

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA CON EL MÉTODO
DEL PCI TRAMO KM. 74 + 000 – KM. 79 + 000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

EDISON FELIX MIRANDA GARRO

Lima – Perú

2009

RESUMEN	03
LISTA DE CUADROS	05
LISTA DE FIGURAS	07
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO 1: GENERALIDADES	
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. UBICACIÓN	14
1.3. CLIMA Y TOPOGRAFÍA	11
1.4. TRAMO EVALUADO KM 74+000 - KM 79+000	17
CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE	
2.1. ANTECEDENTES	22
2.2. APLICACIONES DEL MÉTODO DEL PCI	23
CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO	
3.1. EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	26
3.1.1. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS	27
3.1.2. CAUSAS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS	27
3.1.3. CRITERIO DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE SERVICIO	28
3.2. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	32
3.3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	33
3.3.1. UNIDADES DE MUESTREO	35
3.3.2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN	35
3.3.3. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN	36
3.3.4. SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO ADICIONALES	37
3.3.5. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN	37
3.4. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	38
3.4.1. CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA	38
3.4.2. CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO	40

3.5. MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO ASFÁLTICO	40
CAPITULO 4: APLICACIÓN TRAMO KM 74+000 - KM 79+000	
4.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO	61
4.2. DETERMINACIÓN DEL PCI	61
CAPITULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS	
5.1. ANALISIS DE RESULTADOS	65
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXOS	
ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO	72
ANEXO 02 CURVAS DE VALORES DE DEDUCCIÓN	77
ANEXO 03 REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	87

RESUMEN

La evaluación superficial de pavimentos empleando el Método del PCI brinda al especialista una poderosa herramienta para la administración y análisis de información de una vía basada en el cálculo del grado de deterioro de ésta. La aplicación de este método para la determinación de la condición de un pavimento, desde el inicio de su puesta en servicio y durante el transcurso de su vida útil, permitirá una mejora en los procesos de toma de decisiones para la conservación de una carretera, incrementará la calidad del transporte reduciendo la incomodidad de los usuarios y los tiempos de movilización entre otros beneficios. Su carácter cualitativo y cuantitativo permite identificar las zonas donde el pavimento requiere de un tratamiento inmediato, o en el mejor de los casos de un mantenimiento preventivo adecuado, distribuyendo los fondos disponibles de una manera responsable y efectiva.

El método puede ser empleado en la evaluación superficial de pavimentos flexibles y rígidos de carreteras, de aeropuertos, de almacenes, u otras estructuras, tal como se explica en la norma que lo respalda; sin embargo, el estudio realizado en este informe está dirigido explícitamente a la evaluación de un pavimento flexible de una vía de penetración, con características particulares tanto en la superficie como en su estructura y diseño geométrico.

En el Capítulo I se describen las generalidades de la carretera y del tramo a evaluar. Se hace mención a los antecedentes, evolución y estado actual de la carretera; además de los aspectos geomorfológicos, hidrológicos y climáticos de la zona en estudio. Y como parte importante del presente informe se hace mención al trabajo de mejoramiento del pavimento ejecutado en este último año a lo largo del Km. 74 + 000 hasta el Km. 79 + 000; tramo asignado para la evaluación superficial respectiva.

En el Capítulo II se desarrollará el estado del arte del Método del Índice de Condición de Pavimentos – PCI y sus aplicaciones en el Perú.

En el Capítulo III se describirá el Marco Teórico del Método del PCI; donde se incluirán, en el primer subcapítulo, los conceptos básicos relacionados a la evaluación superficial de los pavimentos flexibles, sus objetivos, criterios de mantenimiento y niveles de servicio, y las principales causas de las fallas en los pavimentos, para luego continuar con el desarrollo del método en el segundo

subcapítulo, en el cuál se detallará cada paso a seguir para la obtención del PCI de un pavimento.

En el Capítulo IV se realizará la aplicación del método en el tramo correspondiente para determinar su grado de deterioro y estimar los costos para el mantenimiento y/o rehabilitación con los metrados calculados por el método.

En el Capítulo V se analizarán los resultados obtenidos en el capítulo anterior, lo que permitirá extraer las conclusiones sobre el estado de conservación del pavimento con el tratamiento superficial aplicado, inferir las posibles causas del deterioro, proponer los tratamientos para las fallas encontradas y las recomendaciones finales para extender la vida útil del pavimento evaluado.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1-01: Datos Generales del Contrato	12
Cuadro N° 1-02: Localidades de la Región Yunga	14
Cuadro N° 1-03: Localidades de la Región Quechua	14
Cuadro N° 1-04: Localidades de la Región Suni o Jalca	15
Cuadro N° 1-05: Localidades de la Región Puna	15
Cuadro N° 1-06: Temperaturas y Precipitaciones de las Regiones en la Vía en Estudio	17
Cuadro N° 1-07: Estado Inicial de la Vía	18
Cuadro N° 1-08: Estado Actual de la Vía	19
Cuadro N° 2-01: Resumen de resultados del PCI tramo i / Av. Alfonso Ugarte – Av. España y Av. Emancipac. Jr. Lampa	24
Cuadro N° 2-02: Resumen de resultados del PCI tramo km 0+000 – km 7+000	25
Cuadro N° 2-03: Resumen de resultados del PCI tramo km 7+000 – km 10+000	25
Cuadro N° 3-01: Categoría de Mantenimiento Sugerido Según Condición Actual de las Vías	31
Cuadro N° 3-02: Catálogo de Fallas Para el Método del PCI	32
Cuadro N° 3-03: Rangos de Calificación del PCI	33
Cuadro N° 3-04: Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas	35
Cuadro N° 3-05: Niveles de severidad en Huecos	54
Cuadro N° 4-01: Determinación del PCI en los tramos donde se encontraron fallas	63
Cuadro N° A3-01: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 74 + 200 – 74 + 300)	86
Cuadro N° A3-02: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 74 + 300 – 74 + 400)	87
Cuadro N° A3-03: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 74 + 400 – 74 + 500)	88
Cuadro N° A3-04: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 74 + 500 – 74 + 600)	89
Cuadro N° A3-05: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 76 + 400 – 76 + 500)	90
Cuadro N° A3-06: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 76 + 600 – 76 + 700)	91
Cuadro N° A3-07: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 77 + 700 – 77 + 800)	92
Cuadro N° A3-08: Tabla de Registro y Obtención del PCi (Tramo Km. 78 + 300 – 78 + 400)	93
Cuadro N° A3-09: Tabla de Registro y Obtención del PCi	

(Tramo Km. 78 + 400 – 78 + 500)	94
Cuadro N° A3-10: Resultado del PCI, para la evaluación de la carretera cada 100 ml	95

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1-01: Plano de Ubicación del Proyecto	13
Figura N° 1-02: Sección Típica del Tramo en Estudio	19
Figura N° 1-03: Actividades Ejecutadas Para el Cambio de Estándar	20
Figura N° 1-04: Preparación de Base Para la Aplicación del Slurry Seal	20
Figura N° 1-05: Aplicación del Slurry Seal	21
Figura N° 2-02: Gráfico PCI, Ruta 16A / Puente Pumahuasi – Huánuco	23
Figura N° 2-01: Gráfico PCI, Ruta 20 / Puente Ricardo Palma – La Oroya	24
Figura N° 3-01: Curvas del Deterioro del Pavimento através del Tiempo con o sin Mantenimiento Preventivo (MP)	26
Figura N° 3-02: Formato para toma de datos del PCI	34
Figura N° 3-03: Niveles de severidad en Falla por Piel de Cocodrilo	42
Figura N° 3-04: Niveles de severidad en Falla por Exudación	43
Figura N° 3-05: Niveles de severidad en Falla por Agrietamiento en Bloque	44
Figura N° 3-06: Niveles de severidad en Falla por Elevaciones y Hundimientos	45
Figura N° 3-07: Niveles de severidad en Falla por Corrugación	46
Figura N° 3-08: Niveles de severidad en Falla por Depresión	47
Figura N° 3-09: Niveles de severidad en Falla por Grieta de Borde	47
Figura N° 3-10: Niveles de severidad en Falla por Reflexión de Junta	49
Figura N° 3-11: Niveles de severidad en Falla por Desnivel Caril / Berma	49
Figura N° 3-12: Niveles de severidad en Falla por Grietas Longitudinales y Transversales	51
Figura N° 3-13: Niveles de severidad en Falla por Parcheo	52
Figura N° 3-14: Niveles de severidad en Falla por Pulimiento de Agregados	53
Figura N° 3-15: Niveles de severidad en Falla por Huecos	54
Figura N° 3-16: Niveles de severidad en Falla por cruce de Vía	54
Figura N° 3-17: Niveles de severidad en Falla por Ahuellamiento	55
Figura N° 3-18: Niveles de severidad en Falla por Desplazamiento	56
Figura N° 3-19: Niveles de severidad en Falla por Deslizamiento	57
Figura N° 3-20: Niveles de severidad en Falla por Hinchamiento	58
Figura N° 3-21: Niveles de severidad en Falla por Disgregación y Desintegración de Agregados	59
Figura N° 5-01: Gráfico del Índice de Condición del Pavimento a lo largo del Tramo de Estudio	64
Figura N° R-01: Panel fotográfico de la topografía de la zona de la carretera en estudio	68
Figura N° R-02: Panel fotográfico de la topografía de la zona de la carretera en estudio	69

Figura N° R-03: Panel fotográfico de drenaje inadecuado en el tramo de estudio	69
Figura A1-01: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 74 + 200 - 74 + 300)	71
Figura A1-02: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parqueo) (Progresiva 74 + 200 - 74 + 300)	71
Figura A1-03: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 74 + 300 - 74 + 400)	71
Figura A1-04: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parqueo); (Progresiva 74 + 300 - 74 + 400)	72
Figura A1-05: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 74 + 400 - 74 + 500)	72
Figura A1-06: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parqueo) (Progresiva 74 + 400 - 74 + 500)	72
Figura A1-07: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 74 + 500 - 74 + 600)	73
Figura A1-08: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 76 + 400 - 76 + 500)	73
Figura A1-09: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde) (Progresiva 76 + 600 - 76 + 700)	73
Figura A1-10: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 01 (Piel de Cocodrilo) (Progresiva 77 + 700 - 77 + 800)	74
Figura A1-11: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 15 (Ahuellamiento) (Progresiva 78 + 300 - 78 + 500)	74
Figura A1-12: Fotografía de Inspección de Campo	74
Figura A1-13: Fotografía de Inspección de Campo	75
Figura N° A2-01: Curva de Valor Deducido por Falla de Piel de Cocodrilo	76
Figura N° A2-02: Curva de Valor Deducido por Falla de Exudación	76
Figura N° A2-03: Curva de Valor Deducido por Falla de Agrietamiento en Bloque	77
Figura N° A2-04: Curva de Valor Deducido por Falla de Elevaciones y Hundimientos	77
Figura N° A2-05: Curva de Valor Deducido por Falla de Corrugación	78
Figura N° A2-06: Curva de Valor Deducido por Falla de Depresión	78
Figura N° A2-07: Curva de Valor Deducido por Falla de Grieta de Borde	79
Figura N° A2-08: Curva de Valor Deducido por Falla de Reflexión de Junta	79
Figura N° A2-09: Curva de Valor Deducido por Falla de Desnivel Carril / Berma	80
Figura N° A2-10: Curva de Valor Deducido por Falla de Grietas Longitudinales y Transversales	80

Figura N° A2-11: Curva de Valor Deducido por Falla de Parcheo	81
Figura N° A2-12: Curva de Valor Deducido por Falla de Pulimiento de Agregados	81
Figura N° A2-13: Curva de Valor Deducido por Falla de Huecos	82
Figura N° A2-14: Curva de Valor Deducido por Falla de Cruce de Vias	82
Figura N° A2-15: Curva de Valor Deducido por Falla de Ahuallamiento	83
Figura N° A2-16: Curva de Valor Deducido por Falla de Desplazamiento	83
Figura N° A2-17: Curva de Valor Deducido por Falla de Deslizamiento	84
Figura N° A2-18: Curva de Valor Deducido por Falla de Hinchamiento	84
Figura N° A2-19: Curva de Valor Deducido por Falla de Disgregación y Desintegración de Agregados	85
Figura N° A2-20: Curva de Valor deducido Corregido	85

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia se basa en el empleo de un método sencillo y práctico para la evaluación superficial de pavimentos; el cual consiste en la observación de fallas en una vía para la determinación de un valor numérico denominado Índice de Condición del Pavimento (PCI). De acuerdo a lo estipulado en el método, las fallas encontradas deben ser identificadas, catalogadas y cuantificadas, de tal manera que se obtenga la condición del pavimento en un determinado espacio y tiempo. Del deterioro prematuro de esta vía se pueden especular las posibles causas y plantear las posibles soluciones basándonos en la observación de los agentes causantes del mismo, cuantificar los daños ocasionados, estimar presupuestos de mantenimiento y rehabilitación estableciendo prioridades de acuerdo a la severidad de las fallas presentes.

Es así, que El objetivo general del presente trabajo será determinar las condiciones superficiales del pavimento por el Método del PCI de la Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca, del Km. 74+000 al Km. 79+000, identificando y cuantificando las posibles causas de su condición actual, a través de la interpretación y correlación de los parámetros obtenidos. Además de lo citado, se han planteado objetivos específicos tales como: la evaluación superficial del tramo asignado considerando el catálogo de fallas del método, la calificación y cuantificación del deterioro de la carretera hallando el valor del PCI y el cálculo de los metrados y costos de los trabajos necesarios para la conservación y extensión de su vida útil.

CAPITULO I

GENERALIDADES

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La Carretera “Cañete – Yauyos – Chupaca” fue proyectada y ejecutada por etapas a lo largo de su historia. Durante el Gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre los años 1920 - 1930 se dio inicio con la construcción de esta vía, aprobada mediante la ley de Conscripción Vial Territorial del Perú, impulsando la construcción y reparación de carreteras, ley que fue promulgada por el entonces Ministerio de Fomento.

Entre los años 1940 - 1944 durante el Gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, se avanzan con los trabajos en la zona de la Costa, desde Cañete hasta Yauyos, siendo inaugurada por el presidente en Junio de 1944, quedando postergado los trabajos de Yauyos a Huancayo.

Entre los años 1956 - 1957, se concluyó con el trazo de la carretera, integrando la región costa y sierra, construcción que fue ejecutada por los pobladores de la zona de Alis por la necesidad comercial en esa época.

En 1958 se realizó trabajos de mantenimiento y conservación de la vía por las empresas Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial y posteriormente por el estado peruano.

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 Lunahuana - 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 Pre inversión a Nivel de Perfil del corredor vial n°13, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 245.15 km de longitud.

Posteriormente en 2007 por Resolución Ministerial N° 408 -2007-MTC/02 se creó el Programa “Proyecto Perú” bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL. Proyecto Perú es un programa de Infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformado por ejes de desarrollo sostenido con el fin de mejorar el nivel de competitividad de las zonas rurales, red vial nacional, departamental y vecinal; dicho programa se caracteriza por contratos que se controlan por niveles de servicio y plazos mayores o iguales a los 3 años.

Con fecha 17 de Diciembre 2007 se firma el contrato con el CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS, por los Servicios de Conservación Vial de 281.73 Km de la Carretera Cañete - Lunahuana – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del tramo Zúñiga. Dv. Yauyos – Ronchas por un periodo de 5 años. En los Términos de Referencia señalan que se debe dar una Solución Básica a aplicar sobre la superficie actual de la vía, previamente conformada, no se deben realizar cambios en la geometría ni trazo de la vía existente.

CUADRO N° 1-01: DATOS GENERALES DEL CONTRATO

Carretera	Cañete – Yauyos - Chupaca
Longitud Total del Tramo	272.73 Km.
Contrato de Servicios	N° 288-2007-MTC/20
Contratista-Conservador	Consortio Gestión de Carreteras (ICCGSA, Corporación Mayo S.A.C., Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L.
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

Cuadro N° 1-01: Datos generales de contrato “Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca”
Fuente: Elaboración Propia

Con fecha 01 de febrero del 2008 se inicia el servicio de la vía y los trabajos de conservación vial durante los meses de abril, mayo y junio de 2008.

La carretera actualmente se encuentra operativa y se están ejecutando trabajos de rehabilitación y mantenimiento, este contexto, el desarrollo de la Evaluación Superficial de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo toma importancia, con el propósito de medir, evaluar y tomar acciones preventivas y/o correctivas para

mantener las condiciones propuestas de transitabilidad de la vía en todo su recorrido.

1.2. UBICACIÓN

El tramo Cañete – Yauyos - Chupaca, pertenece a la Red Vial Nacional, con código de ruta R22 de 272.73 Km. de longitud, con origen en Cañete (Km. 001+085) y destino en Chupaca (Km. 273+581), siendo nuestra área de evaluación el tramo correspondiente entre las progresivas (Km. 74+000 al Km. 79+000).

La carretera limita por el Norte con los cuadrángulos de Huarocharí y La Oroya, por el Este con los cuadrángulos de Andamarca y Pampas, por el Sur con los cuadrángulos de Tantará y Chíncha y por el Oeste con el cuadrángulo de Mala.

Políticamente el tramo une las provincias de Cañete, Yauyos (Departamento de Lima) y Chupaca, Concepción (Departamento de Junín).

FIGURA N° 1-01: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

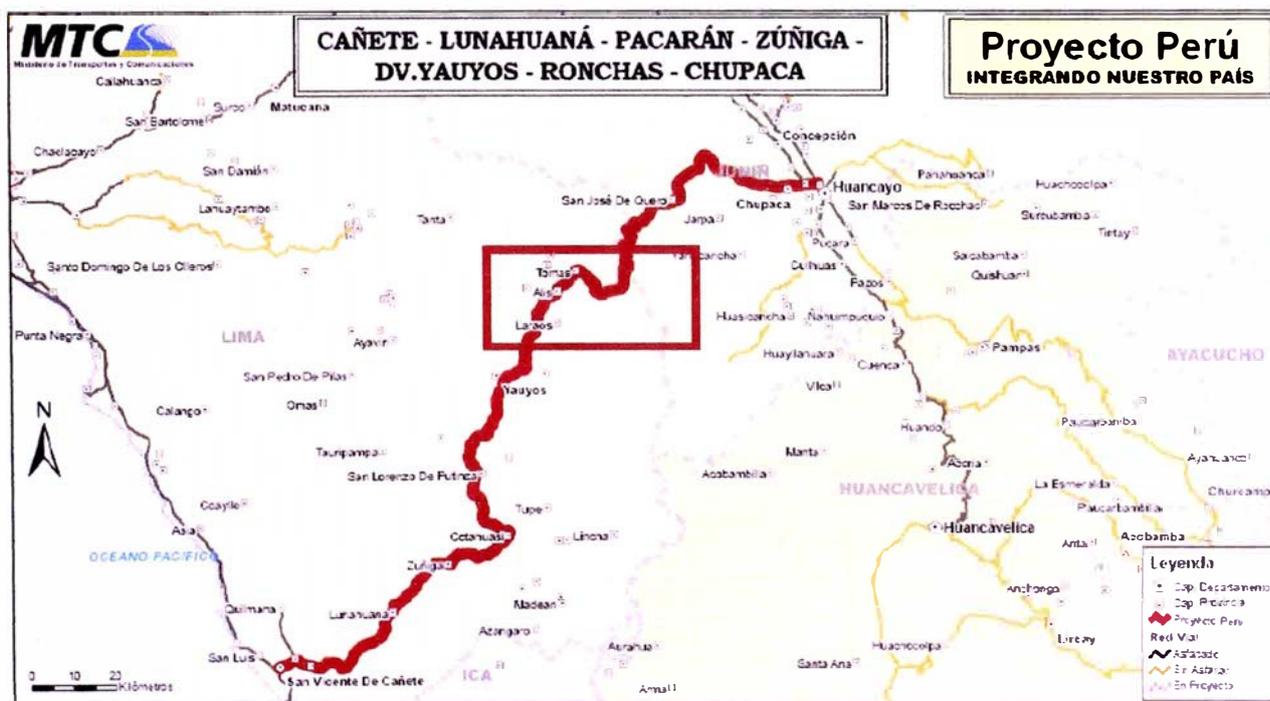


Figura N° 1-01: Plano de ubicación del proyecto
Fuente: Proyecto Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

1.3. CLIMA Y TOPOGRAFIA

El valle de Cañete es estrecho y de forma triangular, siendo más amplia en el límite con la región Chala o Costa y el vértice por el lugar donde ingresa generalmente uno de los afluentes principales del río; en este sector se encuentran terrazas que son empleadas para el cultivo. Una especie de quebrada se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocallosas, resacas y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura, por falta de agua.; estas características corresponden a la región **Yunga** (500 m.s.n.m. - 2300 m.s.n.m.)

CUADRO N° 1-02: LOCALIDADES DE LA REGIÓN YUNGA

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Progresiva (Km.)
Zúñiga	821	56+600
Catahuasi	1206	77+000
Capillucas	1581	94+640
Calachota	1740	105+040
Dv. Yauyos o Magdalena	2289	127+000

Cuadro N°1-02: Localidades de la Región Yunga
Fuente: Elaboración Propia

La vía continúa por la región **Quechua** (2300 m.s.n.m. – 3500 m.s.n.m.), donde por lo general luego de una estrecha garganta o pongo, se abre una nueva quebrada cuyos fondos planos son relativamente estrechos y son inmediatamente continuados por las faldas de los cerros de suave declive, interrumpidas por lomas. Entre loma y loma quedan pequeñas hondonadas, en cuyos fondos corren pequeños arroyos o nacen los puquiales. Sus aguas provienen de las filtraciones de las lluvias o de remotas lagunas de las regiones superiores.

CUADRO N° 1-03: LOCALIDADES DE LA REGIÓN QUECHUA

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Progresiva (Km.)
Tinco Huantan	2640	140+360
Llapay	2950	154+300
Alis	3261	163+100
Ronchas	3358	255+185

Cuadro N° 1-03: Localidades de la Región Quechua
Fuente: Elaboración Propia

Se continúa ascendiendo llegando a la región **Suni o Jalca** (3500 m.s.n.m. a 4000 m.s.n.m.), donde el escenario cambia a bruscas ascensiones de acantilados y cerros. En este sector normalmente no se encuentran valles, mas por el contrario se tienen quebradas estrechas que abren cañones muy profundos, erosionando las rocas vivas, de modo que al recorrer esta región por el fondo de las quebradas, a orillas del río, el horizonte perceptible se cierra en circuitos pequeños que dan la sensación de un lugar amurallado.

CUADRO N° 1-04: LOCALIDADES DE LA REGIÓN SUNI O JALCA

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Progresiva (Km.)
Tomas	3566	171+090
San José de Quero (al otro lado de la cordillera)	3908	229+300
Chaquicocha (al otro lado de la cordillera)	3650	239+600
Collpa (al otro lado de la cordillera)	3508	246+200

Cuadro N° 1-04: Localidades de la Región Suni o Jalca
Fuente: Elaboración Propia

La carretera atraviesa también la región **Puna**, que comprende alturas entre los 4000 m.s.n.m. y 4800 m.s.n.m. Esta región aparece a ambos lados del declive andino, separando cumbres nevadas entre sí, reuniendo las cumbres, de menos de 4800 metros para formar nudos y mesetas, y agrietando las cordilleras para dar paso a las abras. Se considera a la Puna como una gran llanura elevada o altiplano; sin embargo esta región ofrece muy variados relieves en relación con su ubicación. Las localidades que corresponden a esta región se presentan en el Cuadro N° 05.

CUADRO N° 1-05: LOCALIDADES DE LA REGIÓN PUNA

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Progresiva (Km.)
Tinco Yauricocha	4040	181+680
Abra Chaucha	4751	193+510
Abra Negro Bueno	4666	211+320

Cuadro N° 1-05: Localidades de la Región Puna
Fuente: Elaboración Propia

El patrón hidrográfico que constituye la zona de estudio se halla constituido por dos cuencas principales: la Cuenca del río Cunas y la Cuenca del río Cañete.

La cuenca del río Cunas, comprende aproximadamente los últimos 52 Km. del trazo, siendo su divisoria de aguas respecto a la cuenca del río Cañete, representado por los caseríos tales como: Laguna Cunacocha, Millpo, Pishapampa y Gentilmacha; toda esta red de drenaje se ha entallado sobre rocas calizas; este río Cunas, cambia de nombre al pasar por Chupaca, cambiando su nombre por río Chupaca.

En la parte alta de la cuenca, no existen explotaciones mineras, por lo cual, la contaminación por residuos mineros es casi nula y las aguas son claras y libres de minerales pesados.

En lo que respecta a la cuenca del río Cañete, es la más larga, comprende aproximadamente 155 Km.; se halla integrada por los tributarios principales, tales como: el río Alis, río Yauyos, río Huangascar y numerosas quebradas. Este río, se halla contaminado tanto por el aporte directo de aguas servidas de la mayoría de los poblados aledaños a la red hidrográfica del río Cañete y por vertimiento de residuos mineros de algunas compañías mineras que se hallan en la cuenca alta del río.

Las precipitaciones pluviométricas entre Lunahuaná y Yauyos se encuentran entre 100 a 150 mm anuales.

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

Yunga Marítima: El tramo en estudio pertenece a esta región, la cual se caracteriza por presentar sol dominante durante casi todo el año con noches frescas a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

Quechua: El clima es templado con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. 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: El clima es frío debido a la elevación ya los vientos locales. El aire es transparente y las nubes se presentan en grandes cúmulos aborregados, simulando nítidas y caprichosas esculturas, muy blancas y brillantes.

Puna: 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.

En el Cuadro N° 06 se presentan las temperaturas y las precipitaciones promedio anuales de las regiones por donde pasa la carretera en estudio.

CUADRO N° 1-06: TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES DE LAS REGIONES EN LA VÍA EN ESTUDIO

Región Natural	Rango de Temperaturas (°C)	Rango de Temperaturas Máx. (°C)	Rango de Temperaturas Mín. (°C)	Observaciones
Yunga Marítima	20 a 27	-	-	Precipitación promedio de 100 y 150 mm por año.
Quechua	11 a 16	22 a 29	7 a -4	Precipitaciones durante los meses de diciembre a marzo.
Suni o Jalca	7 a 10	> 20	-1 a -16	Precipitación promedio de 800 mm por año.
Puna	0 a 7	15 a 22	-9 a -25	Precipitación promedio de 200 - 1000 mm por año

Cuadro N° 1-06: Temperatura y Precipitaciones de las Regiones Naturales
Fuente: Elaboración Propia

1.4. TRAMO EVALUADO KM 74 + 000 AL KM 79 + 000

En el tramo de estudio se tiene una capa superior de 30 cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de una arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO como A-1-b(0) y A-1-a(0); la forma de los agregados gruesos es sub-angular, su matriz de color marrón claro es de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Bajo él 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 sub-angular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6".

En este sector se tiene áreas de cultivo a ambos lados de la vía, encontrándose en su gran mayoría sobre la plataforma vial.

Antes del inicio de las actividades del Contratista - Conservador, la vía materia de estudio se encontraba a nivel de afirmado en mal estado de conservación.

En el Cuadro N° 07 se presentan las condiciones de la vía antes de la intervención del Contratista - Conservador.

CUADRO N° 1-07: ESTADO INICIAL DE LA VÍA

Tramo	Vía	Tipo de Superficie de rodadura	Longitud (Km.)
Cañete-Lunahuana	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.95
Lunahuana-Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.91
Pacarán-Zuñiga	Afirmada	Afirmado	3.74
Zuñiga-Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	70.40
Dv. Yauyos-Roncha	Afirmada	Afirmado	128.19
Roncha-Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.54
Total			271.73

Cuadro N° 1-07: Estado inicial de la Vía de Estudio
Fuente: Elaboración Propia

A la fecha, en parte de ella se vienen efectuando actividades de conservación rutinaria cumpliendo su compromiso contractual, mejorándose por tanto la serviciabilidad, salvo por el sector comprendido entre Zúñiga (Km. 56+600) y Capillucas (Km. 94+640), donde se ha apreciado un acelerado deterioro de esta capa, por el intenso tráfico ocasionado por las labores de construcción del proyecto hidroeléctrico El Platanal.

En el Cuadro N° 08 se presentan las condiciones de la vía después de la intervención del Contratista - Conservador.

CUADRO N° 1-08: ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

Tramo	Vía	Tipo de Superficie de rodadura	Longitud (Km.)
Cañete - Lunahuaná	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.95
Lunahuaná-Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.91
Pacarán - Catahuasi	Afirmada	Slurry Seal	3.74
Catahuasi - Dv. Yauyos	Afirmada	Monocapa	70.40
Dv. Yauyos - Tinco Alis - Roncha	Afirmada	Monocapa (33 Km.) - Afirmado (95.185 Km.)	128.19
Roncha-Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.54
Total			271.73

Cuadro N° 1-08: Estado Actual de la Vía de Estudio
 Fuente: Elaboración Propia

La estructura del pavimento correspondiente al tramo de estudio se aprecia en el Gráfico N° 04; es así que para conformar dicha estructura se procedió a cambiar el estándar de afirmado a una solución básica manteniendo intacta la geometría de la vía.

FIGURA N° 1-02: SECCIÓN TÍPICA DEL TRAMO EN ESTUDIO

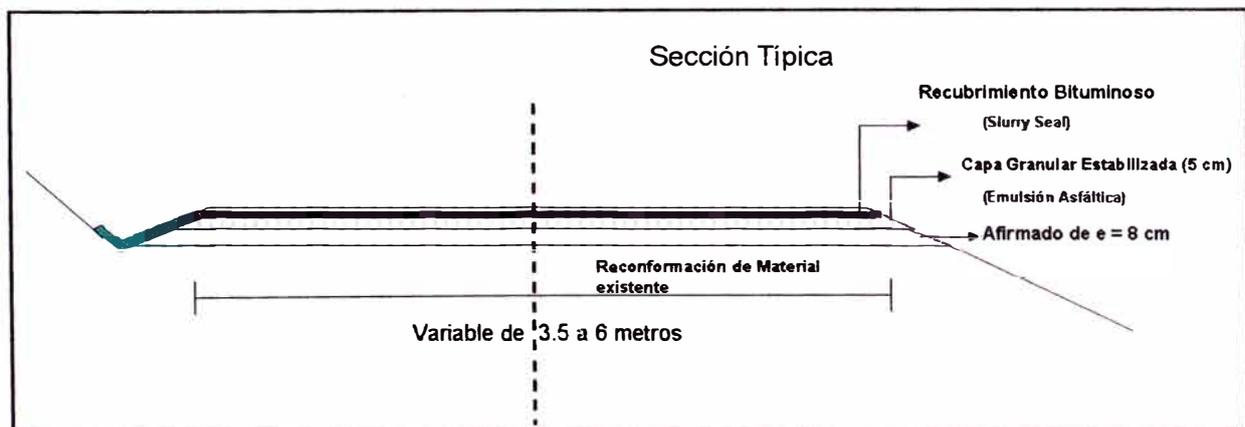


Figura N° 1-02: Sección Típica del Tramo de Estudio
 Fuente: Curso de titulación / Diapositivas de clase; 2009

Para el cambio de estándar de afirmado a Solución Básica se estabilizó la base con emulsión asfáltica, Luego de conformada la base se procedió a la aplicación del mortero asfáltico (Slurry Seal). A continuación se muestra una secuencia fotográfica de la aplicación del recubrimiento bituminoso en la vía.

FIGURA N° 1-03: ACTIVIDADES EJECUTADAS PARA EL CAMBIO DE ESTÁNDAR



Figura N° 1-03: Actividades ejecutadas para el cambio de estandar
Fuente: Curso de titulación / Diapositivas de clase; 2009

FIGURA N° 1-04: PREPARACIÓN DE BASE PARA LA APLICACIÓN DEL SLURRY SEAL

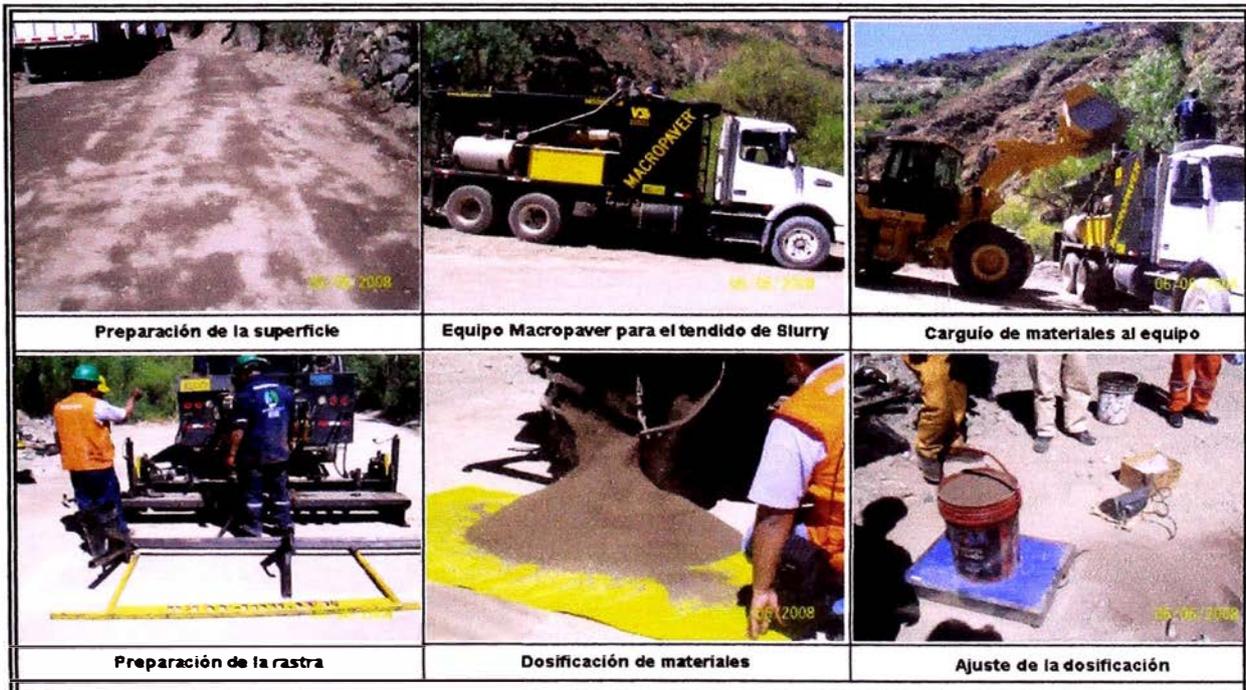


Figura N° 1-04: Preparación de Base para la Aplicación del Slurry Seal
Fuente: Curso de titulación / Diapositivas de clase; 2009

Figura N° 1-05: Aplicación del Slurry Seal



Figura N° 1-05: Aplicaciones del Slurry Seal
Fuente: Curso de titulación / Diapositivas de clase; 2009

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1. ANTECEDENTES

Este método de evaluación de pavimentos se desarrollo entre los años 1974 a 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EE UU. Este estudio fue 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 Pavement Condition Index – **PCI**.

En el año 1978 el método P.C.I. fue publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos (USACE) en el Reporte Técnico M-268, para realizar el monitoreo y evaluación de pavimentos en aeropuertos y posteriormente ampliado para carreteras, vías urbanas y estacionamientos tomando como base la experiencia adquirida en función a datos tomados en campo e información proporcionada por los ingenieros especialistas de USACE, 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 cuál 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.

El objetivo principal para el desarrollo de este método era conseguir un calificador numérico para la condición del pavimento a lo largo de su vida útil de

diseño y así poder cuantificar su estado tomando como referencia el pavimento base.

2.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI

En el Perú para la evaluación superficial de los pavimentos se empleó por muchos años un método propio del MTC denominado CONREVIAL, el cual tiene la limitación de no llegar a un indicador final de la condición global del pavimento como sí lo tiene el Método del PCI. Para el cálculo del PCI se emplea una metodología tradicional de seleccionar muestras de ensayo y efectuar un recorrido de campo para la toma de datos. A continuación se mencionará algunos proyectos donde se aplicó la metodología del PCI:

Ejemplo 01: Aplicación en Estudios de Ingeniería para la puesta a punto y programas de mantenimiento del Eje Multimodal IIRSA Amazonas Centro efectuado en el año 2006, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

FIGURA N° 2-01: GRAFICO PCI, RUTA 20 / PUENTE RICARDO PALMA – LA OROYA

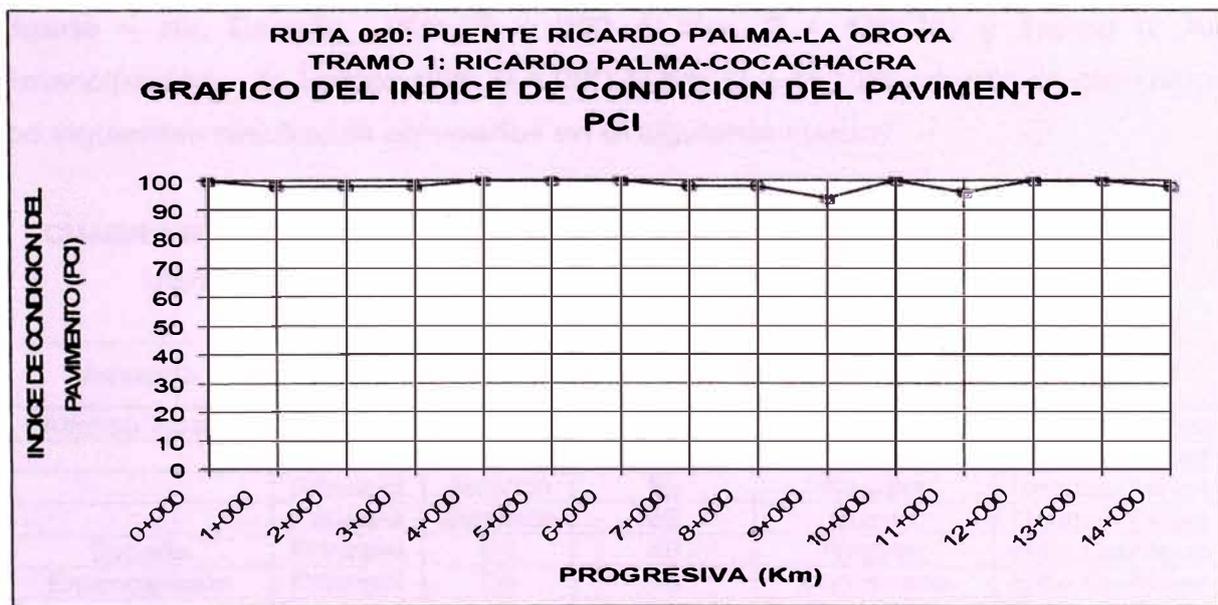


Figura N° 2-01: Grafico PCI, Ruta 20 / Puente Ricardo Palma – La Oroya
Fuente: Google, 2009

FIGURA N° 2-02: GRAFICO PCI, RUTA 16A / HUANCAYO – PUENTE PUMAHUASI

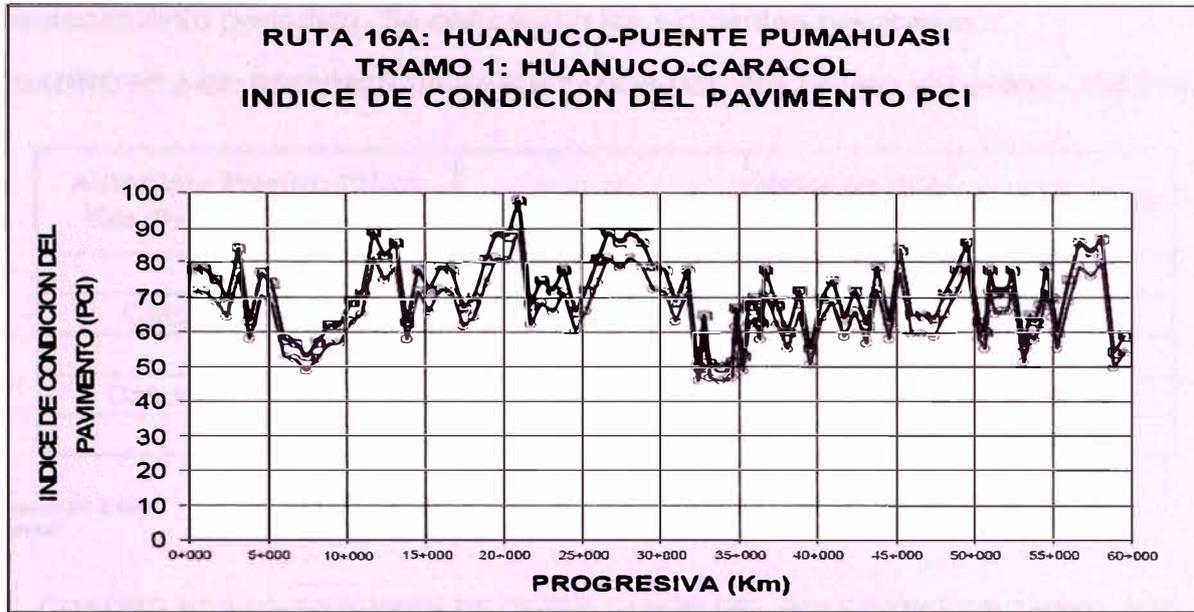


Figura N° 2-02: Grafico PCI, Ruta 16A / Puente Pumahuasi – Huánuco
Fuente: Google, 2009

Ejemplo 02: Aplicación en Estudios Complementarios de Ingeniería del Corredor Centro – Cosac I y Elaboración del Expediente Técnico Tramo I: Av. Alfonso Ugarte – Av. España (Km. 0 + 000 Al Km. 2 + 152.26) y Tramo II: Av. Emancipación – Jr. Lampa (Km. 0 + 000 Al Km. 2 + 152.26); donde se obtuvieron los siguientes resultados agrupados en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2-01: RESUMEN DE RESULTADOS DEL PCI TRAMO I / Av. ALFONSO UGARTE – AV ESPAÑA y TRAMO Av. EMANCIPACIÓN – Jr. LAMPA

Avenida	Pista	Carril	PCI	Condición del Pavimento	Consultor
Alfonso Ugarte	Principal	derecho	84	Muy Bueno	Elifio Quiñónez
	Principal	izquierdo	88	Excelente	Elifio Quiñónez
	Principal	derecho	55	Regular	Getinsa-Taryet
	Principal	izquierdo	62	Bueno	Getinsa-Taryet
España	Principal	D/I	49	Regular	Elifio Quiñónez
Emancipación	Principal	D/I	76	Muy Bueno	Elifio Quiñónez
	Principal	D/I	98	Excelente	Getinsa-Taryet
Lampa	Principal	D/I	76	Muy Bueno	Elifio Quiñónez
	Principal	D/I	94	Excelente	Getinsa-Taryet

Cuadro N° 2-01: Resumen de resultados del PCI tramo i / Av. Alfonso Ugarte – Av. España y Av. Emancipac. Jr. Lampa
Fuente: Google, 2009

Ejemplo 03: Evaluación de la autopista Ramiro Priale (km 00+000 – km 10+000) con fines de elaboración de expediente técnico para trabajos de mantenimiento periódico. Se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO N° 2-02: RESUMEN DE RESULTADOS DEL PCI TRAMO KM 0+000 – KM 7+000

Autopista Ramiro Priale Km 0+000 - km 7+000	Carriles	Valor de PCI de Carril	Clasificación
Calzada Izquierda	Carril Izquierdo	42	Regular
	Carril Derecho	45	Regular
Calzada de Derecha	Carril Izquierdo	63	Bueno
	Carril Derecho	29	Pobre

Cuadro N° 2-02: Resumen de resultados del PCI tramo km 0+000 – km 7+0000
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CUADRO N° 2-03: RESUMEN DE RESULTADOS DEL PCI TRAMO KM 7+000 – KM 10+000

Autopista Ramiro Priale Km 7+000 - km 10+000	Carriles	Valor de PCI de Carril	Clasificación
Calzada Izquierda	Carril Izquierdo	93	Excelente
	Carril Derecho	89	Excelente
Calzada de Derecha	Carril Izquierdo	97	Excelente
	Carril Derecho	91	Excelente

Cuadro N° 2-03: Resumen de resultados del PCI tramo km 7+000 – km 10+0000
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO:

3.1. EVALUACIÓN SUPERFICIAL 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 el Gráfico N° 09 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.

FIGURA N° 3-01: CURVAS DEL DETERIORO DEL PAVIMENTO A TRAVÉS DEL TIEMPO CON O SIN MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)

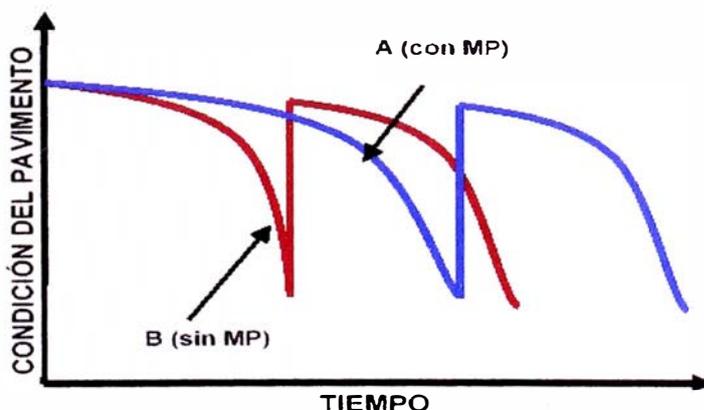


Figura N° 3-01:
Fuente:

Categoría de mantenimiento sugerido según condición actual de las vías
Curso de titulación / Diapositivas de clase; 2009

3.1.1. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS

La evaluación superficial busca obtener información valiosa para tomar decisiones acertadas antes de que el pavimento sufra daños, que con el paso del tiempo resulten irreversibles y necesite de alternativas de solución muy costosas que quizás tarden mucho tiempo en llegar. Es por eso, que la evaluación oportuna del pavimento permitirá a las autoridades competentes establecer acciones de prevención basadas en el análisis de la información potencial brindada. Para tal fin se deberán alcanzar los siguientes objetivos en dicha evaluación:

- ✓ Verificar si el desempeño o la función esperada está siendo alcanzada.
- ✓ Obtener información para el planeamiento de mantenimiento y/o restauración.
- ✓ Obtener información para mejorar la tecnología de proyecto de mantenimiento y/o construcción.
- ✓ Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.)
- ✓ Evaluar la buena calidad de rodaje y seguridad operacional de los vehículos, bajo cualquier condición meteorológica.
- ✓ Reducir los costos de mantenimiento.
- ✓ Formar programas de banco de datos de confiabilidad para llegar a costos de mantenimiento preventivo.

3.1.2 CAUSAS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, dentro de las cuáles se puede citar a las siguientes:

- 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.
- 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.

- **Deficiencias de Proyecto:** Diseños inadecuados y una mala valoración de la sub-rasante. 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. No consideración del factor ambiental.
- **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.
- **Deficiente Mantenimiento:** Técnicas inadecuadas o por falta de mantenimiento y conservación.

3.1.3. 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.

CUADRO N° 3-01: CATEGORÍA DE MANTENIMIENTO SUGERIDO SEGÚN CONDICIÓN ACTUAL DE LAS VÍAS

Condición Actual	Descripción	Categoría de Mantenimiento
Excelente	Pavimento en condición muy buena. Circulación muy confortable; 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.

Condición Actual	Descripción	Categoría de Mantenimiento
Regular	<p>Pavimento en condiciones dudosa o regular.</p> <p>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 acciones de mantenimiento correctivo frecuentes o intensivos y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.</p>	<p>Mantenimiento Intensivo.</p> <p>Para mantener el nivel de serviciabilidad.</p> <p>Candidato para mantenimiento intensivo mayor - Candidato para rehabilitación en 5 años.</p> <p>Este nivel comprende tres tipos de acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condición dudosa mantenimiento intensivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Recapado delgado con elementos de control de fisuras reflejas.
Mala	<p>Pavimento en condición deficiente.</p> <p>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 a 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.</p> <p>Candidato para rehabilitación con Reconstrucción, a fin de preservar el mantenimiento de la seguridad y los niveles mínimos de serviciabilidad.</p> <p>Rehabilitar según la intensidad de uso, inmediatamente o dentro de un periodo de tres años.</p>

Cuadro N° 3-01: Categoría de mantenimiento sugerido según condición actual de las vías
Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

3.2. INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

El deterioro de la estructura de 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 Índice de Condición del Pavimento (PCI), se basa en un catálogo de fallas compuesto por 19 tipos diferentes de fallas, que puede establecer mejores valores de evaluación. Las recomendaciones del PCI indican que luego del reconocimiento de la carretera a evaluar se determine un sector representativo del cual se elegirá 100 m, el mismo que será exhaustivamente evaluado para determinar sus fallas y densidad. En este caso el método registra el tipo de falla y el área afectada.

CUADRO N° 3-02: CATÁLOGO DE FALLAS PARA EL MÉTODO DEL PCI

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UND.
1	Grieta piel de cocodrilo	m2
2	Exudación de asfalto	m2
3	Grietas de contracción (bloque)	m2
4	Elevaciones - Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m2
6	Depresiones	m2
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel de calzada - berna	m
10	Grietas longitudinal y transversal	m
11	Baches y zanjas reparadas	m2
12	Agregados pulidos	m2
13	Huecos	N°
14	Cruce de rieles*	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Deformación por empuje	m2
17	Grietas de deslizamiento	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Disgregación y desintegración	m2

Cuadro N° 3-02: Catálogo de fallas para el Método del PCI
Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones / Norma ASTM 6433-03

El comportamiento de la estructura mediante evaluación continua del PCI, a lo largo del tiempo, se evalúa mediante la ecuación:

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

Donde el grado de deterioro o valor de deducción de un pavimento es función del tipo de falla encontrada (T), la severidad que esta falla presenta (S) y del área que ocupa en la superficie evaluada (D) expresado en porcentaje.

Una evaluación puede presentar “i” tipos de falla de “j” grado de severidad. De estas fallas podrán presentarse un total de “p” número de fallas en el pavimento analizado. Las fallas pueden presentar magnitud leve, moderada o severa y para ello “mi” será el grado de severidad para la falla “i”. Finalmente “F” corresponde a un factor de ajuste, en función a las fallas representativas que aportan a la degradación del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

CUADRO N° 3-03: RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

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

Cuadro N° 3-03: Rangos de Calificación del PCI
Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones / Norma ASTM 6433-03

3.3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La Figura siguiente ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. La figura es ilustrativa y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

FIGURA N° 3-02: FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS DEL PCI

FORMATO DE METRADO						
VÍA:		CÓDIGO:				
FECHA:		UNIDAD N°:				
HECHO POR:		ÁREA DE LA MUESTRA:				
TIPOS DE FALLAS						
1 Grieta Piel de Cocodrillo	m2	11 Baches y zanjas reparadas	m2			
2 Exudación de Asfalto	m2	12 Agregados pulidos	m2			
3 Grietas de Contracción	m2	13 Huecos	N°			
4 Elevaciones - Hundimientos	m	14 Acceso a puentes	m2			
5 Corrugaciones	m2	15 Ahuellamiento	m2			
6 Depresiones	m2	16 Deformación por empuje	m2			
7 Grietas de Borde	m	17 Grietas de deslizamiento	m2			
8 Grietas de Reflexión de Juntas	m	18 Hinchamiento	m2			
9 Desnivel de calzada - hombrillo	m	19 Disgregación y Desintegración	m2			
10 Grietas longitudinales y transversales	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
TOTAL	BAJA (L)					
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					
CÁLCULO DEL PCI						
	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)		

Figura N° 3-02: Formato para toma de datos del PCI
Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

3.3.1 UNIDADES DE MUESTREO:

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: a. 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 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

CUADRO N° 3-04: LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de Calzada	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (maximo)	31.5

Cuadro N° 3-04: Longitudes de Unidades de Muestreo Asfáltico
Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

3.3.2 DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN:

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 Ecuación 1, la cual produce un estimado del $\text{PCI} \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

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 ($e = 5\%$)

δ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (δ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

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

3.3.3 SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN:

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:

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

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

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)

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

3.3.4 SELECCIÓN DE 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.

3.3.5 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN:

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- ✓ **Equipo.**
 - Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
 - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
 - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

- ✓ **Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños.

Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

- ✓ El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

3.4 CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

3.4.1. Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

- ✓ Totalizar cada tipo y nivel de severidad de daño se registra en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- ✓ Se divide la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y se expresa el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- ✓ Se determina el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- ✓ 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.

- ✓ Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- ✓ Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3.}$$

Donde:

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

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

- ✓ 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.

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

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- ✓ Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- ✓ Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- ✓ Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- ✓ 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.
- ✓ 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.

3.4.2. CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO.

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

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

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \text{ Ecuación 4.}$$

Donde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

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

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

3.5 MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE DE ASFALTICO

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

1. 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.



Figura N° 3-03: Niveles de severidad en Falla de Piel de Cocodrilo
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

2. EXUDACIÓN.

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.



Figura N° 3-04: Niveles de severidad en Falla por Exudación
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

3. AGRIETAMIENTO 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.



Figura N° 3-05: Niveles de severidad en Falla por Agrietamiento en Bloque
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

4. ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS).

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.



Figura N° 3-06: Niveles de severidad en Falla por Elevaciones y Hundimientos
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

5. CORRUGACIÓN.

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.

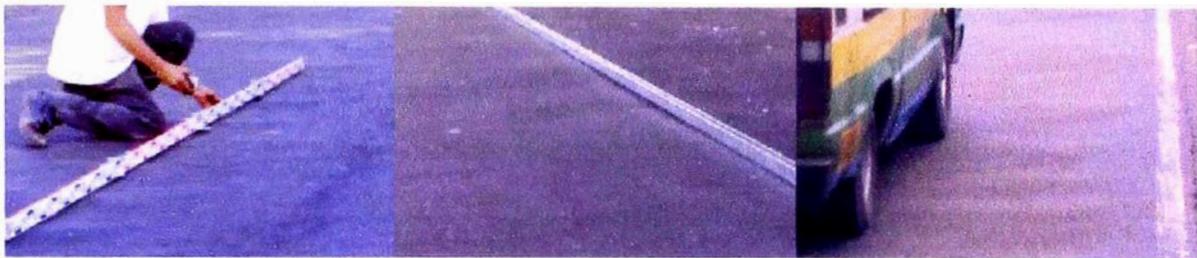


Figura N° 3-07: Niveles de severidad en Falla por Corrugacion
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

6. DEPRESIÓN.

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.



Figura N° 3-08: Niveles de severidad en Falla por Depresión
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

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.



Figura N° 3-09: Niveles de severidad en Falla por Grieta de Borde
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA

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).



Figura N° 3-10: Niveles de severidad en Falla por Reflexión de Junta
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA.

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.

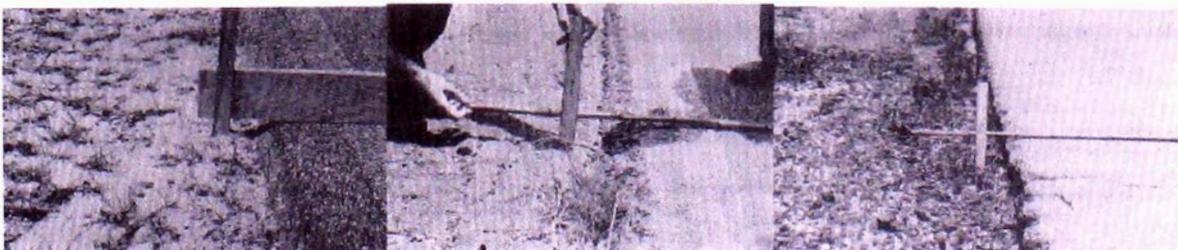


Figura N° 3-11: Niveles de severidad en Falla por Desnivel Carril / Berma
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

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.



Figura N° 3-12: Niveles de severidad en Falla por Grietas Longitudinales y Transversales
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

11. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

Descripción: Un parche es un área de pavimento la cual ha sido reemplazada 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.



Figura N° 3-13: Niveles de severidad en Falla por Parcheo
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida.

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² 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).

12. PULIMENTO DE AGREGADOS.

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.



Figura N° 3-14: Niveles de severidad en Falla por Pulimiento de Agregados
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

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 13.1. Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) 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.

CUADRO N° 3-05: NIVELES DE SEVERIDAD PARA HUECOS

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

Cuadro N° 3-05: Niveles de severidad en Huecos
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones



Figura N° 3-15: Niveles de severidad en Falla por Huecos
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.

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.

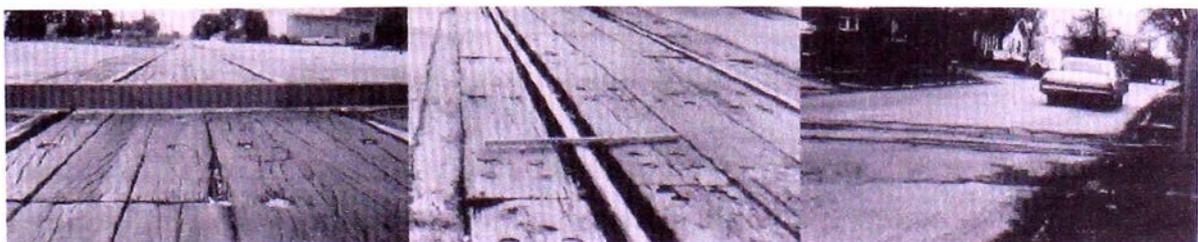


Figura N° 3-16: Niveles de severidad en Falla por cruce de via
Fuente: Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

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 el 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.



Figura N° 3-17:
Fuente:

Niveles de severidad en Falla por Ahuellamiento
Bozz-Allen & Hamilton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

16. DESPLAZAMIENTO.

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.



Figura N° 3-18: Niveles de severidad en Falla por Desplazamiento
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

17. GRIETAS POR DESLIZAMIENTO

Descripción: Las grietas 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.



Figura N° 3-19: Niveles de severidad en Falla por Deslizamiento
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

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.

18. HINCHAMIENTO.

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 3.0 m. 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.



Figura N° 3-20: Niveles de severidad en Falla por hinchamiento
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

19. DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN DE AGREGADOS.

Descripción: La disgregación y desintegración de agregados 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.



Figura N° 3-21: Niveles de severidad en Falla por Disgregación y Desintegración de Agregados
Fuente: Bozz-Allen & Hamillton, manual de identific, clasific y tratamiento de fallas en pavimentos, 1999

Medida

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

CAPITULO IV

APLICACIÓN TRAMO

KM 74 + 000 – KM 79 + 000

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN TRAMO KM 74+000 – KM 79+000

4.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI

El día 03 de octubre de 2009 se realizó la inspección visual de la carretera en el tramo comprendido entre los Km. 74 + 000 al Km. 79 + 000. El recorrido se inició a las 10:00 horas en grupos de dos personas para facilitar las tareas de toma de datos, determinación de severidades, mediciones y registros fotográficos.

La primera sección evaluada fue entre las progresivas 74 + 000 – 75 + 000, continuando en forma ascendente hasta la progresiva 79 + 000 donde se completaron las cinco secciones del tramo. Posteriormente en gabinete se realizó el cálculo de los metrados, densidades, lectura de curvas para encontrar los valores deducidos de las fallas y el cálculo del PCI para las secciones.

4.2. DETERMINACIÓN DEL PCI

A continuación se muestra el procedimiento para la determinación del PCI para un área de muestreo ($L=100\text{ml}$) de carretera, esto deberá repetirse para todas las áreas de muestreo del presente estudio.

1. Cuantificar en m^2 el área muestreada, para el presente estudio se tomo áreas representativas de $\text{Área} = 420.0 \text{ m}^2$, que hace el equivalente de $\text{Long} = 100 \text{ ml}$ de longitud de tramo de carretera.
2. Identificar el tipo de falla: # (del 1 al 19) y severidad (L, M, H), cuantificarla de acuerdo a su unidad de medición, anotar en la planilla de campo y luego por cada tipo de fallas anotar el acumulado de acuerdo a la severidad.

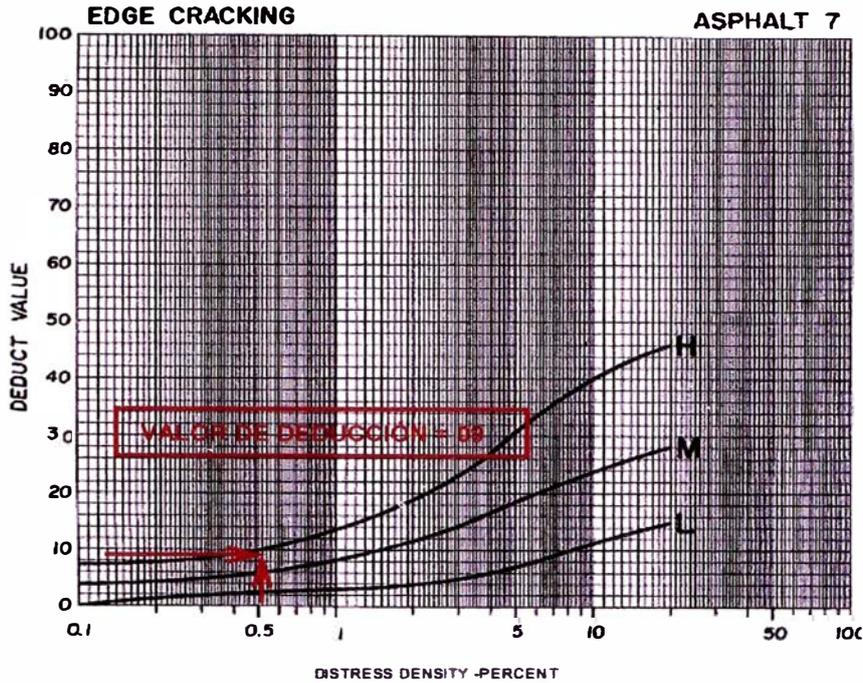


		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
		1.8 H	0.2 L				
T O T A L	BAJA (L)		0.2				
	MEDIA (M)						
	ALTA (H)	1.8					

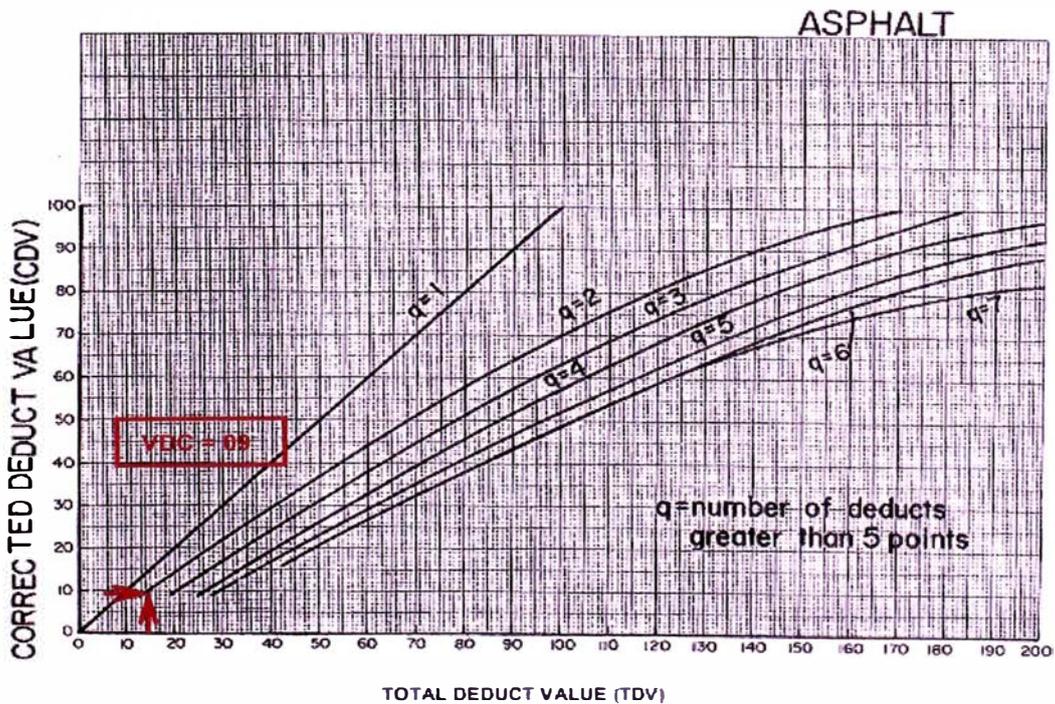
3. Para el cálculo del PCI, encontrar para cada tipo de falla y severidad respectiva la DENSIDAD, que significa el % que representa respecto al área muestreada, sin tomar en cuenta la unidad.

CÁLCULO DEL PCI				PCI = 100 - VDC <hr/> 91 <hr/> CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <hr/> EXCELENTE <hr/>
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	
7	0.43	H	9.00	
11	0.05	L	0.00	
CÁLCULO DE LA DENSIDAD				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			9	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			9	

4. Con la densidad de cada tipo de falla y de acuerdo a su severidad encontrar el Valor de Deducción utilizando las curvas Densidad vs Valor de Deducción y anotar el valor de deducción en la planilla de campo, para luego sumar los valores parciales de deducción.



5. Con el valor de deducción encontrado y computando cuantos valores de deducción son mayores a " 2 ", de la gráfica "curvas de deducción para Superficies Asfálticas" se obtiene el Valor de Deducción Corregido (VDC).



6. El PCI = 100- VDC... Para el ejemplo: PCI (tramo propuesto) = 100 – 9 = 91

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN LOS TRAMOS DONDE SE ENCONTRARON FALLAS { Pavimentos Flexibles } (ASTM D 6433)

PROGRESIVA		AREA	TIPO DE FALLA					DENSIDAD	VD (USAR CURVA)	VDT (\pm VD)	VDC (USAR CURVA)	PCI (100 - VDC)	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
			Severidad	Piel de cocodrilo	Grieta de borde	Parqueo	Ahuellamiento							
Del Km	Al Km	m ²		1	7	11	15							
74+200	74+300	420	L			1.1		0.3%	0	8	8	92	EXCELENTE	
			M		4.8			1.1%	8					
			H											
74+300	74+400	420	L			0.2		0.0%	0	9	9	91	EXCELENTE	
			M						9					
			H		1.8			0.4%	9					
74+400	74+500	420	L			0.1		0.0%	0	8	8	92	EXCELENTE	
			M						8					
			H		1.4			0.3%	8					
74+500	74+600	420	L							9	9	91	EXCELENTE	
			M						9					
			H		1.8			0.4%	9					
76+400	76+500	420	L							9	9	91	EXCELENTE	
			M		5.7			1.4%	9					
			H											
76+600	76+700	420	L							9	9	91	EXCELENTE	
			M		4.6			1.1%	9					
			H											
77+700	77+800	420	L							62	62	38	POBRE	
			M											
			H	42.0				10.0%	62					
78+300	78+400	420	L							14	14	14	86	EXCELENTE
			M			2.5		0.6%	14					
			H											
78+400	78+500	420	L							16	16	16	84	MUY BUENO
			M			3.2		0.8%	16					
			H											

Cuadro N° 4-01: Procedimiento para la obtención del Índice de condición del Pavimento (PCI)
Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

CAPITULO V: ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI

Luego del cálculo del PCI se realizó el gráfico siguiente para expresar dichos valores a lo largo del tramo de carretera en estudio.

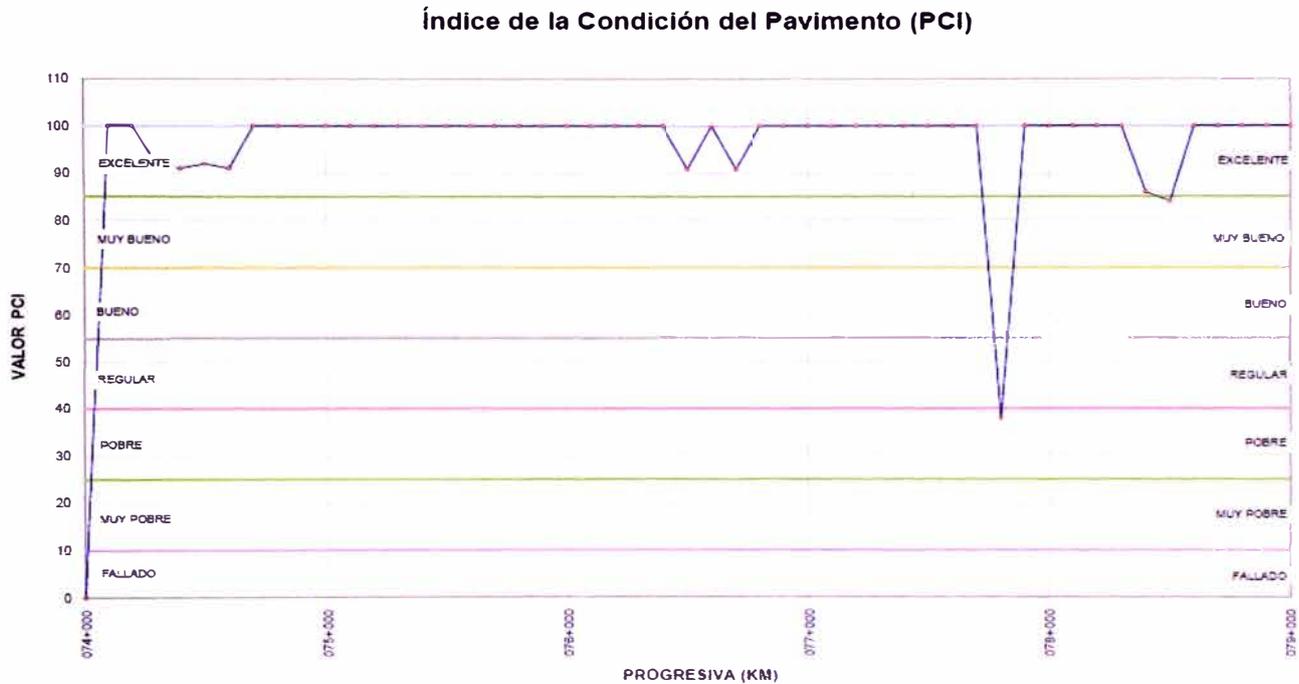


Figura N° 40: Grafico del Índice de Condición del Pavimento a lo Largo del Tramo de Estudio
Fuente: Elaboración Propia

Del grafico obtenido, se puede indicar lo siguiente:

1. Las fallas mas representativas en la evaluación del tramo de estudio fueron las siguientes: Piel de Cocodrilo (Severo), Grieta de Borde (moderado), Parcheo (leve) y Ahuellamiento (leve).
2. Los valores del PCI a lo largo del tramo de estudio tienen una condición de pavimento calificado como EXCELENTE, esto debido a que la carretera tiene muy poco tiempo de puesta en servicio posterior al mejoramiento superficial.
3. En parte del tramo de la carretera correspondiente al km. 77 + 000, se muestra un deterioro considerable (piel de cocodrilo), esto debido a que la zona donde ocurrió la falla se encuentra en curva y esto origina que la tracción de las llantas de los vehículos dañen con mayor celeridad el pavimento.

4. Las fallas tipo grietas de borde presentes a lo largo del tramo de estudio son originados producto de la no existencia de bermas laterales en la carretera, el desnivel entre la calzada y el terreno adyacente origina la aparición de fisuras de borde por el paso de los vehículos.
5. En algunos sectores de la carretera se encontró que ya se están realizando trabajos de mantenimiento en la vía, es por ello que se muestra en la toma de datos Parcheos que fueron producto de la reparación de la carpeta asfáltica, estas fallas fueron originados por el desprendimiento de partículas de roca que al contacto con las llantas de los vehículos generan fallas tipo hueco, ocasionando así un deterioro prematuro de la carretera.

CONCLUSIONES

1. La metodología empleada para la evaluación superficial de una carretera en general es muy completa y práctica, de fácil entendimiento y aplicación. Refleja resultados relevantes y alerta para tomar acciones preventivas y/o correctivas para evitar el deterioro prematuro de una carretera.
2. El estado del pavimento a lo largo del km. 74+000 al km. 79+000 en estudio es calificado como "EXCELENTE" según la escala de valoración del PCI.
3. El motivo principal del poco deterioro del tramo de la carretera en estudio es debido a su poco tiempo de puesta en servicio así como también el poco tráfico de vehículos en la zona.
4. El tratamiento superficial aplicado (Slurry Seal) es relativamente nuevo y su comportamiento está respondiendo a las expectativas de diseño; sin embargo esta carretera no cumple con las condiciones generales de diseño de una carretera convencional, esto a futuro puede provocar deterioros considerables en sectores localizados de la vía.
5. El mantenimiento que se brinde a la toda la carretera será indispensable ya que esto incrementará el tiempo de servicio de la vía.
6. La evaluación superficial continua de la carretera determinará la curva de Condición del Pavimento y nos indicará el tiempo óptimo para intervenir en un pavimento con un mantenimiento preventivo económico y no correctivo costoso.
7. El intervalo de intervención de cada evaluación superficial de una carretera dependerá de los siguientes factores:
 - ✓ Tipo de diseño de la carretera de estudio.
 - ✓ Condiciones reales del tráfico vehicular.
 - ✓ Crecimiento poblacional de la zona.
 - ✓ Geografía de la zona.
 - ✓ Condiciones Ambientales.

8. De acuerdo a la investigación realizada se puede precisar que el acumulado de los costos efectivos en mantenimiento preventivo en una carretera a lo largo de su vida útil es menor que el costo total de un mantenimiento y/o mejoramiento de una carretera cuando esta se encuentra en malas condiciones.

RECOMENDACIONES

1. Se requiere realizar evaluaciones periódicas de las condiciones de la vía a lo largo de su vida útil para poder garantizar en el tiempo la serviciabilidad de la carretera en estudio, identificar los factores que influyen el comportamiento de las fallas de esta y que son los responsables directos del deterioro de la misma.
2. La carretera presenta una topografía con pendientes de ladera pronunciada, esto origina el desprendimiento de roca continuamente, se requiere que en las zonas mas críticas se realice un mantenimiento de vía continuo para garantizar el no deterioro prematuro de la vía, de la misma forma en las zonas de la rivera del río que fluye adyacentemente en gran parte del tramo de estudio, se debería incluir en el presupuesto de mantenimiento de vía la estabilización de los taludes que se muestran como por ejemplo en el grafico siguiente.



Figura N° R-01: Panel fotografico de la topografía de la zona de la carretera en estudio
Fuente: Elaboración Propia

3. En sectores localizados de la carretera en estudio se necesita como prioridad obras de drenaje superficial, esto para prevenir que en temporadas de lluvias el agua dañe estructuralmente el pavimento.



Figura N° R-02: Panel fotografico de la topografía de la zona de la carretera en estudio
Fuente: Elaboración Propia

4. Las obras de drenaje existente en el tramo de la carretera en estudio no garantizan un drenaje adecuado en las temporadas de lluvias ya que visualmente se observa que estas no cumplen con los estándares mínimos de diseño, estas deberían ser corregidas para que puedan cumplir su función.



Figura N° R-03: Panel fotografico de drenaje inadecuado en el tramo de estudio
Fuente: Elaboración Propia

BIBLIOGRAFÍA

- Cupe Cure, Dennis Ronald; *Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del Km. 58 + 200 al Km. 58 + 500. Diseño de Pavimento*; Informe de Suficiencia, UNI-FIC, Lima, Perú, 2008.
- Gutiérrez Lazares, José Wilfredo; *Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú*; Tesis de Maestría, UNI-FIC, Lima, Perú, 2007.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Norma ASTM 6433 – 03; Lima, Perú, 2004.
- Vásquez Varela, Luis Ricardo; *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto*; Manual del PCI, Manizales, Colombia, 2002.
- Zariquey Núñez Carlos Eugenio; *Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo, km 165 +900 al 166 + 200. Plan de Conservación Vial*; Informe de Suficiencia; UNI FIC, Lima, Perú, 2009.

ANEXOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 02: CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS

ANEXO 03: REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

ANEXO 01

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO DE LAS FALLAS ENCONTRADAS EN EL TRAMO DE ESTUDIO.



FIGURA A1-01: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por la no existencia de bermas laterales ya que el desnivel de la calzada con el terreno adyacente provocan que al paso de los vehículos falle la estructura. (Progresiva 74 + 200 - 74 + 300)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-02: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parcheo); reparación resiente de la carpeta asfáltica, reemplazando así el pavimento deteriorado. (Progresiva 74 + 200 - 74 + 300)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-03: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por la no existencia de bermas laterales ya que el desnivel de la calzada con el terreno adyacente provocan que al paso de los vehículos falle la estructura. (Progresiva 74 + 300 - 74 + 400)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-04: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parcheo); reparación resiente de la carpeta asfáltica, reemplazando así el pavimento deteriorado. (Progresiva 74 + 300 - 74 + 400)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-05: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por la no existencia de bermas laterales ya que el desnivel de la calzada con el terreno adyacente provocan que al paso de los vehículos falle la estructura. (Progresiva 74 + 400 - 74 + 500)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-06: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 11 (Parcheo); reparación resiente de la carpeta asfáltica, reemplazando así el pavimento deteriorado. (Progresiva 74 + 400 - 74 + 500)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-07: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por la no existencia de bermas laterales ya que el desnivel de la calzada con el terreno adyacente provocan que al paso de los vehículos falle la estructura. (Progresiva 74 + 500 - 74 + 600)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009

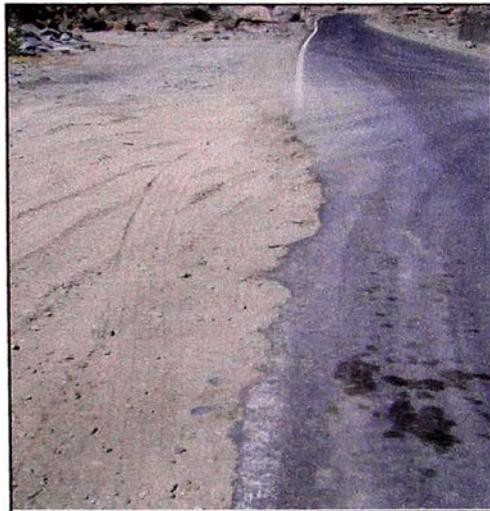


FIGURA A1-08: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por el tráfico de vehículos que transitan perpendicularmente a la vía (Progresiva 76 + 400 - 76 + 500)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-09: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 07 (Grieta de Borde); originado por el tráfico de vehículos que transitan perpendicularmente a la vía (Progresiva 76 + 600 - 76 + 700)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009



FIGURA A1-10: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 01 (Piel de Cocodrilo severo); originado por la sobrecarga puntual sobre el pavimento y la presencia de humedad en la zona.
(Progresiva 77 + 700 - 77 + 800)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009

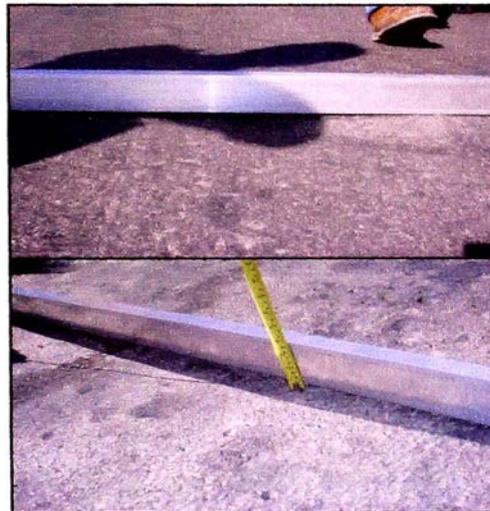


FIGURA A1-11: Fotografía de Inspección de Campo / Falla 15 (Ahuellamiento); originado por la sobrecarga longitudinal en la carretera.
(Progresiva 78 + 300 - 78 + 500)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009

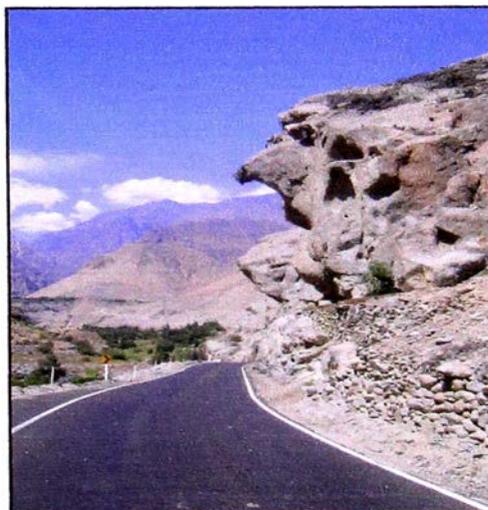


FIGURA A1-12: Fotografía de Inspección de Campo / Se observa los pronunciados taludes a lo largo de la vía, donde el desprendimiento de pequeñas partículas nos alertan de posibles fallas que pueden causar al pavimento.
(A lo largo de la tramo en estudio)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009

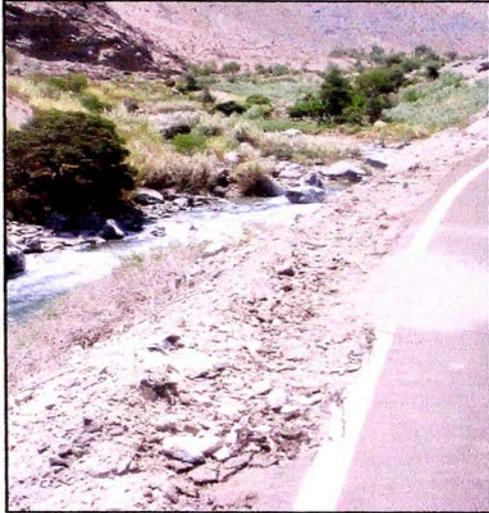


FIGURA A1-13: Fotografía de Inspección de Campo / Se observa los pronunciados taludes a lo largo de la vía hacia el río CAÑETE, donde el desprendimiento del material estabilizador nos alerta de posibles fallas que pueden causar al pavimento.
(A lo largo de la tramo en estudio)

Fuente: Reporte de Supervisión, Titulación UNI, 2009

ANEXO 02

CURVAS DE VALORES DE DEDUCCIÓN

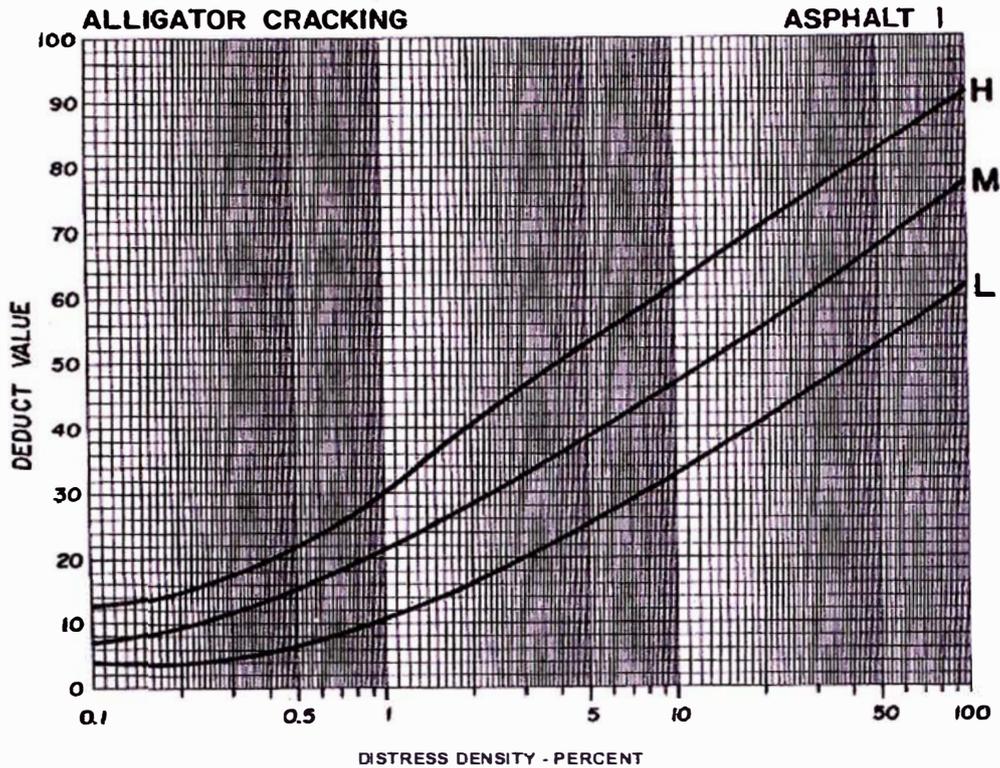


Figura N° A2-01: Curva de Valor Deducido por Falla de Piel de Cocodrilo
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

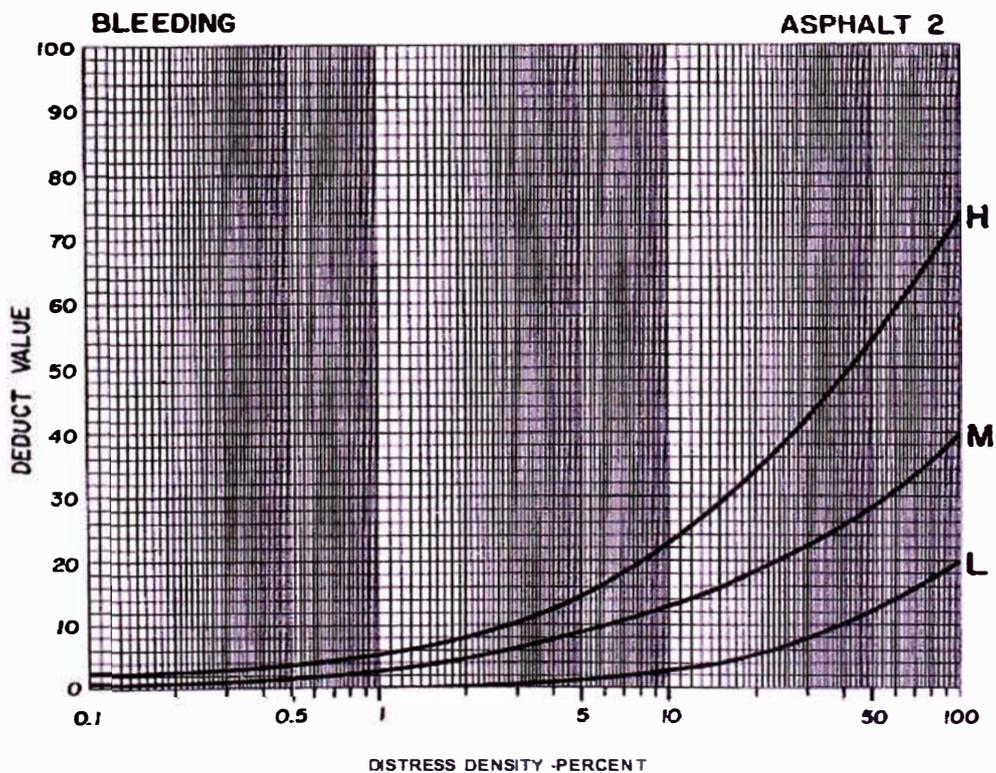


Figura N° A2-02: Curva de Valor Deducido por Falla de Exudación
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

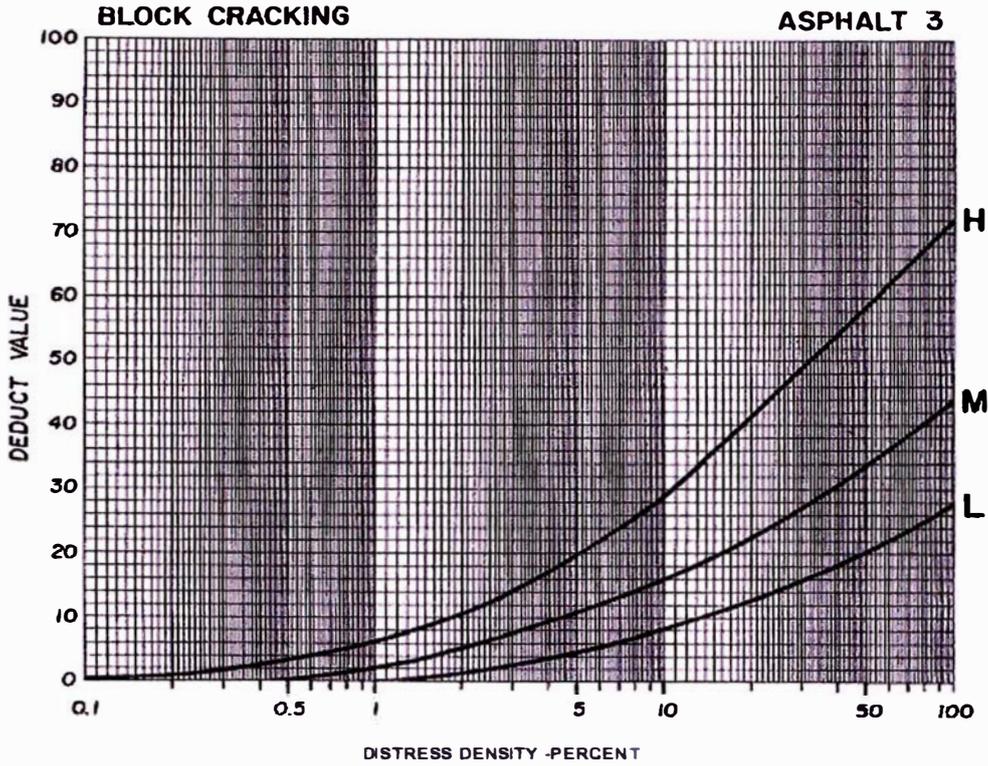


Figura N° A2-03: Curva de Valor Deducido por Falla de Agrietamiento en Bloque
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

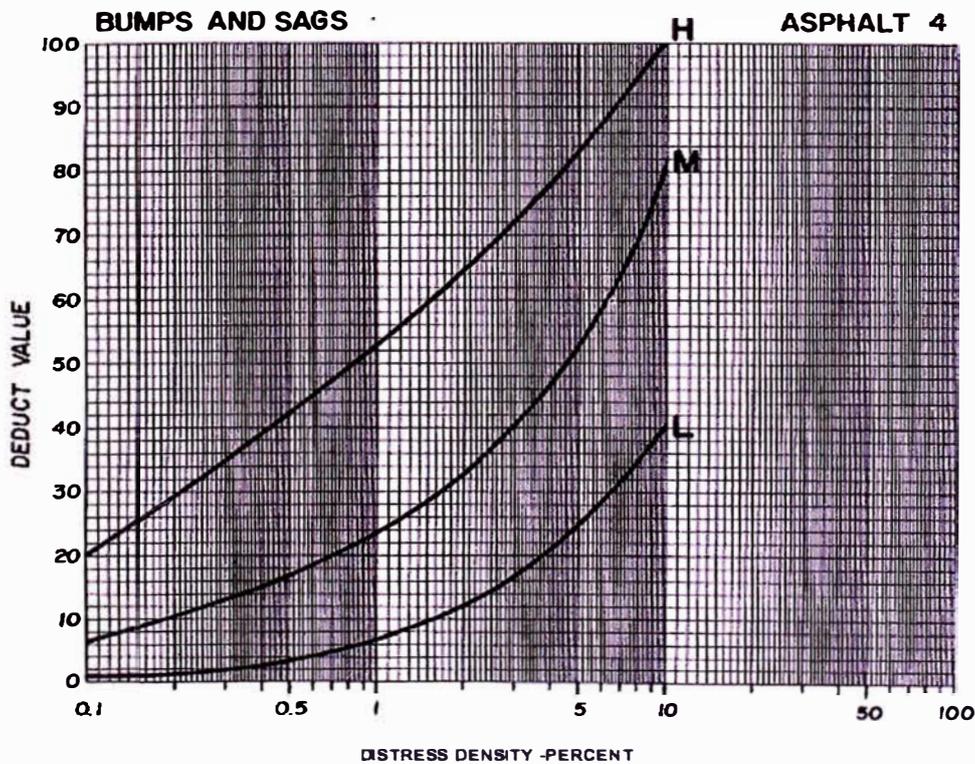


Figura N° A2-04: Curva de Valor Deducido por Falla de Elevaciones y Hundimientos
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

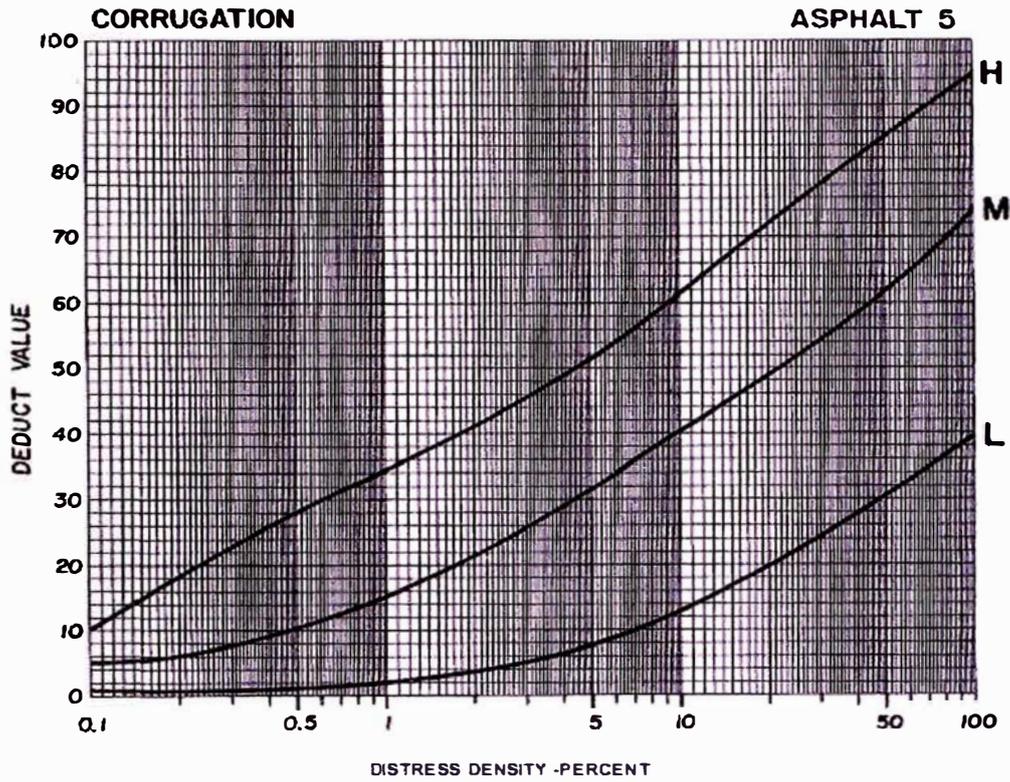


Figura N° A2-05: Curva de Valor Deducido por Falla de Corrugación
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

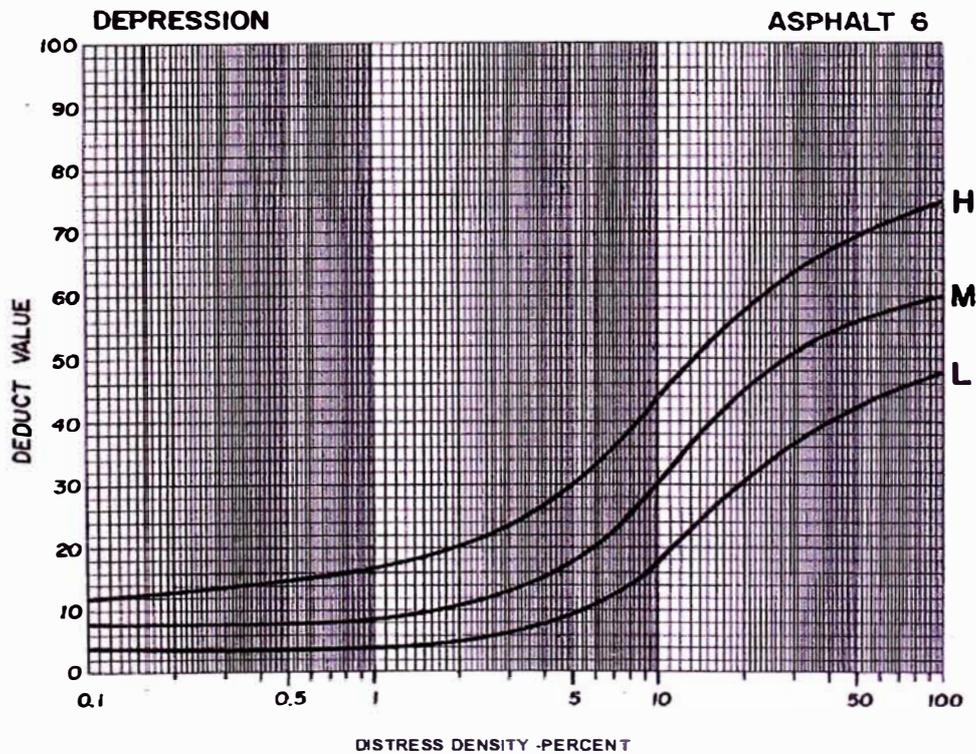


Figura N° A2-06: Curva de Valor Deducido por Falla de Depresión
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

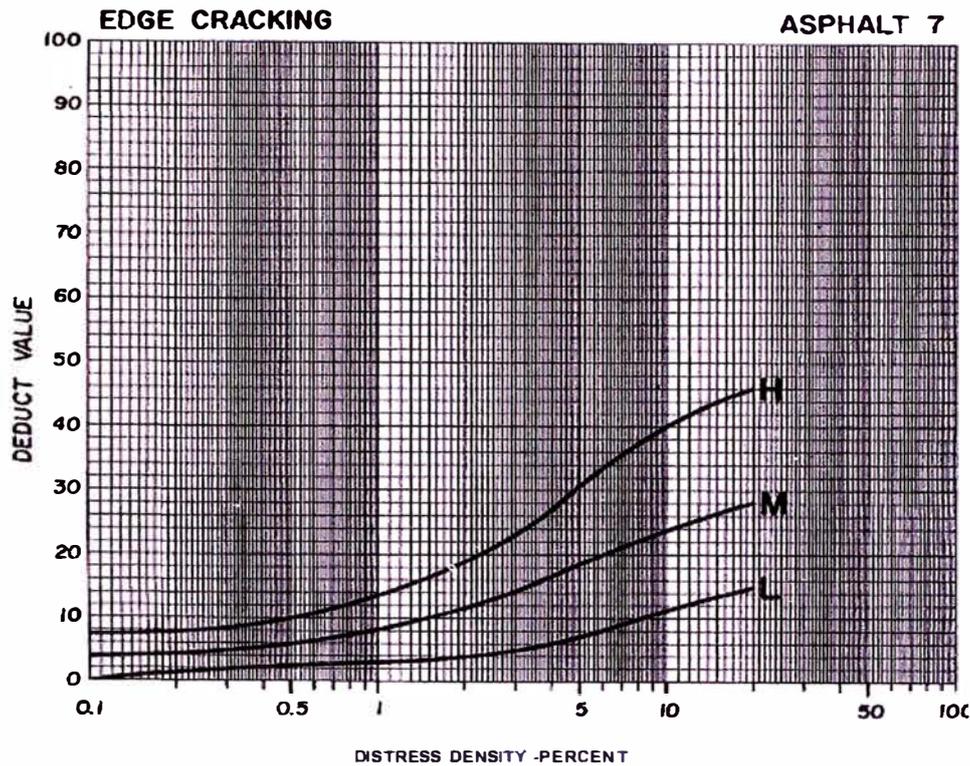


Figura N° A2-07: Curva de Valor Deducido por Falla de Grieta de Borde
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

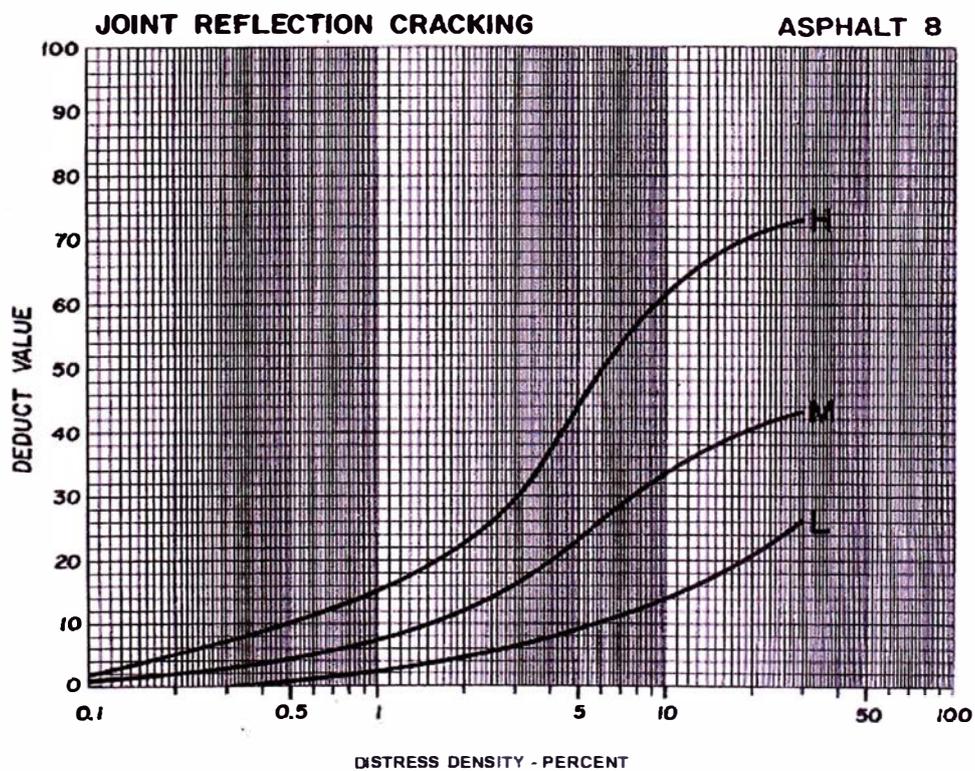


Figura N° A2-08: Curva de Valor Deducido por Falla de Reflexión de Junta
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

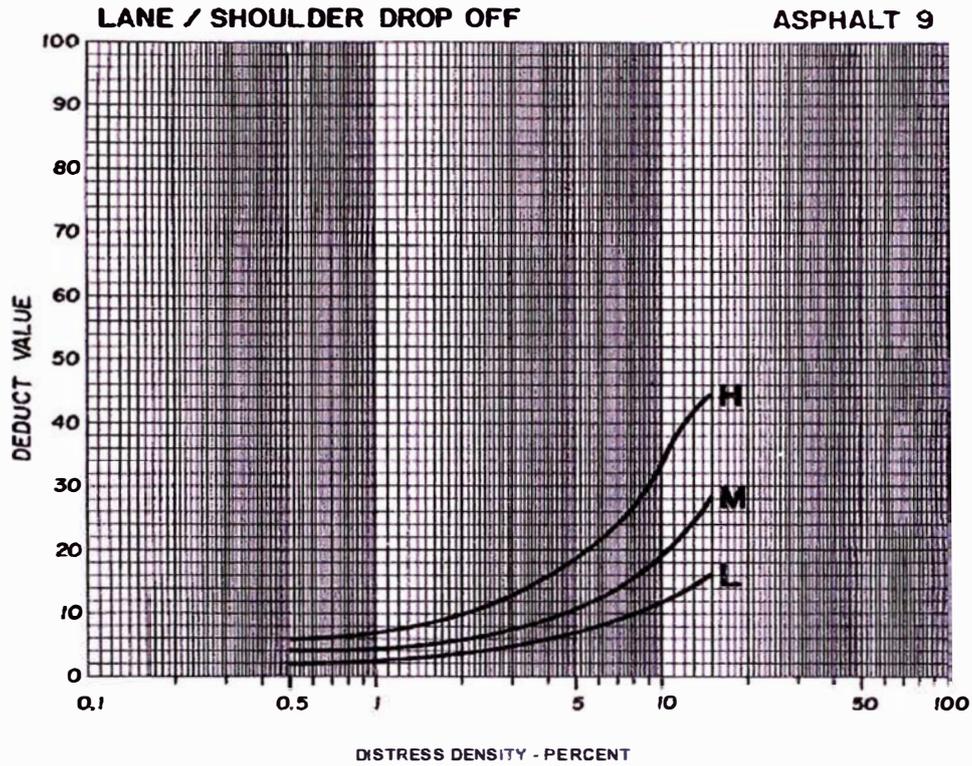


Figura N° A2-09: Curva de Valor Deducido por Falla de Desnivel Carril / Berma
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

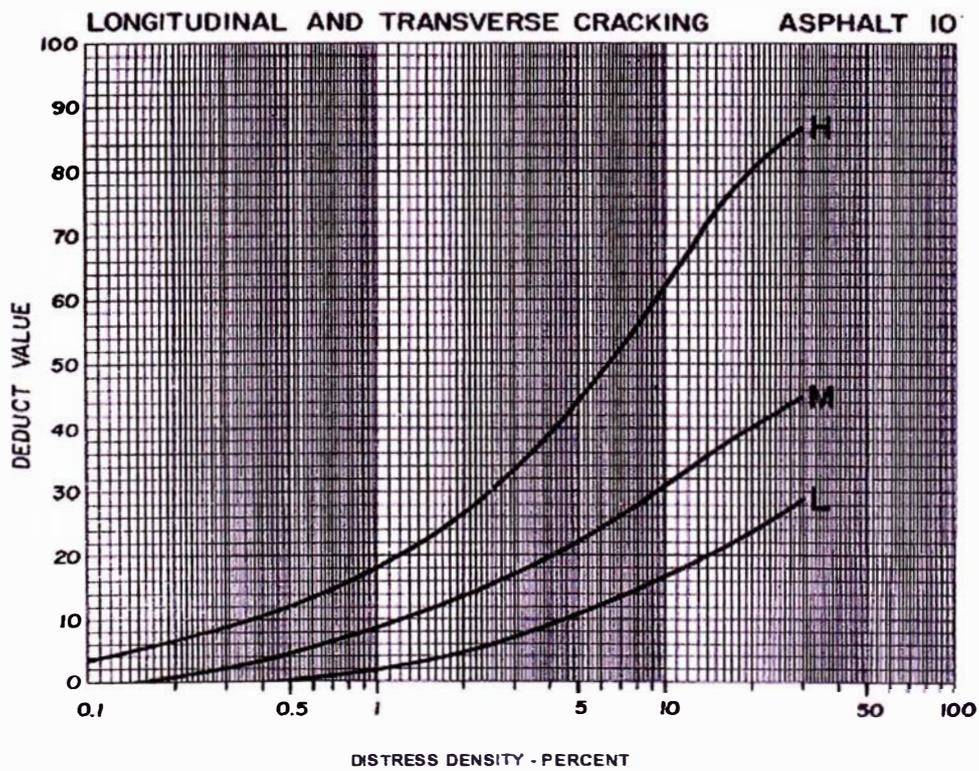


Figura N° A2-10: Curva de Valor Deducido por Falla de Grietas Longitudinales y Transversales
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

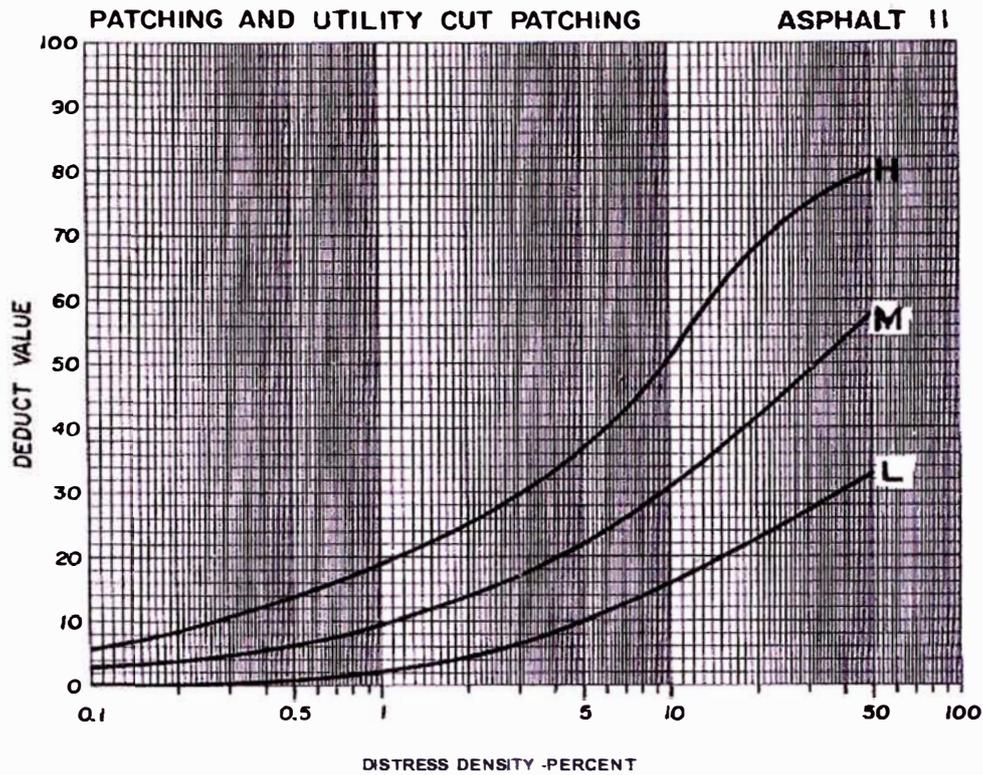


Figura N° A2-11: Curva de Valor Deducido por Falla de Parcheo
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

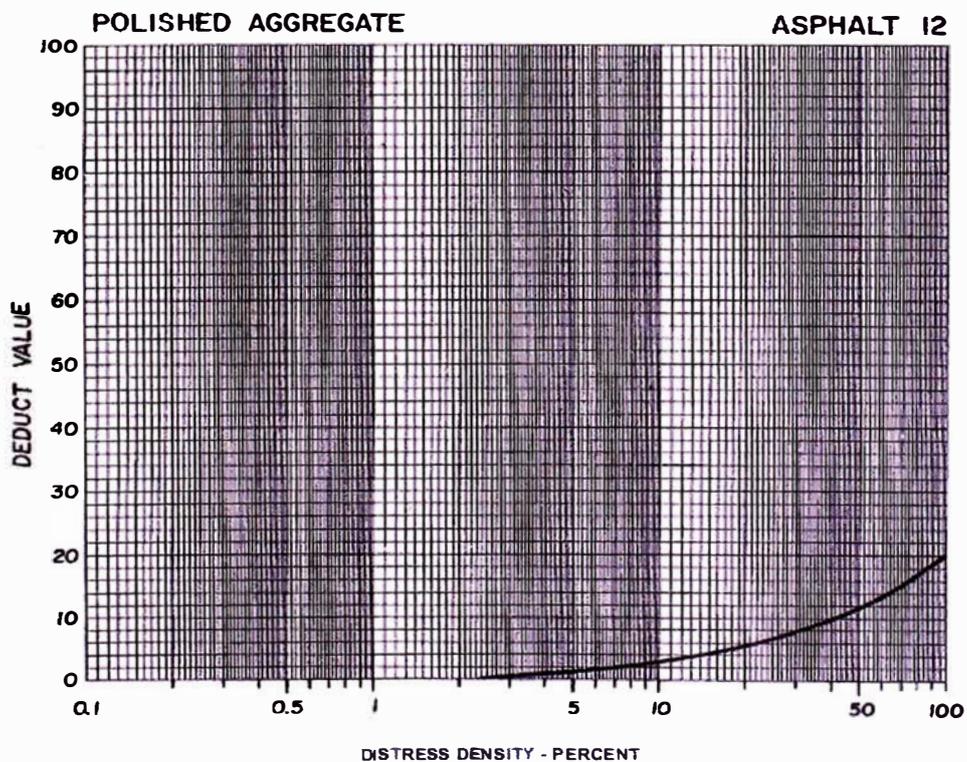


Figura N° A2-12: Curva de Valor Deducido por Falla de Pulimiento de Agregados
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

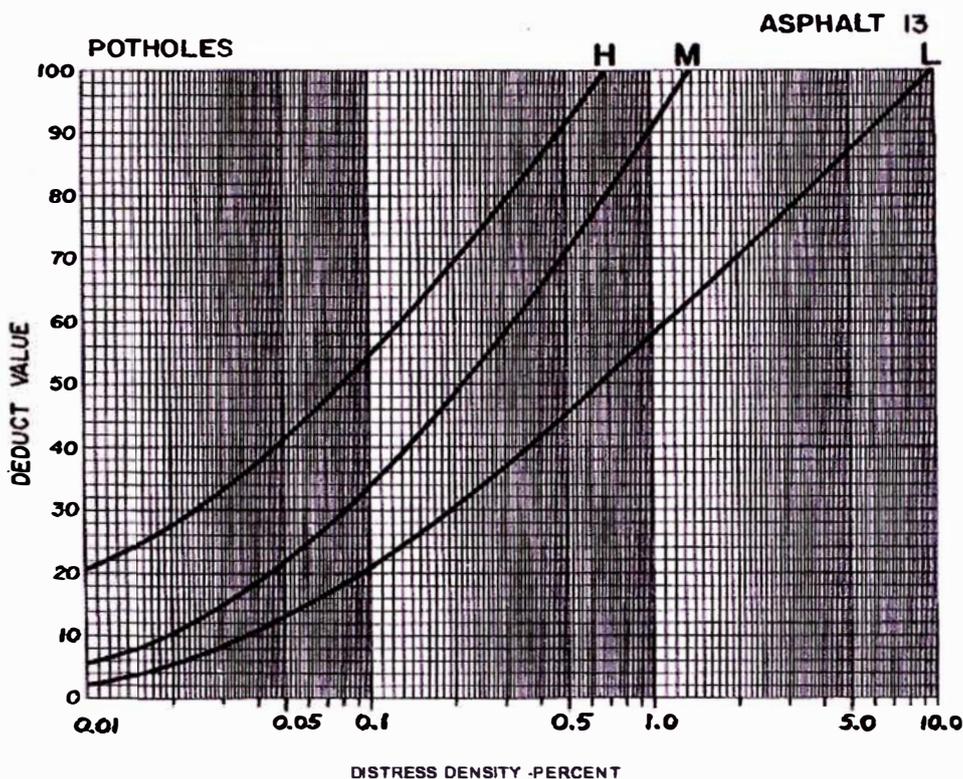


Figura N° A2-13: Curva de Valor Deducido por Falla de Huecos
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

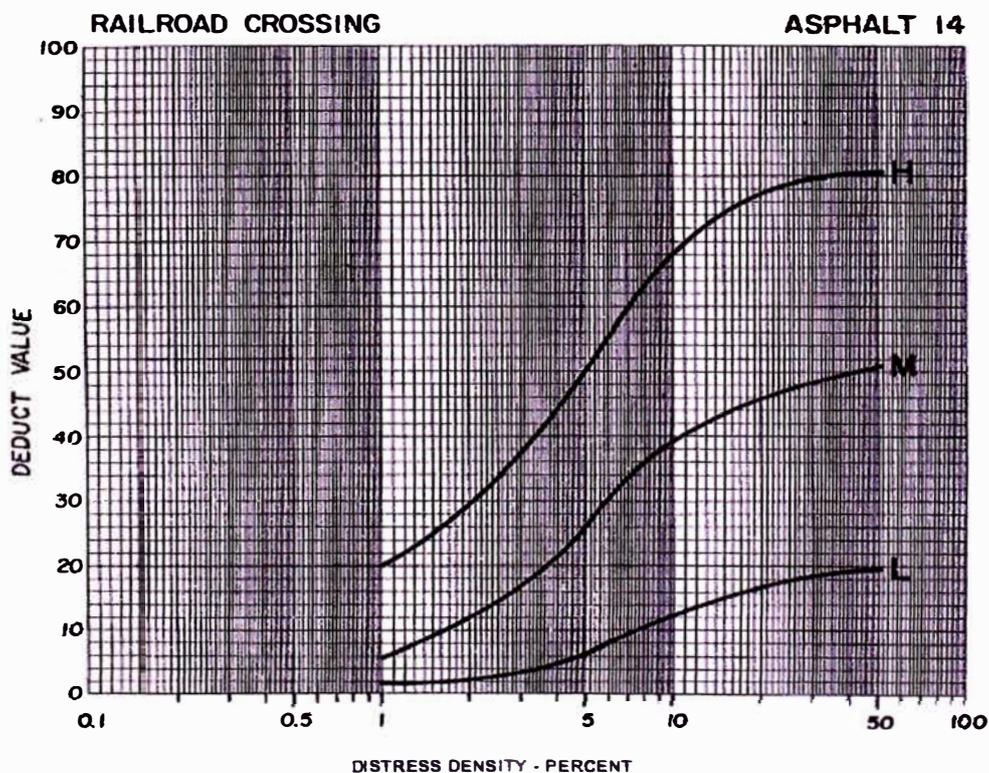


Figura N° A2-14: Curva de Valor Deducido por Falla de Cruce de Vías
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

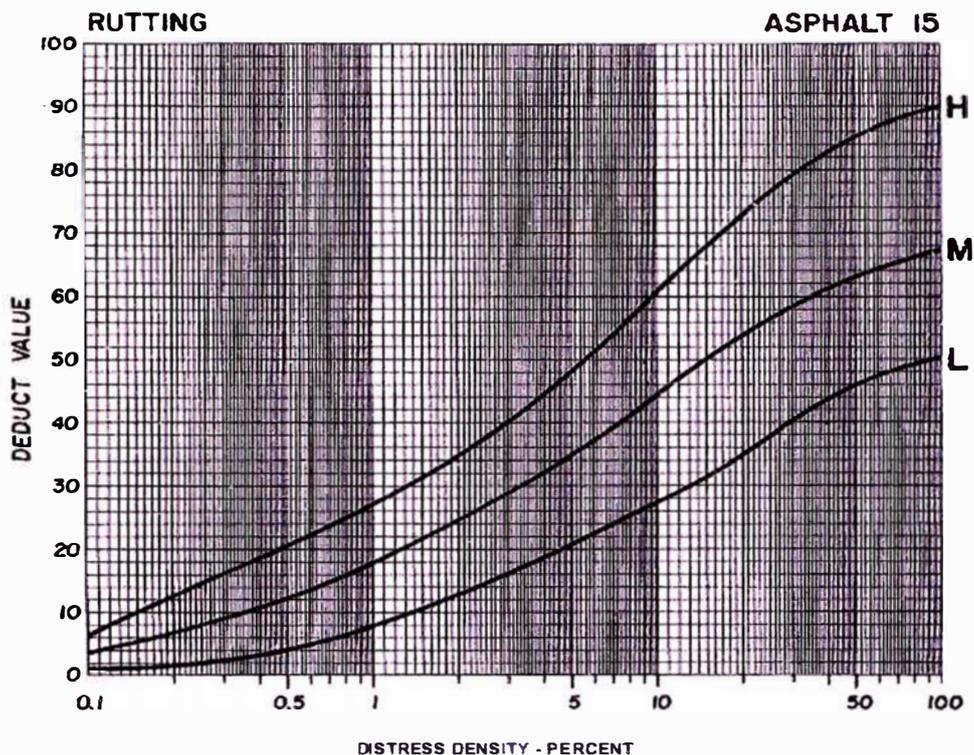


Figura N° A2-15: Curva de Valor Deducido por Falla de Ahuallamiento
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

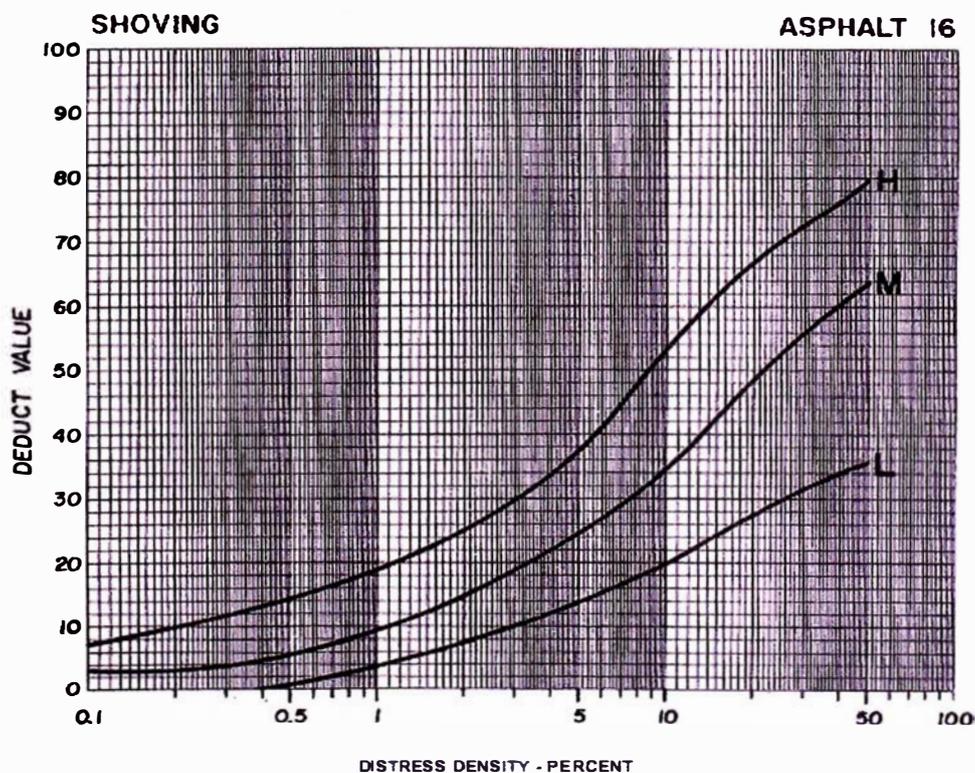


Figura N° A2-16: Curva de Valor Deducido por Falla de Desplazamiento
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

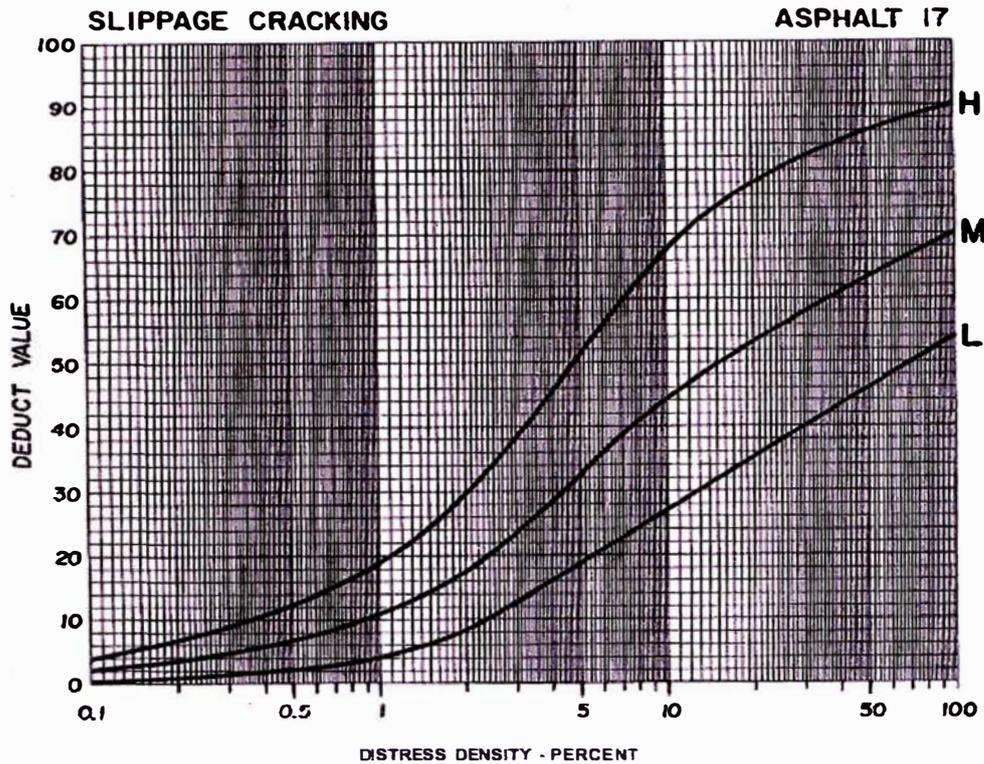


Figura N° A2-17: Curva de Valor Deducido por Falla de Deslizamiento
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

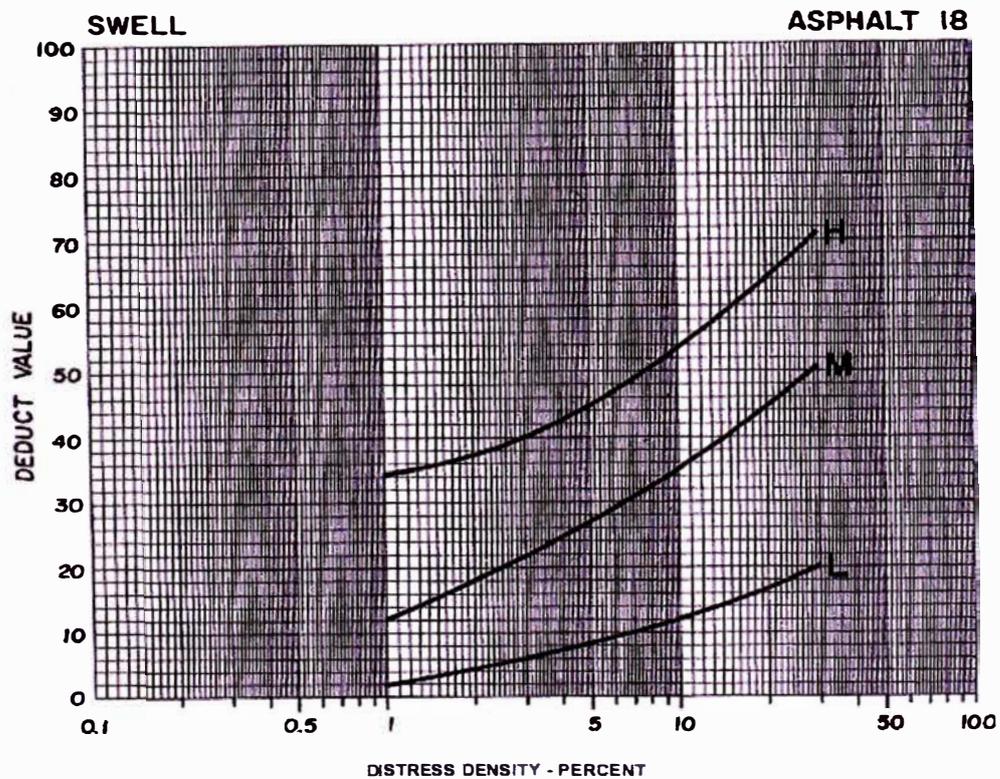


Figura N° A2-18: Curva de Valor Deducido por Falla de Hinchamiento
 Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

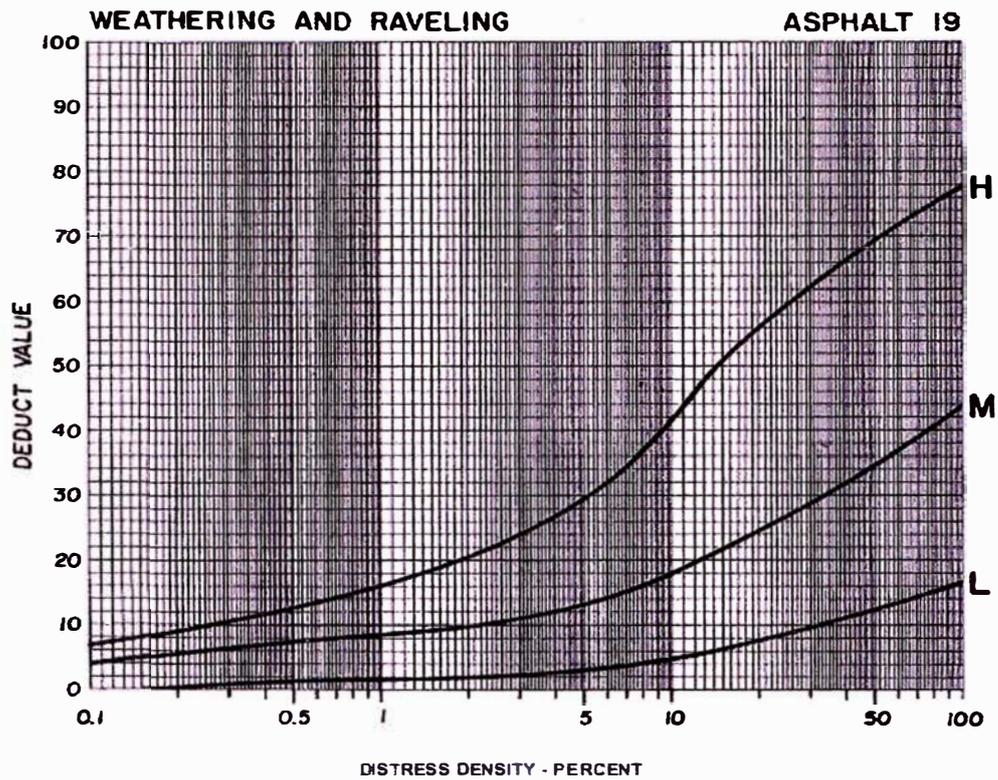


Figura N° A2-19: Curva de Valor Deducido por Falla de Disgregación y Desintegración de Agregados
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

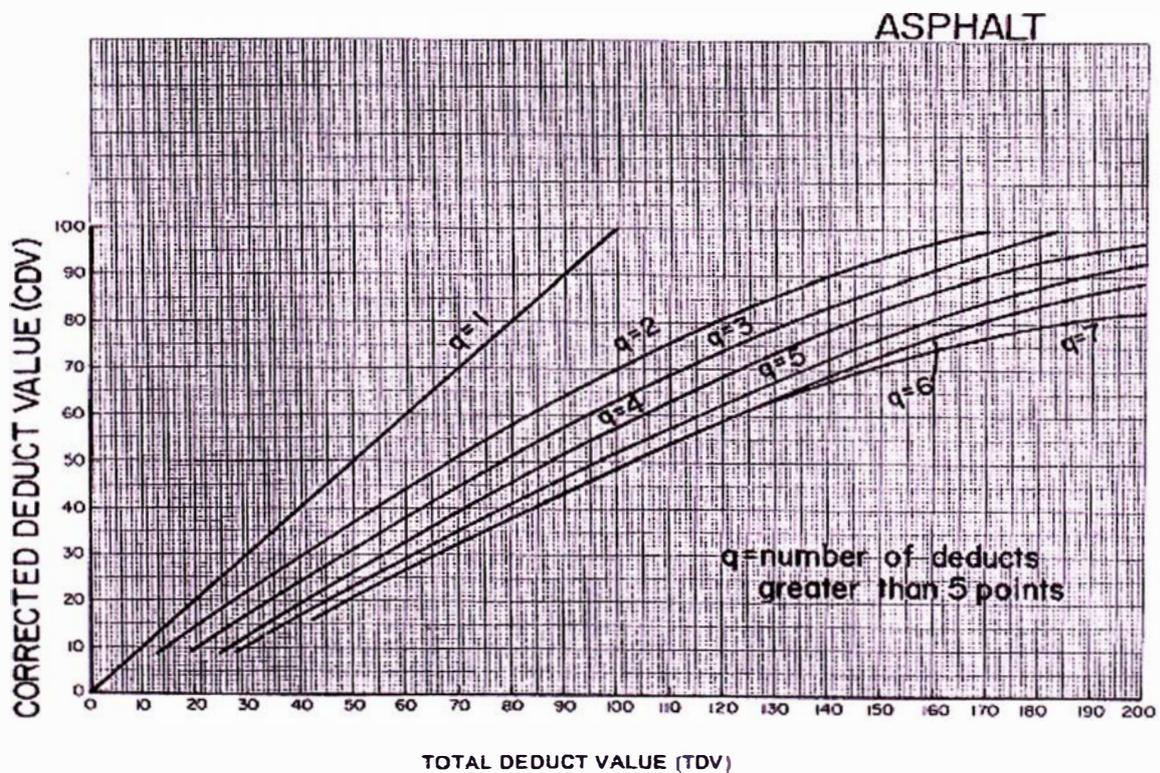


Figura N° A2-20: Curva de Valor Deducido Corregido
Fuente: Curso de titulación / Archivo Proporcionados en clase; 2009

ANEXO 03

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)
 { Pavimentos Flexibles }
 (ASTM D 6433)

PROYECTO EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA CON EL MÉTODO DEL PCI TRAMO KM 74 + 000 - KM 79 + 000

TRAMO	I
CARRIL	AMBOS
FECHA	03/10/2009

ANCHO SUPERFICIE DE RODADURA (m)	4.20
ANCHO PROMEDIO DE CARRIL (m)	2.10
LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	100.00

PROGRESIVA	AREA	TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																			VDC	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
		Del Km	Al Km	m ²	Severidad	Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel camí / barba	Grietas longitudinales y transversales	Parcheo	Pulimento de agregados	Huecos	Cruce de vía férrea	Ahuellamiento				Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento	Desprendimiento de agregados	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
74+000	74+100	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE	
74+100	74+200	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE
74+200	74+300	420.00	L M H								4.8				1.1											8	92	EXCELENTE
74+300	74+400	420.00	L M H								1.8				0.2											9	91	EXCELENTE
74+400	74+500	420.00	L M H								1.4				0.1											8	92	EXCELENTE
74+500	74+600	420.00	L M H								1.8															9	91	EXCELENTE
74+600	74+700	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE
74+700	74+800	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE
74+800	74+900	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE
74+900	75+000	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE
75+000	75+100	420.00	L M H																							0	100	EXCELENTE

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)
{ Pavimentos Flexibles }
(ASTM D 6433)

PROYECTO EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA CON EL MÉTODO DEL PCI TRAMO KM 74 + 000 - KM 79 + 000

TRAMO	I
CARRIL	AMBOS
FECHA	03/10/2009

ANCHO SUPERFICIE DE RODADURA (m)	4.20
ANCHO PROMEDIO DE CARRIL (m)	2.10
LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	100.00

PROGRESIVA	AREA	TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																			VDC	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
		Severidad	Piel de coccodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel carri/berma	Grietas longitudinales y transversales	Parcheo	Pulimento de agregados	Huecos	Cruce de vía ferrea	Ahuellamiento	Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento				Desprendimiento de agregados			
		Del Km	Al Km	m²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				17	18	19	
76+200	76+300	420.00	L M H																					0	100	EXCELENTE	
76+300	76+400	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
76+400	76+500	420.00	L M H							5.7														9	91	EXCELENTE	
76+500	76+600	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
76+600	76+700	420.00	L M H							4.6														9	91	EXCELENTE	
76+700	76+800	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
76+800	76+900	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
76+900	77+000	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
77+000	77+100	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
77+100	77+200	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE
77+200	77+300	420.00	L M H																						0	100	EXCELENTE

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) { Pavimentos Flexibles } (ASTM D 6433)

PROYECTO EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA CON EL MÉTODO DEL PCI TRAMO KM 74 + 000 - KM 79 + 000

TRAMO	I
CARRIL	AMBOS
FECHA	03/10/2009

ANCHO SUPERFICIE DE RODADURA (m)	4.20
ANCHO PROMEDIO DE CARRIL (m)	2.10
LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	100.00

PROGRESIVA	AREA	TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																			VDC	PCI	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
		Severidad	Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel carril / berma	Grietas longitudinales y transversales	Parcheo	Pulimento de agregados	Huecos	Cruce de vía ferrea	Ahuellamiento	Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento				Desprendimiento de agregados		
Del Km	Al Km	m²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
77+300	77+400	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
77+400	77+500	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
77+500	77+600	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
77+600	77+700	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
77+700	77+800	420.00	L																				62	38	POBRE	
			M	42.0																						
			H																							
77+800	77+900	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
77+900	78+000	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
78+000	78+100	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
78+100	78+200	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
78+200	78+300	420.00	L																				0	100	EXCELENTE	
			M																							
			H																							
78+300	78+400	420.00	L																				14	86	EXCELENTE	
			M														2.5									
			H																							

