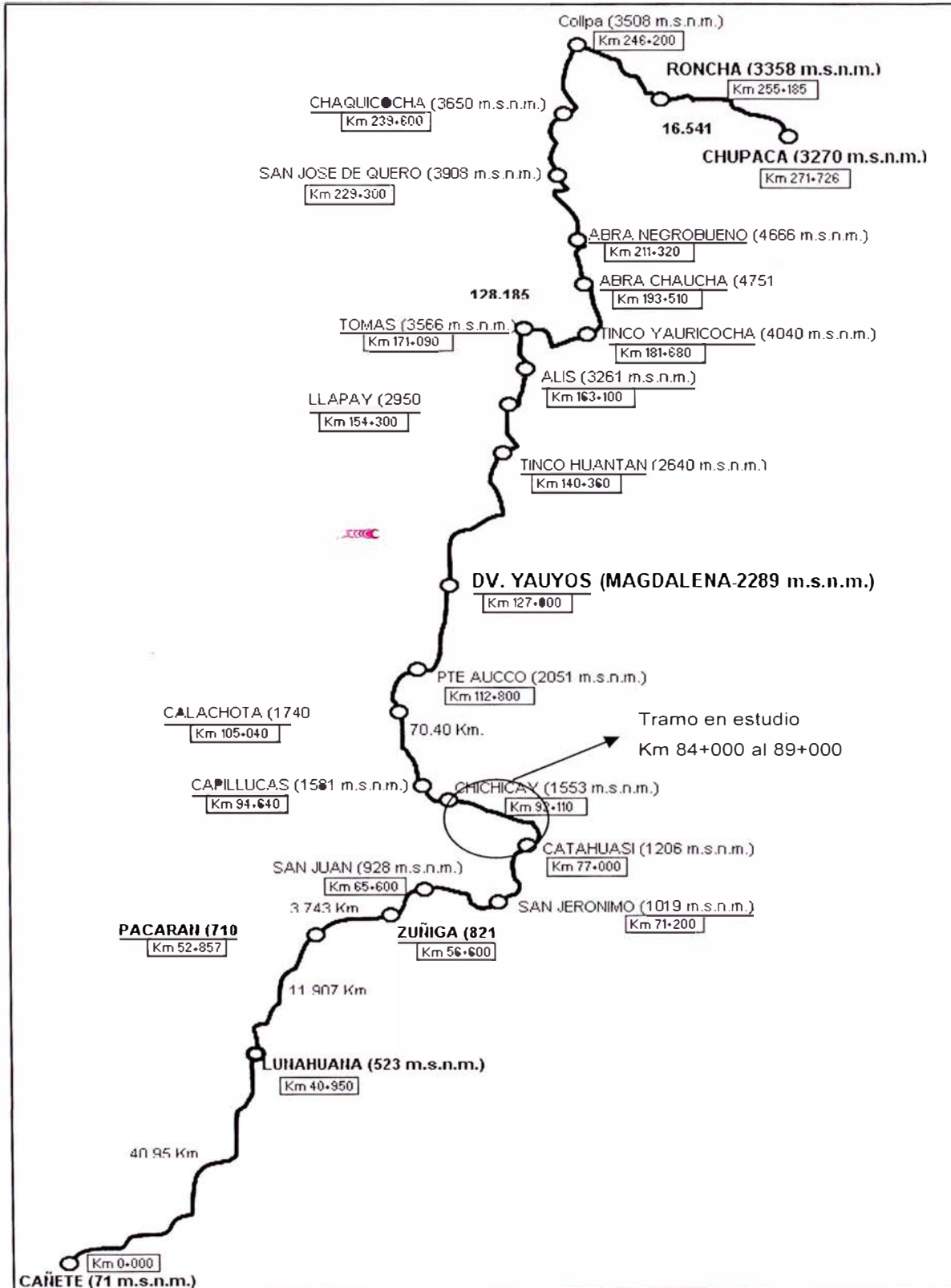
En este tramo de la carretera se ubica el punto más alto cerca de la localidad de Chaucha (altitud de 4751msnm) y también se ubica el Abra Negro Bueno (altitud de 4666msnm) punto que delimita los departamentos de Lima y Junín (Km.

211+320). Presenta también una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.0 y 8.0 metros.

El tramo Roncha-Chupaca tiene una longitud de 16.541Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Roncha (Km. 256+990), y termina en el empalme de la carretera Huancayo–Chupaca (Km. 273+541). El tramo pasa por las localidades como Roncha, Angasmayo, Huarisca y Chupaca. La topografía del tramo es ondulada y presenta una calzada con un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.8 y 8.5 metros.

En la figura N° 1.03 se puede observar el Plano Clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que muestra las localidades presentes en la carretera con la indicación de su progresiva y su altitud correspondiente; representada con una línea gruesa negra en el plano, como también muestra la longitud aproximada entre localidades.

**Figura 1.03**  
**Plano Clave de la Ruta 22**



(Fuente: MTC - Provias Nacional – Proyecto Perú)

### 1.2.3. Clima.

Como se ha visto, el área comprometida en el proyecto se ubica en diferentes regiones, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su "Geografía del Perú").

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en estas regiones:

**Yunga Marítima:**(500 msnm-2,300 msnm) Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 20 y 27°C durante el día; las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

**Quechua:** (2,300 msnm-3,500msnm) El clima es templado con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C; las máximas entre 22°C y 29°C; y las mínimas entre 7°C y -4°C. La humedad atmosférica es poco sensible, aún cuando el suelo es normalmente húmedo, como consecuencia de las lluvias que caen con regularidad en el verano (diciembre a marzo).

**Suni o Jalca:** (3,500msnm-4,000msnm) El clima es frío debido a la elevación ya los vientos locales. La temperatura media anual fluctúa entre 7°C y 10°C, máximas superiores a 20°C y mínimas invernales de -1°C a -16°C. El aire es transparente y las nubes se presentan en grandes cúmulos aborregados, simulando nítidas y caprichosas esculturas, muy blancas y brillantes. La precipitación promedio es de 800 mm por año.

**Puna:** (4,000msnm-4,800msnm) La temperatura media anual es superior a 0°C e inferior a 7°C. La máxima entre setiembre y abril, es superior a 15°C llegando hasta 22°C. Las mínimas absolutas, entre mayo y agosto oscilan entre -9°C y -25°C. La precipitación fluctúa entre 200 mm y 1000 mm al año.

**Cuadro N° 1.07**  
**Clasificación de Temperaturas y Precipitación**

Región	TEMPERATURA			Precipitación Promedio por Año (mm)	Característica
	Minima	Media	Máxima		
Yunga (500-2300 msnm)		20° a 27°C		100-150	Sol dominante casi todo el año.
Quechua (2300-3500 msnm)	-4 a 7°C	11° a 16°C	22° a 29°C	800-1200	Clima templado
Suni o Jalca (3500-4000 msnm)	-1 a -16°C	7° a 10°C	>20°C	800	Clima frío
Puna (4000- 4800msnm)	-25° a -9°C	0° a 7°C	22°C	200 a 1000	Clima muy frío

(Fuente: Recopilación del informe del cambio estándar y estudios de pre inversión a nivel de perfil para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera)

#### 1.2.4. Hidrología.

Políticamente, la cuenca del río Cañete forma parte de las provincias de Cañete y Yauyos, pertenecientes ambas al departamento de Lima.

La cuenca del río Cañete tiene una extensión aproximada de 6192 km<sup>2</sup>, de los cuales el 78.4% (4856 km<sup>2</sup>) corresponde a la cuenca húmeda.

La longitud del río Cañete, entre su nacimiento y desembocadura, es de aproximadamente 220 km., presentando una pendiente promedio de 2%; sin embargo, presenta sectores en donde la pendiente es mucho más pronunciada, especialmente en la parte alta, llegando hasta 8% en el tramo comprendido entre la localidad de Huancaya y la desembocadura del río Alis.

Las zonas generalmente afectadas por las lluvias están localizadas en las alturas de Matucana, Huarochirí Oyón, Lunahuaná, etc. En general todas las cuencas hidrográficas de Lima aumentan su caudal, poniendo en peligro a las poblaciones y originan desabastecimiento, por el bloqueo de carreteras.

#### 1.2.5. Geología

La geología del área presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario y los suelos están representados por depósitos de origen aluvial, proluvial, eluvial, deluvial, coluvial, fluvio-glaciario, entre otros.

La ruta del tramo de estudio atraviesa las siguientes formaciones geológicas como son: Cañete, Cerro Negro, Torán, Cocachacra y Pariatambo.

Los procesos geodinámicos existentes en el área de estudio son esporádicos, no evidenciando procesos geodinámicos de mayor envergadura, y no existen puntos críticos que requieran tratamiento especial; sin embargo existe la posibilidad que debido a cortes de talud superior se generen procesos geodinámicos tales como: derrumbes, desprendimientos y desplomes.

La zona de Lunahuaná - Tinco Yauricocha, que se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

Los factores geológico estructurales, geomorfológicos e hidrológicos juegan un rol importante en el comportamiento geodinámico de la cuenca del río Cañete, se han podido detectar eventos como deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, huaycos, erosión de laderas, entre otros que han modificado y modifican el relieve de la cuenca.

#### **1.2.6. Aspectos Geotécnicos**

Los estudio realizados por el Consorcio Gestión de Carreteras, para la formulación del Perfil Estratigráfico de la carretera en estudio, así como para la definición de sus propiedades físico-mecánicas y establecimiento de su comportamiento como subrasante; el Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) procedió a efectuar los siguientes ensayos de suelos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Límites de consistencia (ASTM D-4318)  
(Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación para vías de transportes (AASHTO) (ASTM D-3282)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Proctor modificado (ASTM D-1557)
- California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)



Siendo procesada la información correspondiente a los ensayos, el CGC logro configurar el perfil estratigráfico de la siguiente forma:

*Km. 57+000 – Km. 63+650*, se tiene una capa superior de 30cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM.

Mientras que en el sistema AASHTO se clasifica como A-1-b (0) y A-1-a (0), la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz es de color marrón claro de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Debajo se encuentra un material areno-limoso, cuya clasificación SUCS es SC y AASHTO es A-2-4(0), siendo los agregados gruesos también de forma subangular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6".

*Km. 63+650 – Km. 88+600*, sector de carretera donde se presenta en gran cantidad el material de la plataforma vial cuya clasificación en el sistema SUCS como SC-SM y en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b (0) y A-2-4 (0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma subangular, mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada (como máximo Índice Plástico = 6%). En la subrasante se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del Km. 67+700 se encuentra 40cm en promedio entre 40% y 50% con tamaños variables entre 4" a 8".

*Km. 63+650 - Km. 66+600*, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo, a partir del Km. 66+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas.

*Km. 88+600 – Km. 91+500*, la subrasante es una arena arcillosa cuya plasticidad promedio es de I.P. = 12%, su clasificación de suelos en el sistema SUCS es SC, mientras que en el sistema AASHTO es A-6(2). También en este estrato, a partir de los 0,40m se ha encontrado bolonería entre 40% y 50% cuyo tamaño máximo es de 7". La capacidad de soporte de este suelo expresado en CBR es de 7% al 95% de la Máxima Densidad Seca del material.

*Km. 91+500 – Km. 96+600*, en este sector mayoritariamente se tiene suelos gravosos que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO es A-1-a (0) a A-1-b (0). Su Índice de Plasticidad (I.P.) varía se encuentra entre 4.9% y 6.1%, en estos suelos también se aprecia la presencia de bolonería, la cual se incrementa a partir de 0.40m a valores comprendidos entre 40% y 60%.

*Km. 96+600 – Km. 106+600*, presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b (0). Su plasticidad es baja y variable entre 4.9% y 6.0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, en su defecto a partir de 0.50m aumenta su presencia a 50%.

*Km. 106+600 – Km. 114+600*, en los estratos se encuentran gravas y arenas de matriz limo-arcillosa. Estos materiales clasifican en el sistema SUCS como GC-GM y SC-SM, y en el AASHTO como A-1-b (0). Las bolonerías se encuentran en todo el estrato, pero a partir de los 0,40m aproximadamente, se encuentra mayor concentración de éstos (aproximadamente entre 40% y 50%), por debajo de esta capa se encuentra roca a partir de 0.30m hasta 1.50m

*Km. 114+600 – Km. 130+000*, presenta arenas limo-arcillosas con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b (0). Su plasticidad es baja y variable entre 4.6% y 6.4%. Tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0.50m aumenta su presencia entre 40% y 50%.

*Km. 130+000 – Km. 220+000*, presenta arenas y gravas limosas-arcillosas de mediana a baja plasticidad, clasificando en el sistema SUCS como GC, GC-GM, SC, SC-SM, y en el AASHTO, A-2-4(0). La plasticidad es variable entre 5,7% y 9,2%, tiene varias perforaciones que no han llegado al 1.50m debido a la presencia de roca aproximadamente desde los 0.30m hasta los 1.50m

*Km. 220+000 – Km. 240+000*, sector de carretera donde se tiene una capa granular superficial entre 0.20m y 0.30m que clasifica como GM-GC o SC-SM, mientras que en el AASHTO es A-2-4 (0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla SC, CL y en AASHTO A-2-6 y A-6 (4) cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

Km. 240+000 – Km. 248+000, presenta arena arcillosa y arena limo-arcillosa que clasifica en el sistema SUCS como SC o SM-SC, y en el sistema AASHTO como A-2-4 (0). Su plasticidad es media, encontrándose que varía entre 6.8% y 9.7%.

Km. 248+000 – Km. 258+000, presenta una capa granular superficial entre 0.20m y 0.30m que clasifica como GC y GM-GC en el sistema SUCS, y en el sistema AASHTO es A-2-4 (0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla SC, CL y en AASHTO A-6 (1) cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

➤ **Capacidad de Soporte de los suelos**

Los estudios de suelos se realizaron a 1.5m de profundidad y teniendo valores de CBR y Mr tal como se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 1.08**  
**Valores de CBR y M<sub>R</sub>**

SECTOR		CBR (%)	M <sub>R</sub> (psi)
Sector I Zuñiga-Yauyos- Alis	Km57+450-Km130+000	20	13,201
	Km130+000-Km163+100	18	12,745
Sector II Alis-San José de Quero	Km163+100-Km220+000	18	12,745
	Km220+000-Km229+000	5	7,500
Sector III San Jose de Quero- Ronchas	Km229+300-Km240+000	5	7,500
	Km240+000-Km248+000	15	11,956
	Km248+000-Km255+185	4	6,000

(Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008)

El Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) obtuvo varias muestras suficientes para efectuar los ensayos de laboratorio correspondientes a CBR (ASTM D 1883), conforme a las características de los suelos descritos anteriormente; en el Cuadro N° 1.09 se observa el resumen de los resultados obtenidos por el CGC en el tramo de la carretera a evaluar (Km. 54+000 – Km. 104+000) por el curso de titulación:

**Cuadro N° 1.09**  
**Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte**

IDENTIFICACIÓN	PROFUND.	TIPO DE SUELO		CBR (%) a 2.5mm 95% MDS
	(m)	SUCS	AASHTO	
Km. 57+450 / M-1	0,0 – 0,3	GC-GM	A-1-b(0)	24
Km. 61+650 / M-1	0,0 – 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	20
Km. 65+700 / M-2	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	19
Km. 69+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	20
Km. 71+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 75+700 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 77+800 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 81+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 85+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	23
Km. 89+600 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	7
Km. 90+700 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	6,9
Km. 94+600 / M-1	0,0 - 1,0	GC-GM	A-1-a(0)	19
Km. 98+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 100+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 104+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	20

(Fuente: MTC, Provias Nacional, Proyecto Perú, Memoria CGC)

### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL TRAMO EVALUADO Km 84+000-Km 89+000

#### 1.3.1 Características Generales del Tramo

El tramo en estudio de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca Km. 84+000 – Km. 89+000, presenta las siguientes características que a continuación se describen.

La carretera en estudio se inscribe dentro de los poblados de Canchan ubicado en el Km. 83+345 a una altitud de 1228 msnm y Chichicay ubicado en el Km 92+110 a una altitud de 1392 msnm , ambos poblados pertenecen a la región Yunga. Como ya se ha mencionado en el CUADRO N° 1.07 este tramo presenta un clima caluroso. Temperatura varía entre 20°C y 27°C durante el día y en las noches son frescas a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

En el siguiente cuadro se aprecian las características generales del tramo en estudio.

**Cuadro N° 1.10**  
**Características Generales del Tramo en Estudio**

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Tramo en Estudio	Km 84+000 al Km 89+000
Inicio	Canchan Km 83+345
Final	Chichicay Km 92+110
Longitud de Tramo	5.0 Km
Región Geográfica	Costa (Yunga Marítima)
Temperatura	20 °C a 27°C (Sol radiante casi todo el año)
Precipitación Anual (mm)	100- 150
Periodo de Lluvia	Diciembre a Febrero
Altitud	1,228 m.s.n.m – 1,392 m.s.n.m
Años de servicio	más de 50 años

(Fuente: Elaboración propia)

### 1.3.2 Características Técnicas del Tramo

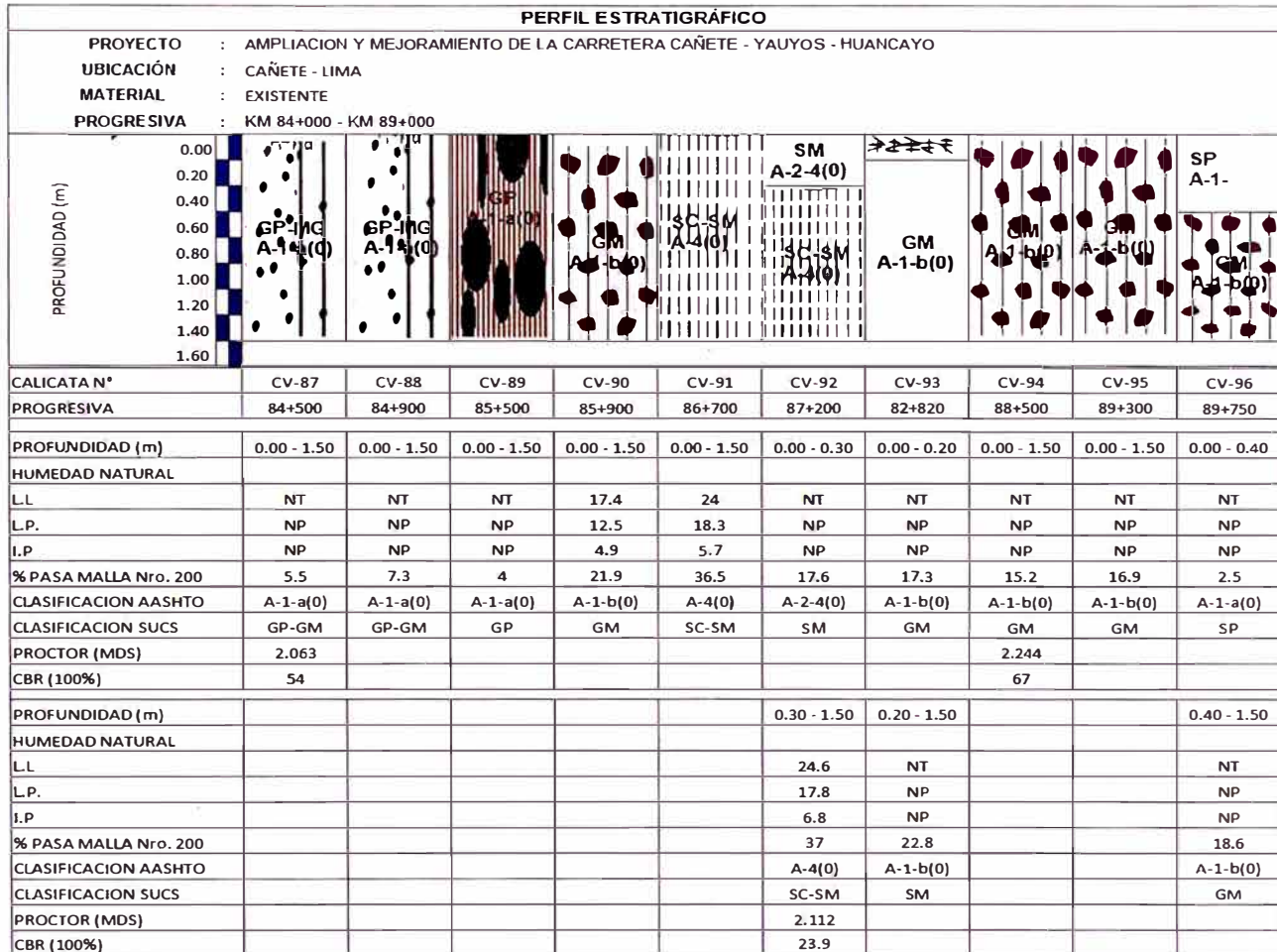
➤ **Topografía.-** En este tramo se desarrolla sobre media ladera y terrenos deleznable, cuya plataforma consta de una calzada con un solo carril de dos sentidos de circulación y con un ancho que varía de 3.0 a 7.0m, y pendientes en el rango de 7 % a 10 %. Este tramo se encuentra geológicamente en la quebrada del río cañete, conformado por material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas.

➤ **Hidrología.-** El sistema de drenaje en este tramo se presenta en forma inadecuada, con presencia de tramos críticos debido a huaycos.

➤ **Geotecnia.-** El tipo de suelo de fundación del tramo en estudio se clasifican el Sistema SUCS como SC-SM (Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla y Arenas limosas, mezclas de arena y limo) principalmente,

En la Cuadro N° 1.11 se presenta la clasificación de suelos encontrada en el tramo en estudio por kilómetro, elaborada con información de los estudios de suelos por el CGC.

**Cuadro N° 1.11**  
**Perfil Estratigráfico del Tramo Km 84+00- Km 89+00**



(Fuente: MTC - Provías Nacional – Proyecto Perú)

Como otros datos importantes de puede mencionar, que de acuerdo al estudio técnico para el Cambio estándar de afirmado a solución se tiene también un CBR de diseño = 20 al 95% del MDS con ejes proyectados de  $W18 = 1.69 E+06$ . La solución aplicada en este tramo es un recubrimiento Bituminoso Monocapa con RC-250, con una estabilización de emulsión asfáltica. Presenta una topografía accidentada sin presencia de huaycos, pero con taludes inferiores erosionados del lado derecho.

En la actualidad en el tramo en estudio, se han realizado los trabajos de mantenimiento y conservación Vial (capa base estabilizada con emulsión asfáltica y recubrimiento bituminoso monocapa con RC - 250), estos trabajos fueron ejecutados entre febrero y marzo del 2009 por la concesionaria CGC.

**Cuadro N° 1.12**  
**Características Técnicas del Tramo**

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Velocidad Directriz	30 Km/Hora
Ancho de vía Útil (Promedio)	4.86 mt. (min=3.0 mt y máx.=7.0 mt)
Ancho de Bermas:	0.50 metros
Pendiente	7% a 10%
Bombeo	2.50%
Años de servicio	Más de 50 años
EAL(Núm. de ejes Equiv. a 8.2tn)	W18=1.69E+06
IMD	53 Veh/día
CBR	20 al 95% del MDS (Buena Capacidad Portante)
Modulo Resiliente (Mr)	13,201 psi
Tasa de Crecimiento	3.60%
Coefficiente Drenaje (CD)	1.00
Solución Aplicada	Monocapa con RC-250
Fecha Colocación Monocapa	Febrero y Marzo 2009
Topografía	Accidentada, Taludes Inferiores Erosionados
Clasificación Suelos SUCS	Arena Limosa(SC-SM), Grava Limos (GC-GM), Arena Limosa (SC)

(Fuente: Elaboración propia)

## CAPITULO II

### ESTADO DEL ARTE

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL MÉTODO PCI

El índice de condición del pavimento (Pavement Condition Index – PCI) como metodología para la evaluación de la superficie de pavimentos, fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EE UU, ejecutado por los ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, a través del PCI.

En el año 1978 el método PCI. fue publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos en el Reporte Técnico M-268, para la realizar la evaluación de pavimentos en aeropuertos, carreteras y estacionamientos, desde entonces ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la American Public Work Association (APWA 1984), etc.

En 1982 la Federal Aviation Administration FAA, a través de su Circular AC 150/5380-6 de 03/12/1982, denominada “Guidelines and Procedures for Maintenance for Airport Pavement”, recomendó este método, teniendo amplio uso en los aeropuertos de EE UU, motivo por el cual el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983).

En la actualidad este procedimiento se encuentra bajo la jurisdicción del Comité ASTM E17 Sistemas de Pavimentos para Vehículos y bajo responsabilidad directa del Sub-comité E17.41 Gerencia de Pavimentos con el nombre de ASTM D6433 - 03.

La edición vigente fue aprobada el 01 de diciembre de 2003 y publicada en Enero, 2004, dicha edición originalmente fue aprobada en 1999. Última edición aprobada en 1999 como D6433-99.

En los años 80 se sugiere el empleo del método CONREVIAL ya que corresponde a la inversión efectuada por el MTC, y que debía tener



sostenibilidad del caso pero tenía la limitación que no llegaba a un indicador final de la condición global del pavimento; este método se basa en un catálogo de fallas, con criterios para definir la severidad y extensión de los deterioros.

En 1987, el ingeniero Augusto Jugo Burguera, traduce y promueve la aplicación del método PCI en Venezuela, pero principalmente en pavimentos flexibles, actualmente está desarrollando investigaciones para correlacionarlo con el IRI y el PSI, a la que se denomina PCI funcional.

En 1998 el Dr. Samuel Cardoso, miembro de la Organización de Aviación Civil internacional (OACI), coloca el método, como norma en la evaluación en todos los aeropuertos del Caribe y Sudamérica.

## **2.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO EN EL PERÚ**

En el Perú fue empleado en el año 1990 para evaluar la carretera Panamericana Sur en su totalidad, la precisión de este método proporciono resultados que no demando adicionales en el presupuesto de rehabilitación.

Estudios definitivos para el mantenimiento periódico de la carretera panamericana sur, tramo Puente Montalvo – Puente Camiara, Noviembre del 2003.

Actualmente su empleo es sugerido por los coordinadores del MTC, debido a que con la información brindada por el método podemos obtener metrados y con ello realizar un presupuesto de mantenimiento, asimismo permite evaluar el concepto de vida remanente y rehabilitación, además de determinar la frecuencia de evaluación necesaria para carreteras de diferentes categorías

En los Estudios de ingeniería para la puesta a punto y programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, realizo la evaluación superficial con el método del PCI en el 2006 de los siguientes tramos de carretera mostrados en el siguiente cuadro N° 2.01

**Cuadro N° 2.01**  
**Tramos del Estudio de Ingeniería**

RUTA	TRAMO	PROGRESIVA		LONGITUD (Km)
		INICIO	FINAL	
020	Pte. Ricardo Palma - Cocachacra	38+500	52+949	14.45
	Cocachacra - Matucana	52+949	74+296	21.35
	Matucana - San Mateo	74+296	95+675	21.38
	San Mateo - La Oroya	95+675	175+319	80.64
03S	La Oroya - Puente Matachico	1+504	61+086	59.58
	Puente Matachico - Desvío Jauja	61+086	78+086	17.00
03B	Desvío Jauja - Huancayo	78+086	124+086	46.00
03N	La Oroya - Huayre	0+000	72+354	72.35
	Huayre - Chicrin	72+354	148+979	76.63
	Chicrin - Huánuco	148+979	235+426	86.45
16B	Huánuco - Tingo María	235+426	359+037	123.61
05N	Tingo María - Puente Pumahuasi	0+000	15+200	15.20
	Puente Pumahuasi-Puente chino	15+200	51+551	36.35
	Puente Chino- Aguaytia	51+551	94+551	43.00
	Aguaytia - San Alejandro	94+551	145+020	50.47
	San Alejandro - Von Humboldt	145+020	169+520	24.50
016	Von Humboldt - Neshuya	169+520	194+520	25.10
	Neshuya - Pucallpa	194+620	253+389	58.77
<b>LONGITUD TOTAL (Km)</b>				<b>872.83</b>

(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

Los valores obtenidos de PCI, en el tramo correspondiente a Pte Ricardo Palma Chocachara Km 38+500 al Km 52+949, se muestran en los siguientes gráficos:

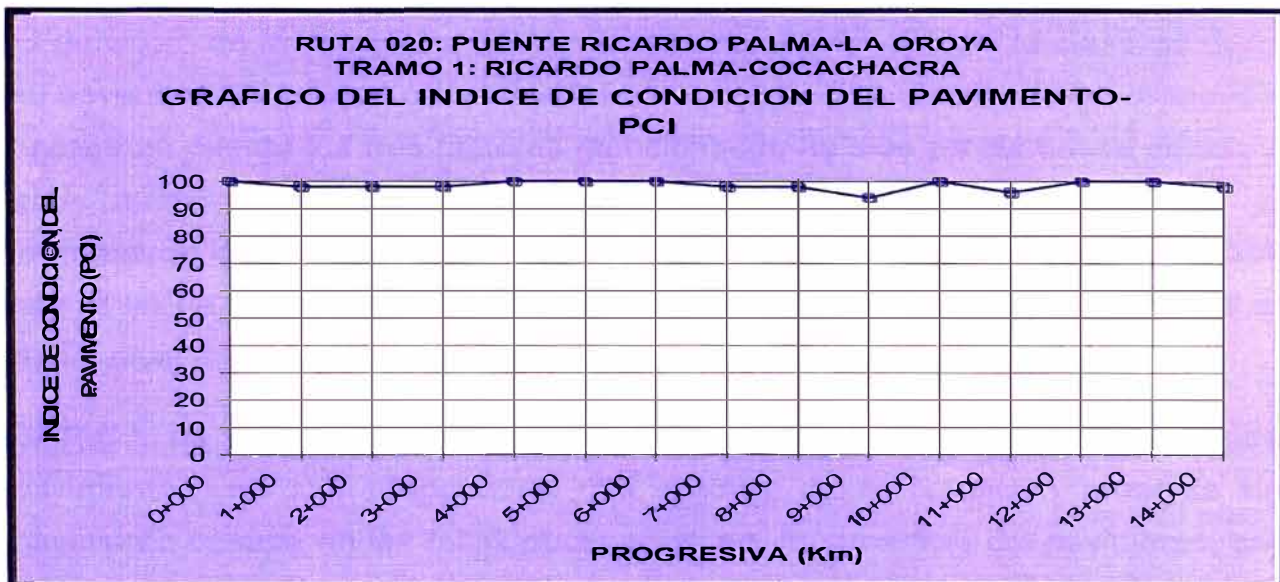
**Cuadro N° 2.02**  
**Evaluación del PCI, Ruta 020**

<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL PCI</b>	
TRAMO	: PTE. RICARDO PALMA - COCACHACRA
PROGRESIVA	: Km 38+500 – Km 52+949
RUTA	: 020
PROGRESIVA	PCI
0+000	100
1+000	98
2+000	98
3+000	98
4+000	100
5+000	100
6+000	100

7+000	98
8+000	98
9+000	94
10+000	100
11+000	96
12+000	100
13+000	100
14+000	98

(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

Figura N° 2.01  
 Diagrama del PCI vs Progresiva, Ruta 020



(Fuente: Estudios de ingeniería para la Puesta a Punto y Programas de Mantenimiento en el Corredor Intermodal IIRSA Amazonas Centro, 2006)

## CAPITULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE

##### 3.1.1 Introducción

El Índice de Condición del Pavimento (P.C.I., por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituye el sistema.

El deterioro de la estructura del pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los valores deducidos, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El P.C.I. es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento, el cual proporciona una medida de la condición presente del pavimento basada en las fallas observadas en la superficie del pavimento, que también indican la integridad estructural y condición operacional de la superficie (rugosidad localizada y seguridad).

Este índice numérico varía desde cero (0), para un pavimento colapsado (fallado) o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

El P.C.I. no puede medir la capacidad estructural ni la medida directa de la resistencia al deslizamiento o rugosidad. Proporciona una base objetiva y racional para determinar la necesidad de conservación y reparación y sus prioridades. El monitoreo continuo del P.C.I. es usado para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite una identificación prematura sobre la necesidad de una rehabilitación mayor.

### 3.1.2 Objetivos

El objetivo de desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (P.C.I.) para carreteras y calles, fue proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

### 3.1.3 Características del Método

Entre las características del método de evaluación del P.C.I., se pueden citar las siguientes:

- Es fácil de emplear
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetitividad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

### 3.1.4 Conceptualización del Método

El nivel de daño de un pavimento depende del tipo de deterioro, su severidad y su cantidad (o densidad). La gran cantidad de combinaciones de deterioros, severidades y densidades posibles, es resuelta por el método introduciendo el "Valor Deducido", factor de ponderación, para indicar "en qué grado afecta" a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, severidad y densidad.

Basado en un detallado conocimiento del comportamiento de los pavimentos, aportes de un gran número de ingenieros expertos en pavimentos, ensayos en terreno y evaluación de procedimientos, y descripciones precisas de los tipos de fallas (deterioros característicos), niveles de severidad y sus correspondientes "Valores Deducidos", se llegó a determinar un "índice de deterioro", es decir, el índice P.C.I.

Se ha mencionado el término "tipos de falla", que son los deterioros que generalmente se presentan en los pavimentos, habiendo sido tipificados y

descritos en forma precisa para los distintos tipos de pavimentos (flexibles y rígidos).

La norma ASTM D6433, contiene el manual en el cual se describen dichas fallas o deterioros característicos (catálogo de fallas), indicándose además cómo identificar los diferentes niveles de severidad asociados a ellos. En el caso de pavimentos asfálticos se han definido 19 tipos de fallas, cada uno de ellos puede tener asociado un Nivel de Severidad “Bajo (L)”, “Medio (M)” o “Alto (H)”.








### **3.1.5 Rangos de Calificación del P.C.I.**

El P.C.I. provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional; como ya se mencionó, el índice numérico varía desde cero (0), para un pavimento colapsado (fallado) o en mal estado, hasta cien (100) para pavimentos en perfecto estado (Ver Tabla N° 1 y Gráfico N°1)

El cálculo del P.C.I. se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presente. El P.C.I. se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenidos como parte del inventario, ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

El Cuadro N° 3.01, resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del P.C.I. Calculado para cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor.

**Cuadro N°3.01**  
Rangos de Calificación del P.C.I.

ESCALA DE VALORES DEL PCI			
RANGO	CLASIFICACION	COLOR	TIPO DE MANTENIMIENTO
100	EXCELENTE		MANTENIMIENTO RUTINARIO Y (Sello de Fisuras, Parches, Lechadas Asfálticas)
86 85			
71	MUY BUENO		
70			
56	BUENO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Recapado)
55			
41	REGULAR		
40			
26	MALO		REHABILITACION MAYOR (Reemplazo de la carpeta asfáltica)
25			
11	MUY MALO		RECONSTRUCCION (Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)
10			
0	FALLADO		

(Fuente: Elaboración propia)

100 → Pavimento en Perfecto Estado

70 → Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor

55 → Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.

40 → Punto en que el pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “optimo” de rehabilitación.

0 → El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el trafico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento

mayor o reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Los trabajos de Mantenimiento ( $PCI > 70$ ) están referidos a la actividad de “aumentar” la vida útil de la estructura de pavimento, en términos de comodidad y seguridad. Puede constituir una práctica preventiva y/o correctiva.

Los trabajos de Rehabilitación ( $70 > PCI > 30$ ) se refiere a la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad

Finalmente los trabajos de Construcción ( $PCI < 30$ ) se vinculan a la caracterización de una estructura de pavimento nueva sobre vías en afirmado o tierra o que por su estado de deterioro se considera deben ser reconstruidas

### 3.2 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN POR MÉTODO PCI

Las actividades que se ejecutaron para alcanzar los objetivos propuestos son:

#### 3.2.1. Selección del Tramo a Evaluar

Recorrer el tramo de carretera a ser evaluado, para seleccionar subtramos que represente la condición promedio del pavimento en cada uno de ellos.

##### ➤ Unidades de Muestreo Para Evaluación

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  **$230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$** .

En el Cuadro N° 3.02 se presentan algunas relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada.



Cuadro N° 3.02

## Longitudes de unidades de Muestreo Asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.3 (máximo)	31.50

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

➤ **Determinación de las Unidades de Muestreo**

En la “Evaluación De Una Red” vial 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.

La ecuación provee un 95% de confianza en que el P.C.I. estará dentro de +/- “e” del valor real, cuando se emplea un número n de muestras. El valor mínimo de “N” es 5 unidades. Una vez determinado el número de unidades a ser evaluadas, éstas deben escogerse empleando uno de los dos procedimientos sugeridos por el método

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

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 = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y 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.<sup>1</sup>

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

### ► Selección de las unidades de Muestreo

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a) El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la Ecuación 2:

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

- b) El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ .

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de

---

<sup>1</sup> Ing. L. Ricardo Vásquez

licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### ➤ **Unidades de Muestreo Adicionales**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, "cruce de línea férrea") queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### **3.2.2. Relevamiento de Fallas**

El relevamiento, registra información obtenida del campo y de la inspección visual inicial con un vehículo para observar de forma global el estado de las vías. Luego se procede a dividir la carretera en subtramos para ser evaluadas.

Inspección visual detallada del estado de la vía, determinando el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.).

Luego se procede a realizar la inspección detallada o relevamiento de fallas, que consiste en recorrer todas las vías caminando y haciendo las anotaciones correspondientes a todas las fallas observadas.

Estas fallas son anotadas en un papel denominado formato de relevamiento y metrado de fallas.

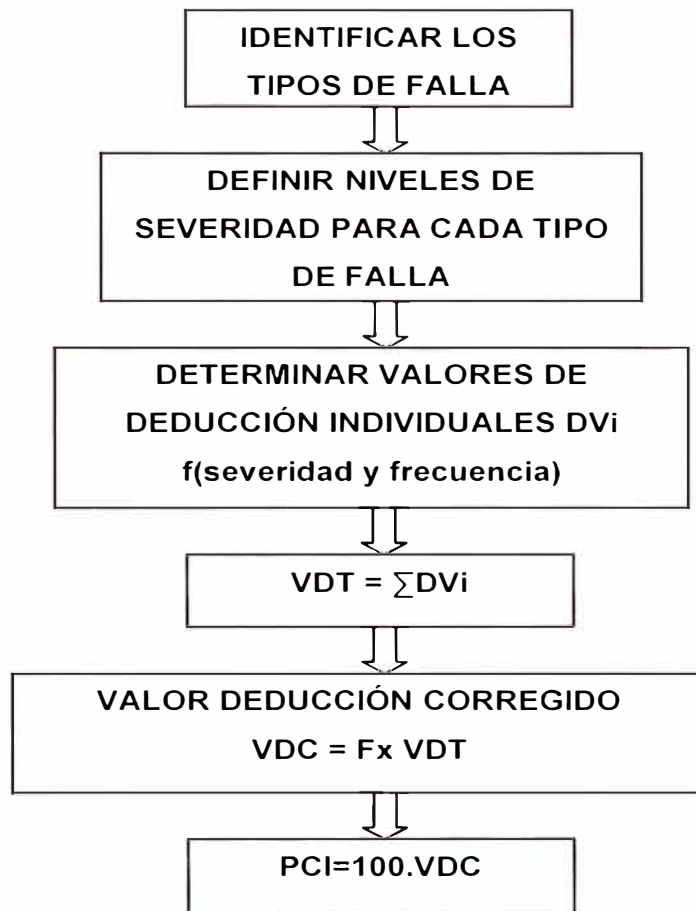
#### **3.2.3. Procesamiento de Información**

Finalmente, obtenida toda la información de campo se procede a calcular los valores del PCI de cada subtramo, con esto se tiene el inventario de todas las fallas de la Vía y su ubicación, para poder definir la intervención necesaria con fines de rehabilitación.

El diagrama de flujo que se presenta en la Figura N°3.01, muestra

esquemáticamente los pasos necesarios para determinar el PCI.

**Figura 3.01**  
 Diagrama de Flujo del Método del PCI



### 3.2.4. Determinación del PCI

El PCI califica la condición “integral” del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100

**Etapa 1.** Cálculo de los Valores Deducidos:

**1.a.** Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la en formato. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

**1.b.** Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

**1.c.** Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas indicadas en el Anexo N° 02, Curvas de Valor Deducido del Daño. (Fuente: Manual del Índice de Condición de Pavimentos PCI, Vásquez Varela, 2002)

**Etapa 2.** Cálculo del *Número Máximo Admisible de Valores Deducidos* ( $m$ )

**2. a.** Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la *Etapa 4*. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

**2. b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

**2. c.** Determine el “*Número Máximo Admisible de Valores Deducidos*” ( $m$ ), utilizando la Ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Ecuación. Carreteras pavimentadas

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

**2. d.** El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos los que se tengan.

**Etapa 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- 3. a. Determine el número de valores deducidos, **q**, mayores que 2.0.
- 3. b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- 3. c. Determine el CDV con **q** y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento. Ver Anexo N° 03: Curva del Valor Deducido Corregido CDV<sup>2</sup>
- 3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que **q** sea igual a 1.
- 3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Etapas 4.** Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

**Cuadro N° 3.03**  
 Formato para el Cálculo del Máximo CVD

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

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:

$$PCI = 100 - \left[ \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{m_i} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right] * F$$

<sup>2</sup> Manual PCI, Vásquez Varela, 2002

**Donde:**

PCI = Índice de Condición de Pavimentos

VD( ) = Valor de deducción que es función de  $f(T, S, D_{ij})$

$i$  = Falla

$j$  = Grado de severidad

$T_i$  = Tipo de Falla

$S_j$  = Severidad

$D_{ij}$  = Densidad de falla

$P$  = Numero de fallas en el Pavimento

$M_i$  = Grado de severidad para la falla  $i$

$F$  = Factor de Ajuste, en función de la sumatoria total y el numero de valores de deducción mayores que 2

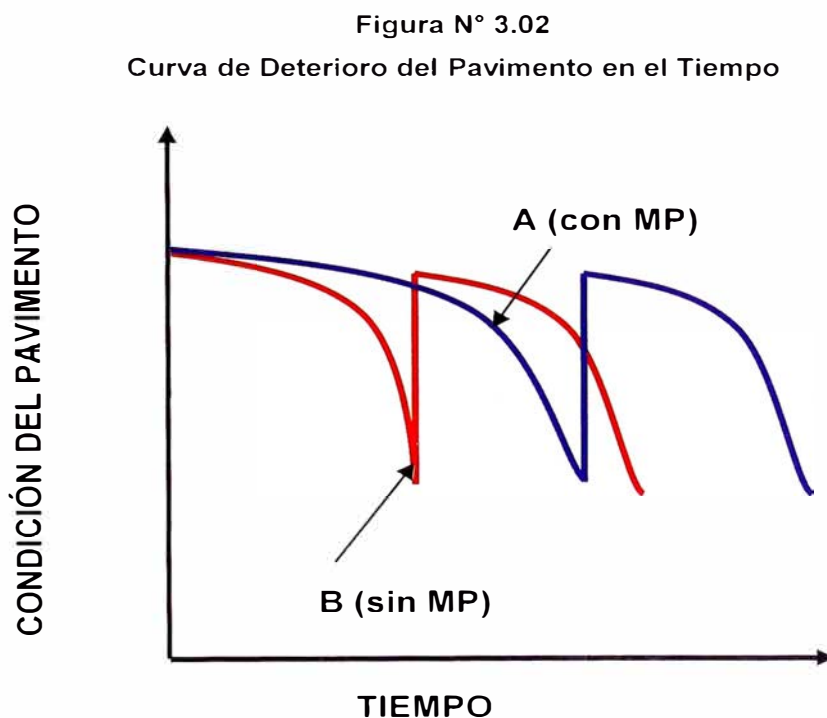
El valor del PCI de la sección del pavimento evaluado, se obtiene determinando el promedio de los valores de las unidades evaluadas. Los pasos a seguir para determinar el valor del PCI de cada unidad son:

- Determinar los datos correspondientes a cada tipo de falla (severidad y frecuencia) y su forma de medición.
- Determinar los valores de deducción (VD), para cada falla y severidad mediante las figuras que presenta el método.
- El valor total de deducción (VTD = Sumatoria de VD) es corregido para obtener VDC (Valor de deducción corregido).
- Un Factor de Ajuste, permite corregir el valor total de deducción cuando más de un tipo de falla afecta sustancialmente la condición del pavimento. El método, presenta curvas empleadas para determinar el valor de deducción corregido (VTD), para un "q", que corresponde al número de VD individuales mayores que 2.
- Finalmente el  $PCI = 100 - VDC$

### 3.2.5. Evaluación de la Condición de Pavimentos Flexibles

Una de las grandes preocupaciones de los administradores e ingenieros de infraestructura vial es el mantenimiento de los pavimentos flexibles. La preservación del valor del patrimonio de las áreas pavimentadas depende, fundamentalmente, del mantenimiento de rutina y/o correctivo.

Pavimentos en buenas condiciones proporcionan además de menores costos, mayor seguridad a los usuarios, la conservación y restauración es un factor importante a ser considerado. La falta de mantenimiento significa desperdiciar inversiones realizadas anteriormente. El mantenimiento de pavimentos equivale a un costo de conservación, el gasto realizado para el mantenimiento de los pavimentos a lo largo del tiempo será compensado, pues, la no conservación de ellos trae consigo costos mayores que muchas veces no pueden ser considerados en las inversiones anuales. Con un buen mantenimiento se llega a tener un ahorro considerable en las inversiones anuales, para que los pavimentos puedan funcionar de forma segura, suave y sin que ocurran fenómenos inadecuados en la interacción vehículo/pavimento. En la Figura N° 3.02 se puede apreciar la disminución en la calidad de la condición de un pavimento a lo largo del tiempo cuando no se considera un mantenimiento preventivo efectivo.



(Fuente: Elaboración propia)

### 3.3 CAUSAS QUE ORIGINAN FALLAS EN EL PAVIMENTO

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas:



**Cuadro N° 3.04**  
**Fallas y Causas en Pavimentos**

FALLA	CAUSAS
Tráfico de Diseño	-cargas mayores a las de diseño
	-Incremento de Tráfico
Proceso Constructivo	-Deficiencia en los procesos constructivos
Deficiencia de Proyecto	-Diseño Inadecuado
	-Mala Calidad y dosificación de los materiales
	-Mala valoración en la subrasante

### 3.3.1. Tráfico de Diseño

En muchos casos se tiene un tráfico de diseño del pavimento incorrecto, las cargas son bastante mayores a las previstas. Se debe a errores en la aproximación de cargas o también al incremento en el tráfico con los años.

### 3.3.2. Proceso Constructivo

Deficiencias en los procesos constructivos hacen una estructura débil del pavimento. Esto se debe a inadecuados espesores y mezclas. Así como una deficiencia en la distribución y compactación de las capas.

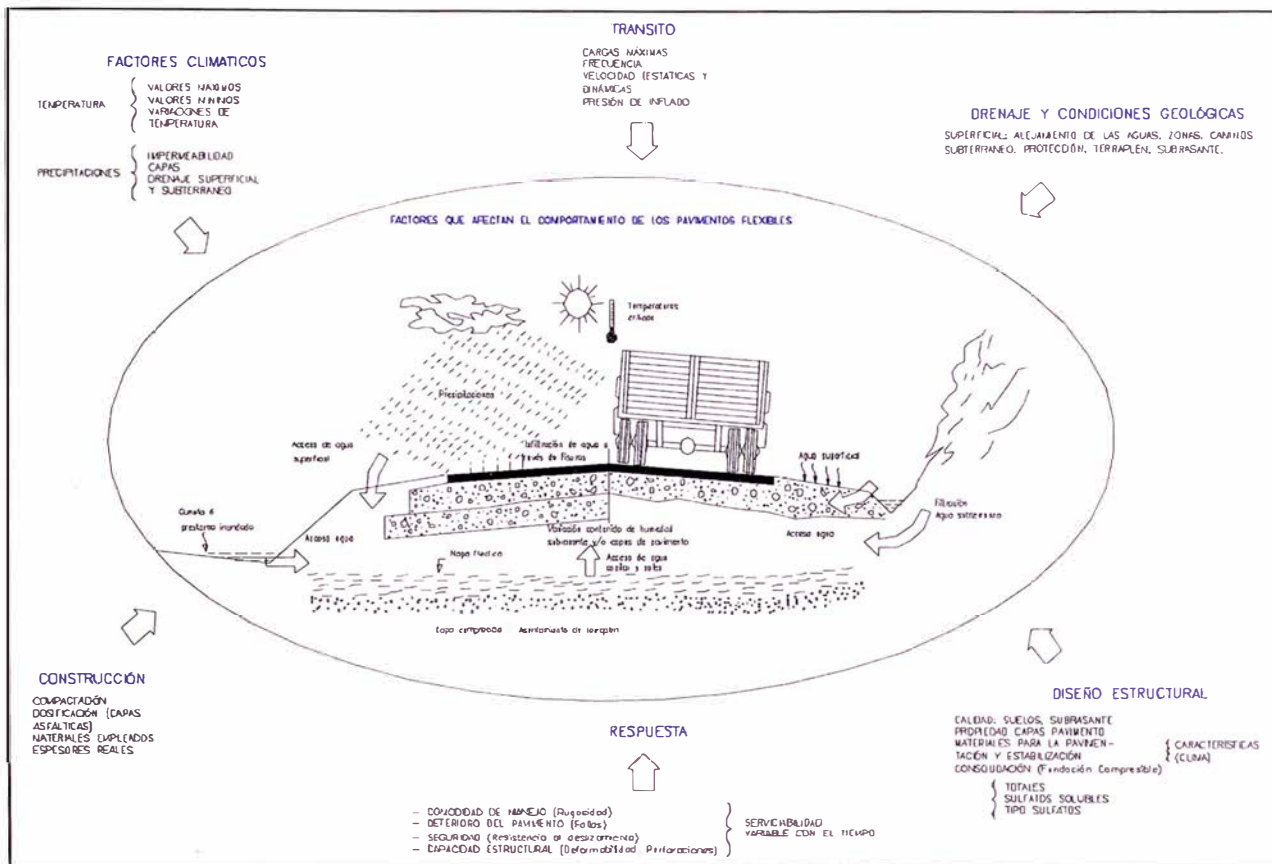
### 3.3.3. Deficiencias del Proyecto

Diseños inadecuados y una mala valoración de la subrasante. Por otro lado, a veces se tiene una mala calidad y dosificación de las mezclas asfálticas y mala calidad de materiales usados en la producción.

### 3.3.4. Factores Ambientales

Elevación de la napa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, variación térmica, congelamiento, sales nocivas. Así como una insuficiencia en el drenaje superficial o profundo

**Figura N° 3.03**  
**Factores que Afectan el Comportamiento de los Pavimentos Flexibles**



(Fuente: Diapositivas de clase, 2009)

### 3.4 TIPO DE FALLAS EN PAVIMENTOS

Entre las fallas consideradas en el método del P.C.I., se consideran un total de diecinueve (19) que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento, que se detallan en el cuadro N° 3.05.

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de fallas, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grieta del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

En algunos casos se requiere entender cómo es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad, así por ejemplo:

**BAJO (L)** Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

**MEDIO (M)** Se producen vibraciones o salto significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.

**ALTO (H)** Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad. Saltos individuales que producen gran molestia, peligro o posible daño vehicular.

### Cuadro N° 3.05

#### Catalogo de Fallas del Método del P.C.I.

N°	Descripción	Unidad
1	Grieta Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación de Asfalto	m2
3	Grietas de contracción (en bloque)	m2
4	Elevaciones y hundimientos	m
5	Corrugaciones (encalaminado)	m2
6	Depresiones	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada-Hombrillo	m
10	Grieta longitudinales y transversales	m
11	Baches y zanjas reparadas	m2
12	Agregados Pulidos	m2
13	Huecos	No.
14	Acceso y salida a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas	m2
15	Ahuellamientos	m2
16	Deformación por empuje	m2
17	Grietas de deslizamientos	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Disgregación y desintegración	m2

(Fuente: Norma Técnica ASTM 6433 – 03, 2003)

Las 19 fallas se detallan en el catalogo de fallas del PCI Ver (Anexo 01)

### 3.5 CRITERIO DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE SERVICIO

Cada entidad responsable de la conservación de pavimentos necesita establecer criterios respecto al nivel de servicios cuando alguna acción tiene que emprenderse y proveer pautas para el tipo de medidas de conservación de su competencia. Esto depende de la práctica local, disponibilidad de materiales, recursos económicos, etc.; y puede consistir desde un sistema tan simple, como la evaluación visual de pavimentos, hasta una evaluación detallada que implican mediciones sistemáticas de rugosidad, deflexiones, resistencia al patinaje o deslizamiento.

Cualquier acción a ser emprendida depende de la condición de la vía. Generalmente hay más de una opción disponible, como el tipo de tratamiento y la periodicidad y/o oportunidad de dicha acción. Es importante seleccionar la correcta estrategia, el tiempo conveniente, la utilización de la técnica y materiales apropiados y el personal entrenado para dichas acciones.

A continuación se describen resumidamente los objetivos y conceptos básicos de los términos utilizados en las tareas de mantenimiento y rehabilitación de caminos y vías urbanas en general.

#### ➤ Conservación Vial

**Concepto Básico:** Conjunto de actividades destinadas a preservar a largo plazo, la condición integral de transitabilidad de los caminos.

- **Objetivo:** Evitar al máximo posible, la pérdida gradual del capital invertido en los caminos, mediante la gestión de programas de conservación específicos dirigidos a proteger la estructura básica y la superficie de rodadura de ellos.

#### ➤ Mantenimiento Rutinario

**Concepto Básico:** Reparación menor localizada para subsanar defectos (fallas) en la calzada y el pavimento.

Semejante a reparación de huecos y parchado localizado. Es llevado a cabo después que el deterioro ha ocurrido y usualmente aplicando tratamientos de acuerdo a los niveles de deterioro y bajo límites aceptables, con frecuencia de una (01) o más veces al año.

También incluye servicios y reparaciones que son requeridas por razones de seguridad, operación y serviciabilidad de la vía, tales como el mantenimiento de la señalización vertical y horizontal, pintado de sardineles y marcas correspondientes.

- **Objetivo:** Evitar la destrucción gradual de una vía mediante acciones y reparaciones preventivas de protección física de la estructura básica y de su superficie de rodadura.

### ➤ Mantenimiento Periódico

**Concepto Básico:** Reparación y renovación parcial extensiva, a ejecutarse cada cierto tiempo en las vías, para evitar deterioros que afecten la estructura básica y superficie de las vías. Se considera el ciclo de vida de las vías y el probable desgaste en el tiempo de las mismas, por acción de las cargas variables del tráfico vehicular.

Comprende tratamientos superficiales en general (sellado, recapado, riego bituminoso, etc.) y también la renovación de la superficie de rodadura (mayormente aplicado a pavimentos flexibles) y la renovación del material de las juntas en pavimentos rígidos.

- **Objetivo:** Proteger la estructura básica y la superficie de las vías, mediante la ejecución de actividades extensivas periódicas, tales como tratamientos superficiales o renovación de la superficie de rodadura.

### ➤ Rehabilitación

**Concepto Básico:** Reparación mayor selectiva, con refuerzo del pavimento o de la calzada. Se requiere previamente efectuar trabajos de mantenimiento como tratamiento de fisuras, parchados, etc. en la estructura existente y posibles mejoramientos de drenaje, cuando sea necesario.

Comprende actividades de reciclado de pavimento, utilizados con la finalidad de corregir o mejorar los requerimientos estructurales y funcionales de las vías.

- **Objetivo:** Restablecer la capacidad estructural y la calidad original de la superficie de rodadura de las vías.

En el Cuadro N° 3.06 se presentan las Categorías de Mantenimiento Sugerido dependiendo del resultado de la evaluación de la condición del pavimento.

**Cuadro N° 3.06**  
**Categoría de Mantenimiento Sugerido Según Condición de la Vía**

<b>Condición Actual</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría de Mantenimiento</b>
Excelente	Pavimento en condición muy buena. Circulación muy comfortable; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas: ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento preventivo. No hay defectos de superficie o agrietamientos de ningún tipo.	Mantenimiento Rutinario Preventivo
Buena	Pavimento en condición buena. Circulación cómoda, con fallas incipientes como: depresiones debidas a pequeñas deformaciones, defectos y/o agrietamientos de superficie intermitentes (bajo a moderado) que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	Mantenimiento Rutinario y/o Periódico Correctivo Reparación menor localizada de deterioros de las vías sujeto a tratamientos superficiales diversos.
Regular	Pavimento en condiciones dudosa o regular. Circulación aceptable, con fallas evidentes como: depresiones intermitentes a frecuentes debidas a deformaciones de la superficie, defectos y agrietamientos de la superficie moderados, intermitentes a frecuentes, se pueden presentar niveles bajos de piel de cocodrilo localizado, estas fallas requieren	Mantenimiento Intensivo. Para mantener el nivel de serviciabilidad. Candidato para mantenimiento intensivo mayor - Candidato para rehabilitación en 5 años. Este nivel comprende tres tipos de acciones: 1. Condición dudosa mantenimiento intensivo

	<p>acciones de mantenimiento correctivo frecuentes o intensivos y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.</p>	<p>mayor.                  2. Sellado de superficie.                  3. Recapado delgado con elementos de control de fisuras reflejas.</p>
Mala	<p>Pavimento en condición deficiente. La circulación es apenas aceptable, presenta fallas en proceso de generación como: depresiones frecuentes debido a deformaciones moderadas a severas de la superficie, defectos y agrietamientos de superficie frecuentes moderados a severos. Piel de cocodrilo localizado a niveles bajo ha moderado, estas fallas requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.</p> <p>En otras ocasiones el pavimento presenta fallas como: depresiones frecuentes a extensas debidas a defectos y/o agrietamientos moderados a severos de superficie, frecuentes a extensos. Piel de cocodrilo baja o moderada frecuente a extensas, estas fallas requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.</p>	<p>Mantenimiento de Rehabilitación con refuerzo estructural, es el mantenimiento correctivo que retarda el deterioro rápido del nivel de serviciabilidad. Candidato para rehabilitación con Reconstrucción, a fin de preservar el mantenimiento de la seguridad y los niveles mínimos de serviciabilidad. Rehabilitar según la intensidad de uso, inmediatamente o dentro de un período de tres años.</p>

(Fuente: Booz – Allen, 1999: p. 15)

## CAPITULO IV

### APLICACIÓN DEL MÉTODO

#### 4.1 EVALUACIÓN DEL TRAMO Km 84+000-Km 89+000

Se hizo una inspección visual con un vehículo empezando en el Km 84+000 para ver las zonas identificando zonas críticas hasta la progresiva final del tramo km 89+000, marcando la vía a cada 100mt. Con la ayuda del Odómetro del vehículo.

Para la evaluación se considero un sub tramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo, en nuestro caso como el pavimento analizado es nuevo se analizara todo el tramo en sub tramos de 1 km

La Inspección visual se realizo y el relevamiento se realizo detalladamente a cada 100 mt. Según las marca echa inicialmente, que consistió en recorrer todo el tramo evaluado caminando y haciendo las anotaciones correspondientes de todas las fallas observadas. Estas fallas son anotadas en un papel denominado formato de relevamiento y metrado de fallas.

Finalmente, obtenida toda la información de campo se procede a calcular los valores del PCI de cada sub tramo, con esto se tiene el inventario de todas las fallas existentes y su ubicación, para poder definir la intervención necesaria con fines de rehabilitación.

#### 4.2 IDENTIFICACIÓN Y METRADO DE FALLAS

De acuerdo a los formatos y catálogos de fallas establecidas para el relevamiento de fallas encontradas, a continuación se detalla los metrados por cada sub tramo de 1 km.

Se identifico las siguientes fallas como las más comunes en el tramo evaluado

- Exudación de Asfalto
- Grietas de contracción (en bloque)
- Corrugaciones (encalaminado)
- Baches y zanjas reparadas
- Huecos
- Deformación por Empujes
- Disgregación y desintegración



**Cuadro 4.01**

**Metrado de Fallas del Km 84+000 al Km 85+000**

**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima Hecho por Raul Cusihualpa  
 Tramo : Km 84+000 - Km 85+000 Fecha : 03/10/2009  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.27 Area : 4,270.00 m<sup>2</sup>

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		2	4	11	13	15		
		212.5L	120L	0.8L	3L	20.9L		
		7M	2.1M					
TOTAL	BAJA (L)	212.5	120	0.8	3	20.9		
	MEDIA (M)	7	2.1					
	ALTA (H)							

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 4.02**

**Metrado de Fallas del Km 85+000 al Km 86+000**

**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima Hecho por Raul Cusihualpa  
 Tramo : Km 85+000 - Km 86+000 Fecha : 03/10/2009  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 5.14 Area : 5,140.00 m<sup>2</sup>

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
		2	11	13	18	19	
		640.6L	4.6L	2L	2.9L		
						238M	
TOTAL	BAJA (L)	640.6	4.6	2	2.9		
	MEDIA (M)					238	
	ALTA (H)						

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 4.03**  
**Metrado de Fallas del Km 86+000 al Km 87+000**  
**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
Departamento : Lima Hecho por Raul Cusihuallpa  
Tramo : Km 86+000 - Km 87+000 Fecha : 03/10/2009  
Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.415 Area : 4,415.00 m<sup>2</sup>

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
		2	4	5	11	13	14	16	18
		133.5L	2.8L	3.6L	14.3L	2L			2.9L
		14M	21M		0.7M		2M		
								14.3H	
TOTAL	BAJA (L)	133.5	2.8	3.6	14.3	2			2.9
	MEDIA (M)	14	21		0.7		2		
	ALTA (H)							14.3	

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 4.04**  
**Metrado de Fallas del Km 87+000 al Km 88+000**  
**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
Departamento : Lima Hecho por Raul Cusihuallpa  
Tramo : Km 87+000 - Km 88+000 Fecha : 03/10/2009  
Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.405 Area : 4,405.00 m<sup>2</sup>

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
		2	11	13	19				
		272.6L	3.5L	1L	1.3L				
		25.2M							
TOTAL	BAJA (L)	272.6	3.5	1	1.3				
	MEDIA (M)	25.2							
	ALTA (H)								

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 4.05**  
**Metrado de Fallas del Km 88+000 al Km 89+000**  
**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima  
 Tramo : Km 88+000 - Km 89+000  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.025

Hecho por : Raul Cusihualpa  
 Fecha : 03/10/2009  
 Area : 4,025.00 m<sup>2</sup>

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		2	4	10	11	13	18	19
		24.5L	13.7L	19.4L	35.7L	5L	0.1L	2.1L
			0.7M		4.3M			
TOTAL	BAJA (L)	24.5	13.7	19.4	35.7	5	0.1	2.1
	MEDIA (M)		0.7		4.3			
	ALTA (H)							

(Fuente: Elaboración propia)

## CAPITULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULO DE PCI

Para el cálculo del PCI, se determina los valores de deducción de acuerdo a la Norma ASTM D6433-03 y según el procedimiento descrito en el capítulo 3, Ítem 3.3.4. Obteniéndose los siguientes resultados por tramos de un kilometro.

**Cuadro 5.01**  
**Valores de Deducción y PCI del Km 84+000 al Km 84+000**

#### CÁLCULO DEL PCI

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima  
 Tramo : Km 84+000 - Km 85+000  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.27

Hecho por : Raul Cusihualpa  
 Fecha : 03/10/2009  
 Area : 4,270.00 m<sup>2</sup>

TIPOS DE FALLAS											
1 Grieta Pied de cocodrilo	m2	11 Baches y zanjas reparadas	m2	2 Exudacion de Asfalto	m2	12 Agregados Pulidos	m2	3 Grietas de contraccion - Bloques	m2	13 Huecos	und
4 Elevaciones - Hundimiento	m	14 cruce de rieles	m2	5 Corrugaciones	m2	15 Ahueamiento	m2	6 Depresiones	m2	16 Deformacion de empuje	m2
7 Grietas de borde	m	17 Grietas de Deskzamiento	m2	8 Grietas de reflexion de juntas	m	18 Hinchamiento	m2	9 Desnivel de calzada	m	19 Desgregacion y Desintegracion	m2
10 Grieta longitudinal y transversal	m										

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		2	4	11	13	15		
TOTAL	BAJA (L)	212.5L	120L	0.8L	3L	20.9L		
	MEDIA (M)	7M	2.1M					
	ALTA (H)							

CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD %	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION (Valores q<2)					
			q=4	q=3	q=2	q=1	q=0	
2	4.98	L	2.0	2.0	2.0	2.0		
2	0.16	M	1.0	1.0	1.0	1.0		
4	2.81	L	14.0	14.0	2.0	2.0		
4	0.05	M	17.0	17.0	17.0	17.0		
11	0.02	L	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	0.07	L	16.0	16.0	16.0	2.0		
15	0.49	L	4.0	2.0	2.0	2.0		
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>			54.00	52.00	40.00	26.00	0.00	
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)</b>			28.00	26.00	30.00	26.00		
<b>VALOR PCI =100- VDC</b>			72.00	74.00	70.00	74.00		

**Cuadro 5.02**  
**Valores de Deducción y PCI del Km 85+000 al Km 86+000**

**CALCULO DEL PCI**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima Hecho por : Raul Cusihualpa  
 Tramo : Km 85+000 - Km 86+000 Fecha : 03/10/2009  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 5.14 Area : 5,140.00 m<sup>2</sup>

TIPOS DE FALLAS							
1 Grieta Piel de cocodrilo	m2	11 Baches y zanjas reparadas	m2				
2 Exudacion de Asfalto	m2	12 Agregados Pulidos	m2				
3 Grietas de contraccion - Bloques	m2	13 Huecos	und				
4 Elevaciones - Hundimiento	m	14 cruce de rieles	m2				
5 Corrugaciones	m2	15 Ahuellamiento	m2				
6 Depresiones	m2	16 Deformacion de empuje	m2				
7 Grietas de borde	m	17 Grietas de Deslizamiento	m2				
8 Grietas de reflexion de juntas	m	18 Hinchamiento	m2				
9 Desnivel de calzada	m	19 Disgregacion y Desintegracion	m2				
10 Grieta longitudinal y transversal	m						

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
	2	11	13	18	19		
	640.6L	4.6L	2L	2.9L			
					238M		
<b>TOTAL</b>	<b>BAJA (L)</b>	640.6	4.6	2	2.9		
	<b>MEDIA (M)</b>					238	
	<b>ALTA (H)</b>						

CALCULO DEL PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD %	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION (Valores q<2)				
			q=3	q=2	q=1	q=0	q=0
			2	12.46	L	2.6	2.0
11	0.09	L	0.0	0.0	0.0		
13	0.04	L	11.0	11.0	2.0		
18	0.06	L	0.0	0.0	0.0		
19	4.63	M	12.0	12.0	12.0		
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>			25.60	25.00	16.00	0.00	0.00
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)</b>			14.00	18.00	16.00		
<b>VALOR PCI =100- VDC</b>			86.00	82.00	84.00		

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 5.03**  
**Valores de Deducción y PCI del Km 86+000 al Km 87+000**

**CALCULO DEL PCI**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima Hecho por Raul Cusihuallpa  
 Tramo : Km 86+000 - Km 87+000 Fecha : 03/10/2009  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.415 Area : 4,415.00 m<sup>2</sup>

TIPOS DE FALLAS								
1 Grieta Piel de cocodrilo	m2	11 Baches y zanjas reparadas	m2					
2 Exudacion de Asfalto	m2	12 Agregados Pulidos	m2					
3 Grietas de contraccion - Bloques	m2	13 Huecos	und					
4 Elevaciones - Hundimiento	m	14 cruce de rieles	m2					
5 Corrugaciones	m2	15 Ahuellamiento	m2					
6 Depresiones	m2	16 Deformacion de empuje	m2					
7 Grietas de borde	m	17 Grietas de Deslizamiento	m2					
8 Grietas de reflexion de juntas	m	18 Hinchamiento	m2					
9 Desnivel de calzada	m	19 Disgregacion y Desintegracion	m2					
10 Grieta longitudinal y transversal	m							

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
	2	4	5	11	13	14	16	18
	133.5L	2.8L	3.6L	14.3L	2L			2.9L
	14M	21M		0.7M		2M		
							14.3H	
<b>TOTAL</b>	<b>BAJA (L)</b>	133.5	2.8	3.6	14.3	2		2.9
	<b>MEDIA (M)</b>	14	21		0.7		2	
	<b>ALTA (H)</b>						14.3	

CALCULO DEL PCI						
TIPO DE FALLA	DENSIDAD %	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION (Valores q<2)			
			q=1	q=0	q=0	q=0
2	3.02	L	1.00			
2	0.32	M	1.10			
4	0.06	L	0.00			
4	0.48	M	0.00			
05	0.08	L	0.00			
11	0.32	L	0.30			
11	0.02	M	0.00			
13	0.05	L	12.60			
13	0.00	M	0.00			
14	0.05	M	0.00			
16	0.32	H	0.50			
18	0.07	L	0.00			
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>			15.50	0.00	0.00	0.00
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)</b>			15.50			
<b>VALOR PCI =100- VDC</b>			84.50			

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 5.04**  
**Valores de Deducción y PCI del Km 87+000 al Km 88+000**

**CALCULO DEL PCI**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima  
 Tramo : Km 87+000 - Km 88+000  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.405  
 Hecho por Raul Cusihualpa  
 Fecha : 03/10/2009  
 Area : 4,405.00 m<sup>2</sup>

<b>TIPOS DE FALLAS</b>									
1	Grieta Piel de cocodrilo	m2	11	Baches y zanjas reparadas	m2				
2	Exudacion de Asfalto	m2	12	Agregados Pulidos	m2				
3	Grietas de contraccion - Bloques	m2	13	Huecos	und				
4	Elevaciones - Hundimiento	m	14	cruce de rieles	m2				
5	Corrugaciones	m2	15	Ahuellamiento	m2				
6	Depresiones	m2	16	Deformacion de empuje	m2				
7	Grietas de borde	m	17	Grietas de Deslizamiento	m2				
8	Grietas de reflexion de juntas	m	18	Hinchamiento	m2				
9	Desnivel de calzada	m	19	Disgregacion y Desintegracion	m2				
10	Grieta longitudinal y transversal	m							

<b>TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</b>									
		2	11	13	19				
		272.6L	3.5L	1L	1.3L				
		25.2M							
TOTAL	BAJA (L)	272.6	3.5	1	1.3				
	MEDIA (M)	25.2							
	ALTA (H)								

<b>CALCULO DEL PCI</b>									
TIPO DE FALLA			DENSIDAD %	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION (Valores q<2)				
					q=1	q=0	q=0	q=0	q=0
2			6.19	L	2.00				
2			0.57	M	2.00				
11			0.08	L	0.00				
13			0.02	L	4.80				
19			0.03	L	0.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>					8.80	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)</b>					8.80				
<b>VALOR PCI =100- VDC</b>					91.20				

(Fuente: Elaboración propia)

**Cuadro 5.05**  
**Valores de Deducción y PCI del Km 88+000 al Km 89+000**

**CALCULO DEL PCI**

Carretera : Cañete - Yauyos - Chupaca  
 Departamento : Lima  
 Tramo : Km 88+000 - Km 89+000  
 Longitud (m): 1000 Ancho (m): 4.025  
 Hecho por : Raul Cusihualpa  
 Fecha : 03/10/2009  
 Area : 4,025.00 m<sup>2</sup>

TIPOS DE FALLAS								
1 Grieta Piel de cocodrilo				m2	11 Baches y zanjas reparadas			m2
2 Exudacion de Asfalto				m2	12 Agregados Pulidos			m2
3 Grietas de contraccion - Bloques				m2	13 Huecos			und
4 Elevaciones - Hundimiento				m	14 cruce de rieles			m2
5 Corrugaciones				m2	15 Ahuellamiento			m2
6 Depresiones				m2	16 Deformacion de empuje			m2
7 Grietas de borde				m	17 Grietas de Deslizamiento			m2
8 Grietas de reflexion de juntas				m	18 Hinchamiento			m2
9 Desnivel de calzada				m	19 Disgregacion y Desintegracion			m2
10 Grieta longitudinal y transversal				m				

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		2	4	10	11	13	18	19	
		24.5L	13.7L	19.4L	35.7L	5L	0.1L	2.1L	
			0.7M		4.3M				
TOTAL	BAJA (L)	24.5	13.7	19.4	35.7	5	0.1	2.1	
	MEDIA (M)		0.7		4.3				
	ALTA (H)								

CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD %	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION (Valores q<2)					
			q=1	q=0	q=0	q=0	q=0	
2	0.61	L	0.00					
4	0.34	L	3.00					
4	0.02	M	0.00					
10	0.48	L	1.00					
11	0.89	L	1.00					
11	0.11	M	1.50					
13	0.00	L	0.00					
18	0.00	L	0.00					
19	0.05	L	0.00					
0	0.00							
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)			6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
VALOR TOTAL DE DEDUCCION CORREGIDO (VDC)			6.50					
VALOR PCI =100- VDC			93.50					

(Fuente: Elaboración propia)



Los Valores obtenidos del PCI para el tramo en estudio se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5.06**  
**Calculo del PCI por Sub Tramos**

PROGRESIVA		VALOR PCI	CLASIFICACIÓN
INICIAL	FINAL		
84+000	85+000	70.00	BUENO
85+000	86+000	82.00	MUY BUENO
86+000	87+000	84.50	MUY BUENO
87+000	88+000	91.20	EXCELENTE
88+000	89+000	93.50	EXCELENTE
PCI PROMEDIO		84.24	MUY BUENO

(Fuente: Elaboración propia)

## 5.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al resultado en el cuadro N° 5.06, se puede apreciar la clasificación del estado actual del pavimento, según el rango establecido por el método, y por ende se puede interpretar lo siguiente:

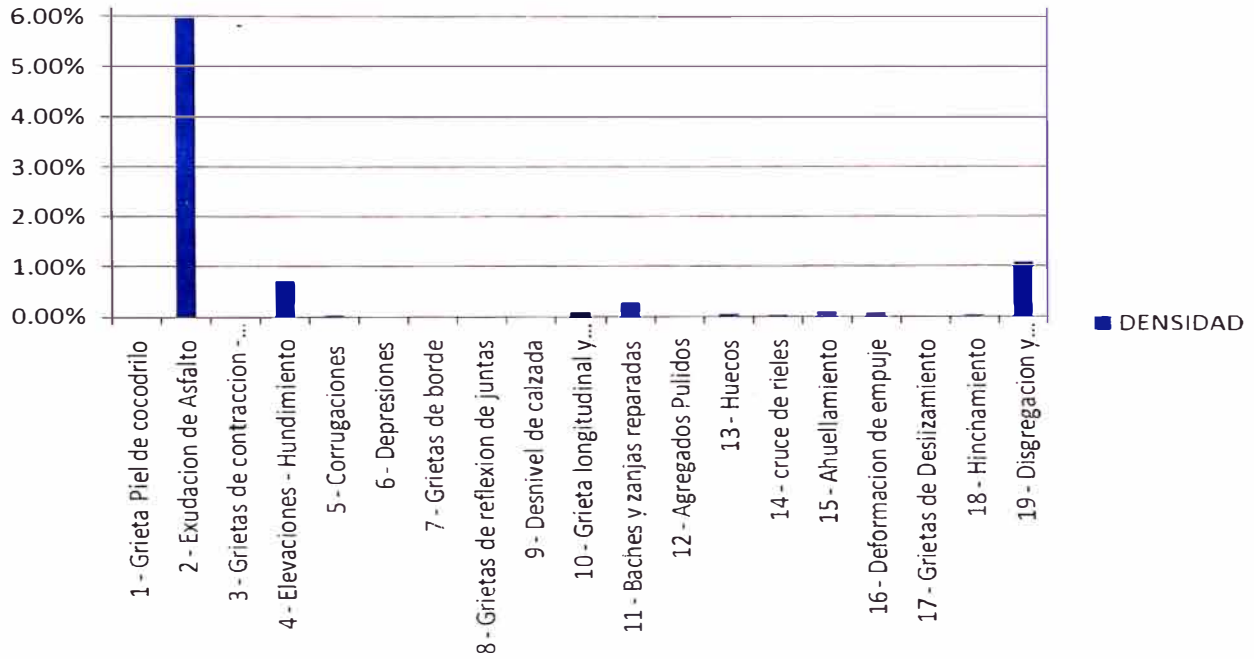
Los valores son buenos a excelentes propios de una carretera Nueva,

En los Kilómetros iniciales se aprecian resultados menos del PCI, que indica la necesidad hacer algún trabajo de mantenimiento.

Los tramos finales del Km 87+000 al Km 89+000 se encuentran en Excelente estado probablemente a que en estos tramos se haya desarrollado un mejor proceso constructivo, y en los tramos del Km 84+000 al 87+000 según el PCI arrojan Valores menores y que indican algún tipo de deficiencia en el proceso constructivo esto se aprecio también en la inspección realizada, por la mayor frecuencia de las siguientes fallas exudación, fallas por hundimiento, corrugaciones y disgregación.

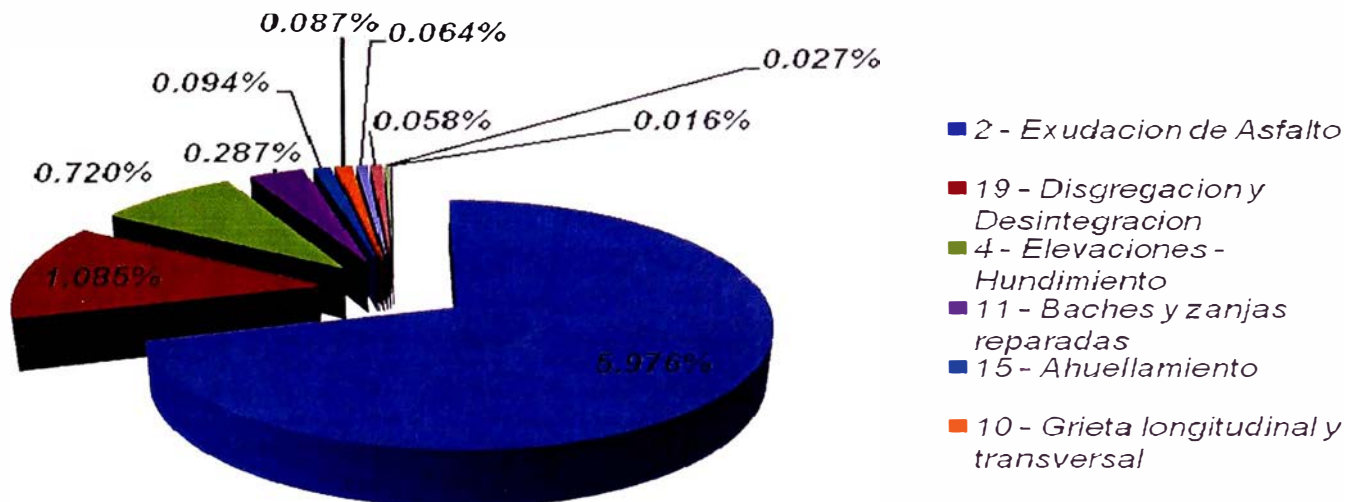
El promedio del tramo evaluado tiene un PCI 84.24, según los rangos de clasificación Cuadro N° 3.03 es "MUY BUENO", por lo que solo es necesario un mantenimiento rutinario, reparación menor localizada de deterioro de la vía.

**Figura 5.01**  
**Densidad de Fallas en Todo el Tramo**



(Fuente: Elaboración propia)

**Figura 5.02**  
**Distribución de falla por densidad en el tramo**



(Fuente: Elaboración propia)

## CONCLUSIONES

- Los valores encontrados de PCI en el tramo evaluado arrojan valores entre bueno y excelente (PCI=70 y PCI=93.5) según la clasificación del método, siendo este resultado típico de carreteras nuevas o recién rehabilitadas, en nuestro caso la tramo de la vía en estudio tiene poco tiempo de servicio (Febrero y Marzo 2009) y a la fecha no ha sufrido los efectos de la temporada de lluvias, por lo que se encuentra en muy buen estado.
- Según el PCI realizado en el tramo y para el tipo de superficie de rodadura monocapa, las fallas mas predominantes son la Exudación de Asfalto, Corrugaciones, degradación y desintegración
- La falta de obras de arte y drenaje en la carretera, reduce el tiempo de vida útil del pavimento, debido a que las lluvias ocasionan inundaciones y derrumbes que afectan directamente la transitabilidad de la carretera. Las temporadas de lluvias en la sierra están próximas y la carretera se verá seriamente afectada al no contar con un sistema de drenaje adecuado, y sumado a la geometría inadecuada (bombeo inexistente) el daño estructural será inminente.
- El tratamiento superficial aplicado con Monocapa, presenta un deterioro prematuro debido a deficiencias en el proceso constructivo ( exceso de asfalto, falta de uniformidad en el tamaño de los agregados, espesor del monocapa < 1 cm)
- Otro factor muy importante que contribuye a empeorar la situación del pavimento es el intenso tráfico pesado generado por la explotación de canteras y el incremento de vehículos que circulan por el tramo.
- La evaluación superficial continua de la carretera determinará la curva de Condición del Pavimento y nos indicará el tiempo óptimo para intervenir para su mantenimiento preventivo económico para incrementa el tiempo de vida y no correctivo costoso.

## RECOMENDACIONES

- Se debe de programar tareas de evaluación de niveles de servicio y el mantenimiento rutinario y periódico para garantizar que el pavimento se conserve estructural y funcionalmente eficiente durante su periodo de vida para el cual fue diseñado.
- Se recomienda la construcción de obras de drenaje superficial, para evitar el deterioro prematuro, considerando que esta zona presenta precipitaciones importantes en época de lluvias, para evitar el deterioro prematuro, teniendo en cuenta la proximidad del periodo de lluvias.
- Se recomienda hacer la evaluación superficial con el método PCI, con un periodo de un años, a lo largo de la vía, para obtener el comportamiento y el grado de deterioro sobre todo después de la época de lluvia, con esta información se podrá programar el mantenimiento preventivo y la zonas más críticas y determinar las medicas correctivas.
- Para carreteras de pequeña longitud, se recomienda hacer la evaluación total del PCI a lo largo de toda la longitud de la vía, considerando tramos de 1 km de esta manera se supera los requerimiento mínimos del alcance de la norma técnica y se halla un valor PCI más real de la carretera

## BIBLIOGRAFÍA

1. ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS ( AASHTO); Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos; 1993
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), Norma 5340-98, Índice de Condición de Pavimento en Aeropuertos (PCI) Traducción al Español ;Septiembre 2004
3. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), Norma ASTM D6433-07, Standard Practice for Roads and Parking Lots Paviment Condition Index Surveys, Diciembre del 2007
4. BOOZ ALLEN&HAMILTON/BARRIGA DALL'ORTO; Manual de Identificación, Clasificación y Tratamiento de Fallas en Pavimentos Urbanos; Lima, 1999
5. CONSORCIO DE GESTIÓN DE CARRETERAS, Estudios Técnicos para el cambio estándar de afirmado a solución básica Carretera Cañete – Lunahuana – Pacarán – Zúñiga - Dv Yauyos-Ronchas-Chupaca, Perú, Setiembre 2008
6. GUTIERREZ LAZARES, Wilfredo 2007 “Modelación Geotécnica del Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú” Tesis de Magister UNI-FIC
7. LLOSA GRAU, Joaquín; “Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos: (aplicación: Municipio de La Molina)” ; Tesis UPC, Lima ,2006
8. VÁSQUEZ VERELA, Ricardo Luis; Paviment Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Manizales Colombia 2002
9. [www.camineros.com/docs/cam018.pdf](http://www.camineros.com/docs/cam018.pdf)
10. [www.proviasnac.gob.pe:81/pte...pte.../EVALUACIÓN.pdf](http://www.proviasnac.gob.pe:81/pte...pte.../EVALUACIÓN.pdf)

## **ANEXOS**

ANEXO 01:

**CATALOGO DE FALLAS DEL PCI**

ANEXO 02:

**CURVAS PARA VALORES DE DEDUCCIÓN**

ANEXO 03:

**PANEL FOTOGRAFICO**

**ANEXO 01**  
**CATALOGO DE FALLAS DEL PCI**

## 1. Grieta Piel de Cocodrilo

**Descripción:** Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0,60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como "grietas en bloque", el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

### **Niveles de severidad:**

L: (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas; es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M: (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H: (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

### **Medida:**

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas



porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

Fig. N°1 piel de cocodrilo severidad baja



Fig. N°2 piel de cocodrilo severidad media

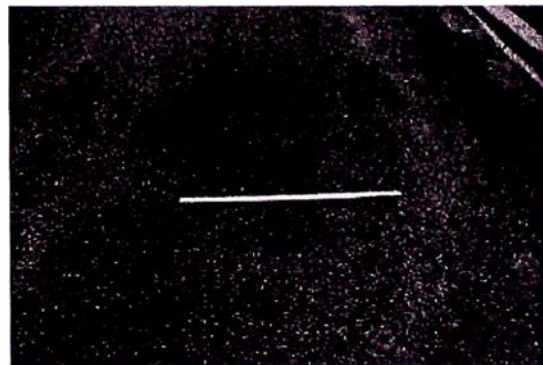
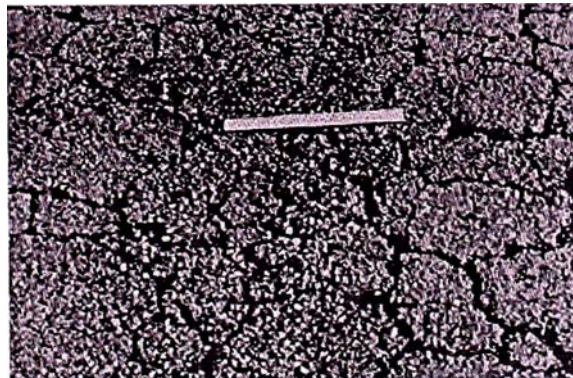


Fig. N°3 piel de cocodrilo severidad alta



## 2. Exudación de Asfalto

**Descripción:** La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos

de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

**Niveles de severidad:**

- L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.
- M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.
- H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

**Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada.
- M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.
- H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

Fig. N°4 Exudación severidad baja



Fig. N°5 Exudación severidad media

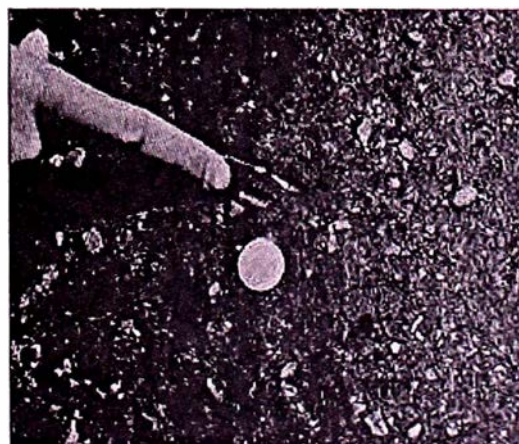
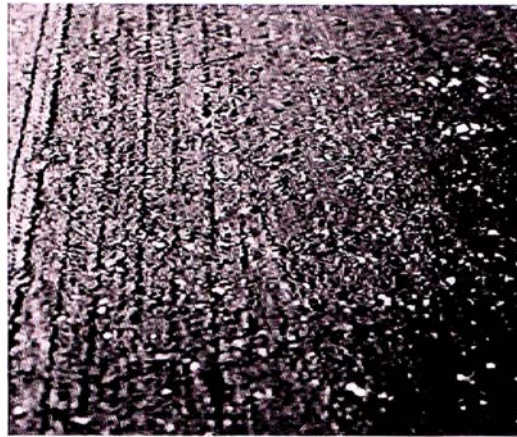


Fig. N°6 Exudación severidad Alta



### 3. Grietas de Contracción (en bloque)

**Descripción:** Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0,30 m x 0,3 m a 3,0 m x 3,0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

#### **Niveles de severidad:**

- L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.
- M: Bloques definidos por grietas de severidad media
- H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

#### **Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de

#### 4. Elevaciones y Hundimiento

**Descripción:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- 1) Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- 2) Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- 3) Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado "tenting").

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman "ondulaciones" (hinchamiento: swelling).

##### **Niveles de severidad:**

- L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.
- H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

##### **Medida:**

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3,0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

##### **Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada.
- M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

Fig. N°10 Hundimiento severidad baja



Fig. N°11 Hundimiento severidad media



Fig. N°12 Hundimiento severidad Alta



## 5. Corrugaciones

**Descripción:** La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3,0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

### **Niveles de severidad:**

- L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
- H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

Fig. N°13 Corrugaciones severidad baja



Fig. N°14 Corrugaciones severidad media

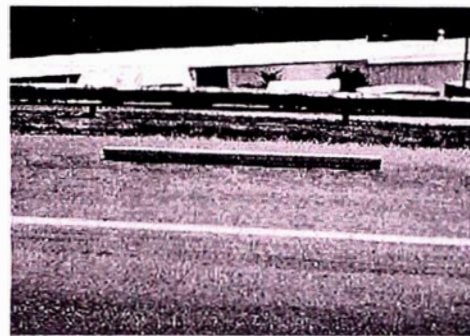
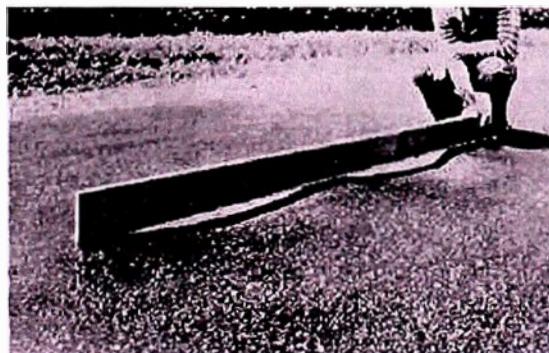


Fig. N°15 Corrugaciones severidad alta



## 6. Depresiones

**Descripción:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar

hidroplaneo. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

**Niveles de severidad:** Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

Fig. N°16 Depresión severidad baja

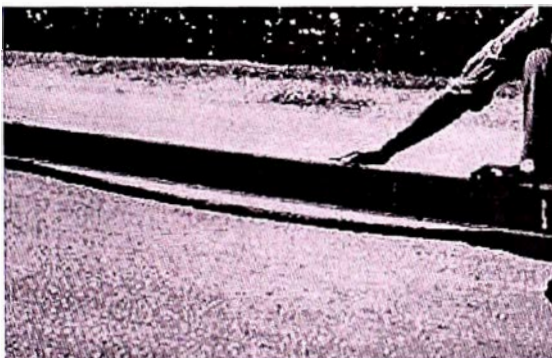


Fig. N°17 Depresión severidad media

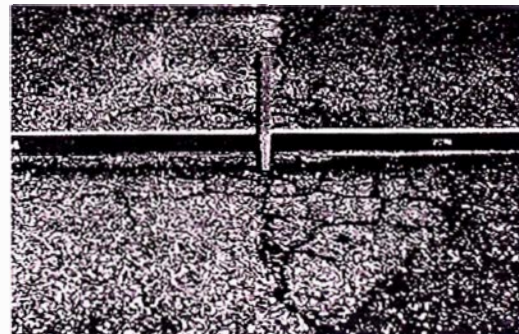


Fig. N°18 Corrugaciones severidad Alta



## 7. Grieta de Borde

**Descripción:** Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0,30 y 0,60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

### **Niveles de severidad:**

- L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.
- M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.
- H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

### **Medida:**

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

### **Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
- M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
- H: Parcheo parcial – profundo.

Fig. N°19 Grieta de borde severidad baja

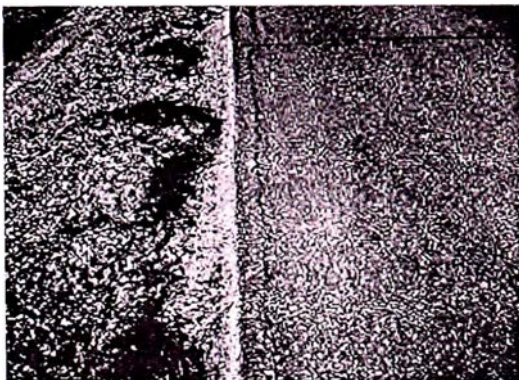


Fig. N°20 Grieta de borde severidad media

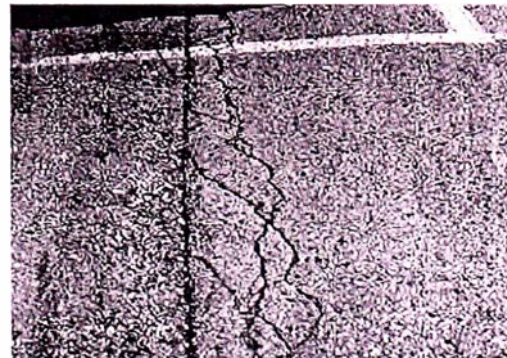




Fig. N°21 Grieta de borde severidad alta



## 8. Grietas de Reflexión de Juntas

**Descripción:** Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

### **Niveles de Severidad:**

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
- 2) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- 2) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- 3) Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- 2) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
- 3) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

**Medida:**

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

**Opciones de Reparación:**

L: Sellado para anchos superiores a 3,00 mm.

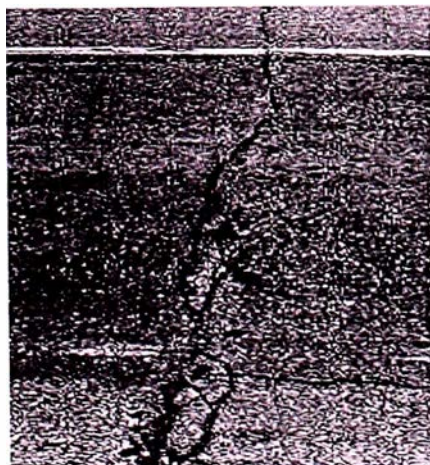
M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Fig. N°22 Grieta de reflexión de junta severidad baja



Fig. N°23 Grieta de reflexión de junta severidad media y alta



## 9. Desnivel Calzada-Hombrillo

**Descripción:** El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

### **Niveles de severidad:**

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25,0 y 51,0 mm.

M: La diferencia está entre 51,0 mm y 102,0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102,00 mm.

### **Medida:**

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

### **Opciones de reparación:**

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Fig. N°24 Desnivel calzada - Hombrillo severidad baja y severidad media.

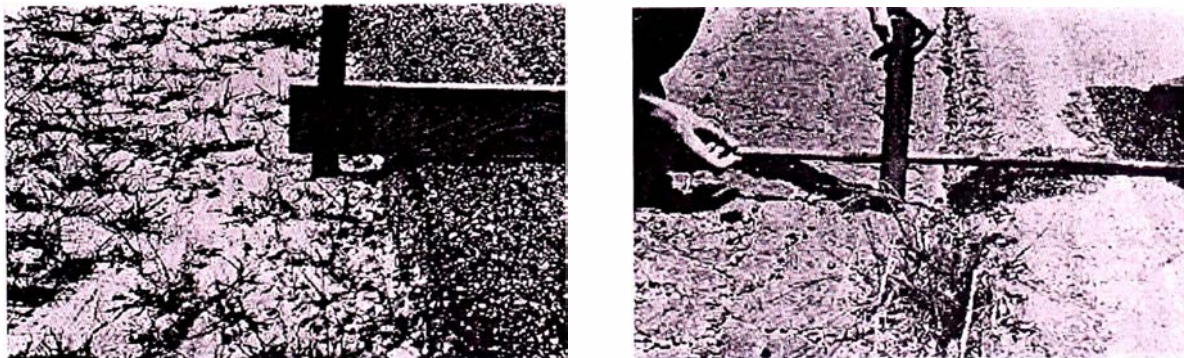
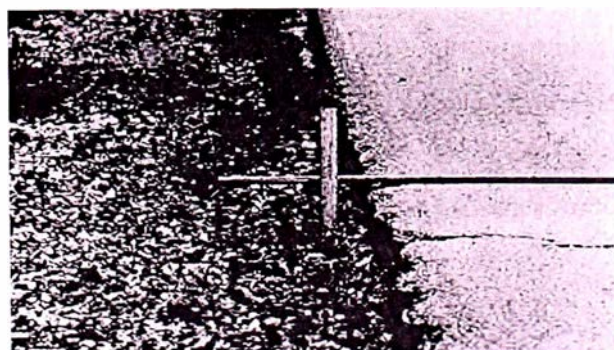


Fig. N°25 Desnivel calzada - hombrillo severidad alta



## 10. Grietas Longitudinales y Transversales

**Descripción:** Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- 1) Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- 2) Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- 3) Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

### **Niveles de Severidad:**

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- 2) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- 2) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
- 3) Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- 2) Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
- 3) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

### **Medida:**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3,0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Fig. N°26 Grieta longitudinal y transversal severidad baja y severidad media.

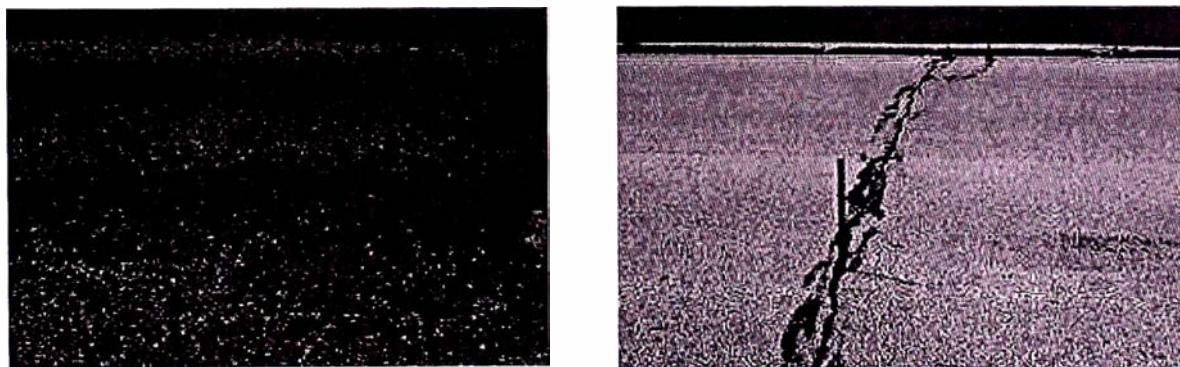
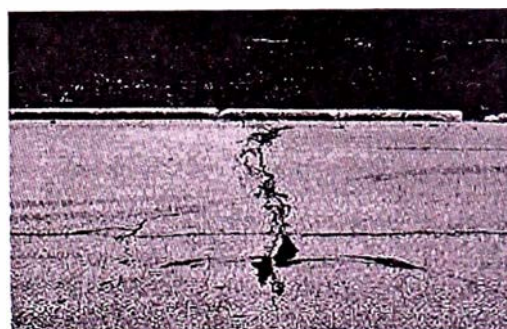


Fig. N°27 Grieta longitudinal y transversal severidad alta



## 11. Baches y Zanjas Reparadas

**Descripción:** Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

### **Niveles de Severidad:**

- L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
- M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
- H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

### **Medida:**

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m<sup>2</sup> puede tener 0.9 m<sup>2</sup> de severidad media y 1.35 m<sup>2</sup> de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

### **Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada.
- M: No se hace nada. Sustitución del parche.
- H: Sustitución del parche.

Fig. N°28 Baches y zanjas reparadas severidad baja y severidad media.

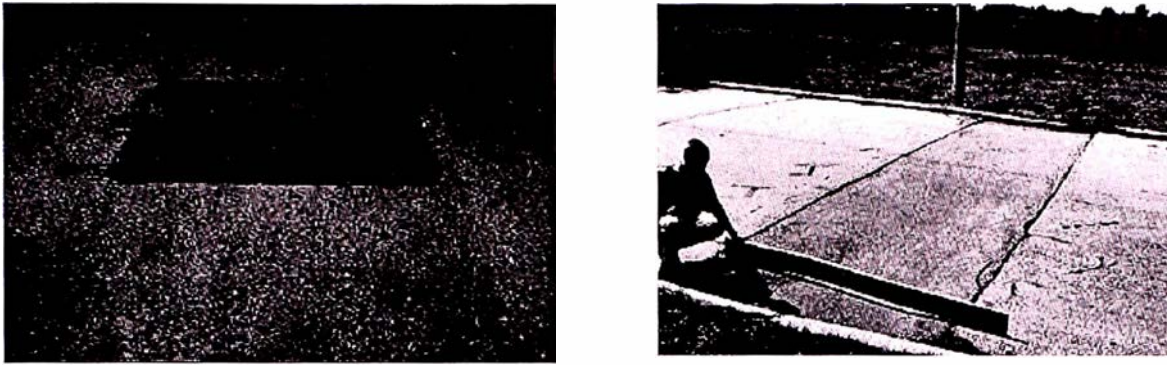
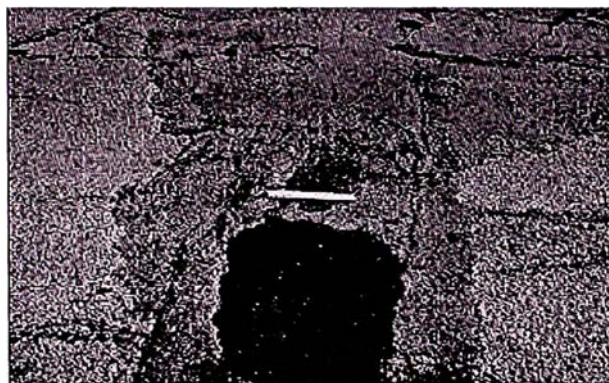


Fig. N°29 Baches y zanjas reparadas severidad alta.



## 12. Agregado Pulido

**Descripción:** Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

### **Niveles de severidad:**

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

**Medida:**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

**Opciones de reparación:**

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. N°30 Agregados pulidos



### 13. Huecos

**Descripción:** Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

**Niveles de severidad:** Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro:



Profundidad máxima del hueco	Diámetro Medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8mm	M	M	H

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

**Medida:**

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

Fig. N°31 Hueco de severidad baja y severidad media

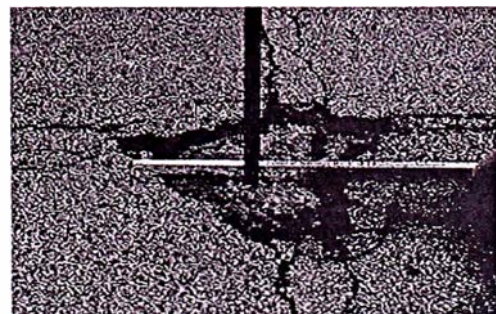
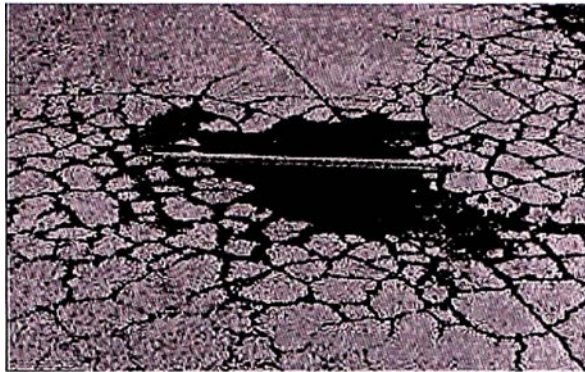


Fig. N°32 Huevo de severidad alta



#### 14. Acceso y Salida a Puentes, Rejilla de Drenaje, Líneas Férreas

**Descripción:** Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

**Niveles de severidad:**

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

**Medida:**

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Fig. N°33 Acceso y salidas a líneas férreas severidad baja y severidad media

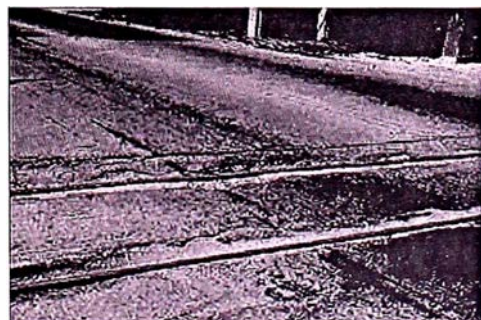


Fig. N°34 Acceso y salidas a líneas férreas severidad alta



## 15. Ahuellamiento

**Descripción:** El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

**Niveles de severidad:** Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

### **Medida:**

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

Fig. N°35 Ahuellamiento severidad baja y severidad media

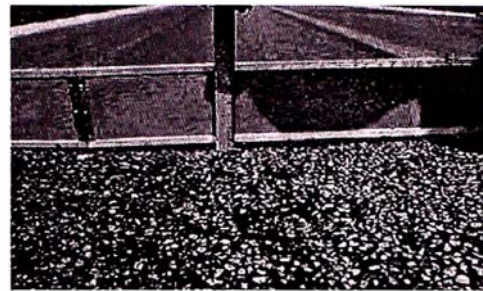
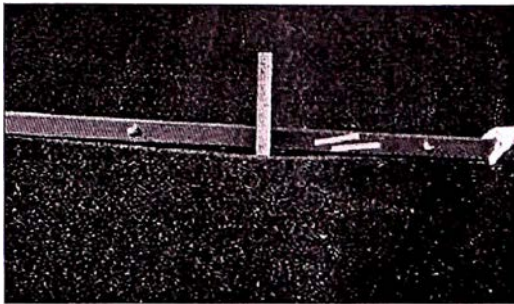
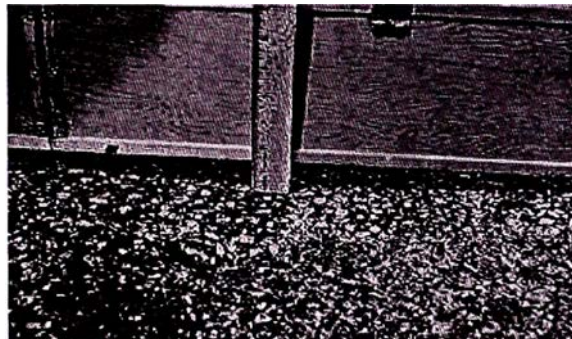


Fig. N°36 Ahuellamiento severidad alta



## 16. Deformación por Empuje

**Descripción:** El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

### **Niveles de severidad:**

- L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
- M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

### **Medida:**

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Fresado.

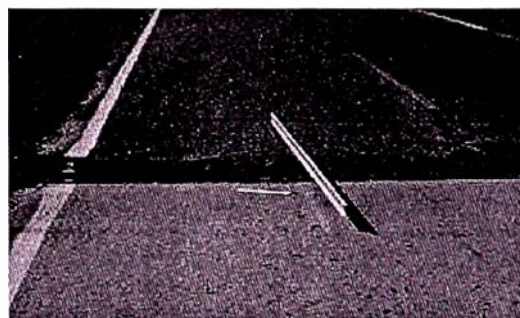
M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

Fig. N°37 Deformación por empuje severidad baja y severidad media



Fig. N°38 Deformación por empuje severidad alta



## 17. Grietas de Deslizamiento

**Descripción:** Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

**Nivel de severidad:**

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
- 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
- 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

**Medida:**

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

Fig. N°39 Grietas de deslizamientos severidad baja y severidad media

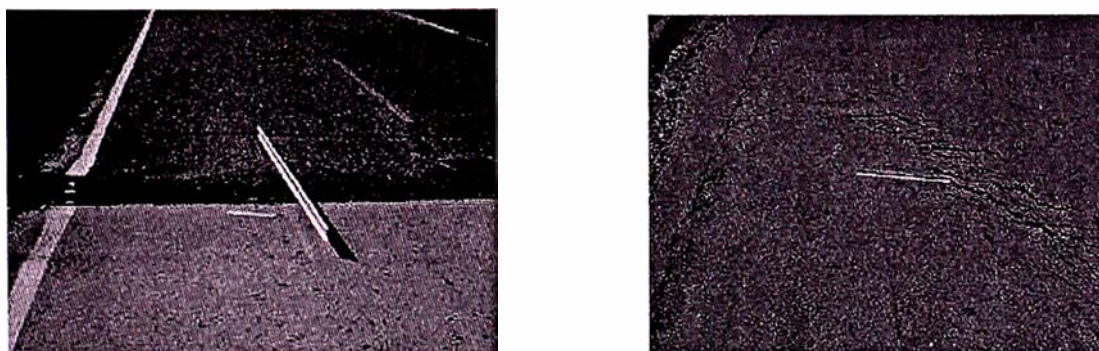


Fig. N°40 Grietas de deslizamientos severidad alta



## 18. Hinchamientos

**Descripción:** El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

### **Nivel de severidad:**

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

### **Medida:**

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

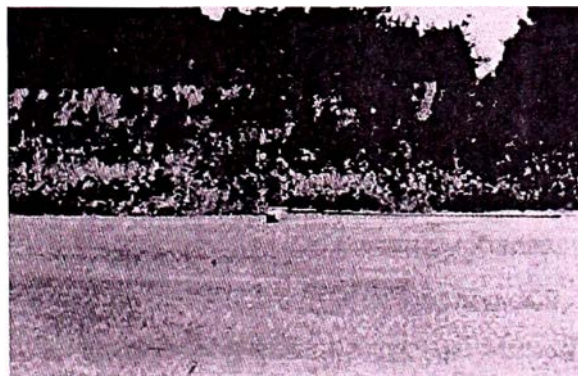
### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

Fig. N°41 falla por hinchamiento



## 19. Disgregación y Desintegración

**Descripción:** La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

### **Niveles de severidad:**

- L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.
- M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.
- H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

### **Medida:**

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

### **Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
- M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
- H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.



Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

Fig. N°42 Disgregación y desintegración severidad baja y severidad media

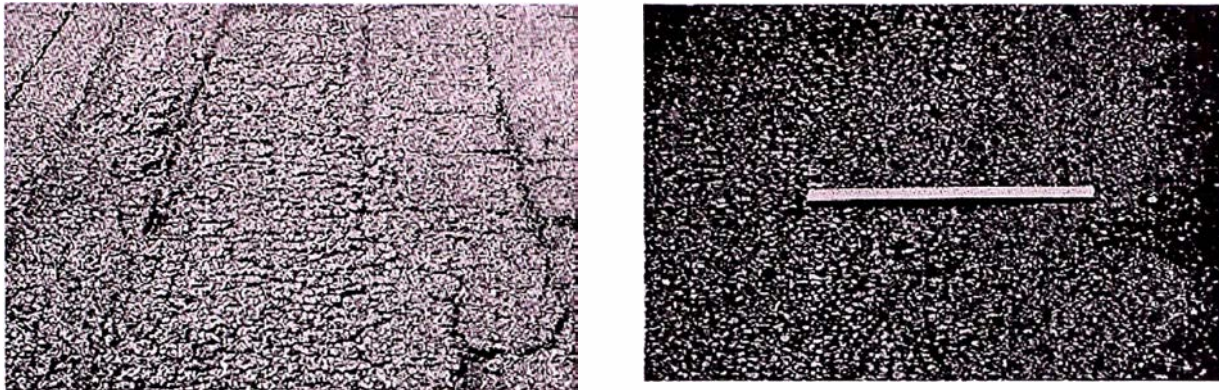


Fig. N°43 Disgregación y desintegración severidad alta



**ANEXO 01:**  
**CURVAS PARA VALORES DE DEDUCCIÓN**

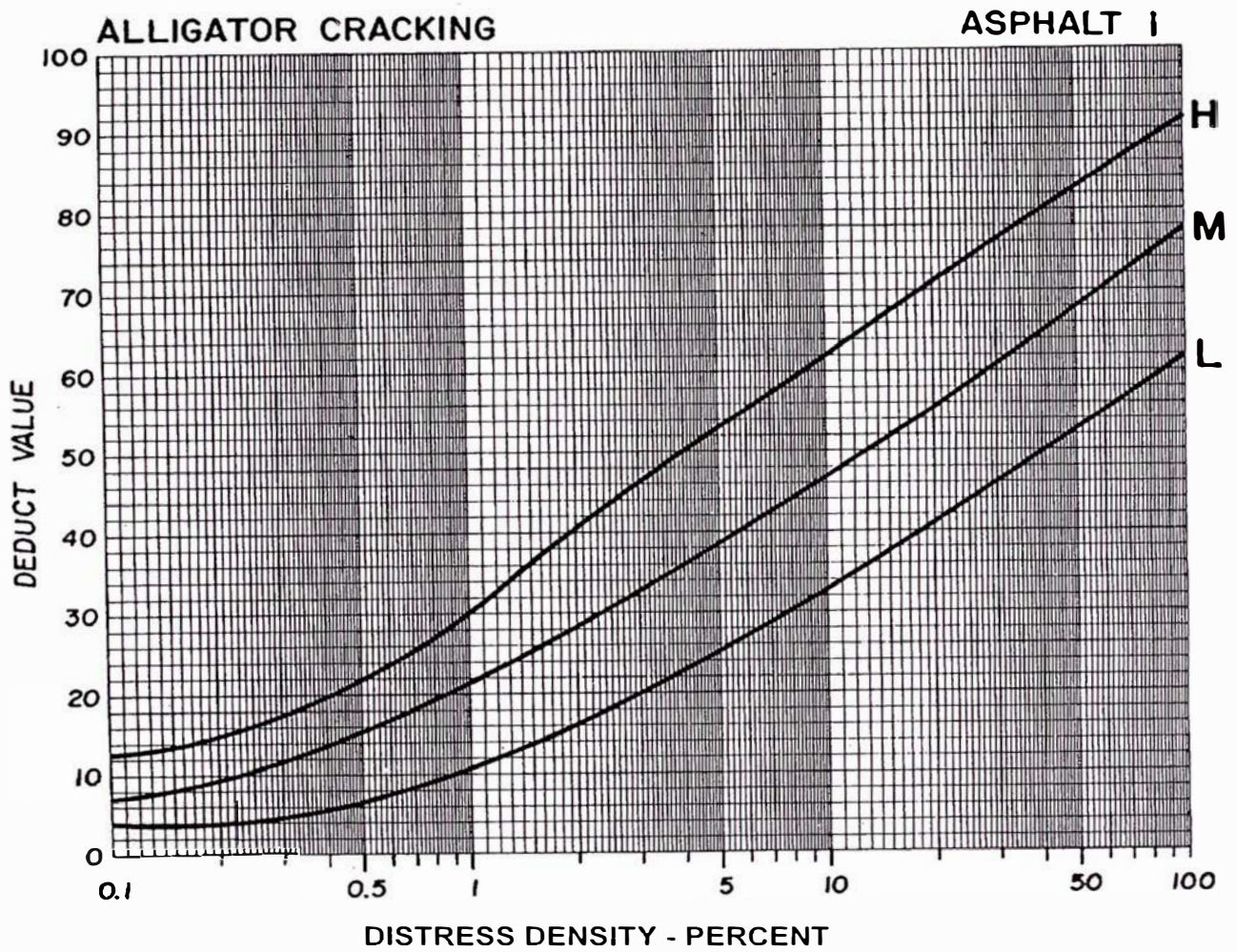


Figure 1. Deduct value curves for alligator cracking.  
(Figura 1.-Grieta piel de cocodrilo)

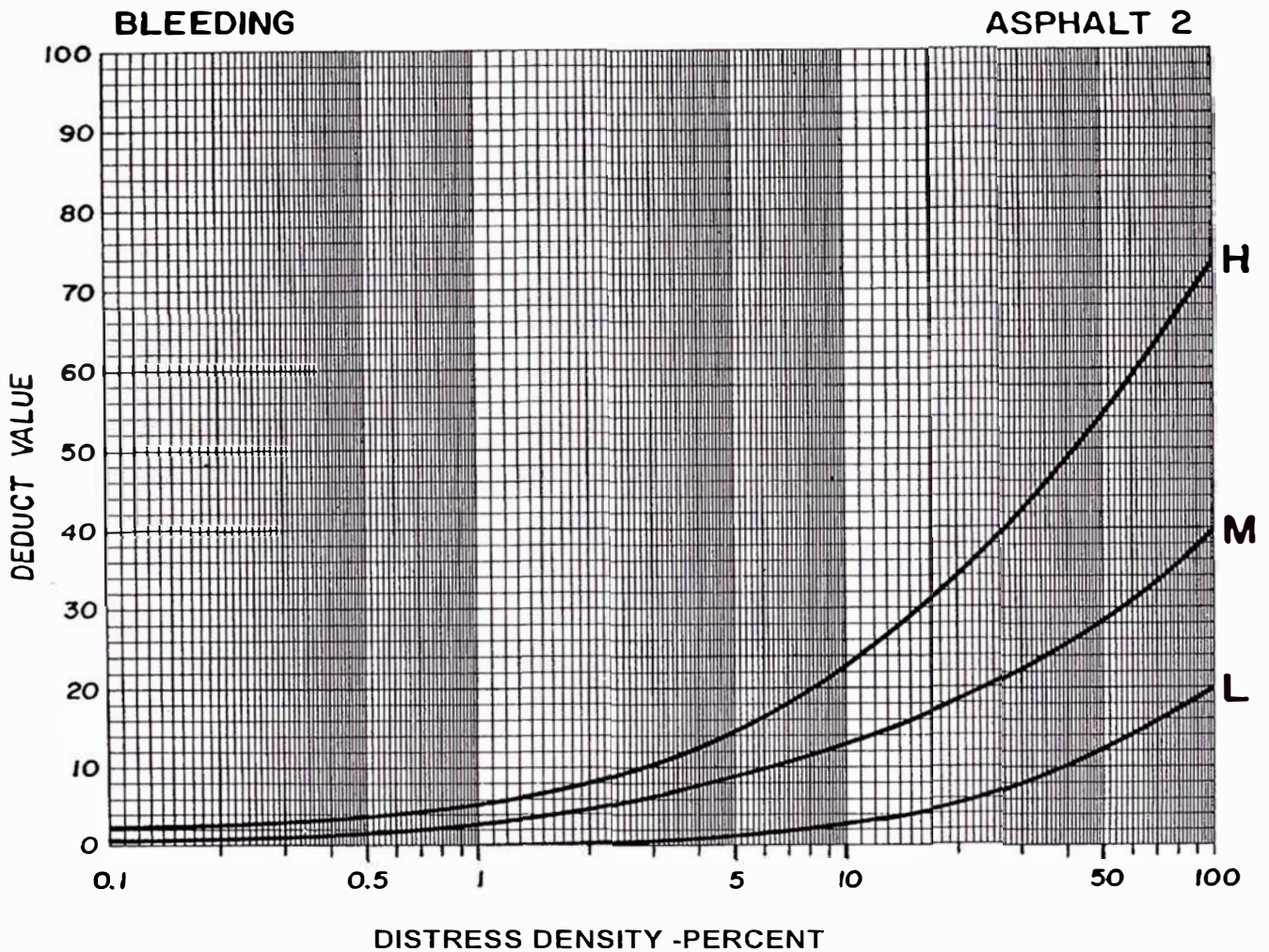


Figure 2. Deduct value curves for bleeding

(Figura 2.-Exudacion de asfalto)

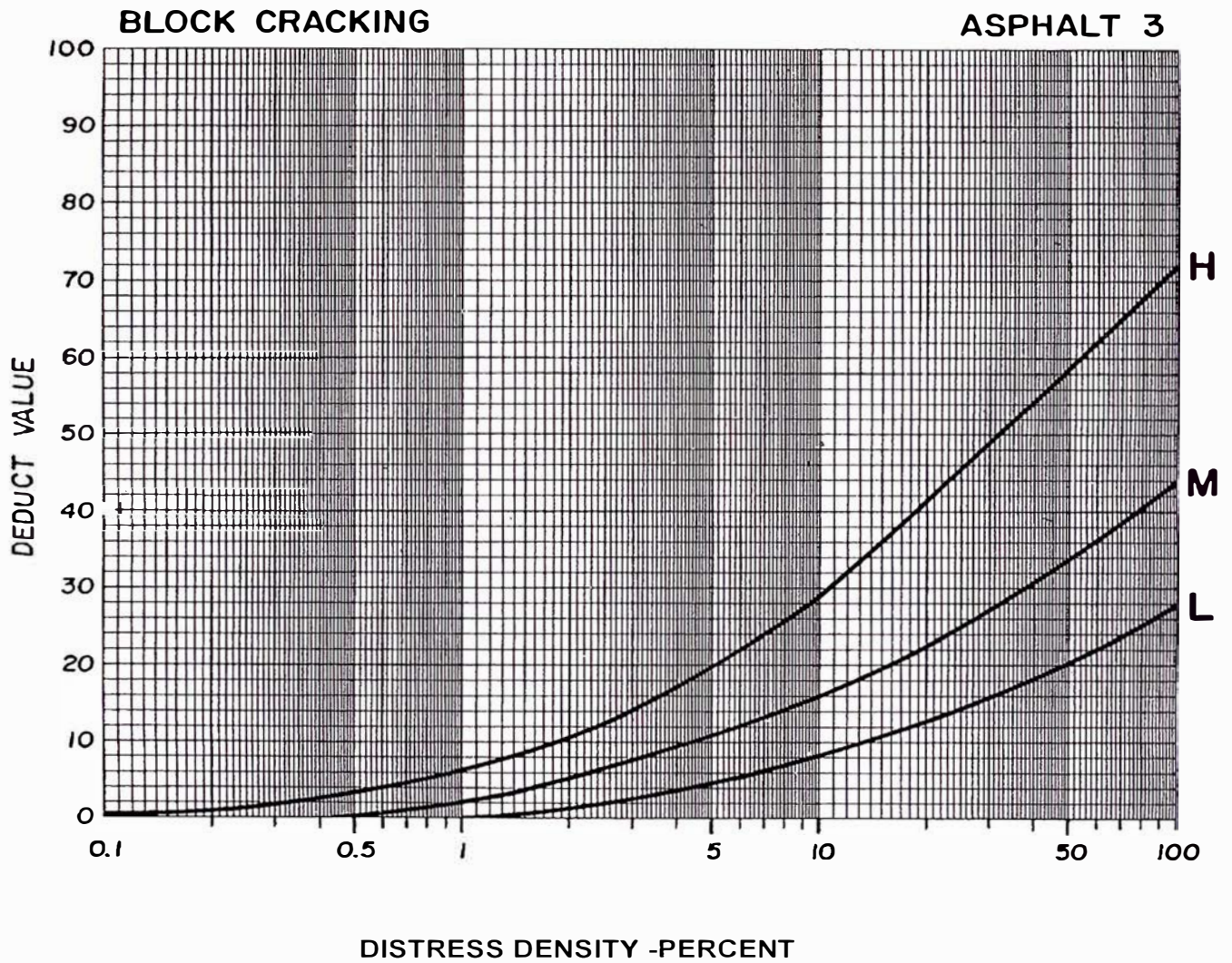


Figure 3. Deduct value curves for block cracking.

(Figura 3. Grietas de Contracción (En Bloque))

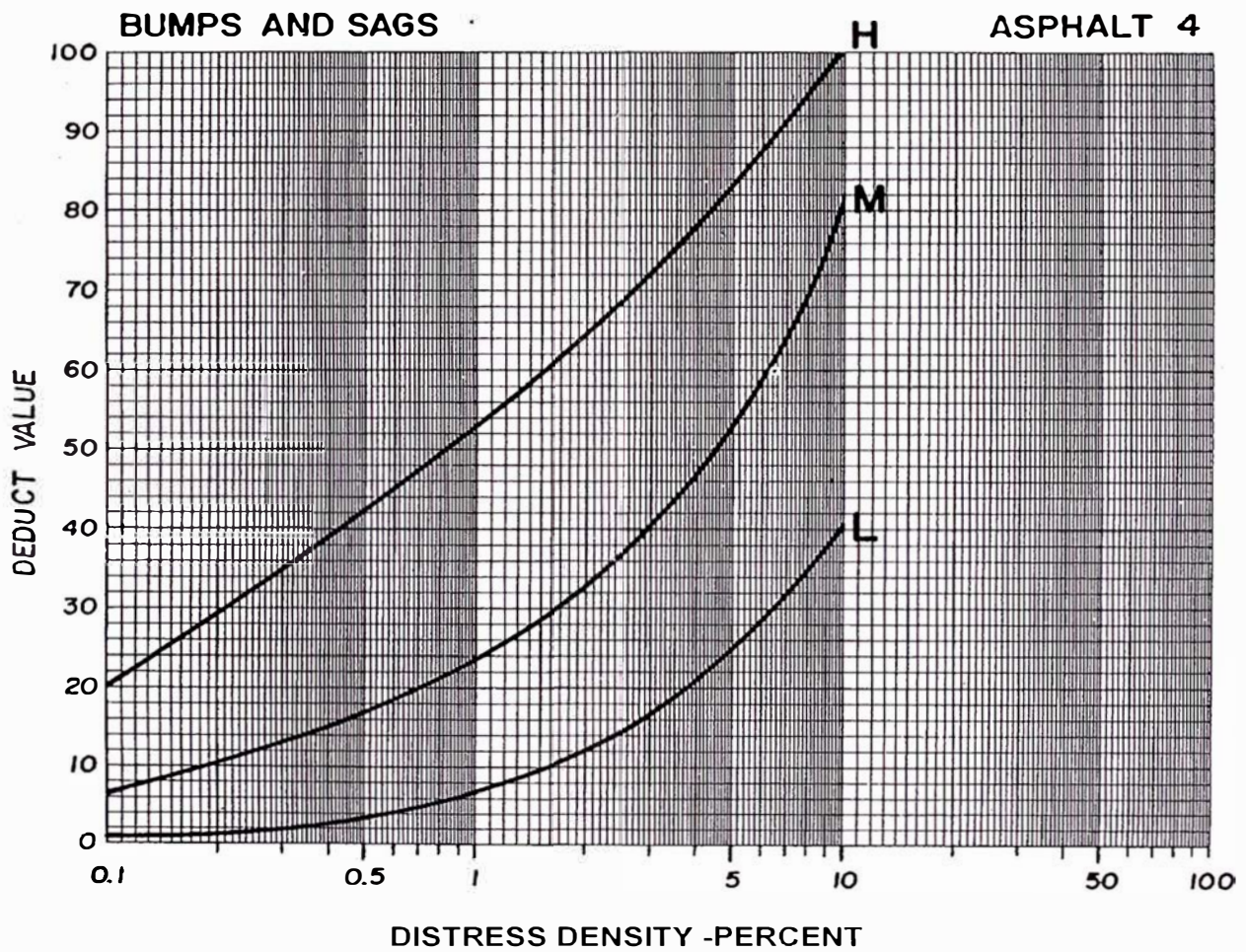
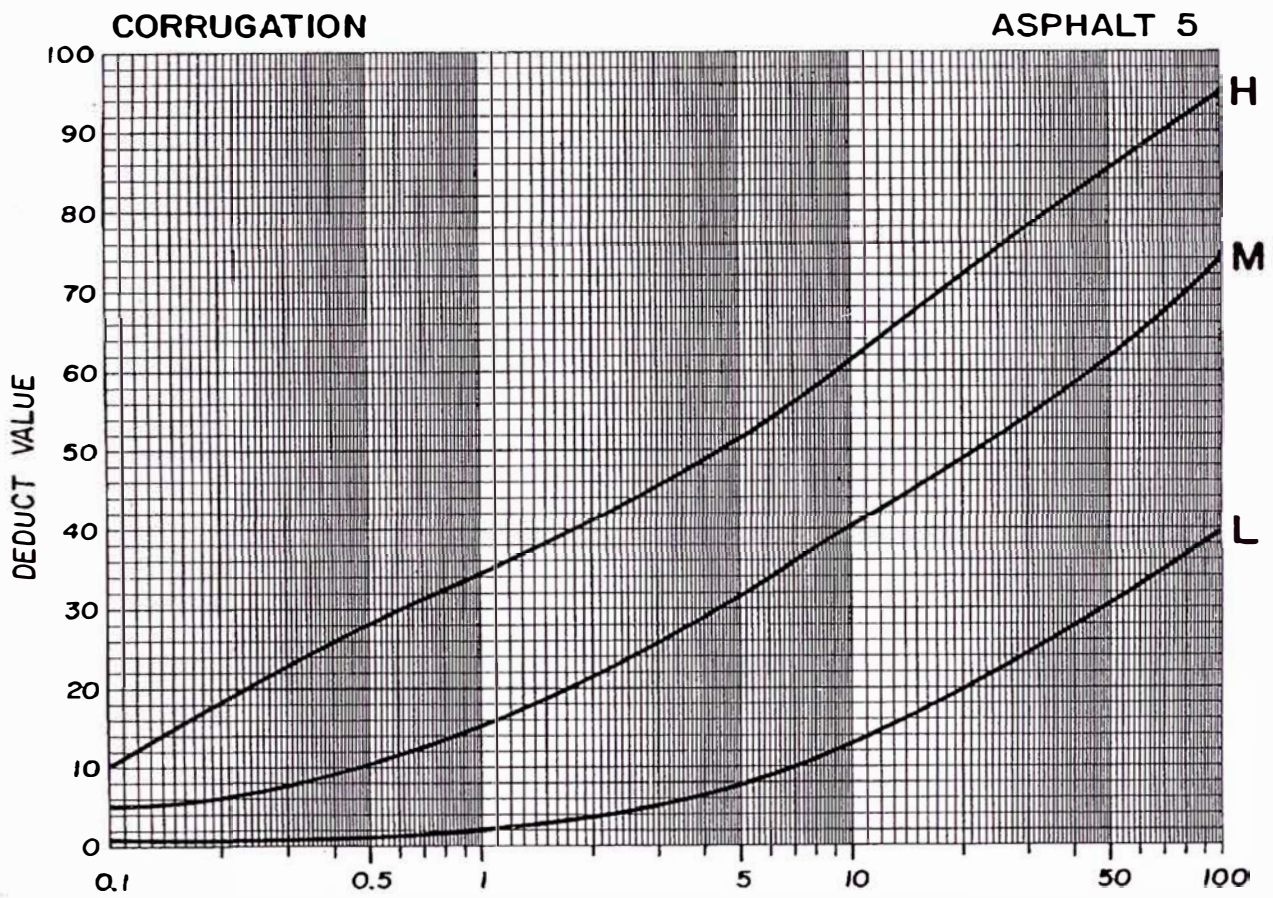


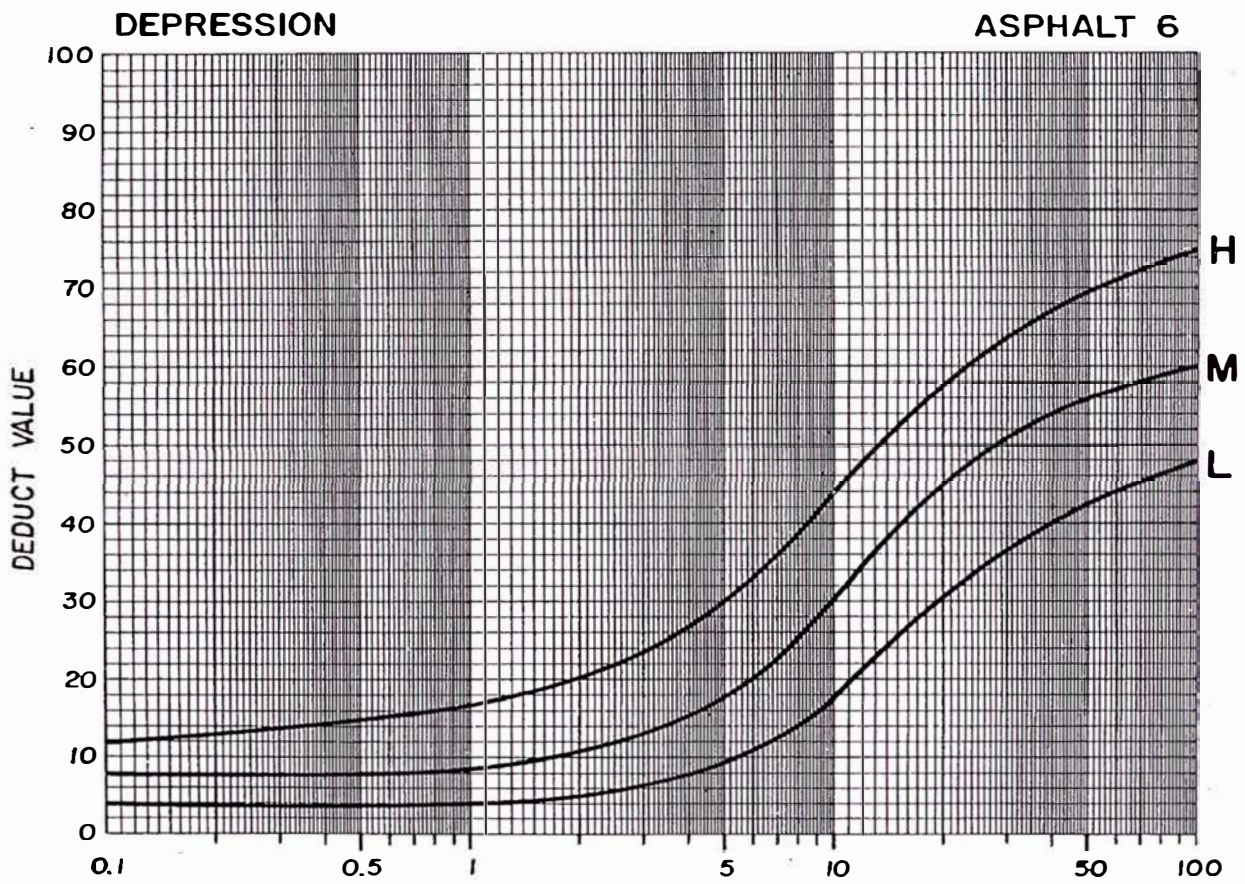
Figure 4. Deduct value curves for bumps and sags.

(Figura 4. Elevaciones y hundimientos)



**DISTRESS DENSITY -PERCENT**  
Figure 5. Deduct value curves for corrugation.

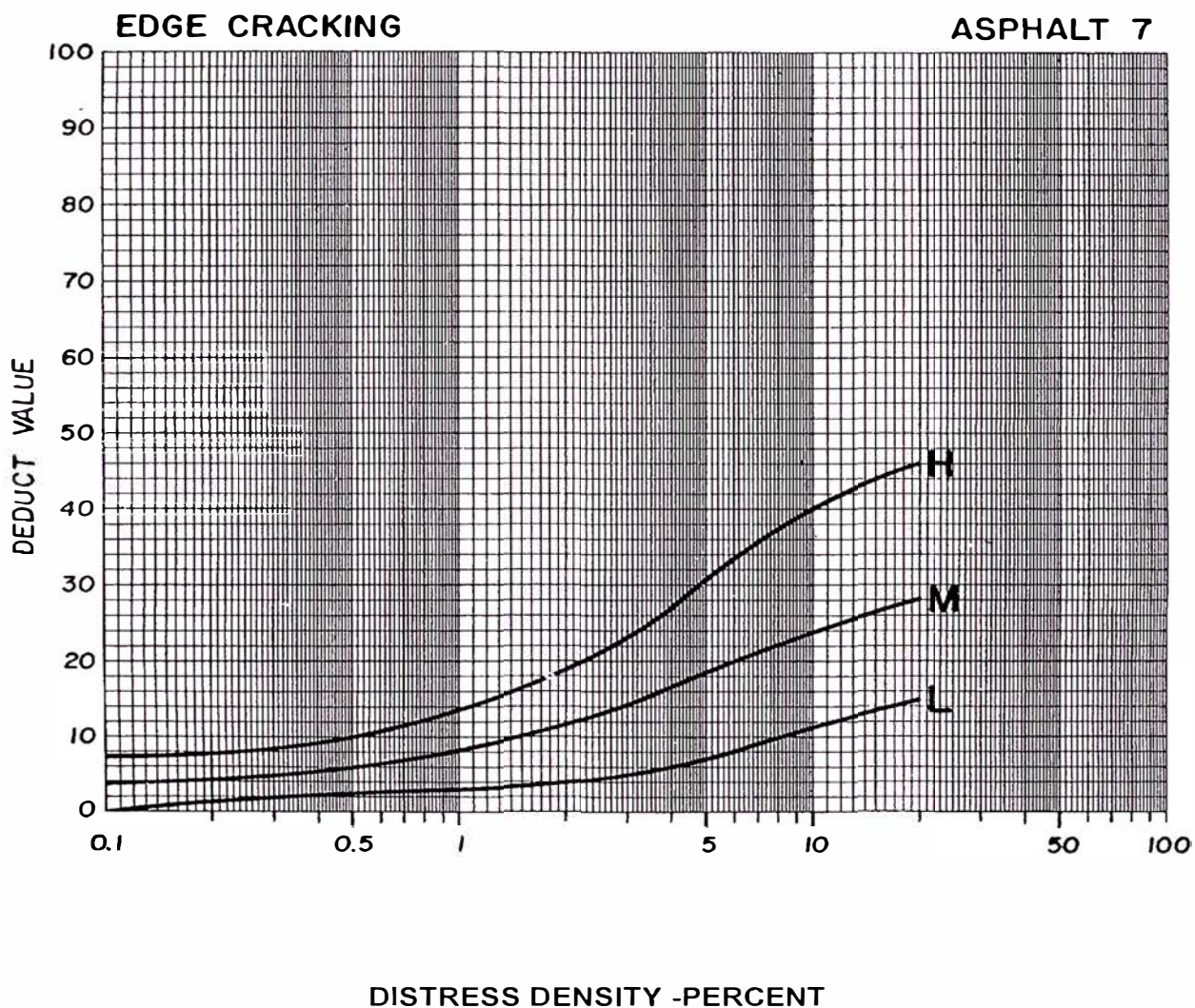
(Figura 5. Corrugaciones)



**DISTRESS DENSITY -PERCENT**  
Figure 6. Deduct value curves for depression.

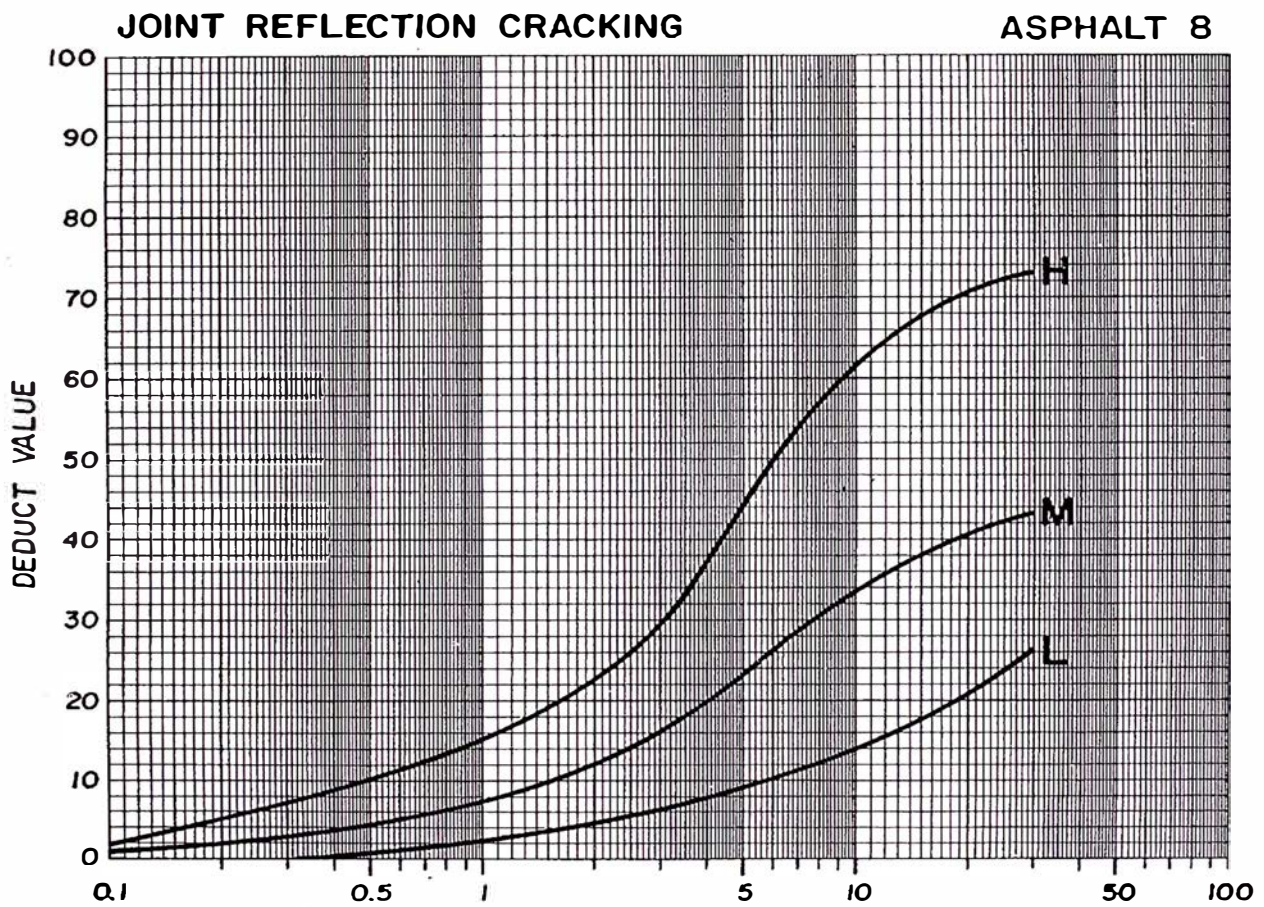
(Figura 6. Depresiones)





**DISTRESS DENSITY -PERCENT**  
Figure 7. Deduct value curves for edge cracking.

(Figura 7. Grietas de Borde)



**DISTRESS DENSITY - PERCENT**  
 Figure 8. Deduct value curves for joint reflection cracking.

**(8. Grietas de Reflexión de Juntas)**

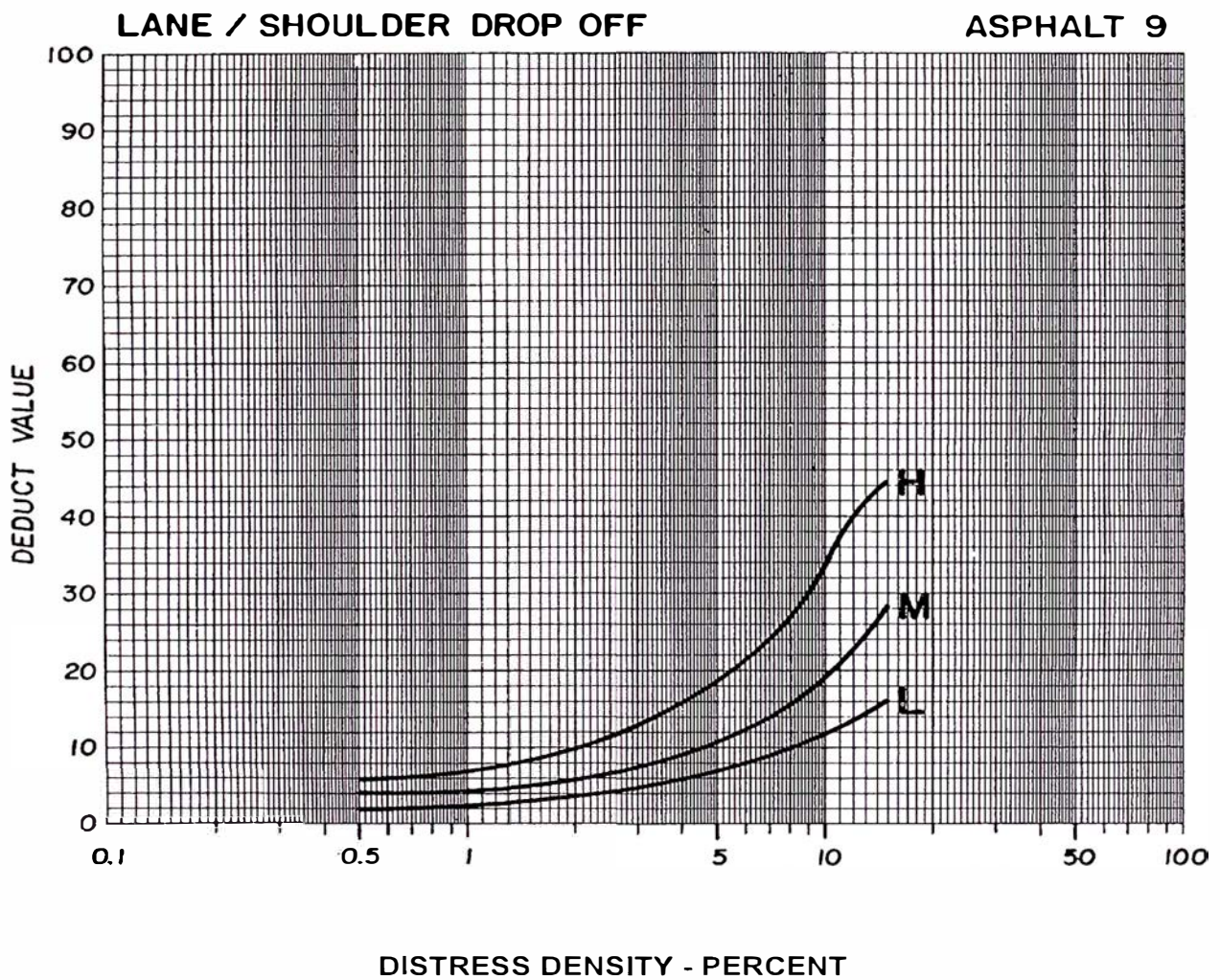


Figure 9. Deduct value curves for lane/shoulder drop off

(Figura 9. Desnivel calzada- Hombrillo)

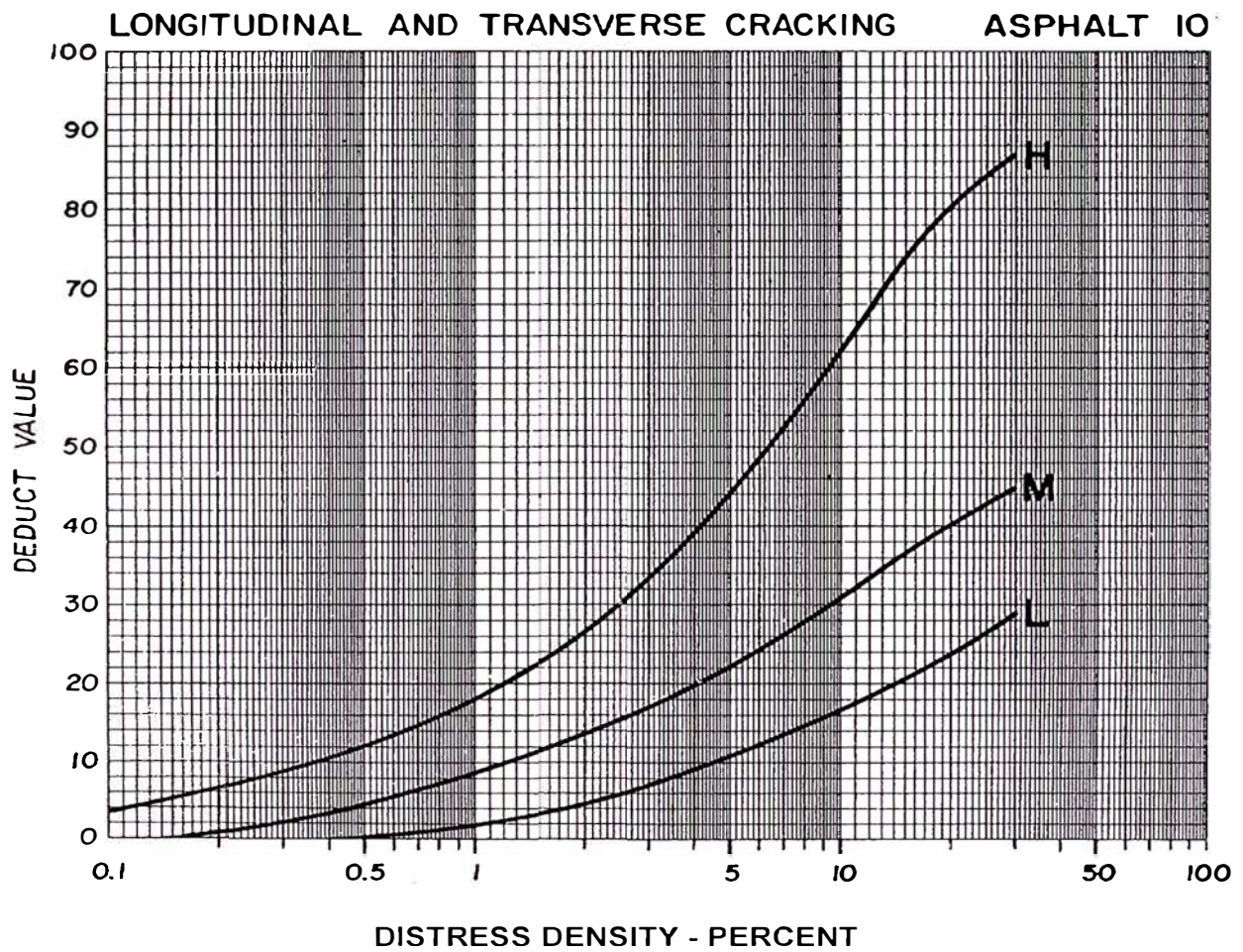


Figure 10. Deduct value curves for longitudinal and transverse cracking.

(Figura 10. Grieta longitudinales y transversales)

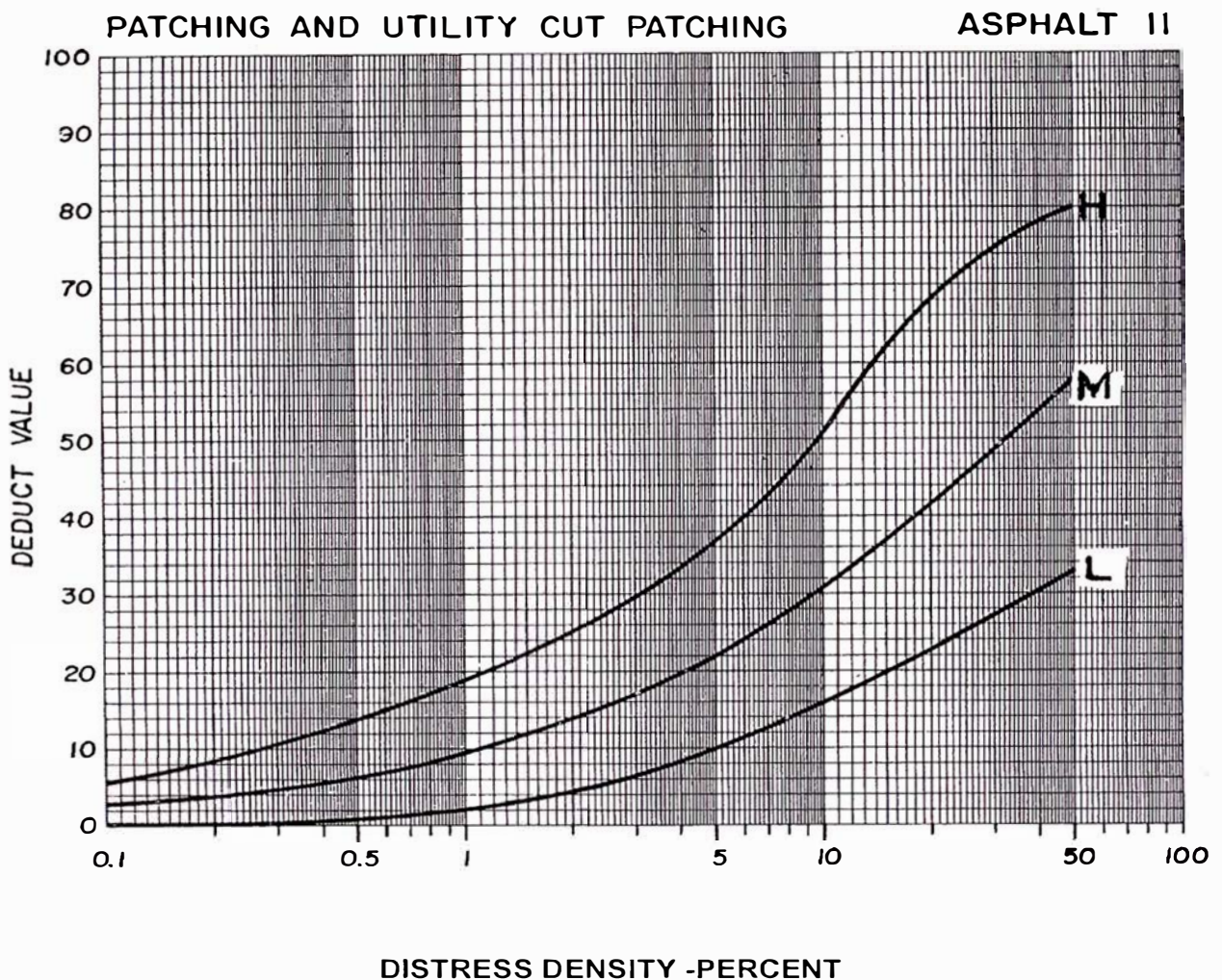
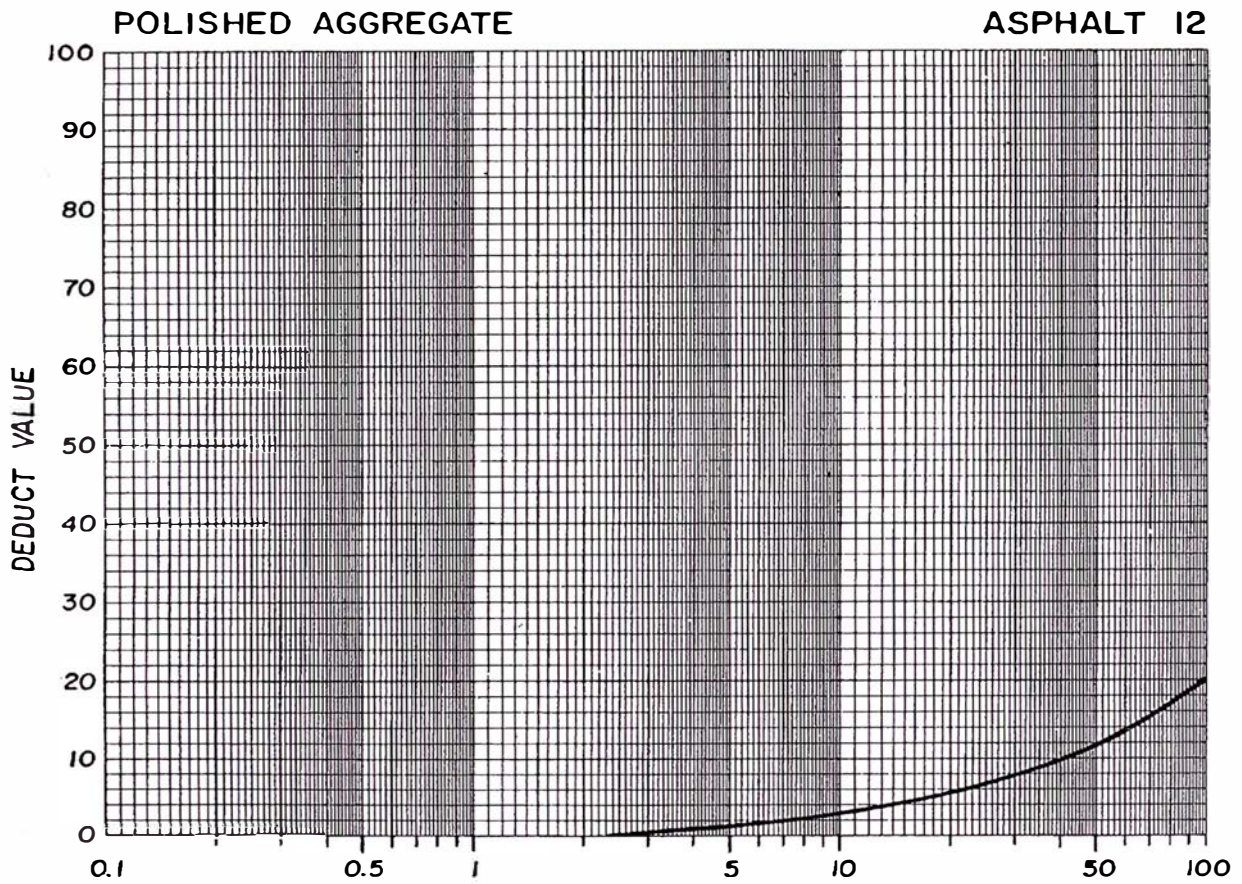


Figure 11. Deduct value curves for patching and utility cut patching.

(Figura 11. Baches y zanjas reparadas)



**DISTRESS DENSITY - PERCENT**  
Figure 12. Deduct value curves for polished aggregate.

**(Figura 12. Agregados Pulidos)**

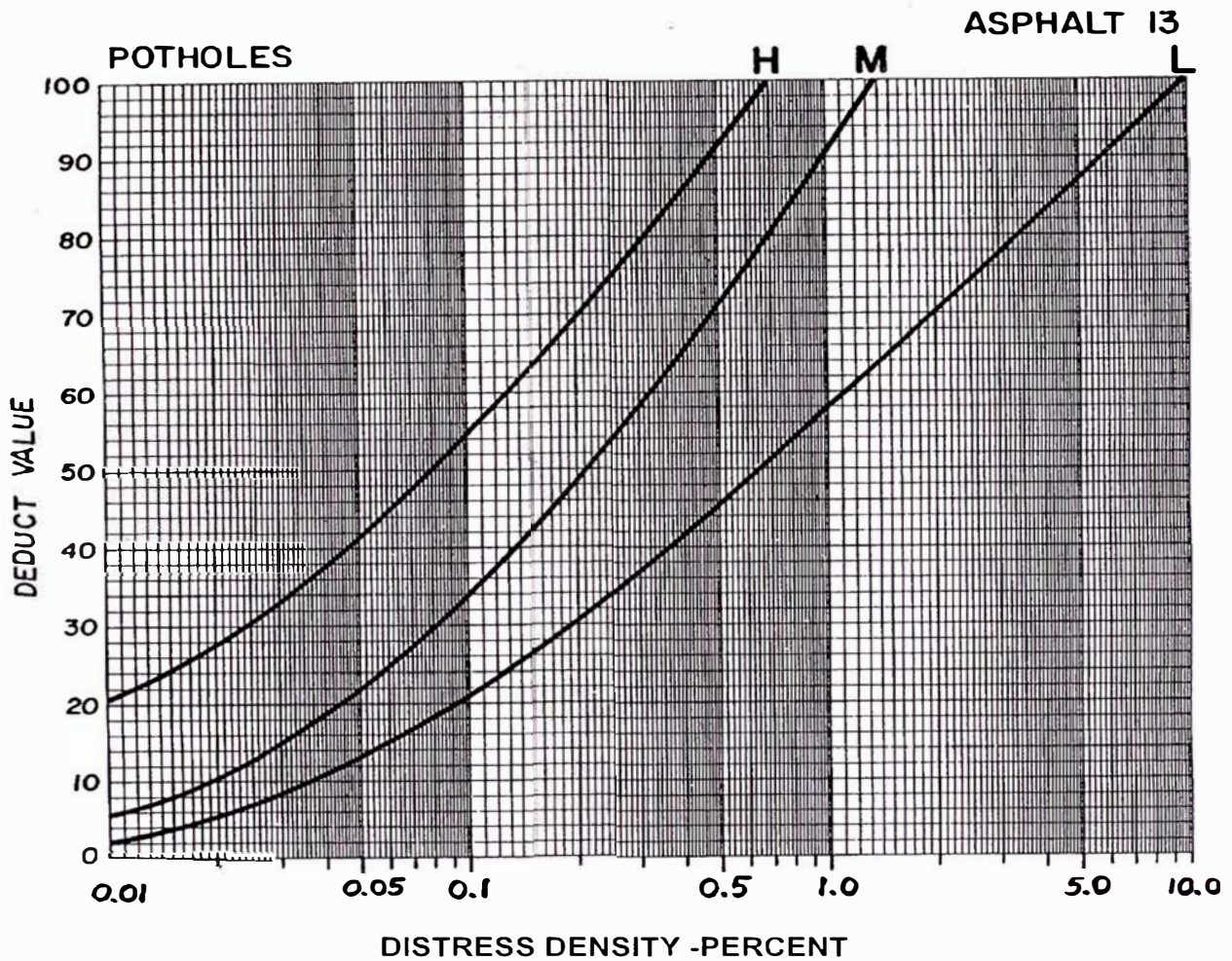
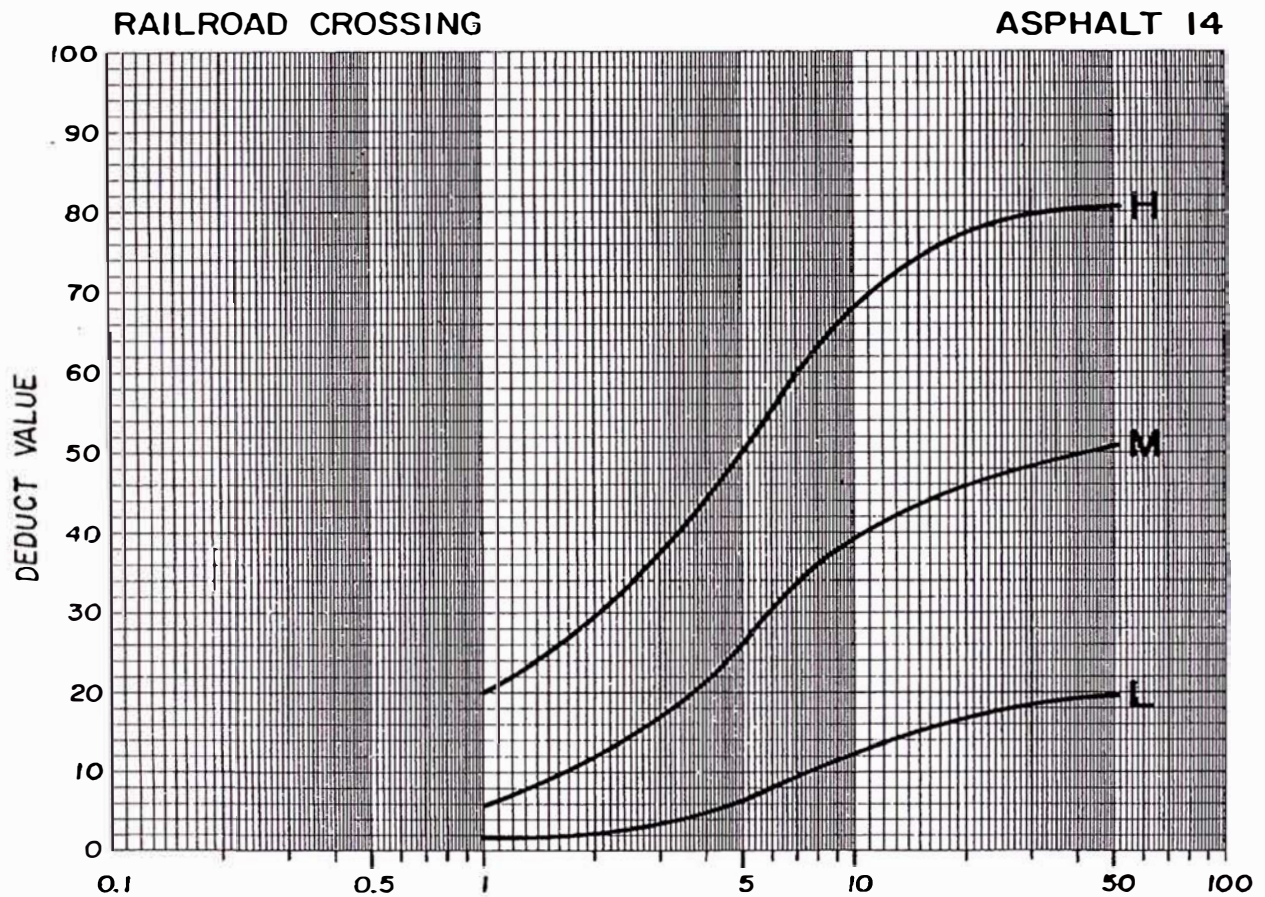


Figure 13. Deduct value curves for potholes.

(Figura 13. Huecos)

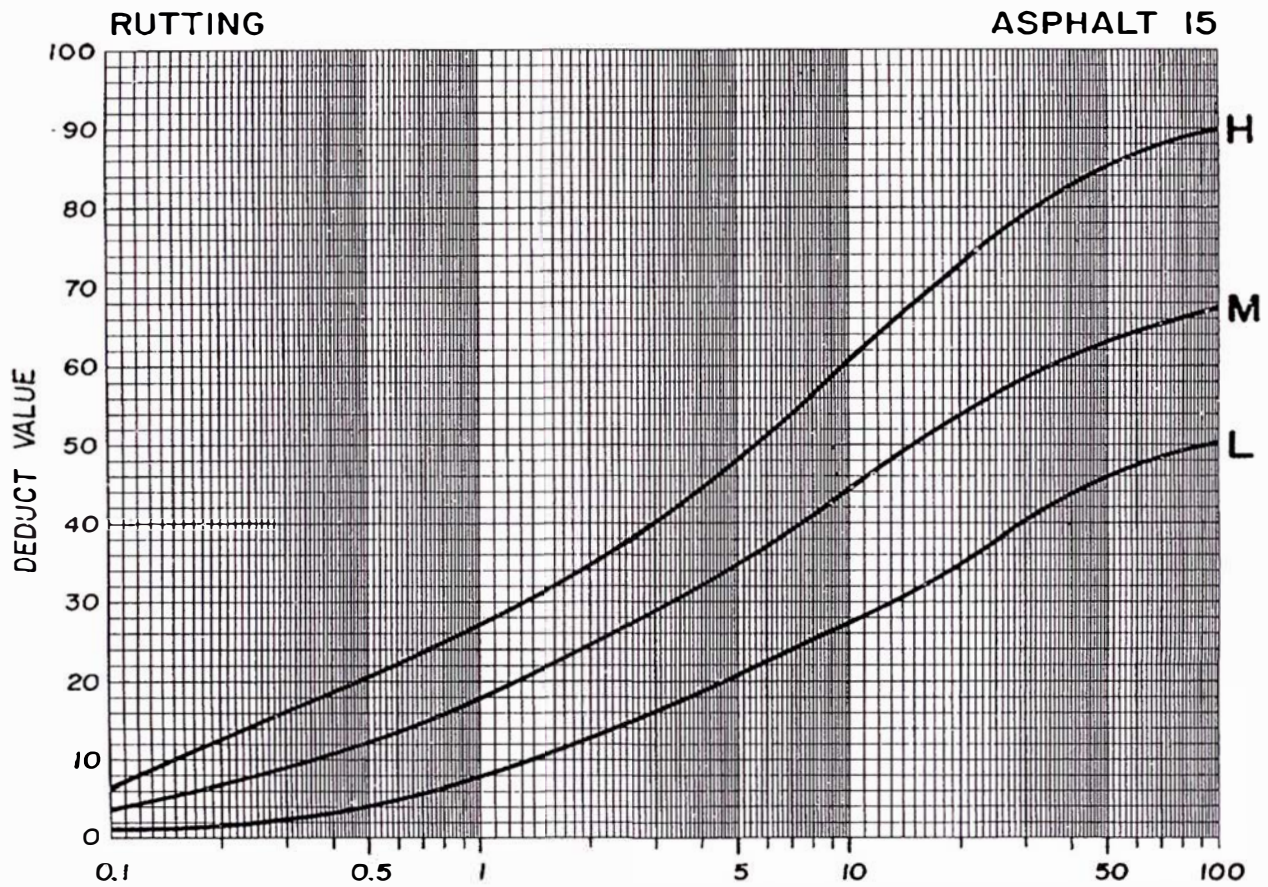


**DISTRESS DENSITY - PERCENT**

Figure 14. Deduct value curves for railroad crossing.

(Figura 14. Acceso y salida a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas)

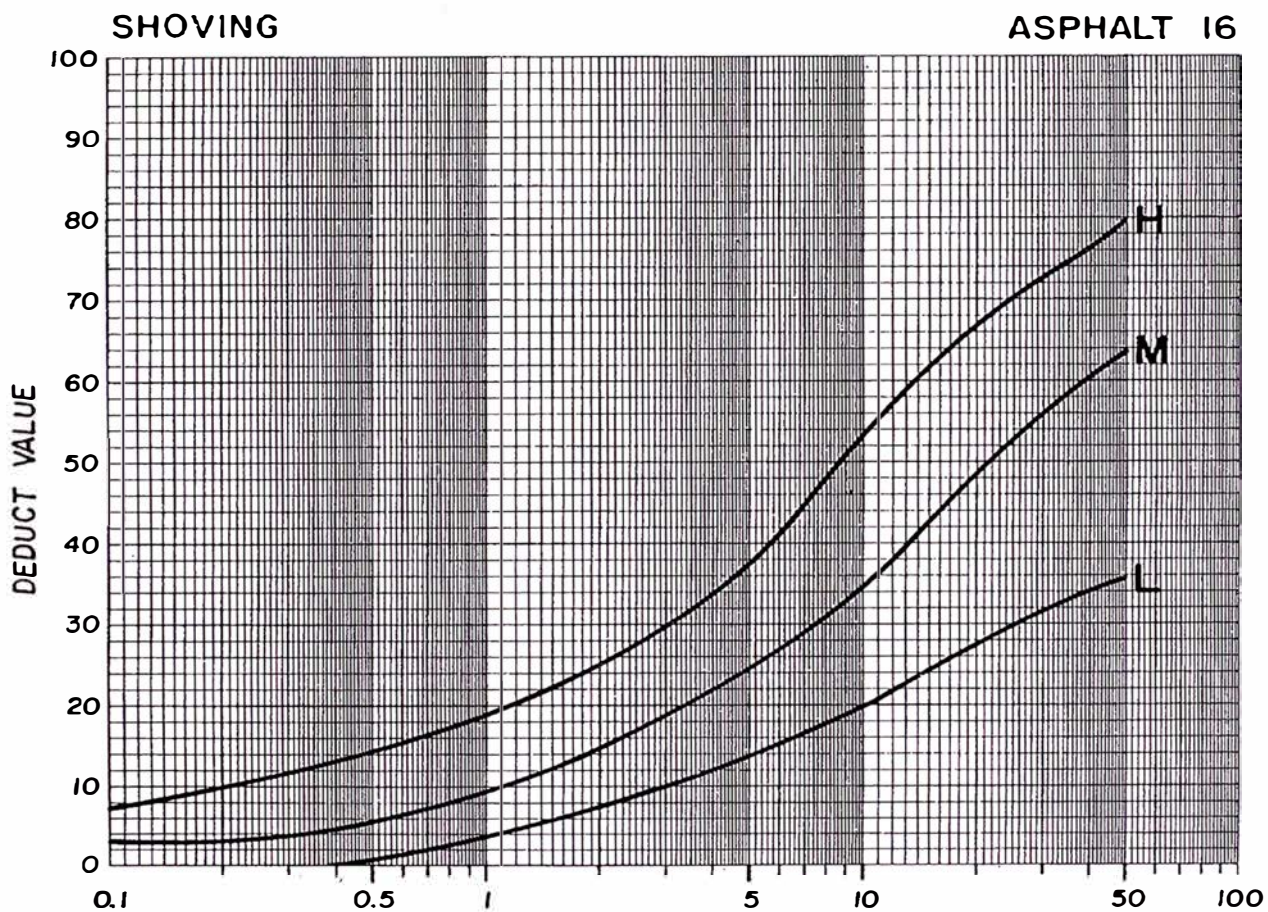




**DISTRESS DENSITY - PERCENT**

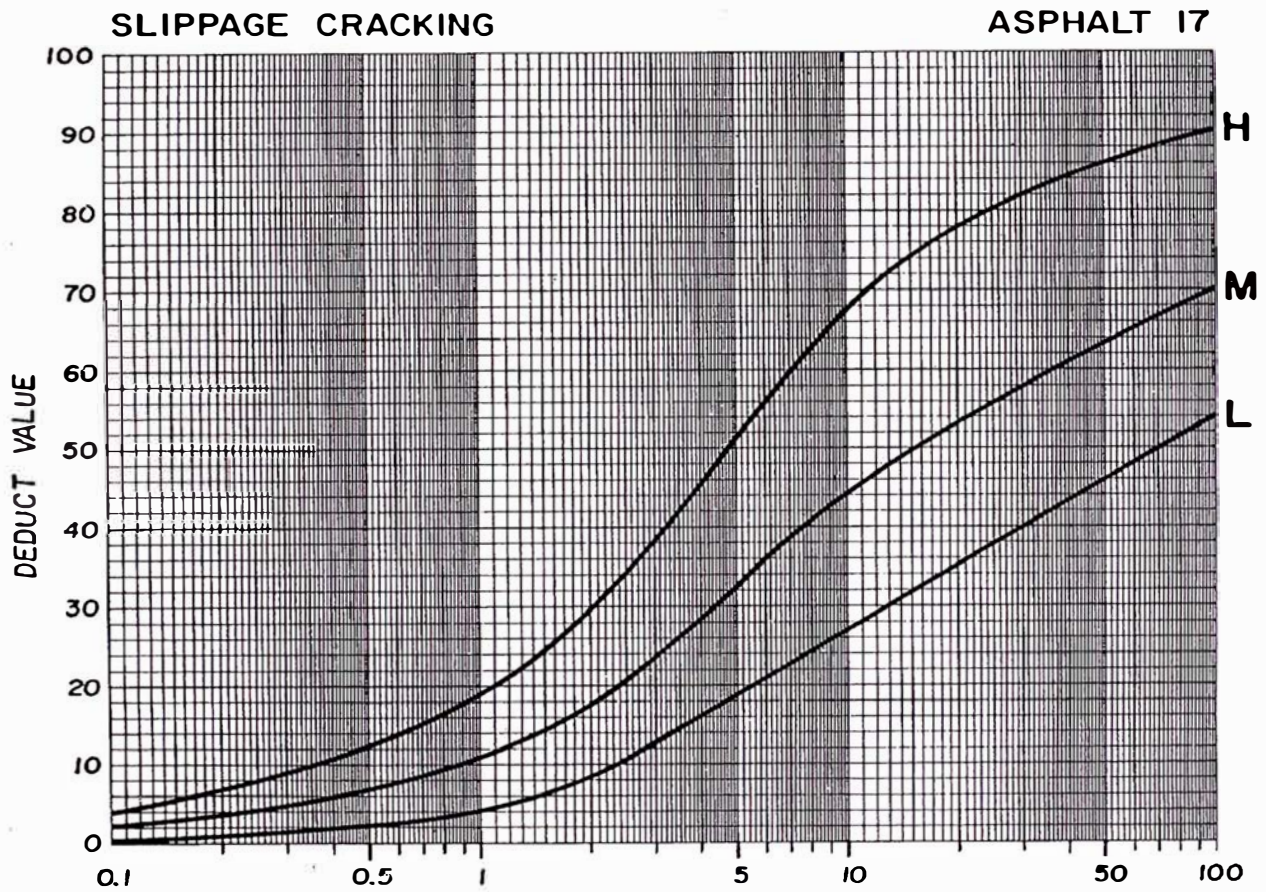
Figure 15. Deduct value curves for rutting.

(Figura 15. Ahuellamientos)



**DISTRESS DENSITY - PERCENT**  
 Figure 16. Deduct value curves for shoving.

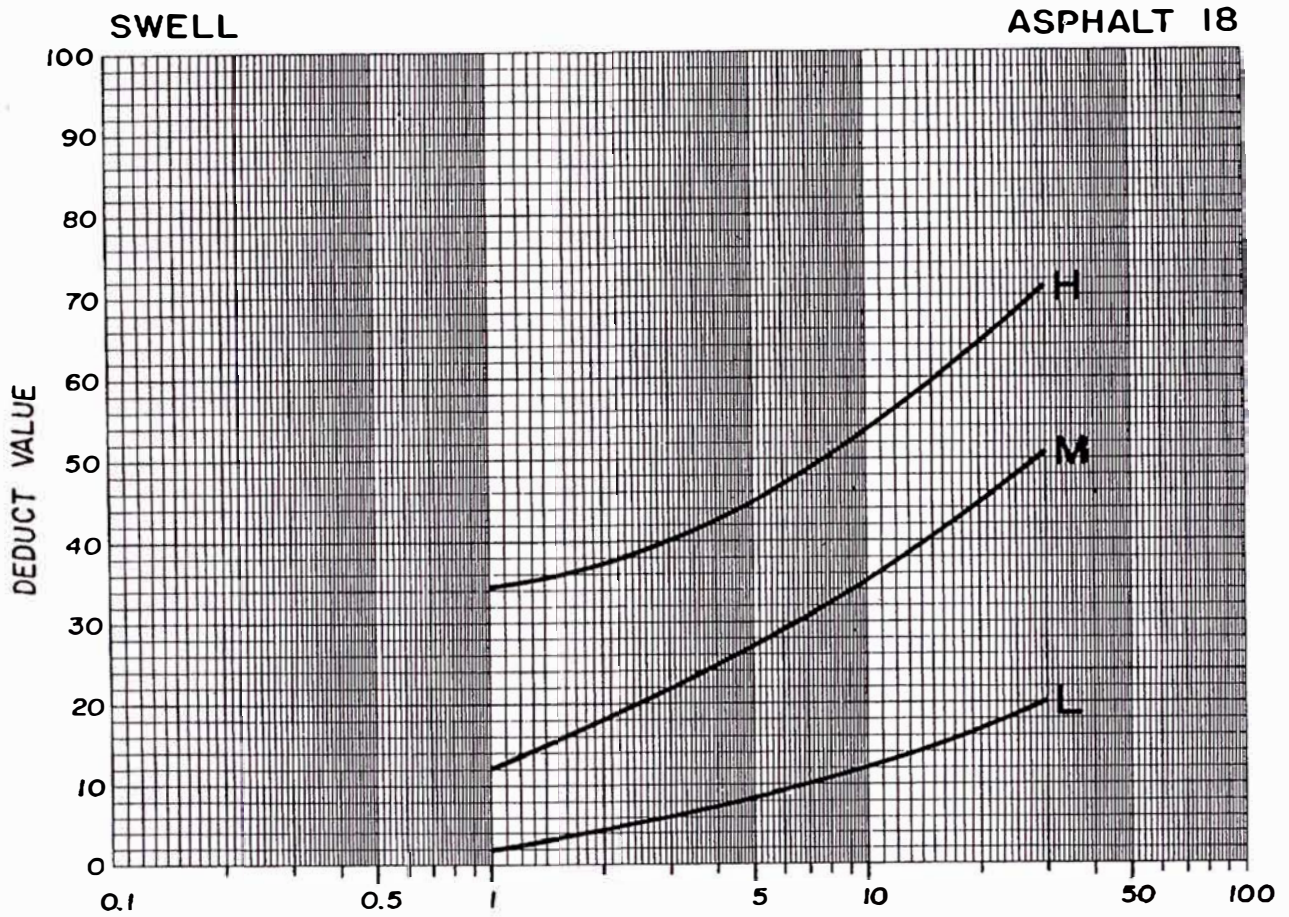
(Figura 16. Deformación por empuje)



**DISTRESS DENSITY - PERCENT**

Figure 17. Deduct value curves for slippage.

(Figura 17. Grieta de deslizamiento)



**DISTRESS DENSITY - PERCENT**  
Figure 18. Deduct value curves for swell.

(Figura 18. Hinchamientos)

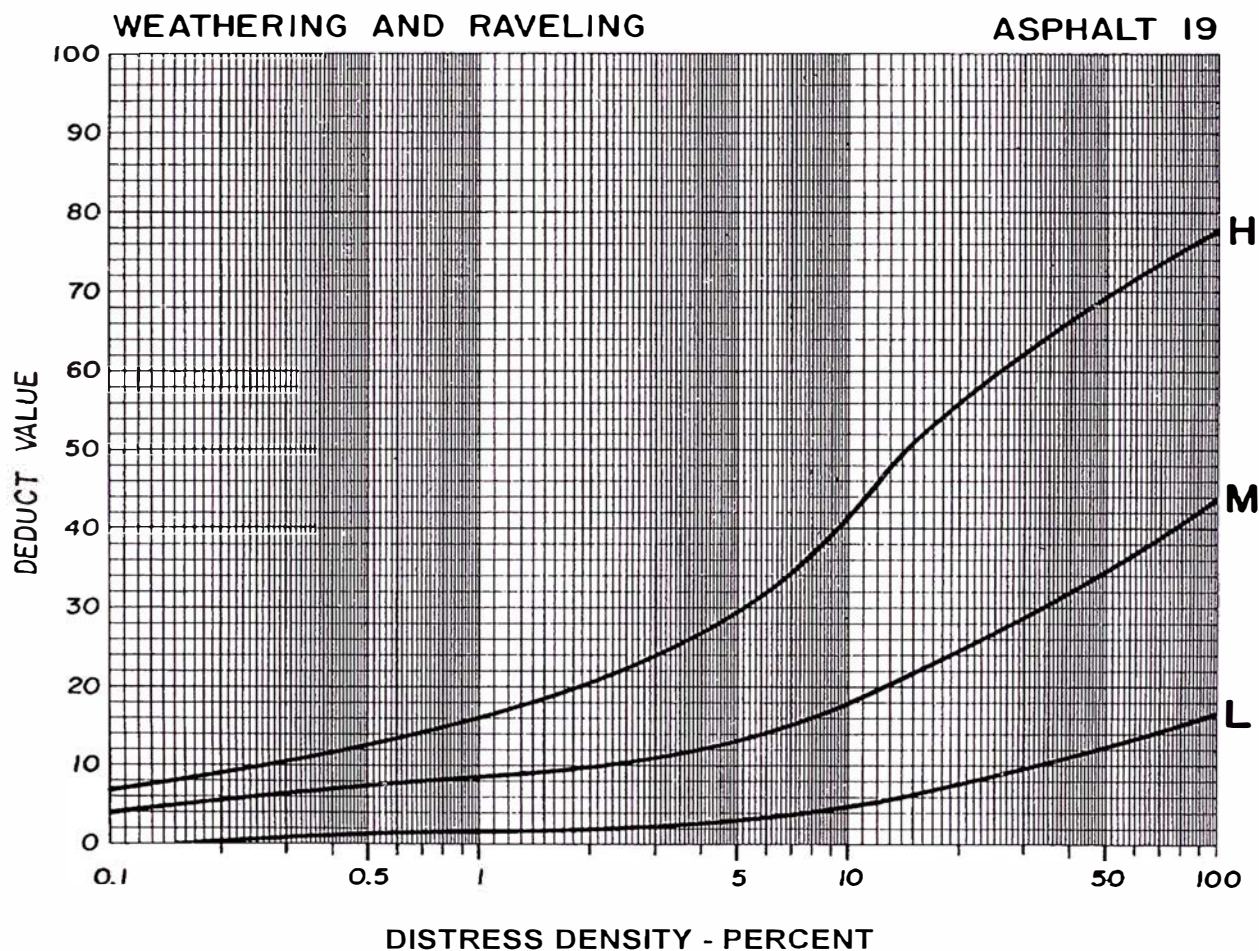


Figure 19. Deduct value curves for weathering and raveling.

(Figura 19. Disgregación y desintegración)

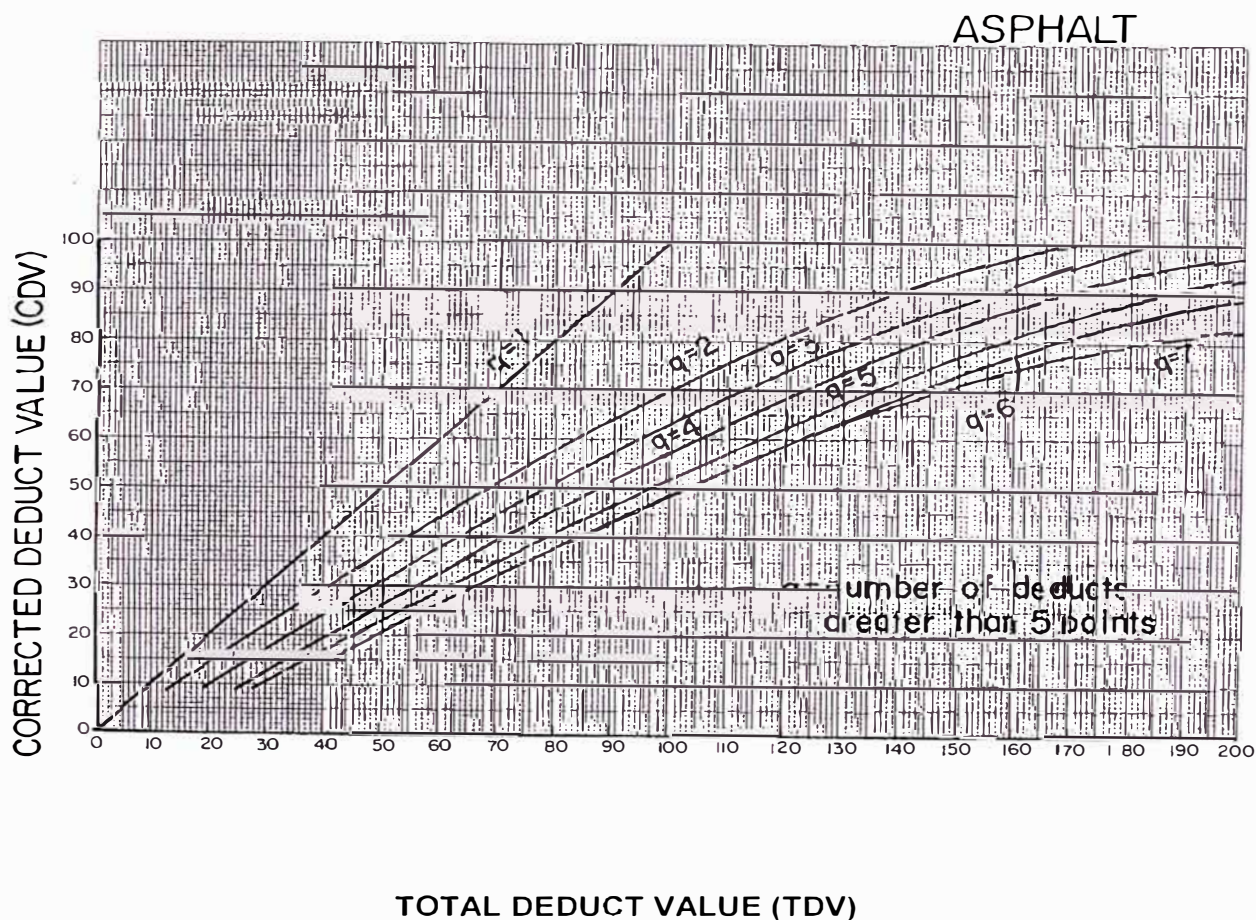
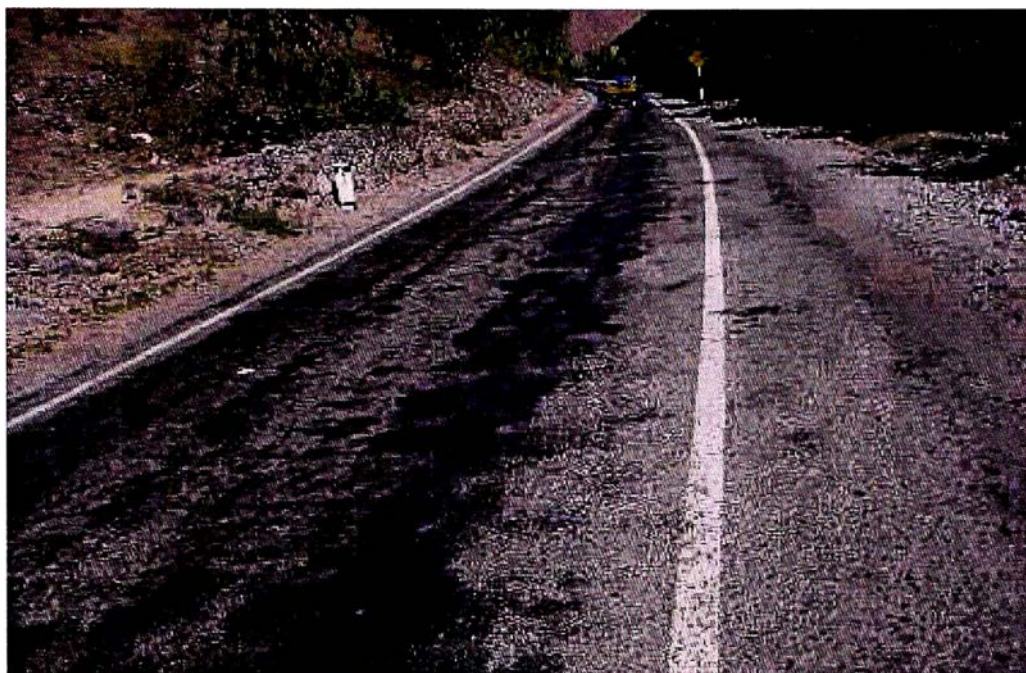


Figure -20. Corrected deduct value curves for asphalt-surfaced pavements.

## PANEL FOTOGRÁFICO



Km 84+000 Inicio de Tramo Exudación Leve



Km 84+150 Hundimiento



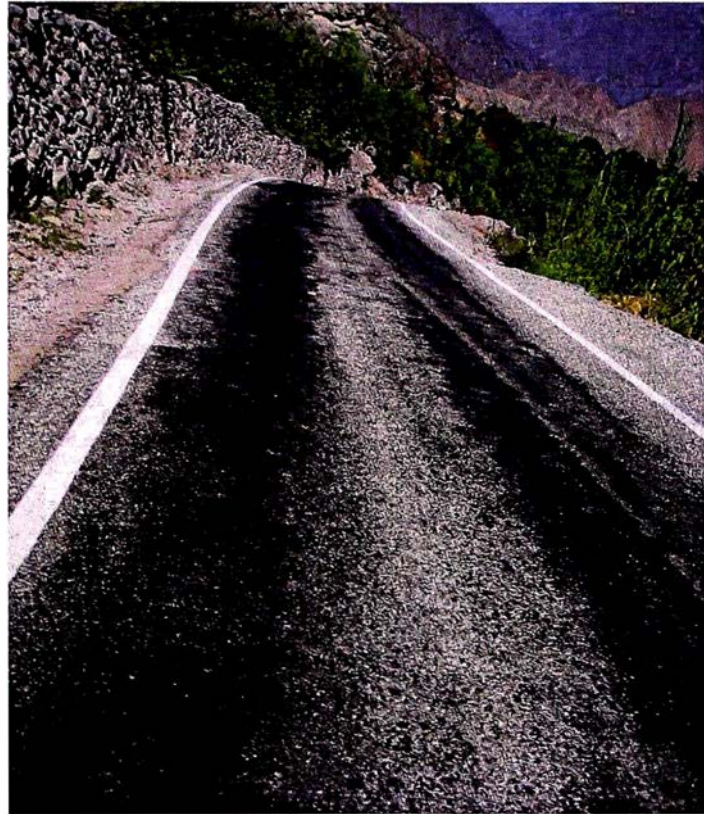




Km 84+600 Cuneta de tierra utilizado como canal de regadío



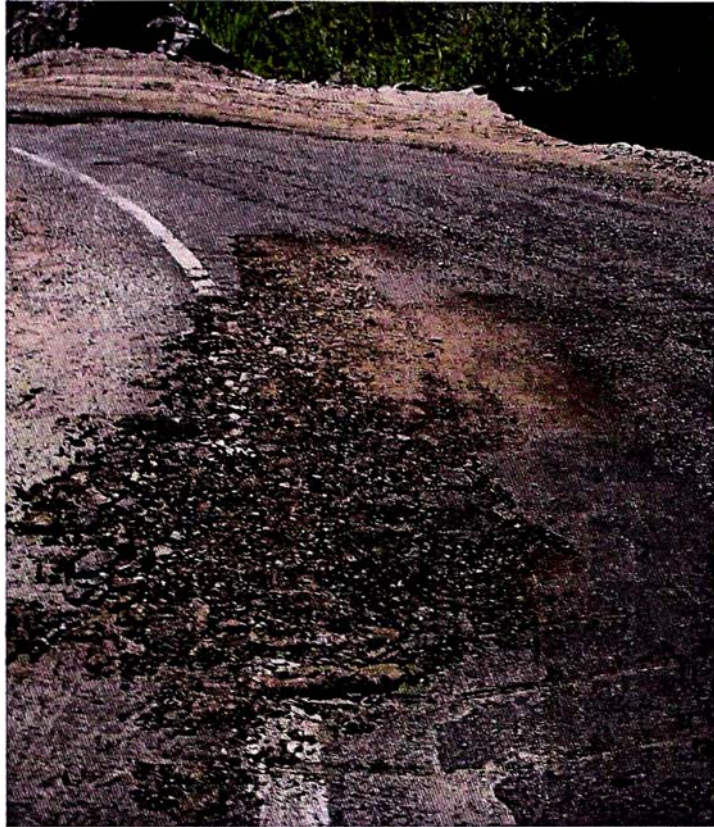
Km 84+620 Alcantarilla Artesanal



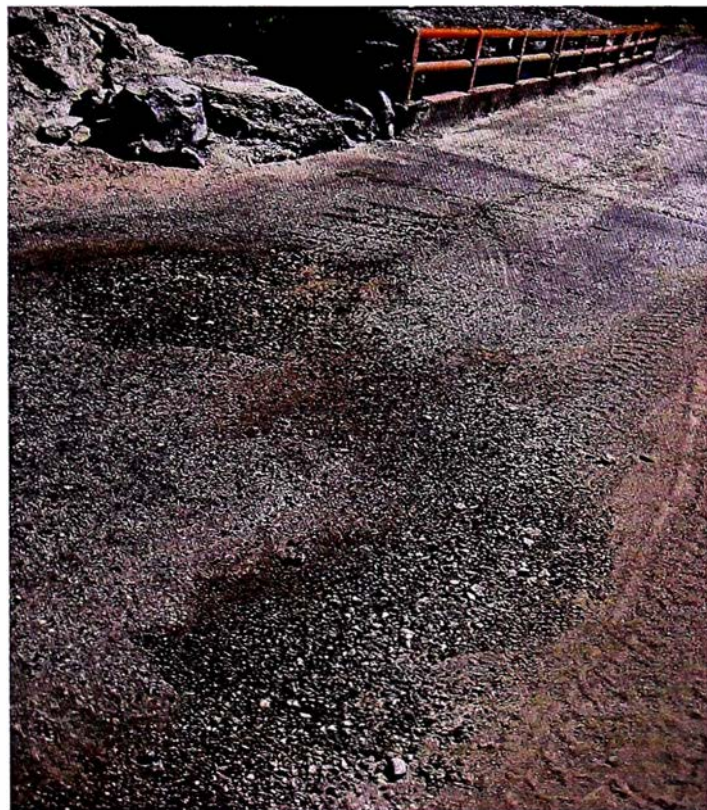
Km 84+700 Tramo con Exudación de asfalto Leve



Km 85+300 Tramo con Exudación y Corrugación



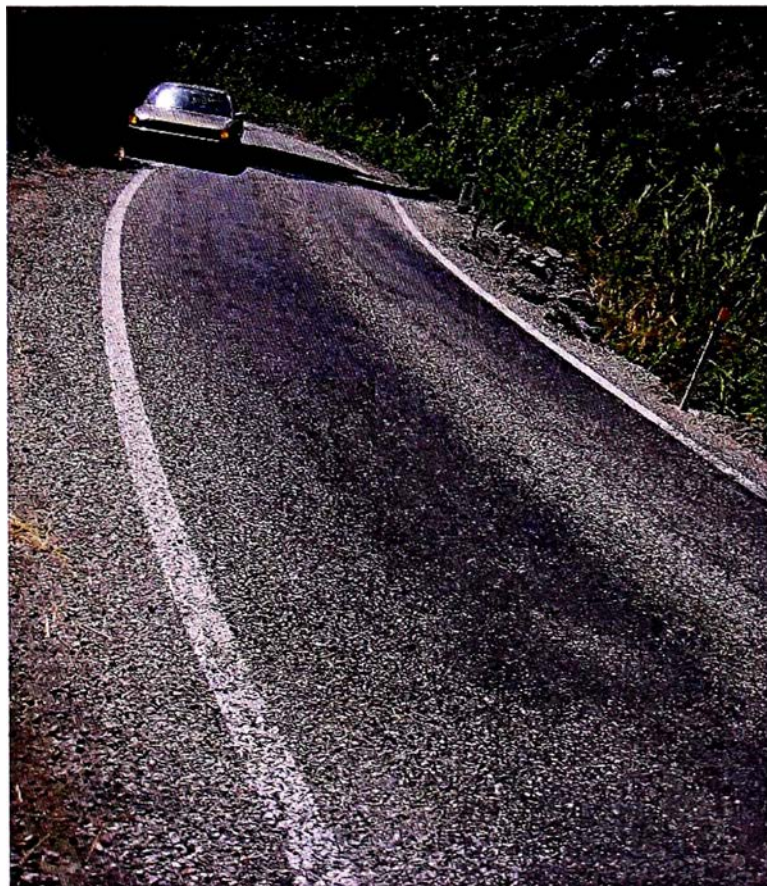
Km 85+350 Peladura y disgregación (Por paso de tractor Oruga)



Km 85+370 Disgregación en curva ingreso de Puente



Km 85+410 Tramo con Exudación leve



Km 86+000 Tramo en buen estado



Km 86+200 Derrumbe por colapso de canal de regadío



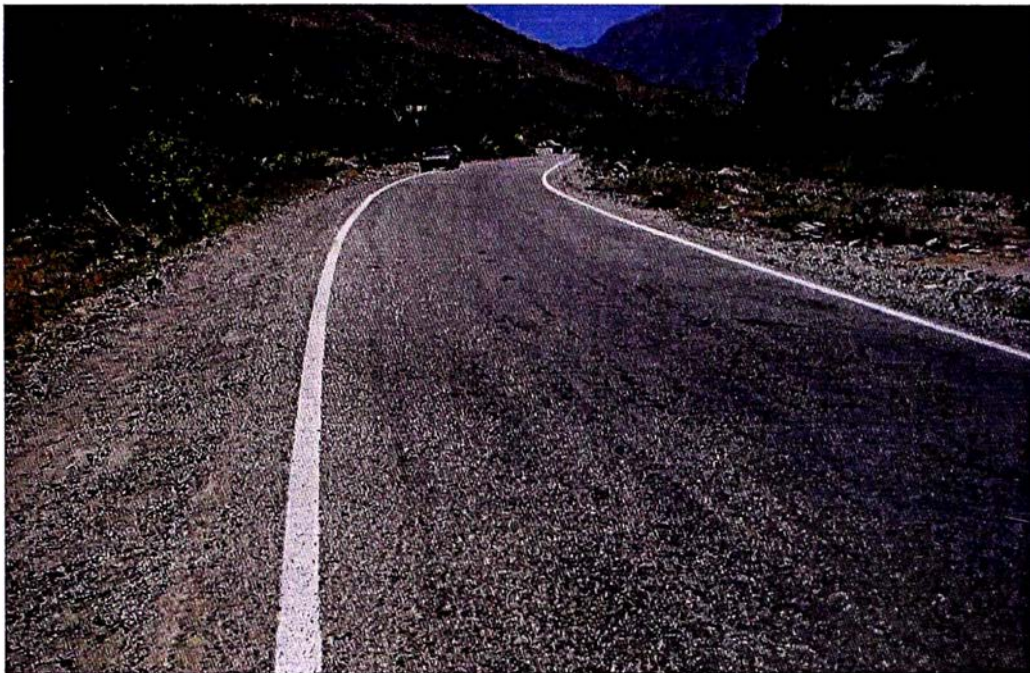
Km 86+410 Huevo



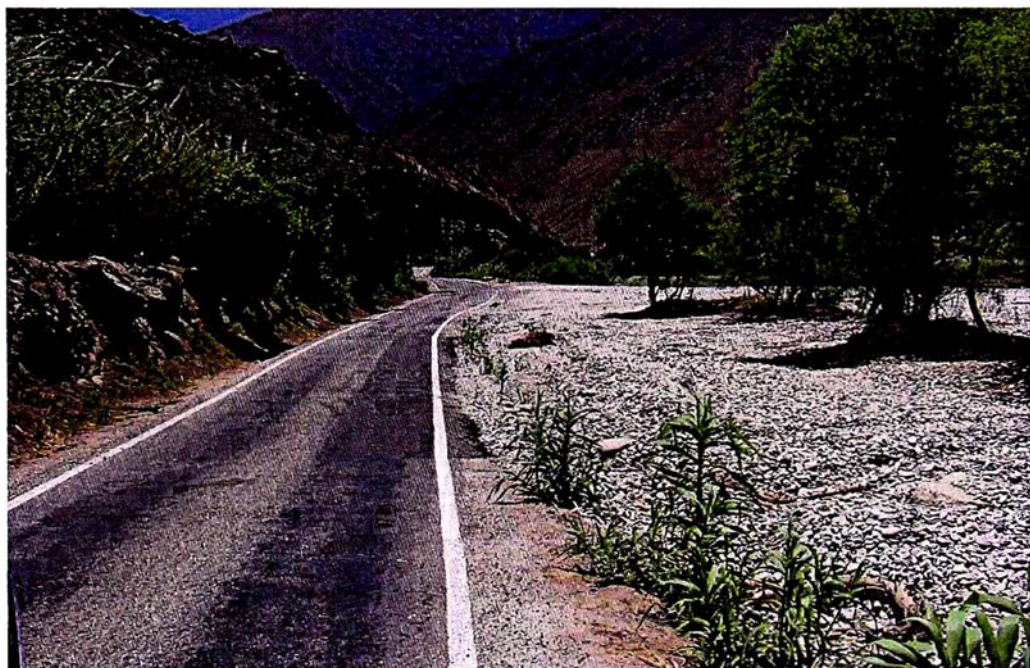
Km 87+050 Peladura en borde de pavimento



Km 87+180 Tramo con Exudación Moderada



Km 87+700 Tramo en buen estado



Km 88+500 Vista de tramo con zona Reparada y Parche,



Km 88+900 Zona con fisura leve y puntual



Km 89+00 Fin de tramo en buen estado