



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS DE GRADO
Previo a la obtención del título de

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

MARIA FERNANDA BRAVO CASTRO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2008

DEDICATORIA

A mi esposo, que con su ejemplo forjo en mi el anhelo de superación.

AGRADECIMIENTO

A la compañía INEXTEC CIA. LTDA., por haberme brindado las facilidades que me permitieron llevar adelante este proyecto, en especial al Ing. Sergio Páez Moreno, por haber compartido sus conocimientos, y ser mi guía.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

María Fernanda Bravo Castro

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Edison Navarrete C.
SUB-DECANO FICT

Ing. Eduardo Carrión E.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Santos B.
VOCAL


Ing. Carmen Terreros
VOCAL

RESUMEN

La infraestructura de carreteras, siendo como es un bien comunitario, ha demostrado a lo largo de los años que constituye una poderosa herramienta para mejorar la calidad de vida. Sin embargo, la sostenibilidad de esta mejora exige procesos integrados, participativos y globales que aseguren la consecución de los objetivos. Por esta razón nuestro interés es auscultar mediante modernas técnicas, el estado del pavimento de las carreteras, calles, aeropuertos, etc., para determinar su estado actual y poder ejecutar intervenciones oportunas.

En la actualidad, la obtención de parámetros que definan las características del pavimento requiere de un trabajo más allá de laborioso, científico. Gracias a la ayuda de la Informática, podemos realizar esta captura con modernos equipos que a más de generarnos beneficios con la facilidad de tiempo, nos provee de una seguridad de los parámetros ya que su grado de error es cada vez más ínfimo.

Tanto para los países desarrollados como para los países en vías de desarrollo es importante ir de la mano y responsabilizarse conjuntamente de los objetivos compartidos de desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza.

Las carreteras han desempeñado siempre un papel primordial en el desarrollo, creando un potencial económico que favorece los cambios en el tejido social, es evidente que las carreteras son necesarias para hacer llegar los servicios sociales y esencialmente para el transporte de mercancías que enriquecen nuestro país.

No podemos dejar de actuar, para ello el mantenimiento vial es un hecho primordial que se debe implementar y ejecutar para así evitar perjuicios tanto al usuario como al estado.

Por todo esto, este trabajo recoge una investigación aplicada con equipos de última generación en evaluación de pavimentos tanto estructural como funcional, en un periodo corto de tiempo y con resultados óptimos para el mejoramiento del caso de estudio.

INDICE GENERAL

	RESUMEN.	I
	ÍNDICE GENERAL.	II
	ABREVIATURA.	V
	SIMBOLOGÍA.	V
	ÍNDICE DE FIGURAS.	VI
	ÍNDICE DE TABLAS.	VII
	ÍNDICE DE FOTOS.	VIII
1.	<u>PLANIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN</u>	<u>1</u>
	1.1 ANTECEDENTES.	1
	1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	2
	1.3 MARCO CONCEPTUAL.	3
	1.3.1 PAVIMENTO.	3
	1.3.2 AUSCULTACIÓN VIAL.	7
	1.3.3 INVENTARIO VIAL.	7
	1.3.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.	9
	1.3.5 EVALUACIÓN FUNCIONAL.	10
	1.3.6 NIVELES DE SERVICIO.	11
	1.3.7 DISEÑO DE PAVIMENTO.	13
	1.3.8 ADMINISTRCIÓN VIAL.	14
	1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CASO DE ESTUDIO.	16
2.	<u>TIPOLOGÍA DE ENSAYOS</u>	<u>17</u>
	2.1 DEFLECTOMETRÍA.	17
	2.2 REGULARIDAD SUPERFICIAL.	21
	2.2.1 PERFIL LONGITUDINAL.	22
	2.2.2 PERFIL TRANSVERSAL.	23
	2.2.3 TEXTURA.	26
	2.3 FISURAMIENTO.	27
	2.4 INSPECCIÓN VISUAL.	29
	2.5 HIDRODESLIZAMIENTO.	29
	2.6 REGISTRO DE VIDEO.	32
3.	<u>CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS</u>	<u>33</u>

3.1	ODOMETRO.	34
3.2	DEFLECTOMETRO.	35
3.3	GPS.	38
3.4	PERFILOMETRO LONGITUDINAL.	40
3.5	SURCO DE HUELLA.	42
3.6	SCANNER DIGITAL.	45
3.7	LASER.	48
3.8	FRICCIÓNMETRO.	49
3.9	CÁMARA DE VIDEO.	52
3.10	ACCESORIOS.	53
3.11	PROGRAMAS DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS.	55
4.	<u>CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS</u>	<u>62</u>
4.1	INSPECCIÓN VISUAL.	62
4.1.1	SISTEMA PAVER.	62
4.1.2	IDENTIFICACIÓN DE FALLAS.	66
4.1.3	CALCULO DEL PCI.	97
4.2	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.	100
4.2.1	DEFLECTOGRAMA CARACTERISTICO.	105
4.2.2	METODO DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS.	109
4.2.3	PROGRAMA ROMDAS.	112
4.2.4	PROGRAMA UNIANALYSE.	112
5.	<u>DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO. CARRETERA CUMBE – OÑA, TRAMO I, DE LONGITUD 20.1 KM</u>	<u>116</u>
5.1	INFORMACIÓN PRELIMINAR.	116
5.2	INVESTIGACIÓN APLICADA.	116
5.2.1	ENSAYOS ESTRUCTURALES.	117
5.2.2	ENSAYOS FUNCIONALES.	122
5.3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	128
5.3.1	CONDICIÓN ACTUAL.	128
5.3.2	CONDICIÓN FUTURA.	129
5.3.3	RECOMENDACIONES.	129
6.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES</u>	<u>130</u>
6.1	ASPECTOS BÁSICOS.	130
6.2	OBSERVACIONES.	132
6.3	ACTIVIDADES RECOMENDABLES.	134

7. BIBLIOGRAFÍA 135

ANEXOS:

- I. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL, REPORTE DEFLECTOMETRÍA, MODULOS ELÁSTICOS Y DISEÑO AASHTO.
- II. REPORTE ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL.
- III. REPORTE SURCO DE HUELLA
- IV. REPORTE DE HIDRODESLIZAMIENTO.
- V. REPORTE DE ÍNDICE UNIFICADO DE FISURAS.
- VI. CATALOGO DE BACHES Y PARCHES.
- VII. FOTOGRAFÍAS.
- VIII. VIDEOS.

ABREVIATURA

FWD:	DEFLECTOMETRO DE IMPACTO (Falling Weight Deflectometer)
IRI:	ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL
TPL:	SURCO DE HUELLA (Transverse Profile Logger)
PCI:	INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
SRV:	RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO (Value Skid Resistance)
UCI:	ÍNDICE UNIFICADO DE FISURACIÓN (Unified Crack Index)
GPS:	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL
TPDA:	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL
IMD:	INTENSIDAD MEDIA DIARIA
DV:	VALORES DE DEDUCCIÓN
VDT:	VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL
CDV:	VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO
PSI:	ÍNDICE DE SERVICIALIDAD PERMITIDA

SIMBOLOGÍA

D(n):	Deflexión en geófono n
Air:	Temperatura del Aire
Sur:	Temperatura de la superficie
Man:	Temperatura manual
H(n):	Espesor de la capa n
E (n):	Módulo Elástico de la capa n
m:	Media
SN:	Número estructural
s:	Desviación Típica muestral
Zx:	Diferencia acumulada
ai:	Area de Intervalo
Σai :	Area Acumulativa
Δxi :	Distancia Intervalo
$\Sigma \Delta xi$:	Distancia Acumulativa

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Sección Típica de un Pavimento Flexible	5
FIGURA 1.2	Sección Típica de un Pavimento Rígido	6
FIGURA 2.1	Gráfico de Captura de datos entres bolillo	21
FIGURA 2.2	Representación del Perfil Transversal	24
FIGURA 2.3	Gráfico de Roderas	25
FIGURA 3.1	Cálculo de Roderas	43
FIGURA 3.2	Imagen JPG tomada con una cámara digital de escaneo	46
FIGURA 3.2	Programa ROMDAS	59
FIGURA 3.3	Toma de Captura de Datos con el programas ROMDAS	60
FIGURA 3.2	Programa ROMDAS	59
FIGURA 4.1	Muestra de Inspección de Fallas	97
FIGURA 4.2	Forma de determinar el Valor de Deducción	98
FIGURA 4.3	Forma de determinar el Valor de Deducción Corregido	98
FIGURA 4.4	Distribución de Presiones en la Estructura de un pavimento	101
FIGURA 4.5	Transmisión de la presión de un neumático en una capa saturada	101
FIGURA 4.6	Diagrama de Flujo de la Metodología de Retrocálculo	103
FIGURA 4.7	Imagen de la Superficie del pavimento dividida en cuadrículas	113
FIGURA 4.8	Procesamiento de Imagen del pavimento en programa UCI	114
FIGURA 5.1	Distribución de carriles	118

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	Porcentaje de Hectómetros Vs. IRI Especificado	23
TABLA 2.2	Calificación del IRI	23
TABLA 2.3	Calificación de Roderas	25
TABLA 2.4	Clasificación de las Características Superficiales	27
TABLA 4.1	Niveles de Severidad de Baches	86
TABLA 4.2	Calificación del PCI	99
TABLA 4.3	Correspondencia entre valores de tráfico y deflexiones	105
TABLA 4.4	Comparación y contraste de la inspección visual, el tipo de sección estructural y las medidas de la deflexión	107
TABLA 5.1	Características geométricas de la Carretera Cumbe-Oña	116
TABLA 5.2	Deflexiones Máximas	119
TABLA 5.3	Módulos Elásticos carril derecho (MPa)	119
TABLA 5.4	Módulos Elásticos carril izquierdo (MPa)	120
TABLA 5.4	Módulos Elásticos carril izquierdo (MPa)	120
TABLA 5.5	Espesores	121
TABLA 5.6	Índice de Regularidad Internacional IRI (m/Km)	123
TABLA 5.7	Surco de Huella	125
TABLA 5.8	Resistencia al Hidrodeslizamiento SRV	126
TABLA 5.9	Índice Unificado de Fisuración (UCI)	127

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO No. 2.1	Fisura de Bajo Nivel	28
FOTO No. 3.1	Odómetro de Precisión	34
FOTO No. 3.2	Deflectómetro de Impacto	36
FOTO No. 3.3	Geófonos del FWD	37
FOTO No. 3.4	Toma de ensayo de FWD	38
FOTO No. 3.5	Partes principales del GPS	39
FOTO No. 3.6	Utilización del Visualizador	39
FOTO No. 3.7	Equipo Merlin	40
FOTO No. 3.8	Bump Integrator	41
FOTO No. 3.9	TPL con alas retraídas	44
FOTO No. 3.10	Ensayo de Perfil Transversal con TPL	45
FOTO No. 3.11	Equipo Scanner Láser	46
FOTO No. 3.12	Equipo Perfilómetro Laser	48
FOTO No. 3.13	Captura de Coeficiente de Fricción	50
FOTO No. 3.14	Equipo Grip Tester	51
FOTO No. 3.15	Cámara de Video	52
FOTO No. 3.16	Interfases	53
FOTO No. 3.17	Equipo Lacease Survevor	54
FOTO No. 3.18	Keyboard Rattng	55
FOTO No. 3.19	Configuración de Ordenadores y Convertidores	55
FOTO No. 4.1	Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Baja	67
FOTO No. 4.2	Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Media	67
FOTO No. 4.3	Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Alta	68
FOTO No. 4.4	Falla Exudación – Severidad Baja	69
FOTO No. 4.5	Falla Exudación – Severidad Media	69
FOTO No. 4.6	Falla Exudación – Severidad Alta	69
FOTO No. 4.7	Falla Fisuramiento en Bloque – Severidad Baja	71
FOTO No. 4.8	Falla Fisuramiento en Bloque – Severidad Media	71
FOTO No. 4.9	Falla Fisuramiento en Bloque – Severidad Alta	71
FOTO No. 4.10	Falla Desnivel Localizado – Severidad Baja	73
FOTO No. 4.11	Falla Desnivel Localizado – Severidad Media	73
FOTO No. 4.12	Falla Desnivel Localizado – Severidad Alta	73
FOTO No. 4.13	Falla Corrugación – Severidad Baja	74
FOTO No. 4.14	Falla Corrugación – Severidad Media	74
FOTO No. 4.15	Falla Corrugación – Severidad Alta	74
FOTO No. 4.16	Falla Depresión – Severidad Baja	76
FOTO No. 4.17	Falla Depresión – Severidad Media	76
FOTO No. 4.18	Falla Depresión – Severidad Alta	76
FOTO No. 4.19	Falla Fisuramiento de Borde – Severidad Baja	77

FOTO No. 4.20	Falla Fisuramiento de Borde – Severidad Media	77
FOTO No. 4.21	Falla Fisuramiento de Borde – Severidad Alta	78
FOTO No. 4.22	Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Baja	79
FOTO No. 4.23	Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Media	79
FOTO No. 4.24	Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Alta	80
FOTO No. 4.25	Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Baja	81
FOTO No. 4.26	Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Media	81
FOTO No. 4.27	Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Alta	81
FOTO No. 4.28	Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal – Severidad Baja	83
FOTO No. 4.29	Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal – Severidad Media	83
FOTO No. 4.30	Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal – Severidad Alta	83
FOTO No. 4.31	Falla Parche – Severidad Baja	84
FOTO No. 4.32	Falla Parche – Severidad Media	85
FOTO No. 4.33	Falla Parche – Severidad Alta	85
FOTO No. 4.34	Falla Agregado Pulido	86
FOTO No. 4.35	Falla Bache – Severidad Baja	87
FOTO No. 4.36	Falla Bache – Severidad Media	87
FOTO No. 4.37	Falla Bache – Severidad Alta	88
FOTO No. 4.38	Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Baja	88
FOTO No. 4.39	Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Media	89
FOTO No. 4.40	Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Alta	89
FOTO No. 4.41	Falla Surco de Huella – Severidad Baja	90
FOTO No. 4.42	Falla Surco de Huella – Severidad Media	90
FOTO No. 4.43	Falla Surco de Huella – Severidad Alta	90
FOTO No. 4.44	Falla Desplazamiento – Severidad Baja	91
FOTO No. 4.45	Falla Desplazamiento – Severidad Media	92
FOTO No. 4.46	Falla Desplazamiento – Severidad Alta	92
FOTO No. 4.47	Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Baja	93
FOTO No. 4.48	Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Media	94
FOTO No. 4.49	Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Alta	94
FOTO No. 4.50	Falla Hinchamiento – Severidad Baja	95
FOTO No. 4.51	Falla Hinchamiento – Severidad Baja	96
FOTO No. 4.52	Falla Hinchamiento – Severidad Media	96

1 PLANIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

El desarrollo de la vialidad en el Ecuador está marcado por un lento proceso de cambio tecnológico, precedido por las oportunidades de inversión en la construcción, ampliación y mejora física de sus corredores, como telón de fondo que matiza la gestión estatal.

Una condición de notable influencia en esta gestión, es el constante abandono de las actividades de conservación o mantenimiento, que ha significado la pérdida de perspectiva, si alguna vez la hubo, de un desarrollo sostenido que garantice constantemente altas prestaciones de la carretera para el usuario, basadas en estrategias y políticas que optimicen el empleo de los siempre escasos recursos económicos y la tecnología más eficiente en términos de administración de redes viales.

La administración de la red vial hasta hace 8 años estuvo en general a cargo del Estado¹, con alguna excepción de una parte muy pequeña de esta (12 Km) que fue cedida a la iniciativa privada bajo la modalidad de concesión, en 1994; es el caso de la Autovía General Rumiñahui, entre Quito y Sangolquí.

La red vial primaria en el Ecuador es de aproximadamente 9.000 Km, de los cuales 1124 son gestionados por concesionarias nacionales en la Provincia del Guayas, Manabí y el corredor de la Panamericana en el trazado de montaña; y, 103 Km adicionales, bajo la figura de un contrato de rehabilitación y mantenimiento multianual (7 años) que constituye la principal conexión entre la sierra y la costa (Alóag – Sto. Domingo), a cargo también de la empresa privada.

La red vial nacional que incluye las redes secundaria y terciaria, alcanza aproximadamente 44.000 Km de longitud, con una composición diferente en cuanto a la condición de la capa de rodadura; entre terrecerías, lastre y gravas, tratamientos asfálticos superficiales, concreto asfáltico y hormigón de cemento hidráulico, en orden de extensión.

Si bien la inauguración de las concesiones en el Ecuador ha significado un importante paso hacia el manejo sostenible de la red vial nacional, con todos los aportes que comportan la introducción de nuevas tecnologías de construcción, rehabilitación, mantenimiento y especialmente auscultación y administración; no es menos cierto que las concesiones no pueden sustituir la responsabilidad del Estado en la administración de la red vial nacional; es más, no todos los proyectos viales están en condiciones de ser concesionados y tampoco son atractivos para la inversión nacional y extranjera.

De manera que, el desafío de introducir conceptos modernos de administración y gestionar la red vial bajo requerimientos tecnológicos compatibles con la magnitud de objetivos que se plantean, es un tema pendiente especialmente para el sector público e implica identificar y obtener los recursos necesarios para auscultar, observar, capturar información y administrarla, con el fin de ayudar a la toma de decisiones gerenciales.

¹ Entiéndase gobiernos centrales y seccionales.

Bajo este panorama, nuestra entidad educativa debe encontrar el espacio de colaboración con el Estado y la empresa privada, para apoyar, mediante la investigación, el desarrollo de la vialidad nacional. Considero que existe el interés de todos los sectores por la administración vial y concretamente por la auscultación de pavimentos.

Ahora ya existen empresas dedicadas a la concesión y a la consultoría, que se han unido estratégicamente para cumplir estas actividades; es el momento para que las oportunidades que se han brindado a profesionales y estudiantes, se expresen con el respaldo de la universidad, y concurrir al encuentro de aspectos formativos que nos permitan avanzar en el propósito de cambios cualitativos.

En un país como el nuestro y con la economía actual, no se puede contar con una tecnología de primer mundo, pero esto no debe ser causa para quedarnos atrás en el conocimiento de nuevas tecnologías que nos permitan utilizar eficientemente los recursos a nuestro alcance y mejorar el estado actual de los procesos de estudio, diseño, rehabilitación, construcción y mantenimiento de las vías.

En este orden de ideas y previa consulta con los ejecutivos de la sociedad consultora INEXTEC CIA. LTDA., primera empresa nacional especializada en auscultación de carreteras; propongo el presente tema y sumario de tesis con la certeza de que mi participación laboral en esta compañía en los últimos seis años, sumado a su compromiso en este propósito, me permitirán el acceso a información bibliográfica única y relevante en su poder, y el apoyo necesario para llevar a la práctica el caso de estudio materia de investigación.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La administración vial en el Ecuador ha dado un giro importante en los últimos ocho años. El factor determinante de este giro es la operación del sistema de concesiones.

Esta realidad demanda un análisis pormenorizado especialmente en cuanto a las estrategias y políticas que el sector privado aplica en este contexto y por cierto el marco regulador con el Estado enfrenta la intervención del sector privado, especialmente en cuanto a los aspectos técnicos que son los que motivan nuestro interés.

Para cumplir este objetivo, es necesario realizar un estudio que nos permita conocer las diferentes condiciones (antes y después) de este proceso y, obtener una perspectiva de las realizaciones y omisiones en el nivel de la ingeniería de pavimentos; así como conocer en la esfera internacional, las prácticas recomendables a este respecto y nuestro estado de desarrollo. Pero además, constituye también un objetivo de esta tesis, desarrollar una investigación aplicada en un proyecto de 20,1 Km de longitud bajo competencia de la Ministerio de Obras Públicas en la provincia del Azuay, de donde se intenta sistematizar las experiencias metodológicas en auscultación, para obtener conclusiones que orienten la evolución de estas técnicas.

Al investigar obtenemos varios puntos de los cuales se puede partir; si bien vale decir que las metodologías se mostrarán en sus diferentes variantes, el

resultado que se busca es valorar su grado de aplicación para la realidad actual del desarrollo vial en el país; para esto se establecerá la cobertura de los principios de medida, tanto como el tiempo y costos que generarán dichos métodos.

Las entidades educativas deben tener una nueva visión sobre el desarrollo de la ingeniería vial en el mundo y en el Ecuador, acorde con los avances vertiginosos de la tecnología. Deben preparar a sus estudiantes con una mirada hacia este cambio tecnológico que está empezando a variar en aspectos de diseño, control de construcción, monitoreo y servicio para el usuario; y, por que no decirlo en cuanto al empleo y aprovechamiento de materiales de construcción y conceptos de gerencia vial.

Las experiencias nacionales nos han dado una clara idea de que se puede y que se debe emplear nueva tecnología tanto en los procesos de estudio, diseño, rehabilitación, construcción y mantenimiento de las vías, pues esto genera no solo beneficios económicos para la empresa privada, sino también para los usuarios de las mismas.

Los focos importantes dentro de la vialidad desde el punto de vista económico son los usuarios, las empresas y consecuentemente el país los mismos que se benefician de unas infraestructuras más eficientes, mejor diseñadas, construidas y especialmente conservadas.

La concurrencia del sector público y la empresa privada será de gran valor. Todos los sectores involucrados podrán hacer uso de este trabajo ya sea bien como umbral de la tecnología moderna o como probatorio a sus ya empleadas técnicas.

1.3 MARCO CONCEPTUAL.

1.3.1 Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía, obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetitivas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- ❖ Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- ❖ Ser resistente ante los agentes del Intemperismo.
- ❖ Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- ❖ Debe ser durable.

- ❖ Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- ❖ Debe ser económico.
- ❖ Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- ❖ Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.
- ❖ El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

Pavimentos flexibles.- Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta de capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante pueden prescindirse de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

En la figura No. 1.1 se muestra un corte típico de un pavimento flexible.

Pavimentos semi-rígidos.- Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas de pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

Pavimentos rígidos.- Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aún cuando existan zonas débiles en la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

En la figura No. 1.2 se muestra un corte típico de un pavimento rígido.

FIGURA 1.1.- Sección Típica de un Pavimento Flexible

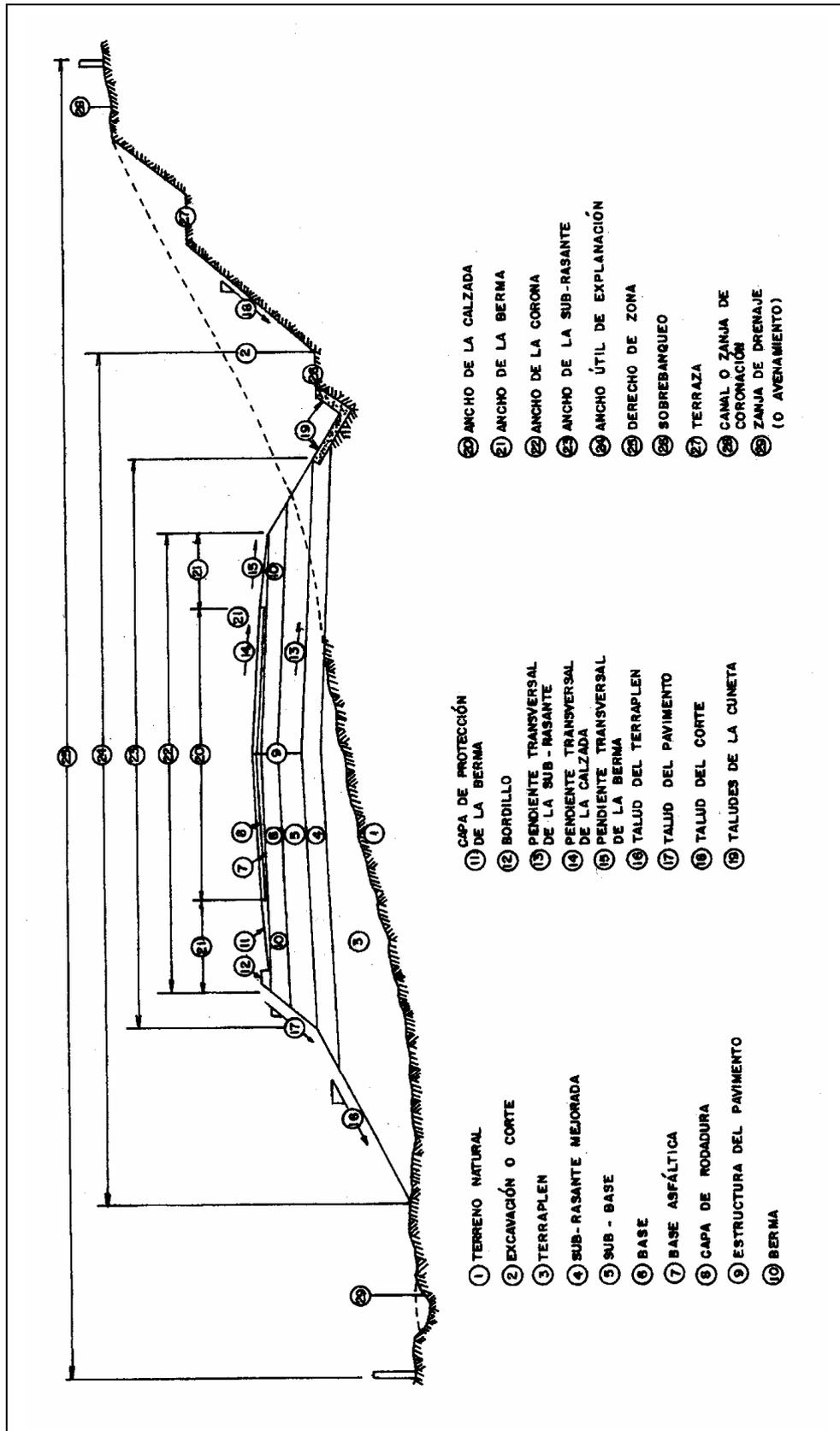
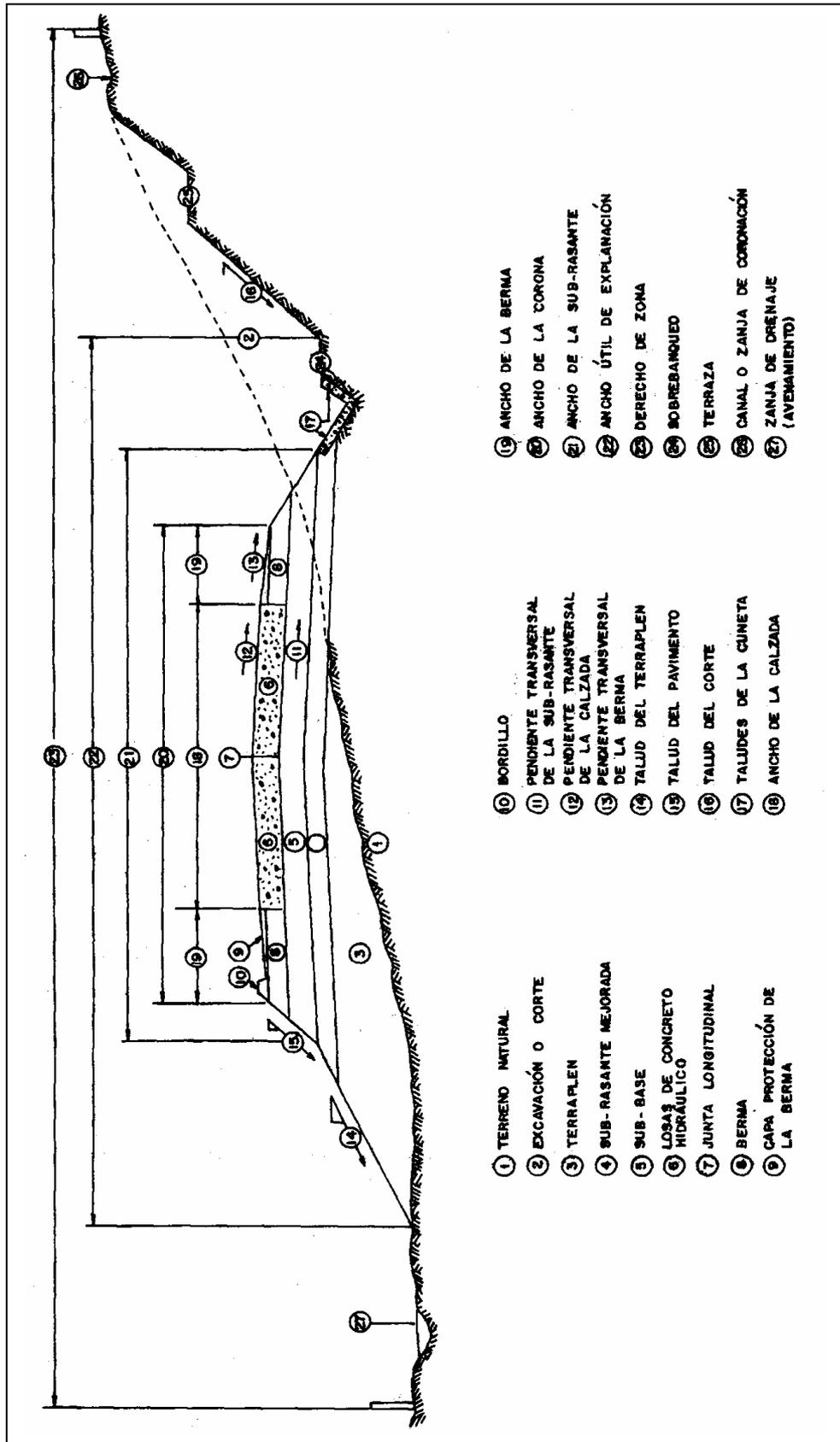


FIGURA 1.2.- Sección Típica de un Pavimento Rígido



Pavimentos articulados.- Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Este puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de las cargas que circularan por dicho pavimento.

1.3.2 Auscultación Vial

La Auscultación es la investigación a detalle de diferentes parámetros, los mismos que se comparan con valores estándares de diversas entidades normativas, que nos ayudan a determinar el estado en nuestro caso de la carretera.

Existen diferentes tipos de instrumentación para la obtención de dichos parámetros, los mismos que abarcaremos en el capítulo 3.

La Auscultación Primaria se la puede entender como el preámbulo de toda investigación. En este proceso se recauda la mayor cantidad de información de acuerdo a los requerimientos del ensayo. Se establece que ensayos se evaluarán y registrarán, que tipo de equipo se utilizará (dependiendo del tiempo y presupuesto sostenido), así como que programas se ejecutarán.

En la actualidad, la obtención de parámetros que definan las características del pavimento requiere de un trabajo más allá de laborioso, científico. Gracias a la ayuda de la Informática, podemos realizar esta captura con modernos equipos que a más de generarnos beneficios con la facilidad de tiempo, nos provee de una seguridad de los parámetros ya que su grado de error es cada vez más ínfimo.

Una vez realizada la Auscultación primaria, es conveniente y necesario realizar un seguimiento frecuente y progresivo del desarrollo de la vía, para poder evitar a tiempo daños irreversibles.

1.3.3 Inventario Vial

Un inventario es una relación de unos activos de una empresa u organismo. Su objetivo es disponer en todo momento de una información suficiente para poder hacer uso adecuado de la misma y tomar las decisiones de gestión precisas en las que intervengan esos activos. En el caso de las carreteras, la empresa u organismo es la administración competente y el activo es la red de carreteras.

El inventario de carreteras debe suministrar una información veraz, actualizada y pertinente sobre la extensión, situación y características de una red de carreteras. Habitualmente los inventarios de carreteras han sido utilizados y concebidos para ser la base de la planificación de carreteras, para la realización de diversos tipos de estudios o para la elaboración de estadísticas que permitan conocer el estado general de la red. Actualmente se comienza a pedir otras características adicionales que habiliten al inventario como elemento útil para la gestión económica y por lo tanto que tenga en cuenta las características relacionadas con el mantenimiento y explotación.

Alcance del Inventario

El tipo de características viales a incluir en el inventario y su nivel de detalle han sólido ser determinados por los datos necesarios para los estudios de planificación y para las labores de conservación; actualmente se están incluyendo también datos útiles para la explotación. Al decidir los datos que se han de incluir en el inventario hay que tener en cuenta los procedimientos existentes para la recogida y proceso.

Sistemas de Inventario

El inventario requiere en primer lugar una relación biunívoca y permanente entre los datos y el tramo físico de carretera al que se refieren. Para esto se debe contar con un sistema de referencia de la red para poder inventariar.

Normalmente una red de carreteras de primer orden tiene un sistema de identificación basado en una numeración de las carreteras por tipos, y una partición de las mismas en distancias sensiblemente homogéneas mediante los hitos kilométricos. En cualquier caso los trabajos de planificación, construcción, conservación y explotación exigen una unidad mayor al kilómetro e inferior a la carretera total, que tenga unas características de entorno, geométricas, estructurales y de explotación suficientemente uniformes. Esta unidad, así definida, se denomina tramo y suele ser, por tanto, la unidad operativa del inventario, lo cual obliga a un esfuerzo previo de tramificación de la red a tratar. Los tramos quedan definidos por sus orígenes y términos, que puedan ser nudos de carreteras o hitos de referencia, y que a su vez se determinan por sus coordenadas topográficas en algunos casos o por referencias materiales sobre el terreno en otros. Así mismo dentro de los tramos se pueden definir subtramos los mismos que se podrán identificar de acuerdo al kilometraje, siempre y cuando sea sencilla su referenciación respecto al comienzo y al final del tramo.

Tipos de Inventarios

Los datos recogidos en los inventarios se diferencian en función del tipo de necesidades a cubrir y la tecnología disponible. Existen hoy en el mundo tres tipos o generaciones de inventarios:

Primera generación (manuales), cuya tecnología es anterior a 1975; su objetivo era alcanzar un conocimiento detallado del patrimonio vial, obtenido a través de la observación visual y la medida con instrumentos tradicionales para su registro en soportes de papel.

Segunda generación, hasta 1984, en la que se busca una mayor operatividad del inventario mediante una toma de rendimiento medio, eminentemente fotográfica y con uso de instrumentación y proceso electrónico limitado; los datos, recogidos con un incremento de velocidad notable en determinadas medidas respecto al sistema anterior, se introducen a mano en centros de calculo; en este periodo se comienza el tratamiento estadístico de los mismos.

Tercera generación, desde 1984, caracterizada por una toma automática de alto rendimiento mediante el uso extensivo de la instrumentación automática de precisión y la microinformática, así como por la utilización intensiva de procedimientos informáticos tanto en el proceso, como en la explotación de los datos en bruto y ya elaborados.

Datos requeridos

Un inventario contiene las características permanentes del pavimento, por lo que existe una amplia variedad de datos que serán candidatos a considerarse en el inventario. Debido a esto, hay un compromiso entre el nivel de detalle, el costo y el tiempo invertido en la recolección y análisis de los datos, por esto se han definido los distintos tipos de datos a considerar en la gestión de pavimentos, estos son los siguientes:

- Referencia (ubicación)
- Descripción de la sección
- Espesores de capa
- Características del suelo de fundación, CBR, modulo resiliente (Mr) y modulo de reacción de la subrasante (K)
- Características de la sección transversal
- Características del trazado
- Señalización Vertical
- Señalización Horizontal
- Elementos en las márgenes
- Intersecciones y pasos a nivel
- Medio Ambiente
- Estructuras
- Túneles
- Velocidades de circulación
- Obras de Arte (alcantarillas, Puentes)
- Plazas de Peaje
- Iluminación
- Barreras
- Etc.

1.3.4 Evaluación Estructural

Las carreteras además de proporcionar una superficie segura y cómoda deben resistir la carga de los vehículos pesados que producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad inicial de resistir esas cargas. La forma más frecuente de establecer la capacidad estructural del firme² es determinando la deflexión con desplazamiento vertical bajo una carga normalizada de referencia.

La deflexión es un valor evolutivo que representa el estado estructural del firme, respecto a un valor inicial de deflexión mínima. Las técnicas de

² Se entiende como calzada.

interpretación de los valores de la deflexión permiten cuantificar las actuaciones necesarias de refuerzo o rehabilitación del firme. El valor de la deflexión se debe interpretar en función del firme y de los espesores de las capas que lo constituyen.

La función estructural depende de la propia capacidad resistente (materiales y espesores), así como del estado de envejecimiento del pavimento, por lo que la auscultación estructural debe incluir mediciones de deflexión y una inspección visual.

La auscultación estructural de carreteras es una técnica que proporciona un conocimiento detallado del estado de los pavimentos, lo que permite efectuar el monitoreo de su comportamiento a través del tiempo y programar el mantenimiento de un modo racional y más económico.

La metodología de auscultación estructural ha ido variando con el tiempo en función de los continuos avances de la tecnología y se requiere que los nuevos equipos de medición permitan la evaluación sistemática de los parámetros característicos del pavimento, posibilitando un buen rendimiento operacional y que su trabajo interfiera lo menos posible con el uso normal de la carretera.

Los posibles resultados de una evaluación estructural son:

- ❖ Evaluación de capacidad de soporte
- ❖ Evaluación de transferencia de carga
- ❖ Diseño de rehabilitaciones
- ❖ Retrocálculo de los parámetros de resistencia de las capas
- ❖ Monitorear cambios de las propiedades
- ❖ Detectar pérdida de soporte en las esquinas
- ❖ Realizar predicciones de vida remanente

1.3.5 Evaluación Funcional

Cuando hablamos de evaluación funcional, nos referimos al estado que la vía representa debido a los deterioros superficiales. La superficie de las carreteras se diseña y conserva siguiendo un sistema de coste efectivo, para proporcionar niveles aceptables de seguridad y calidad de rodadura para los usuarios de las carreteras y para preservar la integridad estructural del firme.

La mayoría de auscultaciones funcionales son del tipo superficial y definitivamente no destructivas (Non Destructive Test), se pueden citar las siguientes características superficiales:

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia al deslizamiento
- Regularidad superficial o lisura (longitudinal y transversal)
- Propiedades reflexivas y color
- Ruido de contacto neumático – pavimento
- Proyecciones de agua al paso de los vehículos
- Consumos debidos al contacto neumático – pavimento
- Permeabilidad y drenabilidad

Tiempo de congestión
 Limpieza
 Resistencia al ataque de los aceites y combustibles, entre otras.

Estas características tienen diferente grado de importancia en la funcionalidad de las carreteras, lo cual determina así mismo, su peso en la ponderación matemática del nivel de servicio, junto con las características estructurales, ponderación de la que se hablará posteriormente; por cierto, los diseñadores y constructores no suelen incluir a todas, tanto como establecen los valores mínimos y máximos aceptables cuando se trata de evaluar cada uno de ellos.

Los aspectos funcionales que usualmente se conocen con el apoyo de estas técnicas son la seguridad, comodidad, gastos de explotación, contaminación ambiental, etc.

1.3.6 Niveles De Servicio

El **nivel de servicio** es una medida puramente cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. La manera de combinar estos factores dependerá del tipo o elemento de carretera que se este considerando, por lo que la definición de cada nivel de servicio particular será distinta, por ejemplo, en intersecciones, en tramos de carreteras de dos carriles, en autopistas, etc.

El acceso a la movilidad es un servicio social básico y el privilegio de utilizar la infraestructura de carreteras debe extenderse a todos los ciudadanos. En consecuencia, la evaluación de las necesidades de infraestructuras no puede limitarse a la mera justificación económica, sino que debe basarse además en otros parámetros.

Existen diversas entidades, asociaciones, institutos, etc., que determinan mediante largos años de estudio, parámetros mínimos y máximos para diferentes tipos de ensayos. El estar siempre dentro de los valores permisibles, establece un nivel de servicio adecuado de la carretera para los usuarios.

Las tablas a continuación nos dan un previo conocimiento de algunas valoraciones en distintos tipos de ensayo:

NIVELES ACEPTABLES DE SERVICIO

TPDA	CALIFICACION
> 5000	> 4.5
3000 – 5000	4.0 – 4.5
1000 - 3000	3.5 – 4.0

RANGOS ACEPTABLES DEL ASPECTO DE LA CALZADA

TPDA	IRI (m/Km)	PCI	RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO	SURCO DE HUELLA (mm)	DEFLECCIÓN (mm)
> 5000	2 - 3	85 - 100	> 55	6.0	< 0.40
3000 - 5000	3.5	85 - 100	> 55	6.0	0.45 - 0.40
1000 - 3000	4	85 - 100	> 55	6.0	< 0.5

La capacidad de una sección de carretera es el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar la sección durante un periodo dado de tiempo en unas condiciones determinadas de la carretera y del tráfico, expresado en vehículos a la hora.

La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a las características de la sección y las del tráfico. El conocimiento de la capacidad de una sección de carretera es absolutamente necesario para proyectarla de forma que permita hacer frente a la demanda prevista. Sin embargo no es suficiente en la práctica, porque las condiciones de circulación cuando se alcanza la capacidad son muy deficientes. Por ello es conveniente que la carretera funcione con intensidades de tráfico inferiores a la capacidad. Ahora bien, una carretera que se construye con una capacidad mucho mayor que la demanda de tráfico prevista, representa un despilfarro que interesara evitar. Por consiguiente para escoger la relación entre la intensidad de tráfico prevista y la capacidad de la carretera habrá que ponderar por un lado los gastos e incomodidades aceptables que lleguen a experimentar los usuarios y por otro lado el coste de la carretera. Para ello seria necesario conocer la relación existente entre la intensidad de tráfico que circula y diversos factores como la velocidad media, el numero de accidentes, la sensación de comodidad de los conductores, etc., y esto para cada tipo de carretera y para diferentes elementos de las mismas. Además haría falta poder valorar en términos monetarios todos estos factores. Con ello podría calcularse la relación entre intensidades y capacidad que hace mínima la suma total de costes.

En la práctica, es necesario proceder de una manera más sencilla. Para ello habrá que establecer unas condiciones de la circulación que se consideren aceptables. Las condiciones que pueden ser aceptables en una cierta situación resultaran inaceptables en otras. Por ello para realizar un análisis de capacidad hace falta establecer una escala de condiciones de circulación de mejores a peores, desde el punto de vista del usuario de la vía, y elegir aquellas que parezcan más adecuadas a la situación en estudio.

1.3.7 Diseño de Pavimento

Para realizar el diseño de un pavimento, ahí que tener en cuenta ciertos parámetros, los mismos que se señalan a continuación:

El Tránsito.- Interesan el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o tridem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

La Subrasante.- De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en la que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento – retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura con algún tipo de aditivo.

El Clima.- Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

Los Materiales Disponibles.- Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender el volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se

deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente.

La determinación de los parámetros para realizar el respectivo diseño, es solo el comienzo de todo proceso constructivo, más allá de la veracidad del diseño, esta la metodología de construcción, la misma que se califica por la calidad de control.

Entre los aspectos relevantes de toda construcción se encuentra el ambiental, el mismo que se analiza en tres fases: antes, durante y después de la construcción.

Existen ordenanzas a nivel estatal que se deben cumplir durante este proceso, las mismas deben señalarse en un plan de mitigación ambiental, a continuación se detallan algunas normas que se deben seguir:

- Cumplir con la legislación y reglamentación medioambiental.
- Reducir la producción de residuos.
- Proyectar obras de forma que se reduzca al mínimo el impacto ambiental de estas, tanto en la construcción como en su uso.
- Evaluar por anticipado el impacto medioambiental de las nuevas actividades, productos y servicios.
- Fomentar en los empleados el sentido de la responsabilidad en relación con el medio ambiente.
- Proporcionar información sobre nuestro comportamiento medioambiental a las partes interesadas.
- Fomentar que los subcontratistas y proveedores de la empresa apliquen normas de gestión medioambiental.
- Revisar periódicamente la política y el funcionamiento del sistema de gestión medioambiental.

1.3.8 Administración Vial

En la mayoría de los países, las redes de carreteras constituyen uno de los mayores activos de la sociedad y son de propiedad estatal. La financiación de la infraestructura viaria es de crucial importancia cualquiera que sea la etapa de desarrollo en que se encuentre un país.

Tradicionalmente ha existido una compleja interacción entre la empresa pública y la empresa privada en la Administración Vial; entre la financiación con los impuestos o con tarifas y peajes privados; entre el control por medio de la regulación o el libre juego de las fuerzas del mercado. El papel de los gobiernos ha evolucionado, y esta evolución ha sido más rápida en los países en vías de desarrollo, en los que existe una mayor necesidad de intervención estatal para impulsar el desarrollo de la economía y de la infraestructura. Sin embargo, incluso en el mundo desarrollado, el Estado juega un papel primordial en el desarrollo económico y social, no sólo como generador directo del mismo, sino también como socio, catalizador y facilitador. Los gobiernos de todo el mundo necesitan establecer acuerdos institucionales y aplicar estrategias de desarrollo que fomenten el crecimiento y sirvan al mismo

tiempo para extender de manera equitativa entre todos sus ciudadanos los beneficios del progreso económico y social.

La finalidad de una Administración de Carreteras consiste en prestar el mejor servicio posible a los usuarios de las mismas. Para ello es necesario disponer de indicadores de calidad que expresen las necesidades del usuario –en relación con la construcción, conservación y explotación de las carreteras– y permitan evaluar en qué medida se cumplen los objetivos. Además de esto, las Administraciones de Carreteras se ven obligadas cada vez más a buscar procedimientos que permitan optimizar la capacidad de la infraestructura vial existente, con el fin de evitar una disminución en el nivel de calidad del servicio.

Los desafíos que se plantean a las Administraciones de Carreteras, en su calidad de explotadores, consisten en satisfacer las demandas de los usuarios. Mediante esta nueva disciplina se debe apoyar técnicada y objetivamente, la toma de decisiones respecto a las inversiones que se deben realizar en los distintos tipos de elementos de la infraestructura, a fin de alcanzar un nivel de servicio adecuado a las necesidades de los usuarios de las vías, teniendo en consideración que los recursos existentes para proveer dicho nivel de servicio son limitados.

Los Alcances de la Administración Vial son:

- ❖ Economía máxima o razonable, en términos de la Administración y costes al usuario.
- ❖ Seguridad máxima o suficiente.
- ❖ Funcionalidad máxima o razonable sobre el periodo del proyecto.
- ❖ Capacidad de carga soportada máxima o suficiente en magnitud y número de repeticiones de carga.
- ❖ Deterioro físico mínimo o limitado debido a las influencias ambientales y de tráfico.
- ❖ Ruido y contaminación del aire mínimo o limitado durante la construcción.
- ❖ Mínimas o limitadas molestias en los usos del suelo próximo.
- ❖ Estética agradable máxima.

Las funciones, las responsabilidades, la orientación estratégica, la estructura y los recursos de las Administraciones de Carreteras están condicionados por un complejo conjunto de fuerzas. En cualquier caso, los principales motores son los desarrollos económicos, sociales, políticos, medioambientales y tecnológicos.

Las redes de carreteras pasan por distintas fases de desarrollo, que se pueden denominar: Nacimiento, Crecimiento, Modernización y Madurez.

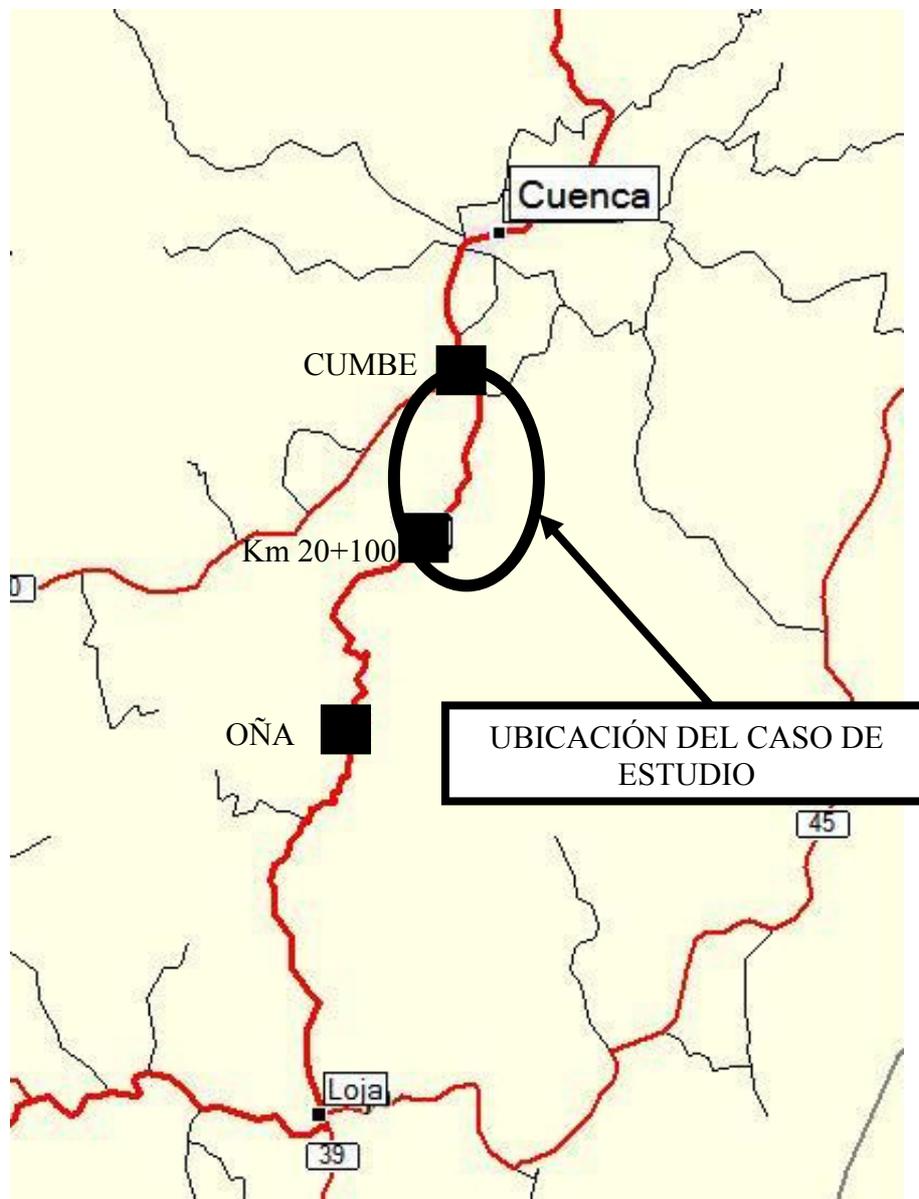
Existe una clara correlación entre el desarrollo socioeconómico y el desarrollo de la red de carreteras: los países en vías de desarrollo se preocupan principalmente por el desarrollo de su red viaria, mientras que los países desarrollados están más interesados en la modernización de la red existente.

Las fuerzas políticas, económicas, sociales y tecnológicas plantean desafíos muy importantes a las Administraciones de Carreteras durante el desarrollo de las redes.

1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CASO DE ESTUDIO.

El caso de estudio se encuentra ubicado en la provincia del Azuay, esta vía es importante en el desarrollo socio-económico de las provincias de Azuay y Loja, así como de los pueblos y comunidades ubicados en la zona de influencia de travesía de la carretera, inicia en el Km 16 de la vía Cuenca – Machala atraviesa la localidad de Cumbe y acaba en una longitud de 20,1 Km en donde empieza el tramo II de la vía que llega hasta la ciudad de Oña.

Un detalle más exacto se muestra en el siguiente gráfico.



2. TECNICAS DE EVALUACION DE CARRETERAS NO DESTRUCTIVAS.

La incidencia de factores de diverso origen determinan alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro. La finalidad de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un período de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria.

Las causas de los defectos mencionados son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Elevado incremento de las cargas circulantes y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original.
- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad; incorrecta valoración de las características de los materiales empleados; incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el período de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos: elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial ó profundidad prevista).
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, equipo, maquinaria especializada y personal capacitado.
- Problemas de aprovisionamiento en algunas zonas del país, por agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de los puntos de empleo, obligando a mayores distancias de acarreo. A veces la limitante es legal, por razones urbanísticas y aún ambientales.

Por los anteriores y otros problemas, existe la necesidad perentoria de determinar, mediante diferentes tipos de ensayos, parámetros estructurales y funcionales, que nos indiquen el estado actual del pavimento y su desempeño futuro.

2.1 DEFLECTOMETRIA.

La Deflectometría comprende los defectos de la superficie de rodamiento cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir de una o más de las capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que impone el tránsito y el conjunto de factores climáticos regionales. En la corrección de este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento

existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

Teniendo en cuenta que un pavimento es una estructura con cierta capacidad para absorber como energía elástica potencial el trabajo de deformación impuesto por cada carga circulante durante su vida útil; retirada la carga, dicha energía es la determinante de la recuperación elástica o cuasi elástica de las deformaciones producidas, la que será tanto más completa cuanto menor relajación de la energía elástica se ha producido durante el tiempo que ha actuado la carga. La falla de la estructura se deriva de dos causas fundamentales:

- Si la capacidad mencionada es excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, se desarrollan deformaciones permanentes en cada aplicación de las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad, seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura.
- Si la capacidad mencionada no es excedida pero las deformaciones recuperables son elevadas, los materiales y en particular las capas asfálticas sufren el fenómeno denominado fatiga cuando el número de aplicaciones de las cargas pesadas es elevado, que se traduce en reducción de sus características mecánicas. En este caso la deformación horizontal por tracción en la parte inferior de las capas asfálticas al flexionar la estructura, puede exceder el límite crítico y se llega a la iniciación del proceso de Fisuramiento.

Para poder realizar la rehabilitación de un firme en conservación de carretera, uno de los datos que el Ingeniero encargado del Proyecto necesita es el de conocer el estado estructural del firme a rehabilitar. El estado estructural se acostumbra a definirse mediante la auscultación con alguno de los equipos disponibles.

Las carreteras además de proporcionar una superficie segura y cómoda deben resistir las cargas de los vehículos pesados que producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad inicial de resistir esas cargas. La forma más frecuente de establecer la capacidad estructural del firme es determinando la deflexión o desplazamiento vertical bajo una carga normalizada de referencia.

Deflexión.- El parámetro que se utiliza de forma determinante y que ofrece mayor significado en los procesos de rehabilitación y de cálculo de refuerzo de firmes es la deflexión elástica del firme bajo una carga.

La deflexión es el valor del desplazamiento vertical en superficie del firme al aplicarle una carga normalizada.

El valor de la deflexión depende de una serie de factores, entre los que destacan:

- El tipo de firme

- El estado del firme
- La temperatura del pavimento
- El equipo de medida

Los valores de la deflexión se expresan normalmente en centésimas o milésimas de milímetro.

La deflexión es un valor evolutivo que representa el estado estructural del firme, respecto a un valor inicial de deflexión mínima. Las técnicas de interpretación de los valores de la deflexión permiten cuantificar las actuaciones necesarias de refuerzo o rehabilitación del firme. La mayor dificultad que presenta la deflexión es la lentitud de la medida con los equipos actuales, por lo que su medida se suele realizar como atributo local (a nivel de tramo donde ya se ha decidido que es necesario actuar). Asimismo la deflexión elevada no es buena o mala por si misma, sino que su valor se tiene que interpretar en función del tipo de firme y de los espesores de las capas que lo constituyen. Por esta razón disponer de una Información fiable y suficiente de los espesores es un elemento fundamental para determinar las características estructurales.

Finalmente la otra variable básica que interviene en el estudio de la capacidad estructural del firme es la cuantificación adecuada de las sollicitaciones. En esta cuestión se descubre la interrelación entre características estructurales y superficiales. El efecto de superposición más conocido, aunque difícil de cuantificar, es el crecimiento exponencial del daño en el firme debido a que las cargas dinámicas se incrementan con la mala regularidad superficial. Es decir, un mismo eje de 13 t es mucho más "agresivo" para el firme en un tramo de mala regularidad (IRI elevado) que en otro en buen estado. La inversa también suele ser cierta, un tramo de mala regularidad presenta, muy probablemente, un estado estructural deficiente. Por esta razón el IRI es un parámetro de un gran contenido informativo para estimar las características estructurales.

Los resultados de la Auscultación Deflectométrica se organizan en ficheros que contienen información sobre los siguientes aspectos:

- Datos de la carretera (Identificación de Tramo y Subtramo, Número de Distrito, Abscisa Inicial)
- Nombre del cliente y código
- Fecha del Ensayo
- Altura de caída
- Número de golpes por ensayo
- Hora de cada ensayo
- Tipología de Pavimento

- Abscisa ensayada
- Valores de la deflexión en los 9 geófonos
- Valor de la carga
- Temperatura del aire y del pavimento

Los resultados de las auscultaciones deflectométricas requieren dos tipos de análisis:

- 1.- En primer lugar un tratamiento estadístico que permita identificar y agrupar tramos con igual comportamiento estructural. Para ello se utilizarán deflexiones normalizadas, que corrigen la influencia de la temperatura del pavimento y humedad de la explanada en los valores de deflexiones obtenidos. El análisis estadístico se realiza por zonas preestablecidas donde se conoce o se supone que la sección de firme es la misma. A las deflexiones obtenidas en esa zona se le aplica algún test de homogeneidad para establecer tramos homogéneos (se suele realizar un análisis de la varianza de las deflexiones obtenidas ó similar). A cada tramo homogéneo se le asigna una deflexión de cálculo, que se emplea para conocer la capacidad estructural remanente del firme medido.

Se entiende por tramo homogéneo aquel que una vez conocido su estado estructural va a ser rehabilitado uniformemente.

- 2.- El segundo tipo de análisis calcula la capacidad estructural del firme, mediante el procedimiento conocido como "Cálculo Inverso", o determina la adecuación del firme a la vida de diseño mediante la comparación de la deflexión de cálculo con las deflexiones críticas.

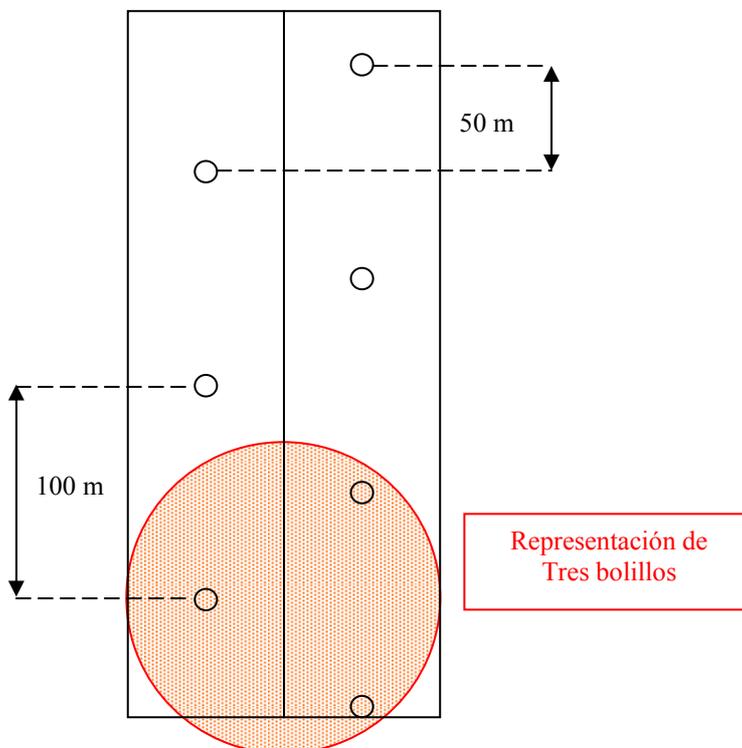
El procedimiento de mayor difusión internacional para el análisis de las deflexiones se conoce con el nombre de "Cálculo Inverso" ó "Backcalculation" que consiste en calcular los módulos de las diferentes capas del firme, mediante el ajuste de las deflexiones medidas a las deflexiones teóricas que se obtendrían con un modelo de firme (definido por unos espesores conocidos y unos módulos desconocidos). Para ello se necesita trabajar con todo el cuenco de deflexiones (los 9 valores de deflexión de cada ensayo).

El conocimiento del estado estructural del firme permite determinar el espesor de refuerzo necesario para una vida de cálculo dada.

El proceso es largo y requiere experiencia ya que puede haber diversos ajustes para los que se necesita un conocimiento de los modelos de comportamiento del firme. Este método se discernirá en el capítulo 4.

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según la Deflexión debe ser evaluada cada 50 metros en tres bolillos a lo largo del tramo. En la figura No. 2.1 se muestra un gráfico de la captura de datos en tres bolillos.

FIGURA 2.1.- Gráfico de Captura de Datos en tres



2.2 REGULARIDAD SUPERFICIAL.

Se define como regularidad superficial de una carretera a la mayor o menor aproximación del perfil real al teórico que es aquél que no produce, dentro de un vehículo en marcha, aceleraciones verticales. La cuantificación de la regularidad se puede realizar con la medida de diferentes magnitudes (desnivelaciones verticales, modificaciones de la energía en el movimiento de un vehículo, determinación de las aceleraciones dentro del vehículo, etc). La evaluación del grado de irregularidad de una carretera debe efectuarse tanto en sentido longitudinal como transversal.

La regularidad superficial comprende los defectos de la superficie de rodamiento debido a fallas de la capa asfáltica y no guardan relación con la estructura de la calzada. La correlación de estas fallas se efectúa con sólo regularizar la superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y regularidad. Ello se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan desde el punto de vista estructural en forma directa.

En la actualidad se considera que determinadas ondulaciones de un perfil tienen relación directa con el grado de deterioro de la sección estructural, pero existen otras de diferente longitud de onda que, además, afectan a la seguridad

y a la comodidad del usuario. Así, por ejemplo, las deformaciones transversales de un perfil pueden producir acumulaciones de agua superficial y originar hidropneumático. Ondulaciones longitudinales con longitud de onda corta (0 a 3 m) suponen peligrosidad al usuario que circula a alta velocidad, ya que en los movimientos del vehículo se pueden producir despliegues de la carretera, con la consiguiente pérdida de la adherencia neumático-pavimento. Ondas de cualquier longitud producen movimientos en el vehículo y aceleraciones verticales en los pasajeros (cabeceos y balanceos) que resultan incómodos, tanto más cuanto mayor es la velocidad.

La regularidad superficial es una de las características básicas del estado del pavimento. Se mide a través del análisis del perfil longitudinal y del perfil transversal.

2.2.1 Perfil Longitudinal.

El perfil longitudinal se define por las variaciones relativas en altura de la superficie de la carretera en dirección longitudinal, es decir, en la dirección del movimiento de los vehículos. El perfil longitudinal también puede definirse como el conjunto de desniveles e irregularidades de la carretera.

Tiene una gran influencia sobre aspectos funcionales, tales como el consumo de combustible o el desgaste de los neumáticos y otras partes del vehículo, sobre todo las relacionadas con la suspensión. Por otra parte, afecta a la comodidad del usuario y provoca fatiga durante la conducción. También repercute en el medio ambiente, por los ruidos producidos con el paso de los vehículos, y afecta a los firmes por los impactos dinámicos que aparecen como consecuencia de una regularidad inadecuada.

Todos estos factores han provocado que el interés por una regularidad superficial adecuada crezca con el paso del tiempo, no sólo en el ámbito nacional, sino en el internacional. En este sentido, la regularidad es objeto de análisis en el Comité Técnico “Características Superficiales de los Firmes” de la AIPCR (Asociación Mundial de Carreteras).

De acuerdo con los estudios relacionados y homologados internacionalmente, la regularidad es el factor principal para determinar el nivel de servicio de la vía.

El Índice de Regularidad Internacional se lo define como la distancia vertical acumulada por la suspensión del vehículo en metros por un kilómetro viajado. Por consecuencia la unidad del IRI es m/Km, algunos equipos miden la regularidad en unidades equivalentes como mm/m, esto variará de la distancia recorrida en los ensayos.

Asimismo, y aunque no esté regulado, se emplea el IRI para la conservación de la red de carreteras, indicando qué valores de IRI mayores de 4 m/Km deben ser evitados en carreteras con tráfico importante ($IMD > 1.000$).

En la tabla No. 2.1 se establece el Porcentaje de Hectómetros que deberán tener un IRI de especificación.

TABLA No. 2.1.- Porcentaje de Hectómetros Vs. IRI Especificado

IRI ESPECIFICADO	% HECTOMETROS
< 1.5 m/Km	50
< 2.0 m/Km	80
< 2.5 m/Km	100

Un tramo de carretera se clasifica utilizando el valor de IRI medio expresado en metro / Kilómetro en los niveles establecidos en la tabla No. 2.2 siguiente:

TABLA No. 2.2.- Calificación del IRI

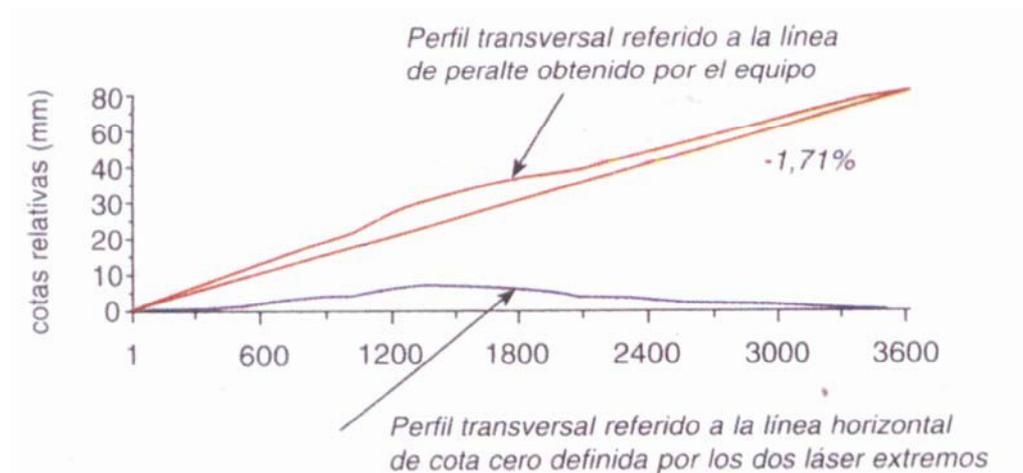
CALIFICACION	IRI MEDIO (m/Km)
EXCELENTE	< 1.5
ACEPTABLE	1.5 – 2.5
REGULAR	2.5 – 4.0
NO DESEABLE	> 4.0

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según el IRI debe ser ensayada cada 100 metros a lo largo del tramo. Se recomienda realizar medidas a 10 m de distancia y sacar un promedio por Hectómetro, para mayor exactitud del perfil.

2.2.2 Perfil Transversal.

El perfil transversal se define como el resultado de las variaciones en altura relativa del pavimento en sentido lateral a lo largo de la carretera. Casi todas las variaciones del perfil transversal se encuentran en las zonas de rodadas y aparecen debido a la acción abrasiva de los neumáticos y a la deformación plástica causada por los vehículos pesados. A estas deformaciones se les llama **roderas**. En la Figura 2.2 se muestra la Representación del Perfil Transversal.

FIGURA 2.2.- Representación del Perfil Transversal



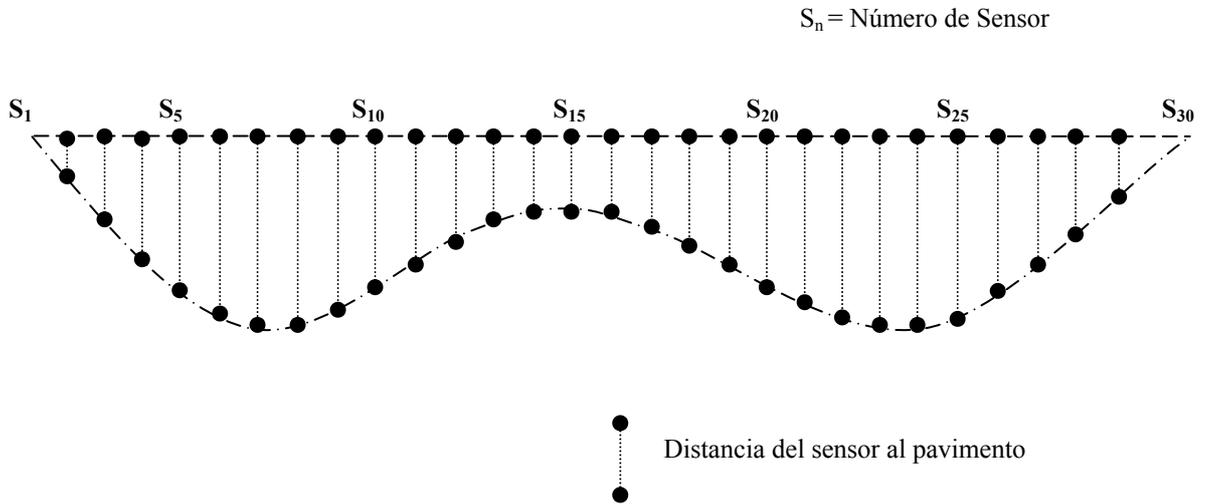
Calcular el perfil transversal cada 10 cm proporciona un nivel alto de exactitud y reproducibilidad para las medidas del perfil transversal, tales como las roderas. Sin embargo varias cuestiones, mencionadas a continuación, se deben tener en cuenta cuando se comparan las medidas del perfil de alta velocidad con las medidas estacionarias típicas de topografía.

La medida normal del perfil transversal es un valor medio de la longitud de un tramo especificado de la carretera mientras que las medidas realizadas por un equipo estacionario son medidas puntuales y a menudo se realizan donde se han detectado visualmente roderas profundas. Por lo tanto las medidas estacionarias en ocasiones dan medidas de roderas más profundas que las medidas, no estacionarias.

Otra explicación de la diferencia entre los perfiles transversales estacionarios y no estacionarios es que, debido al pequeño punto de luz de la cámara láser, a veces mide los picos del perfil de textura y a veces, los valles. El resultado es la distancia.

Roderas.- En la mayoría de los casos, la forma del perfil transversal es la que se muestra en la Figura No 2.3, donde se pueden distinguir dos roderas. La arista que separa las roderas puede ó no puede exceder la línea que conecta los puntos extremos del perfil. En algunos casos, sin embargo, la arista no existe, dejando un perfil transversal con una sola depresión ancha.

FIGURA 2.3.- Gráfico de Roderas



Un tramo de carretera se clasifica utilizando el valor medio de la rodera máxima expresada en milímetros en los niveles establecidos en la Tabla No. 2.3 siguiente:

TABLA No. 2.3.- Calificación de Roderas

CALIFICACION	RODERAS (mm)
BUENO	< 10
ACEPTABLE	10 – 15
NO DESEABLE	> 15

El perfil transversal se precisa para determinar zonas donde el agua no pueda desaguar a pesar de la pendiente del pavimento.

Las roderas son una consecuencia de la erosión provocada por el vehículo y de la deformación del pavimento. Dependen del tráfico (intensidad, peso y

velocidad) y del tipo de material usado. La magnitud de la profundidad de las roderas está muy influenciada por la temperatura, por la velocidad de los vehículos pesados y por el tipo de mezcla que se emplee. Además de reducir la comodidad. Las roderas pueden resultar peligrosas al interferir en el control del vehículo y permitir el estancamiento del agua, aumentando el riesgo de hidrodinámico.

El hidrodinámico se puede resaltar como una de las características de las carreteras que pueden afectar al usuario.

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según las roderas debe ser tomadas cada 100 metros a lo largo del tramo. Se recomienda realizar medidas a 10 m de distancia y sacar un promedio por Hectómetro, para mayor exactitud del perfil.

2.2.3 Textura.

Se define la textura como las desviaciones de la superficie del firme respecto a una superficie planar menores o iguales a 0,5 metros. La textura se subdivide en Microtextura, Macrotextura y Megatextura.

La microtextura es la característica global que comprende las longitudes de onda más pequeñas. Se puede definir como la irregularidad superficial de los componentes individuales de la superficie de la carretera, por ejemplo los áridos utilizados en la capa de rodadura. La microtextura se considera particularmente importante en la valoración de la resistencia al deslizamiento (fricción) de la superficie; un exceso de pulimento en los áridos disminuye la fricción en la superficie. Una forma indirecta de medir la microtextura es determinando el coeficiente de fricción o rozamiento.

La macrotextura incluye longitudes de ondas mayores, desde el tamaño del árido hasta la huella del neumático. Tiene relación con la parte vertical y lateral del drenaje y con los áridos de la capa superficial. La macrotextura influye en muchos aspectos del funcionamiento de la carretera. La medida de la macrotextura permite el control y predicción de muchos de los parámetros relacionados con la carretera, los neumáticos, y el comportamiento de vehículo y del conductor.

Un término nuevo, megatextura, ha sido recientemente asociado con la regularidad superficial. El término intenta señalar los aspectos de las características superficiales que se repiten con longitudes de ondas entre medio centímetro y medio metro. Los casos que se presentan irregularidades grandes incluidas en estas longitudes de ondas no tienden a ser repetitivas se señalan como características locales, incluso sobre grandes tramos de firmes. Los baches son un ejemplo de megatextura elevada.

La resolución requerida para la medida de la macrotextura es bastante más exigente que para la medición de la profundidad de las roderas. Se puede considerar la macrotextura superficial como un atributo local (como en el caso de desconchones o arrancamientos localizados de partículas) o como una característica global (la textura general del firme). En este último caso, debe

realizarse un muestreo muy intenso para capturar las características más pequeñas, al mismo tiempo que resume los resultados como características globales de la superficie.

La medida de la textura superficial ha evolucionado a lo largo de los años con diferentes conceptos de análisis, métodos de medida y criterios de evaluación. En el Congreso Mundial de Carreteras de Bruselas (1987), el Comité Técnico de Características Superficiales, propuso una clasificación de las características geométricas superficiales que se fundamenta en las medidas de la longitud de onda y en las amplitudes de las irregularidades. La Tabla No. 2.4 resume esta clasificación.

TABLA No. 2.4.- Clasificación de las Características Superficiales

TIPOLOGIA	DIMENSIONES DE LAS IRREGULARIDADES	
	HORIZONTAL	VERTICAL
MICROTEXTURA	0 – 0.5 mm	0 – 0.2 mm
MACROTEXTURA	0.5 – 50 mm	0.2 – 10 mm
MEGATEXTURA	5 – 50 cm	10 – 50 mm
REGULARIDAD	50 cm – 50 m	

Longitudes de onda mayores a $10^{1.5}$ mm resultan indeseables al momento de evaluar, aunque hasta cierto límite aceptable; sin embargo, longitudes menores son necesarias para una adecuada interacción vehículo – carretera, entre microtexturas, macrotexturas y algunas megatexturas, vale señalar que la huella del neumático tiene una longitud de 10^2 mm. Los defectos de regularidad superficial influyen en la resistencia y comodidad de la rodadura, estabilidad en marcha, cargas dinámicas, desgaste del vehículo y ruido durante el contacto neumático – pavimento. Una vez idealizadas las magnitudes de onda (m) y relacionadas las frecuencias medidas (Hz), es posible representar correlaciones de seguridad y comodidad del viaje, cuando se administran bases de datos extensas.

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según la textura debe ser tomadas cada 20 metros a lo largo del tramo.

2.3 FISURAMIENTO.

Las fisuras son reflejo de una mala actuación de la capa de pavimento ante las cargas recibidas a diario, estas se pueden producir por distintos factores entre los que se destacan:

- El Tránsito,

- El Clima,
- Tipo de Carpeta de Rodadura, entre otros

Cuando uno realiza el diseño de un pavimento a n años, normalmente se magnifican las cargas de tránsito, para prever futuros desarrollos automotrices, pero debido a la mala regulación de pesos de los camiones, estas cargas son sobresaturadas por el parque automotriz, produciendo aceleradamente la aparición de fisuras.

Las fisuras no representan necesariamente características de tramos largos de pavimento, sino manifestaciones de cambios locales de corto plazo en la superficie del pavimento.

En la Fotos No. 2.1 y No. 2.2 se muestran ejemplos de Fisuración.

FOTO No. 2.1.- Fisura de Bajo Nivel



FOTO No.2.2.- Fisura de Alto Nivel



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

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según el Fisuramiento deberá ser tomadas cada 100 metros a lo largo del tramo. Se recomienda realizar cada 10 metros y luego sacar un promedio, para mayor exactitud en la medida.

2.4 INSPECCION VISUAL.

Es el procedimiento normalmente más usado, se basa en una inspección visual detallada que permita establecer la condición superficial del pavimento. Este procedimiento puede arrojar valores bastante dispares, por lo que es siempre conveniente comprobar que se encuadran dentro de valores avalados por la experiencia de quien evalúa.

En todo pavimento se producen fallas superficiales, las cuales pueden ser causadas por efectos del tráfico, por efectos ambientales, por problemas de durabilidad o por una combinación de efectos. La existencia de fallas en un pavimento reduce su condición de servicio.

El parámetro que refleja la serviciabilidad funcional del pavimento es el PCI (Índice de Condición del Pavimento).

El PCI es calculado en base a los resultados de una evaluación visual de la condición del pavimento identificando los tipos de fallas en éste, sus severidades y cantidades. La metodología aplicada a este parámetro es el PAVÉR, metodología que será descrita en el Capítulo 4.

2.5 HIDRODESLIZAMIENTO.

El ensayo de Hidrodeslizamiento es un parámetro que está representado por el coeficiente de rozamiento que se emplea para determinar el nivel de adherencia entre el neumático y la superficie del pavimento. El valor del coeficiente de rozamiento depende de una serie de factores, algunos inherentes a la carretera mientras que otros son responsabilidad del usuario (como la velocidad y el estado de los neumáticos del vehículo) o de la meteorología (lluvia, nieve o hielo sobre la calzada, etc.). La demanda de rozamiento es función de la velocidad y de la cantidad de agua sobre la carretera. A su vez la capacidad de responder a esa demanda es función del tipo y del estado del pavimento.

La fricción en carreteras es muy importante para la seguridad del tránsito, pero es difícil particularizar el efecto de una pobre (o baja) fricción como causa del riesgo de accidente. En condiciones de invierno, los caminos con características similares pueden tener diferentes valores de fricción; por otra

parte, las carreteras con características diferentes pueden tener las mismas condiciones de fricción. En ambos casos, el conductor principalmente se adapta a las condiciones de clima y no a las condiciones de fricción.

Existe indudablemente una fuerte correlación entre la fricción de la carretera y el riesgo de accidentes. Los problemas se incrementan cuando requerimos una visión más detallada de esa correlación. Existen diferentes métodos para evaluar y cuantificar la fricción de la carretera y además diversos criterios para tratar y categorizar los datos de accidentes.

Al igual que otras características superficiales, los niveles de adherencia de un pavimento evolucionan con el tiempo como consecuencia del pulido de la superficie por la acción repetida de los neumáticos de los vehículos. Por tanto se tiene que comprobar el coeficiente de rozamiento mediante técnicas de auscultación.

Está comprobado que las necesidades de adherencia y de capacidad de evacuación de agua en los "huecos" del neumático y del pavimento se pueden asegurar razonablemente con pavimentos que tengan determinados valores de microtextura (fricción) y de macrotextura. Es decir, la microtextura influye en la fricción y la macrotextura en la capacidad de evacuar agua rápidamente, impidiendo o dificultando los fenómenos de hidroplaneo, lo que también ayuda a mejorar la fricción.

Dentro de este tópico es importante analizar la adherencia que existe entre las llantas del vehículo y el pavimento, se encuentra subdividida cuando se presentan dos casos dependiendo del estado en el que se encuentre el suelo (seco o mojado):

Adherencia en suelo seco.- La fuerza procede de dos mecanismos superpuestos (adhesión, indentación) en los que el estado de la superficie del suelo desempeña un papel determinante.

Diferentes tipos de suelos: (1) La microrugosidad (unos pocos angstroms) pone en juego las fuerzas moleculares de adhesión. Por ello observamos este fenómeno de adherencia en superficies aparentemente lisas. (2) La macrorugosidad (de unas pocas micras a unos pocos milímetros), pone en juego fuerzas de adherencia muy importantes: es el mecanismo de indentación.

Adherencia en suelo mojado.- Una cierta altura de agua en la calzada produce mecanismos de degradación de la adherencia. El viscoplaning se debe a la presencia de una película residual de agua entre el suelo y el neumático (altura de agua 0.5 mm). Esta fina película de agua se interpone entre la goma y el suelo, las uniones moleculares se interrumpen totalmente entre ellos. La adhesión tiende a cero y el deslizamiento no encuentra oposición alguna.

El hidroplaneo (o aquaplaning) es una pérdida progresiva del contacto con el suelo por la formación de una capa entre el neumático y el suelo (altura de > 0.5 mm) por la velocidad del vehículo. Bajo el efecto de la velocidad de desplazamiento del neumático, la presión del agua situada ante él aumenta y va levantando el neumático progresivamente. Al aumentar la velocidad, la cuña de

agua aumenta también debajo del neumático y acaba por despegarlo totalmente del suelo. El fenómeno de aquaplaning puede resumirse en 3 puntos:

- Puesta en presión del agua, por la velocidad de avance del neumático,
- Evacuación de una parte del fluido por los lados del neumático,
- Levantamiento del neumático cuando las presiones hidrodinámicas son superiores a las presiones de contacto.

Se produce, por tanto, una disminución del potencial de adherencia que conlleva:

- El aumento de la distancia de frenado,
- La disminución de la capacidad de dirección.

Este fenómeno además se asocia con el peso del vehículo, las características de los neumáticos, la textura y el espesor de agua en el pavimento. Aunque son muchas las variables que intervienen, la fundamental es la existencia en el pavimento de agua con una profundidad crítica. Por tanto, el potencial de riesgo de una sección de carretera al hidropneado viene determinado por la existencia de profundidades críticas que suelen ocurrir durante inundaciones y lluvias intensas repentinas.

Puesto que el hidropneado solamente puede ocurrir cuando hay agua en el pavimento, el riesgo de hidropneado de cada tramo de carretera se determina considerando la topografía del pavimento: su geometría superficial, textura y peralte que determinan la película de agua. El espesor sobre el pavimento es función directa de la cantidad de agua, de la intensidad y duración de la precipitación (lluvia torrencial repentina) e inversa de la capacidad de drenaje del pavimento. La capacidad de evacuación de un pavimento se clasifica en: drenaje por infiltración (drenaje a través del pavimento) y drenaje por escorrentía (agua que escurre longitudinal y transversalmente hacia el arcén). En casi todos los tipos de pavimento el agua infiltrada es mínima, excepto en los diseñados específicamente para infiltraciones elevadas (mezclas porosas). El drenaje por infiltración depende de la textura del pavimento (valor que también afecta al drenaje de escorrentía) de las pendientes longitudinal y transversal y de las depresiones de la superficie que forman valles que disminuyen o impiden el drenaje (como es el caso de las roderas).

Para determinar las características del drenaje del pavimento es necesario conocer los valores del peralte y pendiente longitudinal para determinar la evacuación adicional puede atribuirse a una pendiente favorable o, por lo contrario. La altura de agua que puede deberse a retenciones o inundaciones a lo largo de la superficie del pavimento.

El trazado de la carretera se relaciona con el cambio angular vertical y horizontal del pavimento. Una curva de radio demasiado pequeño, para la velocidad de proyecto, puede requerir reducción de velocidad y además causar accidentes, especialmente cuando se combina con peraltes elevados o incluso

contra peraltes. Carreteras con pendientes longitudinales extremas son antieconómicas y peligrosas.

Estándar Recomendado.- La frecuencia de datos según el Hidrodeslizamiento deberá ser tomadas cada 200 metros a lo largo del tramo, especialmente en curvas verticales y horizontales.

2.6 REGISTRO DE VIDEO.

Con ayuda del registro de video uno puede realizar un inventario vial, que constituye una de las primeras y más importantes tareas de los responsables de una red de carreteras. Los inventarios sirven para tener un conocimiento básico de la red (longitud) y para obtener una serie de informaciones adicionales hasta el nivel de detalle que los administradores consideren (Inventario de señalización, de puentes, de tipo de pavimentos, de espesores de firme, etc.).

Una de las primeras tareas asociadas o derivadas del inventario es la clasificación (Red Principal, Secundaria, etc) y la designación o numeración (Carretera "X 100") de la red. Los criterios de numeración son muy variables, siendo bastante usual emplear la numeración par en carreteras Este-Oeste y la numeración impar en carreteras Norte-Sur.

Los inventarios deben estar informatizados y organizados en bases de datos gráficas y numéricas que permitan fácilmente su explotación y la preparación de los mapas de la Red y de los tratamientos numéricos que se requieran. Asimismo los inventarios deben organizarse de forma que permitan la conexión fácil y rápida con datos evolutivos (tráfico, estado de los pavimentos, de los puentes, etc.). Es normal organizar el inventario por:

- Carretera
- Tramo
- Kilómetro
- Distancia al kilómetro anterior
- Sentido

Estándar Recomendado.- La captura de video es un ensayo continuo a lo largo de toda la carretera.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS.

En la actualidad, la obtención de parámetros que definan las características del pavimento requiere de un trabajo más allá de laborioso, científico. Gracias a la ayuda de la Informática, podemos realizar esta captura de datos con modernos equipos que a más de generarnos beneficios con la facilidad de tiempo, nos provee de una seguridad de los parámetros ya que su grado de error es cada vez más ínfimo.

Entre los beneficios que nos brindan estos equipos están:

Permanencia.- Basado en la continuidad y en la estabilidad de los ensayos.

Localización Referencial.- Determina y señala el desplazamiento exacto de los ensayos a lo largo del proyecto.

Exactitud.- Puntualidad y fidelidad de los datos obtenidos en la ejecución de los ensayos.

Valoración y Registro.- Referente a la apreciación de los equipos.

Relevancia.- La información obtenida en este tipo de ensayos es destacada y de significativa importancia en los procesos de diseño y construcción.

Adecuación.- La acomodación de los equipos al terreno de trabajo facilita la obtención de los datos y el procesamiento de los mismos.

Fiabilidad. - El buen funcionamiento y la calibración continua de los equipos, proporciona la seguridad de los datos obtenidos.

Precisión y Velocidad.- La exactitud y prontitud de los ensayos en la determinación de los parámetros, es la ventaja más relevante de este tipo de equipos.

Automatización.- El beneficio de la tecnología se hace presente en este tipo de equipos, ya que son operados manualmente desde un ordenador, sin la necesidad de bajarse del vehículo, de igual forma los datos son grabados de forma inmediata para su utilización posterior.

Información Por Niveles.- Es posible la programación de la evaluación dependiendo del grado de estudio a realizar, ya sea este a nivel de estudio, diseño, construcción o control.

Bajos Costos.- Los costos que se generan de las inspecciones son considerablemente más bajos tomando en cuenta el tiempo de ejecución de los ensayos y de la fiabilidad de los datos obtenidos.

La auscultación del firme mediante equipos de alto rendimiento proporciona información precisa y cuantitativa sobre el estado de sus características estructurales y superficiales, esto ayudado de los programas de procesamiento conforma parte de la tecnología más avanzada del primer mundo.

Teniendo en cuenta de que los Equipos y Programas son propiedad de la Compañía INEXTEC CIA. LTDA. Solo se podrá referir de estos las características principales de los mismos.

3.1 ODÓMETRO.

El Odómetro es un equipo que mide la distancia horizontal recorrida por el vehículo, generalmente está conectado al neumático del vehículo.

Todos los vehículos vienen con odómetros incorporados en sus contadores de Kilometraje, pero la precisión de estos varía de acuerdo a la tecnología empleada por sus fabricantes.

En el estudio de parámetros viales, es necesario la veracidad de las medidas, por ejemplo: Al realizar el estudio de rehabilitación de un pavimento, se llegó a determinar que en un tramo (entre las abscisas 9+820 – 9+870) se necesita realizar un bacheo por la excesiva fisuración en él, en un proyecto de varios Kilómetros, es imprescindible la exactitud de las abscisas ya que el operario podría ejecutar mal el trabajo y en consecuencia el problema de incrementaría.

Existen varios tipos de odómetros, el más importante es el odómetro de alta precisión que se instala en el neumático posterior del vehículo en la parte externa, desde donde registra la distancia horizontal que recorre el vehículo (su grado de error es de 1 mm) la Foto No 3.1 muestra un Odómetro de precisión.

FOTO No. 3.1.- Odómetro de Precisión



Generalmente los equipos de auscultación tienen integrados odómetros en su estructura (menos los manuales), para poder tener referenciados las medidas obtenidos en ellos.

En el caso de los equipos manuales, es imprescindible realizar primero un levantamiento de abscisado general del proyecto, ya sea este topográfico, a cinta o utilizando equipos automáticos (dependiendo del estudio), para poder referenciar los ensayos medidos.

3.2 DEFLECTÓMETRO.

El análisis de las características estructurales del pavimento y el conocimiento de las propiedades resistentes de cada una de las capas en servicio, es la información relevante que proporciona estos equipos de evaluación mediante ensayo de carretera.

La medición de la capacidad de carga en carreteras puede ser llevada a cabo con varios dispositivos.

Entre los más conocidos están:

- Viga benkelman simple,
- Viga benkelman doble,
- Deflectómetro de impacto FWD,
- Curviámetro
- Deflectógrafo tipo Lacroix, entre otros

El tipo de equipo de medida más utilizado internacionalmente es el denominado Deflectómetro de Impacto o FWD (de sus siglas inglesas Falling Weight Deflectometer) que permite determinar no solo la deformación bajo el punto de carga o impacto, sino también en una serie de 9 puntos secuencialmente separados del punto inicial de ensayo a distancias de 21, 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 milímetros. Con estas medidas se obtiene lo que se denomina "Cuenco de Deflexiones" o línea de influencia deformada. Esta información es mucho más precisa y útil que la obtenida por aparatos adicionales como Viga Benkelman, Deflectógrafos o Curviámetros.

A nivel de red, el Deflectómetro de Impacto es a menudo la herramienta principal para elaborar una base de datos de capacidades de soporte.

A nivel de proyecto, las medidas se efectúan sobre un tramo en concreto, con el fin de conocer el comportamiento estructural de esa sección en particular. Estas medidas pueden usarse para proyectar las actuaciones de refuerzo.

Este equipo mide las deflexiones verticales producidas en superficies pavimentadas y en las no pavimentadas bajo un impacto producido por la caída en gravedad de una masa conocida desde una altura también conocida. Las deflexiones se miden en el eje de carga, bajo la carga y a distancias previamente especificadas a lo largo del eje hasta una distancia máxima de 2,10 metros (9 medidas de deflexión) en la Foto No 3.2 se muestra el equipo de referencia.

FOTO No. 3.2.- Deflectómetro de Impacto



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

El Deflectómetro esta basado normalmente en un remolque de eje sencillo que puede remolcarse con un vehículo de tamaño medio; sin embargo, hay versiones basadas en furgonetas pequeñas. El remolque es básicamente una plataforma rodante con un sistema de guía que permite dejar caer un peso especificado desde una altura también especificada.

El principio general de funcionamiento del Deflectómetro de impacto se basa en la generación de un impulso de carga sobre el firme. Esto se consigue mediante el impacto provocado por la caída libre de una masa sobre un sistema de amortiguación instalado sobre una placa circular segmentado en cuatro partes de 30cm. de diámetro, que se apoya en la carretera. La masa, el sistema de amortiguación y la altura de la caída pueden regularse para obtener la carga de impacto deseada sobre el firme. La pulsación del impacto aplicado a la carretera tiene la forma de la mitad de un período de onda sinusoidal. Una serie de sensores llamados geófonos miden las deflexiones verticales máximas del firme bajo el centro de la placa de carga y en línea recta radialmente a distintas distancias de este centro. Las deflexiones medidas y el valor máximo de la carga de impacto quedan registrados en un soporte magnético.

La carga aplicada a la superficie de rodadura se encuentra en un intervalo de 20 a 250 KN, esta depende del tipo de pavimento a inspeccionar. La carga más corriente es de 45 KN con una desviación de ± 5 KN, aplicada sobre una placa de 300 mm de diámetro.

Las deflexiones producidas pueden correlacionarse directamente al comportamiento del firme o utilizadas para determinar las características estructurales de las capas del pavimento.

El impulso de carga generado por el Deflectómetro pretende simular el originado por el paso de un vehículo pesado (8.2 Ton) en movimiento, por

tanto, ha de tener un intervalo entre el origen y el máximo de carga próximo al de dicho impulso.

El equipo dispone de nueve sensores de medida de deflexiones, suficiente para describir adecuadamente la forma del cuenco de deflexiones, en la Foto No 3.3 se muestran los geófonos.

FOTO No. 3.3.- Geófonos del FWD



Adicionalmente el equipo registra la temperatura del aire y del pavimento, el kilometraje, y comentarios que el operador puede introducir mediante el computador que controla la operación.

El equipo consta con una interfase de medición y comunicaciones montado en el vehículo y un sistema de control de ensayo, implementado a través de un programa de computador.

Mediante la automatización del sistema el ciclo de trabajo puede llevarse a cabo hasta un tiempo mínimo de 26 segundos por punto que lo convierte en un equipo de gran rendimiento y especialmente útil para el diseño de pavimento nuevo, auscultación de pavimento existente, rehabilitación de pavimento flexible, etc.

La tecnología nos permite hacer pruebas bajo la modalidad FWD y HWD, para carreteras, calles y aeropistas, con una carga máxima de hasta 250 KN.

Normalmente, el procedimiento de medida es automático, de manera que sólo se necesita una parada corta para cada punto de medida y el conductor-operador no tiene que abandonar el vehículo para realizar la medida. Además del modo automático el equipo se puede operar en forma manual para efecto de verificación de funcionamiento de las partes y calibración.

Cuando se mide con el FWD la capacidad por día es de 50 a 60 Km (valor medio: 54 Km). En la Foto No 3.4 se muestra al equipo ensayando.

FOTO No. 3.4.- Toma de ensayo de FWD



Los costos de medida se encuentran entre 200 y 500 UDS/Km, dependiendo en parte del número de puntos en que se hagan las medidas y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

3.3 GPS.

Mejor conocido como Sistema de Posicionamiento Global el GPS es un sistema de coordenadas (longitud, latitud y altitud) con el que se referencia los datos obtenidos en diversos ensayos como por ejemplo el de inventario vial y el de Fisuramiento.

El GPS consta de tres partes principales:

- Antena
- Receptor
- Visualizador

En la Foto No 3.5. Se muestran las partes principales del GPS.

La Antena.- se coloca en la parte superior del carro, en donde el GPS pueda encontrar señal de transmisión. El GPS puede obtener el registro de hasta 9 satélites, pero funciona si por lo menos captura 3 satélites. Cuando existen condiciones climatológicas que no permiten la captura de los satélites, la información es guardada en el **Receptor**.

FOTO No. 3.5.- Partes Principales del GPS



El Receptor.- Cada vez que se realiza un registro de GPS, este es grabado en el receptor. Este archivo puede ser corregido a través de los Institutos Operadores de Satélites, en aquellos puntos donde no hubo señal, para esto hay que estar inscritos en los mismos anualmente.

El Visualizador.- Es el equipo que nos permite la configuración de cada registro. Cada vez que se va a realizar una captura de datos, el Visualizador nos indica las opciones de tipo de archivo tales como: nombre del archivo, función del archivo, etc. A través del Visualizador, se puede crear un mapa referencial del proyecto en análisis, así mismo se denota aquellos puntos en los que no hubo una recepción de señal, en la Foto No 3.6 se muestra el Visualizador.

FOTO No. 3.6.- Utilización del Visualizador



3.4 PERFILÓMETRO LONGITUDINAL.

Existen varios equipos para realizar levantamientos de información sobre la regularidad del perfil longitudinal, basados en distintos principios y tecnologías, como por ejemplo:

- Integrador de resaltes (BI)
- Video Láser RST,
- Láser Portable,
- Inclinómetro
- Merlín, entre otros

Los equipos de medida de esta característica han sufrido una considerable evolución con el tiempo, desde los de referencia geométrica (tales como reglas fijas y rodantes) a los actuales perfilómetros láser de alta velocidad, pasando por equipos del tipo respuesta, en la Foto No 3.7 se muestra el equipo Merlín.

FOTO No. 3.7.- Equipo Merlín



Como consecuencia, los equipos utilizados en diferentes países para determinar la regularidad son también distintos. Además, a pesar de existir un Índice de Regularidad Internacional (IRI), los indicadores utilizados internacionalmente varían considerablemente, esto es fácil de entenderse comprendiendo, que el avance tecnológico es diferente en algunas regiones.

Durante los últimos años el perfil longitudinal se ha medido recorriendo las diferentes carreteras con una rueda de medida, siendo esta una idea base para el desarrollo de dispositivos. Un intento de normalización de un vehículo de medida se llevo a cabo a través de la inserción de un equipo llamado Integrador de Resaltes o su nombre en Inglés Bump Integrator, equipo que consta de tres partes fundamentales para su funcionamiento:

- Una rueda de coche
- Un muelle, y
- Un amortiguador asociado (modelo de cuarto de coche)

El desplazamiento del neumático con respecto a la rueda se registra como el movimiento vertical y es acumulado por un integrador, el índice de regularidad establecido en el caso de la utilización de este equipo es la sumatoria en valor absoluto de los desplazamientos verticales para determinado intervalo dividido por la longitud de dicho intervalo.

De esta manera se registra el valor de la regularidad longitudinal en m/Km, es decir, metros verticales acumulados por la suspensión del vehículo por un kilómetro viajado.

Al final de la década de los setenta, y con la intervención del programa de investigación Nacional Coordinated Highway Research Program (NCHRP), se establece el método de calibración de este tipo de dispositivos para la obtención de la regularidad, que con parámetros normalizados deja dos variables para el cálculo:

- La velocidad del vehículo, y
- Si la simulación del perfil se genera para una o ambas huellas de las ruedas.

Así, se define el Índice de Regularidad Internacional (IRI) como el desplazamiento acumulado dividido por la distancia recorrida del cuarto de coche normalizado a 80 Km/h. Actualmente este es el método más aceptado a nivel internacional para el cálculo del perfil longitudinal, en la Foto No 3.8 se muestra el equipo Bump Integrator.

FOTO No. 3.8.- Bump Integrator



Otro método de medida del perfil longitudinal es el que usa tecnología láser para el levantamiento de información, empleando un dispositivo instalado en el bastidor de un vehículo mediante el que se determina de forma continua entre el chasis y la superficie de la carretera (en algunos casos se usa una pequeña quinta rueda como sensor de contacto).

La distancia medida tiene dos componentes:

- 1.- Los desplazamientos verticales de la superficie de la carretera respecto a un valor inicial,
- 2.- Los movimientos verticales propios del vehículo.

Para detectar el segundo componente del movimiento se usa un acelerómetro instalado en el bastidor junto al sistema de medida. Si se resta el desplazamiento del vehículo del movimiento obtenido por el dispositivo de medida (distancia entre el bastidor y el pavimento) la diferencia proporciona los desniveles ó irregularidades de la superficie que definen el perfil longitudinal.

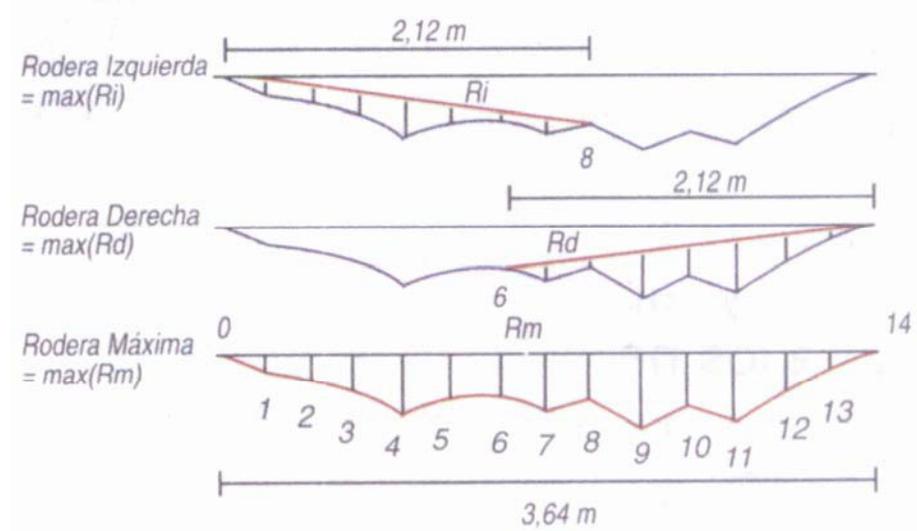
El perfil se mide de forma independiente para cada rodada usando una cámara láser, un acelerómetro y una tarjeta de procesamiento de señales digitales (especialmente diseñada para este tipo dispositivo), además se pueden obtener varios indicadores de la regularidad superficial correspondiente al perfil medido.

Los costos de medida se encuentran entre 60 y 150 UDS/Km, dependiendo de la longitud del proyecto y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

3.5 PERFILÓMETRO TRANSVERSAL.

Para la determinación de la Regularidad del Perfil Transversal, existen distintos métodos como el que se usa con el equipo Video Láser RST que comprueba la distancia desde el vehículo a 15 puntos de la superficie de la carretera a una velocidad mínima de 16000 muestras por segundo y que permite la medida de un ancho de vía de 3.65 m. En la Figura 3.1 se muestra el Cálculo de las Roderas.

FIGURA 3.1.- Cálculo de Roderas



Un procedimiento matemático de cálculo combina las medidas de cada cámara láser en un valor del perfil medio para cada uno de los 15 puntos de la superficie. A una velocidad máxima de 90 Km/hora, aproximadamente corresponde una medida del perfil medio cada 10 cm de distancia, lo que proporciona un alto nivel de exactitud y reproducibilidad para las medidas del perfil transversal, tales como las roderas. Sin embargo, se deben tener en cuenta varias consideraciones cuando se compara este tipo de medidas con las típicas medidas topográficas estacionarias.

Otra tecnología usada para este propósito está basada en el funcionamiento de sensores ultrasonido, en el dispositivo llamado Registrador del Perfil Transversal (TPL), este equipo está constituido por una viga en la cual se encuentran ensamblados 30 sensores ultrasonido, dispuestos a una distancia de 10 cm unos de otros, esta dividida en tres secciones (con dos alas de 50 cm plegables a los extremos y un segmento largo de 2 m en el centro) lo que nos permite tener tres opciones de trabajo:

- 1.- Con las alas extendidas que significa recolectar información en un ancho de vía de 3 metros,
- 2.- Con las alas retraídas midiendo un ancho de 2 metros, y
- 3.- Con una de las alas retraídas y la otra extendida, es decir, 2.5 metros de ancho.

En la Foto No 3.9 se muestra el equipo con las alas extendidas.

FOTO No. 3.9.- TPL con alas retraídas



El equipo está instalado en la parte frontal del vehículo a una distancia determinada entre 350 mm y 450 mm.

Cuando se realiza el ensayo se dispara una onda sonora hacia el pavimento desde cada uno de los sensores. Las ondas se reciben después de chocar con la superficie, permitiendo obtener las alturas correspondientes desde el pavimento a cada sensor, es decir, altura de distintos puntos en la vía (entre 20 y 30 dependiendo de la configuración de las alas que se use) que luego mediante el procesamiento de datos y una previa calibración del equipo permite la obtención del perfil transversal y las roderas.

Este equipo permite registrar el perfil transversal a distintas velocidades que dependen directamente de la distancia a la que se quiere hacer cada muestra (por ejemplo, cuando se realizan muestras cada 5 m se puede hacer el estudio a 70 Km/h), a este método se le agrega el uso de poderosas herramientas de software que aseguran la exactitud de las medidas (mediante la correcta calibración) y dan varias opciones de visualización que facilitan la interpretación de datos. En la Foto No 3.10 se muestra el equipo ensayando.

Los costos de medida se encuentran entre 60 y 150 UDS/Km, dependiendo de la longitud del proyecto y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

FOTO No. 3.10.- Ensayo de Perfil Transversal con TPL



3.6 SCANNER DIGITAL.

Se debe tener en cuenta que la fisuración es una de las propiedades de la superficie de la carretera más complicada y difícil de medir usando equipos automáticos.

Todavía hoy en día, la fisuración se mide manualmente por evaluadores entrenados usando sistemas normalizados de evaluación del estado del firme. Esta forma de obtención manual de datos es lenta, costosa y propensa a errores. Está comprobado que la consistencia de las evaluaciones subjetivas es pequeña y los resultados indican una baja correlación entre evaluadores (incluyendo ingenieros de carreteras con mucha experiencia).

Sin embargo, existen alternativas a la obtención manual de datos si se precisa medir el 100 % de la superficie. El Scanner Láser fue desarrollado para la obtención automática de información respecto a la fisuración, pero su funcionamiento es limitado. Sin embargo, el coeficiente de fiabilidad es razonable para tramos de carreteras de más de 100 metros de longitud y además se eliminan los problemas de cansancio y seguridad de los evaluadores.

La limitación de funcionamiento respecto a la fisuración no es una limitación del diseño sino el reflejo del estado de la tecnología actual. Las fisuras son características locales difíciles de manejar con un tratamiento estadístico, pero sus dimensiones son lo suficientemente pequeñas para lograr una medida exacta sin recurrir a un proceso de análisis muy complejo. El sistema se basa en el reconocimiento de imágenes de alta resolución de la superficie a través de un Scanner Láser. En la Foto No. 3.11 se muestra el equipo Scanner Láser.

FOTO No. 3.11.- Equipo Scanner Láser

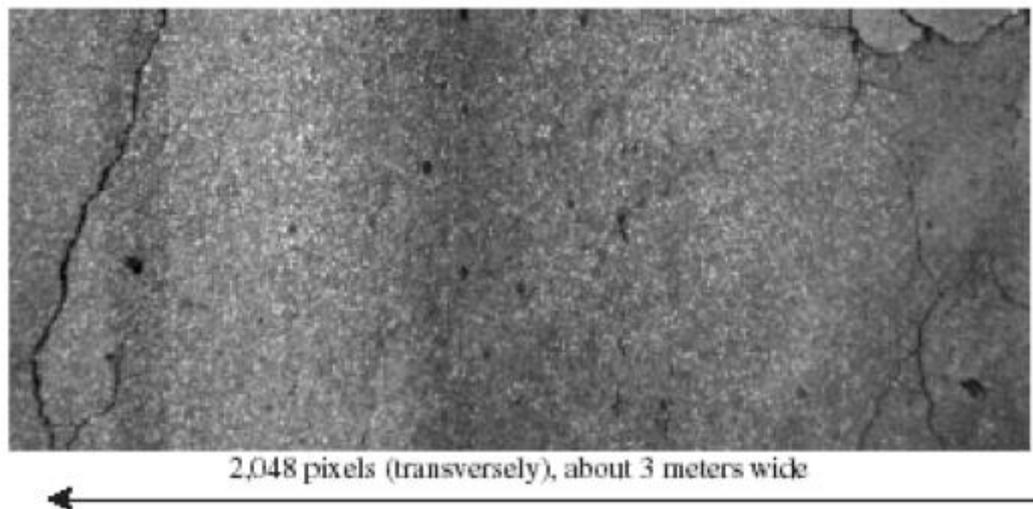


El Scanner Láser mide las fisuras del pavimento en 4 tipos de categoría:

- 1.- Piel de Cocodrilo
- 2.- Falla en Bloque
- 3.- Fisuramiento Transversal, y
- 4.- Fisuramiento Longitudinal.

Estos tipos de fallas se explicarán en extensión en el Capítulo 4.

FIGURA 3.2.- Imagen JPG, tomada con una cámara digital de escaneo



El sistema consta de tres partes fundamentales:

- 1.- Instrumentos de Colecta de Datos,
- 2.- Software para Colecta de Datos, y
- 3.- Software de Análisis de Datos.

A manera de equipos se hablará solo del punto 1, los puntos 2 y 3 se explicarán en la sección 3.10.

Instrumentos de Colecta de Datos.- El sistema consiste en un módulo de captura de imagen, odómetro de precisión, DGPS y computadora. El módulo de captura de imagen utiliza una cámara scanner digital mega-pixel de alta resolución y de alta velocidad. Este módulo es capaz de capturar imágenes de 1370 x 1024 pixels a una velocidad máxima del vehículo de 65 MPH.

El sistema puede definir con razonable fiabilidad una fisura de 3 mm de ancho a una velocidad de 90 Km/h. A menor velocidad la resolución de la medida mejora en proporción con la reducción de aquella. Para la medida de las fisuras, debido a la necesidad de un muestreo de alta resolución, es necesario el uso de una cámara láser de 32 kHz o superior.

Se detecta una fisura por un incremento repentino de la profundidad. El ancho de la fisura se evalúa midiendo el tiempo que tarda en recuperarse la profundidad normal (la discontinuidad se invierte), mientras que la profundidad es la media de la distancia medida mientras el rayo láser está en la fisura.

Los valores de fisuración indican la severidad de la fisuración existente y el tamaño de las fisuras más significativas. Las fisuras se clasifican en varias categorías, dependiendo de la profundidad, el ancho y la macrotextura de la carretera.

Debido al principio de funcionamiento del scanner, una superficie de elevada macrotextura (como las mezclas porosas o los pavimentos de hormigón) puede interpretarse como completamente cubierta de fisuras.

Las principales medidas son histogramas de los anchos y profundidades de las fisuras. Por ejemplo, un histograma del ancho de las fisuras en cuatro categorías indica el número de fisuras dentro de cada categoría, conjuntamente con un histograma de categorías de profundidades.

Actualmente, se están desarrollando nuevas técnicas para la medida de fisuras mediante combinación de los sistemas de medida que utilizan cámaras láser y un sistema de registro en vídeo de alta definición y procesamiento digital de imágenes para contar y clasificar las fisuras.

Los costos de medida se encuentran entre 200 y 400 UDS/Km, dependiendo de la longitud del proyecto y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

3.7 LASER.

El sistema de Perfilómetro Láser consiste en sensores alojados en un sistema de montaje ubicado en la parte posterior del vehículo. El Perfilómetro Láser consiste de un láser, un acelerómetro y sus procesadores.

La unidad de láser detecta la distancia desde un nivel de referencia en el instrumento a un blanco usando geometría del haz de láser reflejado. El haz de láser se refleja a través de un sistema de lentes ópticos en una placa lineal sensible. La posición del haz de láser reflejado a lo largo de la placa se mide y se procesa por el sistema. La naturaleza no lineal de la respuesta de esta placa y cualquier alteración óptica se corrigen usando una tabla de calibración detallada dentro del procesador del láser. Las lecturas de elevación del láser se calculan a 16kHz.

La referencia inercial es proporcionada por un acelerómetro. Un acelerómetro es un sensor que mide la aceleración. Los algoritmos de procesamiento de datos convierten la medida de aceleración a una referencia inercial que define la altura instantánea del acelerómetro en el vehículo alojador.

La aceleración vertical del Perfilómetro es medida por un acelerómetro de alta precisión montado en el mismo plano vertical que el láser. Hay un procesador dedicado, para medir las señales de aceleración vertical. La adquisición de datos de aceleración es a 16kHz.

El láser y el acelerómetro están contenidos en un alojador IP65. Las especificaciones generales son:

- Para regularidad longitudinal el láser se utiliza a 16kHz
- El láser está diseñado específicamente para aplicaciones de medida de la carretera.
- El rango dinámico del láser es +/- 128mm sobre o bajo el nivel óptimo. Esto es importante tomarlo en cuenta para prevenir que datos salgan del rango debido a movimiento excesivo de la suspensión.
- Los datos se convierten directamente a datos digitales dentro del láser y permanecen digitales a través de las etapas de procesamiento, así se eliminan problemas de ruido debido al paso de los datos análogos a lo largo del cable.
- La salida de datos es vía red Ethernet para una conexión fácil de varios láseres. • Las características de seguridad del Láser incluyen – una llave de paso para aislar el haz de láser, llave de activación del láser, corte de haz de láser a velocidad baja.

En la Foto No. 3.12 se muestra el equipo Perfilómetro Láser.

FOTO No. 3.12.- Equipo Perfilómetro Láser



3.8 FRICCIÓNMETRO.

Los equipos y los principios de medida del coeficiente de rozamiento han sido muchos y muy variados. Esto conduce en ocasiones a situaciones poco prácticas. Por ejemplo, los proyectistas de carreteras emplean para determinar la distancia de parada valores del "coeficiente de rozamiento longitudinal" que no tienen una correspondencia coherente con los criterios empleados; en la construcción y en la conservación.

Por esta razón se realizó el Experimento Internacional de Comparación y Armonización de las medidas de Textura y Resistencia al Deslizamiento, del cual se distinguen cuatro tipos de equipos:

- 1.- Equipos de rueda oblicua,
- 2.- Equipos de rueda parcialmente bloqueada con grado de bloqueo fijo,
- 3.- Equipos de rueda parcialmente bloqueada con grado de bloqueo variable, y
- 4.- Equipos de rueda bloqueada.

Los equipos de medida que realizan la comprobación del coeficiente de rozamiento siempre realizan los ensayos sobre la superficie mojada (se vierte agua de forma controlada) y a una velocidad constante par poder

comparar la variación del rozamiento a lo largo de la carretera. En la Foto No. 3.13 se muestra un ejemplo de la captura del Coeficiente de Fricción.

FOTO No. 3.13.- Captura de Coeficiente de Fricción



Asimismo y de forma clara el experimento estableció que la fricción y la textura están íntimamente relacionadas y que solo se puede garantizar un comportamiento adecuado haciendo que el pavimento tenga una adecuada combinación de ambas características.

El experimento definió un "índice Internacional de Fricción (International Friction Index "IFI"), indicado por dos números expresados entre paréntesis separados por una coma. El primero representa la fricción y el segundo la macrotextura. El primero es un número adimensional y el segundo un número positivo sin límites determinados y unidades de velocidad (Km/h). El valor cero de fricción indica deslizamiento perfecto y el valor uno indica adherencia. (No es posible describir con una relación sencilla como la anterior la segunda componente del Índice).

El Índice de Fricción Internacional es una escala de referencia basada en un modelo que relaciona la fricción con la velocidad de deslizamiento y que sirve para estimar la constante de referencia de velocidad (S_p) y la de fricción a 60 Km/h (F_{60}) de un pavimento. El par de valores (F_{60} y S_p) expresan el IFI de un pavimento.

El equipo más conocido y de uso más frecuente es el equipo denominado Grip Tester que permite determinar un Coeficiente de Rozamiento Transversal, CRT, que debe superar determinados valores para que el pavimento ofrezca un adherencia adecuada.

Este equipo fue desarrollado en el Laboratorio de Investigación de Transporte TRL del REINO UNIDO en 1960. Originalmente fue diseñado para verificar superficies de Carretera, pero se le ha dado otros usos y siguen surgiendo nuevas aplicaciones.

El aparato mide la resistencia a la fricción entre un deslizador de caucho (montado al final del brazo del péndulo) y la superficie de prueba, bajo condiciones de saturación. En la Foto No. 3.14 se muestra el equipo Grip Tester.

FOTO No. 3.14.- Equipo Grip Tester



Las aplicaciones de este equipo incluyen los siguientes aspectos:

- Comprobación de la superficie existente de la carretera.
- Verificación de nuevos materiales en desarrollo para la superficie de la carretera.
- Verificación de agregados en la prueba PSV Polished Stone Value (Valor de Piedra Pulida).
- Verificación de pisos y veredas.
- Desarrollo de productos para materiales de pisos.
- Investigaciones de accidentes, tráfico y peatones.
- Investigación de litigación.
- Verificación de pavimentadoras, en la Pulidora de Cama Llana.

Tradicionalmente se ha venido caracterizando el pavimento por el valor de un coeficiente de rozamiento, determinado mediante equipos y ensayos más o menos modernos y mejor o peor adaptados a las condiciones actuales de la circulación y de los pavimentos.

Conviene indicar que la práctica de la auscultación para determinar el coeficiente de rozamiento está evolucionando hacia nuevos equipos mas

versátiles (ya que permiten realizar los ensayos a diferentes y mas elevadas velocidades, fijar correctamente la alineación de ensayo, etc.) y más económicos que los SCRIM. A la vez se tiende a dotar a los equipos de un sistema complementario de medida de la textura para poder obtener el IFI con un único ensayo.

Los costos de medida se encuentran entre 100 y 200 UDS/Km, dependiendo de la longitud del proyecto y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

3.9 CÁMARA DE VIDEO.

El equipo de Vídeo constituye una gran ayuda en la realización del inventario ya que su sistema de captación de imágenes y de medida de la distancia permite grabar las imágenes debidamente identificadas para su posterior edición e incorporación a la base de datos del inventario. En la Foto No. 3.15 se muestra el Equipo de Video.

El Vídeo dispone de un sistema de aplicación en la realización de inventarios, que consiste en una cámara frontal que filma la perspectiva de la carretera e inserta los datos de identificación de la misma que configura el usuario tales como:

- Identificación de la Carretera
- Fecha del inventario
- Punto Referencial como pueblos, puentes, etc.
- distancia al Punto Referencial de la carretera, entre otros.

FOTO No. 3.15.- Cámara de Video



El sistema recoge además la información a un grabador donde se registran las imágenes y datos alfanuméricos.

La pantalla muestra las imágenes de vídeo y los datos alfanuméricos de la auscultación.

Los valores de los parámetros se presentan en pantalla durante todo el recorrido.

Los costos de medida se encuentran entre 100 y 300 UDS/Km, dependiendo de la longitud del proyecto, del tipo de inventario a realizar y del sitio a efectuar (distancia al proyecto).

3.10 ACCESORIOS.

A continuación se describen algunos equipos que ayudan con la recopilación de información de distintos ensayos.

Sensores: Estas herramientas permiten la captación y registro de ondas producidas durante la ejecución de los ensayos.

Interfase: Este instrumento es el que integra a los dispositivos físicos para que trabajen conjuntamente con el sistema de colecta de datos. En la Foto No. 3.16 se muestra un ejemplo de Interfase.

FOTO No. 3.16.- Interfases



Distanciómetros: Los Distanciómetros tratan la medida de espacios; para esto se utiliza un sistema práctico y muy completo de medidas, usando un láser, este tipo de tecnología tiene varias opciones. El LaserAce es un láser portátil, que proporciona una única capacidad de "topografía personal". Le permite al agrimensor profesional, ingeniero u hombre común que midan rango, altura, subidas, distancias perdidas y cálculos del perímetro con absoluta simplicidad.

Tiene muchas utilidades dentro del campo de la agrimensura, no solo usando la capacidad física del láser, sino también con ayuda de cálculos manuales, con los que se pueden lograr medidas de largo, ancho y profundidad comprobatorias. En la Foto No. 3.17 se muestra un ejemplo de Distanciómetro.

FOTO No. 3.17.- Equipo LaserAce Survevor



Puede medir la distancia horizontal y el ángulo de desplazamiento. Tiene un alcance de un kilómetro aproximadamente.

Contadores: El conocimiento detallado de los volúmenes de tráfico y su composición en una red, proyecto vial o instalaciones fijas; operación y recaudo de peajes, aparcamientos, etc.; demanda la utilización combinada de métodos manuales y automáticos de aforo.

Estos sistemas, complementados por otros de pesos y medidas, del tipo estático o dinámico, permiten realizar bajo diferentes metodologías, la obtención y procesamiento de este tipo de información.

Teclados: Sustentado en metodologías internacionalmente aceptadas para la clasificación y/o registro de eventos, aporta además la adopción de una terminología común. Tienen opciones de clasificación dependiendo del tipo de pavimentos.

Se apoyan en el sistema de levantamiento por teclado (Keyboard Rating), el cual se puede instalar a bordo de un vehículo, consiguiendo un registro exacto de su posición en la calzada y la fecha del monitoreo.

Además, mediante la utilización del sistema EMS / MicroPAVER 4.2 es posible el procesamiento de la información, la obtención del Pavement Condition Index (PCI), la corrida de modelos de predicción de deterioro y su visualización con la interfase de Geographic Information System. En la Foto No. 3.18 se muestra un ejemplo de Teclado.

FOTO No. 3.18.- Keyboard Ratting



Este teclado consta de 58 teclas, las mismas que pueden ser asignadas para cumplir funciones diferentes dentro de un estudio, como: registrar eventos, conteos de tráfico, señalización, deterioros, etc.

Ordenadores Y Convertidores: Los ordenadores son equipos mediante los cuales se opera los distintos ensayos de captura de datos. En estos se recepta y guarda la información recopilada en los ensayos. Normalmente los vehículos de Auscultación poseen más de un ordenador en el conjunto de equipos para distintos tipos de ensayos. Los convertidores son equipos que se encargan de digitalizar las imágenes capturadas en los videos los cuales tienen en su interior una tarjeta de captura de vídeo, que hace posible digitalizarlo en formato AVI. En la Foto No. 3.19 se muestra la configuración de Ordenadores y Convertidores instalados en un equipo de Auscultación.

FOTO No. 3.19.- Configuración de Ordenadores y Convertidores



3.11 PROGRAMAS DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los equipos de Auscultación Vial Automáticos son gerenciados bajo programas de captura de datos, sin estos los equipos no tendrían la capacidad de ser ejecutados.

Entre los principales programas de captura de datos tenemos los siguientes:

- Programa ROSY (captura de Deflexiones)
- Programa ROMDAS (Captura de Regularidad Superficial , Inventario Vial y Video)
- Programa UNISURVEY (Captura de Fisuras)

PROGRAMA ROSY CAPTURE.

El programa ROSY se utiliza en la captura de datos de las deflexiones. Inicia con la ingreso de los parámetros primordiales de toda auscultación que es la identificación del proyecto, el mismo que se indican en los siguientes pasos:

- 1.- Se crea un archivo con el nombre del proyecto a realizar
- 2.- Al abrir este determinado archivo se deberá llenar la información pertinente:
 - Nombre de la carretera
 - Distrito de la carretera
 - Nombre del cliente
 - Código del cliente
 - Abscisa inicial
 - Fecha del ensayo.
- 3.- Luego se deberá colocar las características del ensayo como:
 - Abscisa en donde empieza el ensayo
 - Forma de avance de la abscisas (progresiva o regresiva)
 - Tipo de Pavimento (Asfalto, Doble riego bituminoso, hormigón, etc.)
 - Carril de Ensayo este se deberá guiar en dos cualidades Izquierdo ó Derecho y dependiendo del tipo de tráfico Pesado o Liviano (este último cuando exista más de 1 carril por calzada)
 - Altura de Caída (Generalmente varía entre 110 y 130 mm)

- Golpes de Ensayo (Generalmente 2, de los cuales se guarda el último)
 - Avance al próximo ensayo, se encuentra normalizado que los ensayos de deflexión se deberán realizar cada 50 m en tres bolillos es decir que entre el primer y el segundo ensayo de un mismo carril deberá haber 100 m.
 - El programa le da una opción de grabar el archivo histórico de los ensayos, este archivo es importante en especial cuando se suscitan problemas de pérdida de información.
 - También posee la opción de encender las luces del trailer, esta opción es necesaria en la noche o cuando hay se origina neblina.
 - Algunos equipos pueden realizar marcas en el pavimento cuando se realizan los ensayos, esta opción se habilitará en los correspondientes.
- 4.- Una vez concluido lo anterior se comienza con el ensayo.
 - 5.- El ensayo normalizado realizará tres golpes con las pesas el primero para estabilizar la regla que contiene los geófonos que captan la señal y los otros dos que generan una respuesta del pavimento. De estos últimos realiza un estudio estadístico interno de la desviación de los resultados. Si la desviación entre los geófonos 1 al 5 excede el 5 % y/o entre los geófonos 6 al 9 excede el 10 %, el programa le indicará que está mal realizado el ensayo.
 - 6.- De igual manera la deflexión deberá estar en orden decreciente caso contrario el programa rechazará el ensayo.
 - 7.- Si el ensayo estuvo bien realizado le dará la opción de guarda y continuar al otro, en caso contrario tendrá la opción de repetir el ensayo o de continuar al siguiente sin grabar el actual
 - 8.- Al terminar el ensayo el programa le pedirá la Temperatura del Pavimento, para lo cual el equipo consta con un termómetro automático el cual se coloca en el pavimento y registra el valor de la temperatura. El rango de temperatura aceptable es de 5 a 38 °C.
 - 9.- La secuencia continua hasta cuando guarda el último ensayo y finaliza el estudio.

PROGRAMA ROSY DESIGN.

El programa ROSY Design se utiliza para el procesamiento de los datos de deflexión.

Los parámetros que pueden ser obtenidos en este programa son:

- Modulo Elástico de la capas del pavimento
- Vida Remanente
- Refuerzo
- Capa Crítica de la estructura del Pavimento

Los datos que se necesitan ingresar para el procesamiento de los parámetros anteriores son:

- Tiempo para el cual se va a realizar el estudio en años
- Espesores de las capas
- Determinación de tipo de capas (Rodadura, Base, Súbase, etc.)
- # de Ejes Equivalentes de Tráfico
- # de vehículos que transitan diario (TPDA)
- Ancho de Calzada
- Fecha de construcción

Una vez ingresado estos datos el programa se corre con el archivo obtenido en el campo.

PROGRAMA ROMDAS.

El programa ROMDAS es aplicable tanto para captura como para procesamiento de datos.

CAPTURA DE DATOS CON EL PROGRAMA ROMDAS

El sistema ROMDAS (ROAD MEASUREMENT DATA ACQUISITION SYSTEM) se utiliza para la captura de varios ensayos como son:

- Perfil Longitudinal
- Perfil Transversal
- Video Digital

En la Figura 3.3 se muestra el Programa ROMDAS.

FIGURA 3.3.- Programa ROMDAS



Los pasos de la captura son los siguientes:

- 1.- Se crea un archivo con el nombre del proyecto a realizar
- 2.- Al abrir este determinado archivo se deberá llenar la información pertinente:
 - Nombre de la carretera
 - Kilometraje inicial
 - Avance de las abscisas (incremento o decremento)
 - Fecha del ensayo
- 3.- El programa le dará la opción de insertar puntos referenciales, si la respuesta es YES, podrá insertar puntos tales como puentes, inicio y fin de pueblos a lo largo de la captura.
- 4.- Dentro de la misma captura existe la opción de utilizar el GPS, es recomendable utilizar para que los datos capturas estén georeferenciados.
- 5.- Si se desea realizar los tres ensayos a la vez (longitudinal, transversal y video digital), será necesario activar las casilla de TPL y Ventana reducida. Esto es muy recomendable para evitar realizar dos pasadas con el vehículo en un mismo proyecto.
- 6.- Al terminar el proyecto tendrá la opción de guardar o abandonar el estudio realizado.

En la Figura 3.4 se muestra una toma del programa ROMDAS.

FIGURA 3.4.- Toma de Captura de Datos con el Programa ROMDAS



Las normas indican que se deben realizar dos pasadas por cada carril al realizar los ensayos de Perfil Transversal y Longitudinal. El promedio de las dos pasadas se especifica como el resultado de los ensayos.

PROGRAMA UNISURVEY

Es un sistema de colecta de datos de condición de la carretera e inventarios viales. Es un programa de adquisición de imágenes digitales en tiempo real y de coordinación de hardware, que permite tomar varias imágenes de la carretera y datos de localización en intervalos periódicos de distancias. Su tecnología permite controlar los dispositivos de hardware como son: Odómetro de precisión, cámara digital y GPS Diferencial. El software ordena a la cámara scanner tomar imágenes sucesivas del pavimento a distancias predefinidas y guardarlas como archivos de imagen, junto con la información del GPS dentro de una base de datos. Los pasos de la captura son los siguientes:

- 1.- Se crea una base de datos con el nombre del proyecto a realizar
- 2.- Se selecciona la base de datos creada para realizar la captura en dicha base.
- 3.- Al iniciar una captura se debe comprobar si la luz de la imagen es la correcta esta variará dependiendo de la luz solar. Se debe revisar como mínimo cada hora la luz de la imagen.
- 4.- Una vez seleccionada la base se deberán ir creando los segmentos de imagen. Cada vez que cambie la luz de la imagen se deberá crear un nuevo segmento.
- 5.- Una vez creado el segmento se podrá iniciar la captura. Esta estará referenciada tanto por el odómetro como por el GPS.

- 6.- Al establecer un nuevo segmento se deberá cambiar los datos de abscisa, correspondientes al nuevo punto.
- 7.- Se podrán crear los segmentos suficientes hasta terminar un proyecto determinado.

4 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL.

Como definimos en el Capítulo 1, las evaluaciones funcionales y estructurales determinan los deterioros presentes en el pavimento, dependiendo del tipo de pavimento, se realizan diferentes tipos de estudios de su estructura.

Los factores agresivos de mayor influencia en el desgaste de un pavimento son:

- Agua
- Tráfico
- Clima

El mal drenaje del agua en la carretera y las cargas repetitivas de tráfico sobre la misma, ponderan daños permanentes en el pavimento.

El pavimento puede ser evaluado mediante 3 distintas formas:

1. Inspección Visual
2. Ensayos no destructivos
3. Ensayos destructivos.

Nuestra evaluación abarcara los puntos 1 y 2 refiriéndonos a la inspección visual y a los ensayos no destructivos.

4.1 INSPECCIÓN VISUAL.

4.1.1 SISTEMA PAVER

El Laboratorio de Investigación Ingenieril de Construcción del Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los EE.UU. (USACERL), ha desarrollado un sistema de Evaluación y Administración de Pavimentos llamado PAVER para su uso militar y civil. Desde su implementación en 1980, ha obtenido una rápida aceptación en los círculos militares y civiles a través del mundo.

Para la calificación funcional y estructural de los pavimentos, el sistema PAVER utiliza el Índice de Condición del Pavimento (Pavement Condition Index = PCI) desarrollado por el USACERL.

El PCI es un objetivo, un método de graduación repetible para identificar la condición presente del pavimento.

El PCI provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional graduándole de 0 a 100. Este índice es función de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad.

El sistema PAVER resulta un instrumento de evaluación y administración de pavimentos de extremo valor siendo propiamente usado e implementado. La fase más importante de todo Sistema de Evaluación de Pavimentos, y del PAVER en especial, es la que incluye la recopilación de datos y su actualización, ya que de ésta dependerá la exactitud de los resultados a ser obtenidos de su procesamiento y las estrategias de mantenimiento y rehabilitación a adoptar a corto y largo plazo.

El concepto básico del sistema PAVER puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Para una red vial dada, se identifican los tramos y secciones que serán objeto de un inventario de fallas por muestreo.
2. Cada tipo de pavimento tiene un número definido de fallas posibles.
3. Para cada falla se define:
 - El tipo de falla (señalando el No. De código de acuerdo al tipo de pavimento).
 - La intensidad de la falla, el nivel de severidad (Bajo, Mediano, Alto).
 - La cantidad de la falla (medida o contada).

Estos datos se registran en Formularios diseñados para ello.

4. Se define el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo a:

$$PCI = 100 - CDV$$

Siendo CDV el Valor de Deducción Corregido, el cual se obtiene para cada clase de pavimento de acuerdo al tipo, intensidad y densidad de sus fallas. En el Anexo A se muestra las tablas de CDV, para cada tipo de falla.

5. Por medio de un muestreo estadístico de las secciones de pavimento que forman los tramos de la red vial, la encuesta de campo y los conceptos de los pasos anteriores, se establece el valor de PCI para cada una de las secciones encuestadas. Idealmente, un pavimento “nuevo” tiene un PCI cercano a 100, mientras que uno muy deteriorado puede tener un PCI de 20 – 30 para abajo.

Guías Para Dividir Un Tramo En Secciones

Debido a que los tramos son generalmente unidades largas de la red vial, estos raramente poseen las mismas características en toda su longitud. Para los efectos del PAVER, los tramos deben subdividirse en secciones con características uniformes. Las características según las cuales se dividirán los tramos en secciones son:

- **Estructura del Pavimento.-** La estructura es uno de los criterios más importantes para dividir un tramo en secciones. Lamentablemente, no siempre se cuenta con información estructural sobre todos los tramos de la red. En todo caso, hay que inspeccionar datos constructivos y observar zonas de parcheo. En algunos casos deben contemplarse la realización de un programa de perforaciones para verificar la composición estructural de una sección de la red.
- **Tráfico.-** El volumen y la intensidad de tráfico deben ser uniformes en la sección.
- **Construcción.-** Todas las partes de una sección deben haber sido construidas en el mismo tiempo. Los pavimentos construidos en diferentes periodos deben ser divididos en secciones separadas correspondientes a los tiempos de construcción.
- **Clasificación Cualitativa del Pavimento.-** La clasificación cualitativa del pavimento puede usarse para dividir un tramo en secciones. Si un tramo cambia de primario a secundario, o de secundario a terciario, etc., se debe crear la sección correspondiente. Si un tramo se convierte en una carretera dividida, debe definirse una sección para cada dirección de tráfico.
- **Drenajes y Espaldones.-** Se recomienda que una sección y tenga el mismo tipo y ancho de espaldones y las mismas características de drenaje en toda su longitud.

Determinación Del Número De Muestras

El primer paso para la inspección por muestreo consiste en determinar el número mínimo de muestras (n) que debe ser inspeccionado. Esta determinación se hace usando la siguiente expresión:

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

Donde:

N = Número total de muestras en la sección

e = Error permisible al estimar el PCI de la sección.

SD = La desviación estándar del PCI entre las muestras de la sección que se obtiene de la siguiente expresión:

$$SD = \frac{\sum_{i=1}^R (PCI_i - \overline{PCI})^2}{R - 1}$$

Donde:

R = Número de muestras en la sección inspeccionada sobre el que se calcula el valor SD

PCI_i = PCI de la muestra i

PCI = PCI promedio de la sección según la expresión detallada a continuación:

$$\overline{PCI} = \frac{\sum_{i=1}^R PCI_i}{R}$$

Selección De Muestras

La determinación de las muestras específicas a inspeccionar es tan importante como determinar el número mínimo de muestras. El método recomendado consiste en seleccionar muestras que están igualmente espaciadas entre si, pero la primera muestra debe ser seleccionada al azar. Esta técnica que se conoce como Muestreo Sistemático, se explica brevemente a continuación.

1. El “intervalo de muestreo” (i) se determina como:

$$i = N / n$$

donde

N = # total de muestras en la sección;

n = # de muestras a inspeccionar e

(i) es recomendado al entero inferior, es decir para $i = 3.7$ se usa $i = 3$.

2. La muestra inicial (s) se determina al azar entre 1 y el intervalo de muestreo (i). Es decir, si $i = 3$, la muestra inicial podrá ser la 1, la 2 o la 3.

3. Las muestras a ser inspeccionadas se identifican como $s, s+i, s+2i$, etc. Es decir, si la muestra inicial determinada al azar ha sido la No. 2 e $i = 3$, las muestras a inspeccionar serán las No. 2, 5, 8, 11, etc. Esta técnica es simple y brinda la información necesaria para establecer el perfil del PCI a lo largo de la sección.

Selección De Muestras Adicionales

Una de las mayores objeciones del muestreo sistemático es la posibilidad de excluir muestras “muy malas” o “excelentes” que puedan existir en la sección. Otro problema resulta de seleccionar una muestra al azar que contenga fallas típicas tales como cruces de ferrocarril, etc.

Para superar este inconveniente, el inspector debe identificar las muestras inusuales como muestras adicionales. Una muestra adicional significa que la muestra no ha sido seleccionada al azar y/o contiene fallas que no son representativas de la sección. El sistema PAVER toma en cuenta las muestras adicionales de un modo especial y así su influencia en el cómputo del PCI de la sección es mucho menor que el de las muestras seleccionadas por la inspección.

4.1.2 IDENTIFICACION DE FALLAS

En esta parte se presenta la información necesaria para llevar a cabo la encuesta de fallas en el campo para pavimentos flexibles (Concreto Asfáltico = AC, Tratamientos Superficiales Bituminosos = TSB y Concreto Asfáltico sobre Hormigón = AC/PCC).

Falla No. 1

- a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento “Piel de Cocodrilo” (Alligator Cracking).
- b) Descripción.- El fisuramiento “Piel de Cocodrilo” o de fatiga es una serie de fisuras interconectadas causadas por fatiga del concreto asfáltico, bajo las cargas repetitivas del tráfico.

El fisuramiento comienza en la parte inferior de la capa de superficie donde se desarrollan los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión bajo la carga, y se propagan hacia la superficie, inicialmente como una serie de fisuras longitudinales paralelas. Bajo repeticiones adicionales de carga, las fisuras se interconectan formando como un mosaico que asemeja la piel del cocodrilo. Las piezas tienen menos de 60 cm en su lado mayor.

Este fisuramiento ocurre solamente en áreas sujetas a las cargas de tráfico repetitivo, tales como las huellas. Por eso, no se presenta sobre toda una área, a menos que toda esta área este sujeta al tráfico. El fisuramiento que si se puede presentar sobre toda un área es el fisuramiento en bloque aunque éste no es causado por la carga de tráfico.

El fisuramiento “Piel de Cocodrilo” es una falla estructural mayor que está generalmente acompañada de surcos o deformaciones permanentes en las huellas.

c) Niveles de Severidad.-

Baja: Fisuras Finas, Longitudinales, paralelas entre sí, con ninguna o pocas intersecciones. No hay desmembramiento de material a los lados.

Media: Desarrollo mayor de las fisuras formando una red o mosaico. Algunas fisuras pueden estar moderadamente desmembradas.

Alta: Amplio desarrollo de la red de fisuras con significativo desmembramiento. Algunas piezas pueden moverse bajo el tráfico.

d) Medición.- El fisuramiento “piel de cocodrilo” se mide en pies² o m² de área. La mayor dificultad al medir esta falla, es que el fisuramiento puede presentarse a 2 ó 3 niveles de severidad dentro del área afectada.

De ser posible, se tratará de registrar cada nivel por separado; caso contrario se registrará la falla en su nivel de severidad más alto para toda el área.

En las Fotos No. 4.1, No. 4.2 y No. 4.3 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.1.- Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Baja



FOTO No. 4.2.- Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Media



FOTO No. 4.3.- Falla Piel de Cocodrilo – Severidad Alta



Falla No. 2

- a) Nombre de la Falla.- Exudación (Bleeding).
- b) Descripción.- La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento que crea una textura vidriosa, brillante y bastante pegajosa y resbaladiza en condiciones húmedas.

La exudación es causada por un exceso de cemento asfáltico en la mezcla, una aplicación excesiva de sello o imprimación bituminosa, y/o por un bajo contenido de vacíos en la mezcla. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos durante el clima cálido y fluye hacia la superficie del pavimento. Como el proceso de exudación es irreversible durante climas más fríos, el cemento asfáltico se acumula en la superficie.

- c) Niveles de Severidad.-

Baja: La exudación se manifiesta muy levemente y es notoria sólo durante pocos días en el año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

Media: La exudación se manifiesta al extremo que el asfalto se pega a los zapatos y a los vehículos durante algunas semanas del año.

Alta: La exudación se manifiesta extensamente, y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y vehículos durante varias semanas al año.

- d) Medición.- La exudación se mide en pies² o m² de superficie. Cuando se cuenta la exudación no se considera el Agregado Pulido.

En las Fotos No. 4.4, No. 4.5 y No. 4.6 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.4.- Falla Exudación – Severidad Baja



FOTO No. 4.5.- Falla Exudación – Severidad Media



FOTO No. 4.6.- Falla Exudación – Severidad Alta



Falla No. 3

- a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento en bloque (Block Cracking).
- b) Descripción.- El fisuramiento en bloque es una serie de fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de unos 30 x 30 cm a 3 x 3 m. Las fisuras en bloque son causadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos diarios de temperatura (que causan ciclos diarios de esfuerzos y deformaciones). El fisuramiento en bloque insinúa que el asfalto se ha endurecido u oxidado significativamente. Los bloques se manifiestan en la mayoría sobre áreas externas del pavimento, aunque a veces aparecen sólo en áreas no traficadas. Este tipo de falla difiere del fisuramiento “piel de cocodrilo” que forma piezas mas pequeñas con ángulos agudos y se concentra únicamente en las áreas sujetas al tráfico vehicular.
- c) Niveles de Severidad.-
- Baja:** Los bloques se definen como fisuras de baja severidad.
- Media:** Los bloques se definen como fisuras de mediana severidad.
- Alta:** Los bloques se definen como fisuras de alta severidad.
- d) Medición.- El fisuramiento en bloque se mide en pies² o m² de área afectada. Generalmente se manifiesta con la misma severidad en toda el

área, sin embargo, si hubiera diferentes severidades se deberán registrar separadamente.

En las Fotos No. 4.7, No. 4.8 y No. 4.9 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

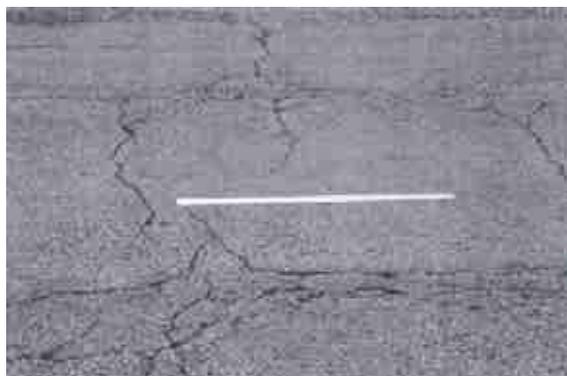
FOTO No. 4.7.- Falla Fisuramiento en Bloque – Severidad Baja



FOTO No. 4.8.- Fisuramiento en Bloque – Severidad Media



FOTO No. 4.9.- Fisuramiento en Bloque – Severidad Alta



Falla No. 4

- a) Nombre de la Falla.- Desniveles Localizados (Bumps and Sags)
- b) Descripción.- Los desniveles localizados son pequeños desplazamientos hacia arriba o hacia abajo de la superficie del pavimento.

Los desplazamientos hacia arriba (Bumps) se diferencian del desplazamiento (Falla 16) en que éste último es causado por inestabilidad del pavimento.

Estos desniveles hacia arriba pueden ser causados por varios factores, entre otros.

1. Pandeo o combadura de la subcapa de hormigón en el caso de capas de refuerzos de concreto asfáltico sobre ese tipo de pavimentos.
2. Infiltración y acumulación de material en una fisura agravada por el tráfico vehicular.
3. Infiltración localizada de agua (por rotura de tubo) que causa un hueco en las subcapas del pavimento.

Los desniveles hacia abajo (Sags) son pequeñas y repentinas inmersiones del nivel circundante de la superficie asfáltica como la que suele manifestarse a veces sobre un tubo subterráneo de agua.

Si los desplazamientos hacia arriba o hacia abajo aparecieran en áreas relativamente grandes de la superficie asfáltica, se definirán como Hinchamiento (Falla 18) o como Depresión (Falla 6), respectivamente.

- c) Niveles de Severidad.-

Baja: Desniveles que causan una calidad de rodadura de baja severidad.

Media: Desniveles que causan una calidad de rodadura de mediana severidad.

Alta: Desniveles que causan una calidad de rodadura de alta severidad.

- d) Medición.- Los desniveles se miden en pies o m.

Si los desniveles se manifiestan en dirección perpendicular al tráfico y están espaciados a distancias menores de 3 metros, la falla se denomina “Corrugación” (Falla 5). Si el desnivel se manifiesta en combinación con fisuramiento, éste también se registrará separadamente.

En las Fotos No. 4.10, No. 4.11 y No. 4.12 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.10.- Falla Desnivel Localizado – Severidad Baja



FOTO No. 4.11.- Falla Desnivel Localizado – Severidad Media



FOTO No. 4.12.- Falla Desnivel Localizado – Severidad Alta



Falla No. 5

- a) Nombre de la Falla.- Corrugación (Corrugation)
- b) Descripción.- La corrugación u ondulación es una serie de pequeñas acanaladuras espaciadas a intervalos regulares, generalmente menores de 3 metros, a lo largo de un tramo del pavimento o en dirección perpendicular al tráfico.

Este tipo de falla es usualmente causado por la acción del tráfico en combinación con una capa de superficie o base inestables.

- c) Niveles de Severidad.-

Baja: La corrugación produce una calidad de rodadura de baja severidad.

Media: La corrugación produce una calidad de rodadura de mediana severidad.

Alta: La corrugación produce una calidad de rodadura de alta severidad.

- d) Medición.- La corrugación se mide en pies² o m² de área afectada.

En las Fotos No. 4.13, No. 4.14 y No. 4.15 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

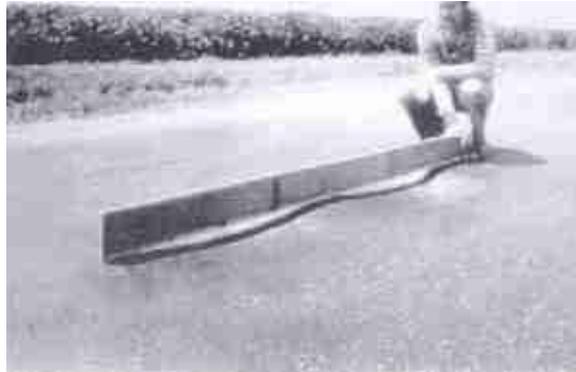
FOTO No. 4.13.- Falla Corrugación – Severidad Baja



FOTO No. 14.- Falla Corrugación – Severidad Media



FOTO No. 15.- Falla Corrugación – Severidad Alta



Falla No. 6

- a) Nombre de la Falla.- Depresión (Depression)
- b) Descripción.- Las depresiones son zonas localizadas del pavimento con niveles inferiores a los de las zonas adyacentes. En algunos casos las depresiones leves no son notorias hasta que, luego de una lluvia, se manifiesta la acumulación de agua en el área deprimida. En pavimentos secos, las depresiones pueden descubrirse por las manchas que deja el agua. Las depresiones son causadas por el asentamiento del subsuelo o por construcción deficiente, pueden causar cierta aspereza en la calidad de rodadura, y cuando están llenas de agua de cierta profundidad, las depresiones pueden causar hidroplaneo y otros problemas de seguridad.
- c) Niveles de Severidad.-
Profundidad máxima de la depresión:
Baja: De 13 a 25 mm (1/2" a 1").
Media: De 25 a 50 mm (1" a 2").
Alta: Más de 50 mm (más de 2").
- d) Medición.- Las depresiones se miden en pies² o m² de área afectada.

En las Fotos No. 4.16, No. 4.17 y No. 4.18 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

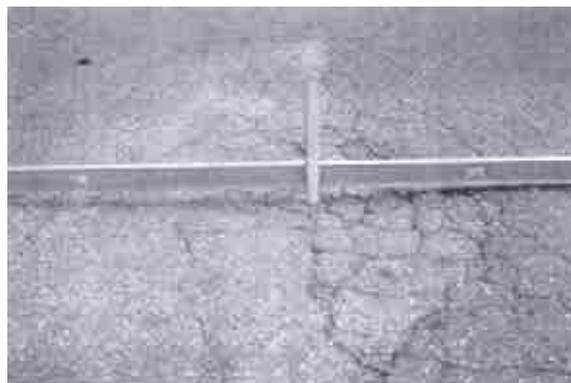
FOTO No. 4.16.- Falla Depresión – Severidad Baja



FOTO No. 4.17.- Falla Depresión – Severidad Media



FOTO No. 4.18.- Falla Depresión – Severidad Alta



Falla No. 7

- a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento en borde (Edge Cracking)
- b) Descripción.- Este fisuramiento es paralelo al borde exterior del pavimento y generalmente dentro de los 30 a 60 cm de este borde.

Esta falla es acelerada por el tráfico vehicular y puede ser causada por una falta de soporte lateral del espaldón, drenaje inadecuado y falta de compactación y confinamiento en el borde del pavimento. El área entre

la fisura y el borde del pavimento es considerada desmoronada si hay desprendimiento y rotura de piezas completas.

c) Niveles de Severidad.-

Baja: Fisuramiento bajo o mediano sin desmoronamiento.

Media: Fisuramiento mediano con moderada rotura o desmoronamiento.

Alta: Rotura y desmoronamiento considerable a lo largo del borde.

d) Medición.- El fisuramiento de borde se mide en pies o metros.

En las Fotos No. 4.19, No. 4.20 y No. 4.21 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.19.- Falla Fisuramiento en Borde – Severidad Baja



FOTO No. 4.20.- Falla Fisuramiento en Borde – Severidad Media



FOTO No. 4.21.- Falla Fisuramiento en Borde – Severidad Alta



Falla No. 8

a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón (Joint Reflection Cracking)

b) Descripción.- Esta falla ocurre solamente en pavimentos asfálticos colocados sobre pavimentos rígidos. No se incluyen fisuras de reflexión que puedan prevenir de otro tipo de subcapas, ya que éstos se registran bajo Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal (Falla 10). Las fisuras de reflexión de juntas se producen generalmente por movimientos de las sub-losas causados por gradientes térmicos o de humedad. A pesar de no tener su origen en las cargas del tráfico, esta falla puede agravarse con el tráfico. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la fisura se dice que esta fisura está desmembrada. Un conocimiento previo de las dimensiones de las sub-losas puede ayudar a identificar este tipo de falla.

c) Niveles de Severidad.-

Baja: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Fisura Abierta con un ancho < 10 mm.
2. Fisura sellada de cualquier ancho.

Media: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Fisura abierta entre 10 y 75 mm de ancho.
2. Fisura abierta de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve.
3. Fisura sellada de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve.

Alta: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Cualquier fisura sellada o abierta rodeada de fisuramiento de mediana o alta severidad.
 2. Una fisura de cualquier ancho con una severa rotura del pavimento a sus lados.
- d) Medición.- Las fisuras de reflexión se miden en pies o metros. La longitud y severidad de cada fisura debe registrarse separadamente. Por ejemplo, una fisura de 15 metros puede tener 5 metros de una severidad y 10 metros de otra. Si existe un desnivel en la fisura también debe registrarse.

En las Fotos No. 4.22, No. 4.23 y No. 4.24 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

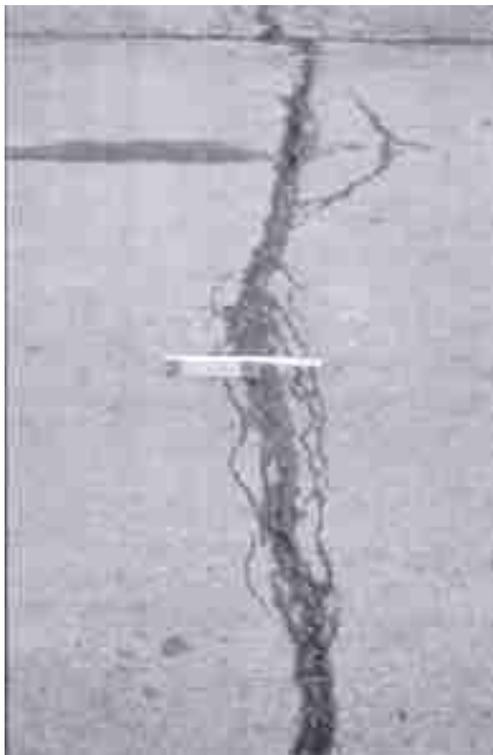
FOTO No. 4.22.- Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Baja



FOTO No. 4.23.- Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Media



FOTO No. 4.24.- Falla Fisuramiento de Reflexión – Severidad Alta



Falla No. 9

- a) Nombre de la Falla.- Desnivel Carril/Espaldón (Lane/Shoulder Drop Off)
- b) Descripción.- El desnivel carril/espaldón es una diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el espaldón causada por erosión asentamiento o defectos constructivos.
- c) Niveles de Severidad.-
Baja: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el espaldón es de 25 a 50 mm (1 a 2 pulgadas).
Media: La diferencia en elevación es de 50 a 100 mm (2 a 4 pulgadas).
Alta: La diferencia en elevación es mayor de 100 mm (> 4 pulgadas).
- d) Medición.- El desnivel carril/espaldón se mide en pies o metros lineales.

En las Fotos No. 4.25, No. 4.26 y No. 4.27 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.25.- Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Baja



FOTO No. 4.26.- Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Media



FOTO No. 4.27.- Falla Desnivel Carril/Espaldón – Severidad Alta



Falla No. 10

- a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal
(Longitudinal and Transversal Cracking)

b) Descripción.- Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la carretera y pueden originarse en:

1. Una deficiente junta constructiva.
2. Contracción o endurecimiento del asfalto y/o ciclos térmicos.
3. Fisuramiento de reflexión de las sub-capas incluyendo pavimentos de hormigón, pero no de juntas.

Las fisuras transversales se manifiestan cruzando el pavimento en ángulos aproximadamente rectos con respecto al eje. Pueden originarse en los causales 2 y 3 mencionados. Estas fisuras generalmente no están asociadas con las cargas de tráfico.

c) Niveles de Severidad.-

Baja: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Fisura Abierta con un ancho < 10 mm.
2. Fisura sellada de cualquier ancho.

Media: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Fisura abierta entre 10 y 75 mm de ancho.
2. Fisura abierta de cualquier ancho hasta 75 mm, rodeada de fisuramiento leve.
3. Fisura sellada de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve.

Alta: Una de las siguientes condiciones existe:

1. Cualquier fisura sellada o abierta rodeada de fisuramiento de mediana o alta severidad.
2. Fisura abierta de más de 75 mm de ancho.
3. Fisura de cualquier ancho con una severa rotura del pavimento a sus lados.

d) Medición.- Las fisuras longitudinales y transversales se miden en pies o metros. La longitud y severidad de cada fisura deben registrarse separadamente. Por ejemplo, una fisura de 15 metros puede tener 5 metros de una severidad y 10 metros de otra. Si existe un desnivel en la fisura debe registrarse como falla No. 4.

En las Fotos No. 4.28, No. 4.29 y No. 4.30 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

**FOTO No. 4.28.- Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal –
Severidad Baja**



**FOTO No. 4.29.- Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal –
Severidad Media**



**FOTO No. 4.30.- Falla Fisuramiento Longitudinal y/o Transversal –
Severidad Alta**



Falla No. 11

- a) Nombre de la Falla.- Parche de corte de Servicio (Patching/Utility Cut)
- b) Descripción.- Un parche es un área del pavimento que ha sido reemplazada por material nuevo para reparar el pavimento original.

Un parche es considerado una falla independientemente de lo bien que haya sido ejecutado, ya que generalmente lleva asociada cierta rugosidad.

- c) Niveles de Severidad.-

Baja: El parche está en buenas condiciones y la calidad de rodadura es de baja severidad o mejor.

Media: El parche está moderadamente deteriorado y/o la calidad de rodadura es de mediana severidad.

Alta: El parche está severamente deteriorado y/o la calidad de rodadura es de alta severidad. El parche debe ser reemplazado pronto

- d) Medición.- El parche se mide en pies² o m² de área afectada. Sin embargo si un parche tiene diferentes partes con diferentes severidades, cada una debe ser registrada separadamente. Por ejemplo, un parche de 5 m² puede tener 2 m² de severidad baja, y así debe ser anotado. Cuando se considera un parche no se considera ninguna otra falla en la zona del parche, incluso si el parche está fisurado o manifiesta desplazamientos.

Si el parche aparece sobre un área muy grande (más del 50% del área de la muestra) debe considerarse una nueva sección, y no debe anotarse como parche.

En las Fotos No. 4.31, No. 4.32 y No. 4.33 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.31.- Falla Parche – Severidad Baja



FOTO No. 4.32.- Falla Parche – Severidad Media



FOTO No. 4.33.- Falla Parche – Severidad Alta



Falla No. 12

- a) Nombre de la Falla.- Agregado Pulido (Polished Aggregate)
- b) Descripción.- Esta falla es causada por las aplicaciones repetitivas del tráfico. Cuando el agregado superficial se torna liso al tacto, se reduce considerablemente la adhesión con las llantas. Cuando el área afectada es pequeña, la textura del pavimento no contribuye mayormente a reducir la velocidad, el agregado pulido debe considerarse cuando una inspección minuciosa revela que la superficie afectada es grande y lisa, y hay evidencia que la resistencia al frenado en condiciones húmedas ha decrecido considerablemente.
- c) Niveles de Severidad.- No se definen niveles de severidad. Sin embargo el grado de pulido debe ser significativo para que esta falla sea considerada un defecto.
- d) Medición.- El agregado pulido se mide en pies² o m². Si se ha contado exhudación en la misma muestra, no debe contarse agregado pulido.

En la Foto No. 4.34 se ilustra un pavimento con este tipo de falla.

FOTO No. 4.34.- Falla Agregado Pulido



Falla No. 13

- a) Nombre de la Falla.- Baches (Potholes)
- b) Descripción.- Los baches son pequeños huecos en la superficie de hasta 1 metro de diámetro. Generalmente tienen bordes agudos y lados verticales cerca de su parte superior. Su crecimiento es acelerado cuando se acumula agua en su interior. Los baches se producen por el efecto abrasivo del tráfico sobre la superficie. El pavimento se desintegra por la presencia de mezclas pobres, zonas de bajo soporte de la base o subbase, o porque el pavimento ha alcanzado una condición de fisuramiento “Piel de Cocodrilo” de alta severidad. Los baches son fallas estructurales que no deben confundirse con desmoronamientos o intemperismo (Falla 19).
- c) Niveles de Severidad.- Los niveles de severidad de los baches de menos de 1 metro de diámetro se basan en su diámetro como en su profundidad de acuerdo a la siguiente Tabla No. 4.1

TABLA 4.1.- Niveles de Severidad de Baches

PROFUNDIDAD MAXIMA DEL BACHE	DIAMETRO PROMEDIO DEL BACHE		
	10 a 20 cm	>20 y <= 45 cm	>45 y<= 76 cm
1.25 a 2.5 cm	B	B	M
2.5 a 5.0 cm	B	M	M
>5.0 cm	M	M	A

Si el bache tiene un diámetro superior a los 76 cm, su área debe ser determinada en m² y dividida por 0.45 m² para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor de 25 mm, los baches equivalentes se consideran de mediana severidad y si la profundidad es mayor de 25 mm se consideran de alta severidad.

- d) Medición.- Los baches se miden por unidad de la correspondiente severidad.

En las Fotos No. 4.35, No. 4.36 y No. 4.37 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.35.- Falla Bache – Severidad Baja



FOTO No. 4.36.- Falla Bache – Severidad Media



FOTO No. 4.37.- Falla Bache – Severidad Alta



Falla No. 14

- a) Nombre de la Falla.- Cruce de Ferrocarril
- b) Descripción.- Son los desniveles que se encuentran alrededor y entre las vías asociados con los cruces de ferrocarril.
- c) Niveles de Severidad.-
 - Baja:** El cruce causa una calidad de rodadura de severidad baja.
 - Media:** El cruce causa una calidad de rodadura de severidad mediana.
 - Alta:** El cruce causa una calidad de rodadura de severidad alta.
- d) Medición.- El área del cruce se mide en pies² o m². Si el cruce no afecta la calidad de rodadura no debe contarse. Cualquier otro desnivel causado por las vías debe considerarse como parte del cruce del ferrocarril.

En las Fotos No. 4.38, No. 4.39 y No. 4.40 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.38.- Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Baja



FOTO No. 4.39.- Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Media



FOTO No. 4.40.- Falla Cruce de Ferrocarril – Severidad Alta



Falla No. 15

- a) Nombre de la Falla.- Surco en Huella (Rutting)
- b) Descripción.- El surco de huella es una depresión que se localiza en la huella del tráfico. En ciertos casos puede notarse una elevación del pavimento a lo largo de la depresión y en muchos casos, el surco sólo es notorio después de una lluvia por la acumulación de agua.

El surco se origina en el asentamiento de las capas del pavimento y la subrasante, ya sea por consolidación, deformación plástica o falla de corte.

Esta falla es definitivamente causada por el tráfico vehicular, y en gran escala, puede resultar en una falla estructural mayor del pavimento.

- c) Niveles de Severidad.-

Profundidad promedio del surco:

Baja: De 6 a 13 mm (1/4 a 1/2”).

Media: De 13 a 25 mm (1/2" a 1").

Alta: Mayor de 25 mm (más de 1").

La profundidad promedio se establece promediando varias lecturas medidas con una reglilla colocada perpendicularmente a la huella y a una regla estándar de 1.20 m de largo colocada a lo ancho de la huella.

- d) Medición.- El surco de huella se mide en pies^2 o m^2 de área afectada con la severidad establecida de acuerdo a la profundidad promedio.

En las Fotos No. 4.41, No. 4.42 y No. 4.43 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.41.- Falla Surco de Huella – Severidad Baja

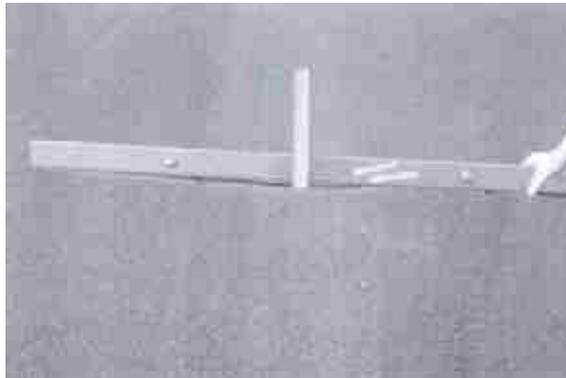


FOTO No. 4.42.- Falla Surco de Huella – Severidad Media



FOTO No. 4.43.- Falla Surco de Huella – Severidad Alta



Falla No. 16

- a) Nombre de la Falla.- Desplazamientos (Shoving)
- b) Descripción.- El desplazamiento es una deformación permanente, longitudinal, de un área localizada de la superficie del pavimento causada por las cargas del tráfico, que “empujan” el material de superficie produciendo una ondulación corta y abrupta. Esta falla ocurre normalmente sólo en mezclas inestables de asfaltos líquidos (con diluidores como nafta, bencina o con emulsiones asfálticas).

Estos desplazamientos también ocurren en transiciones entre pavimentos asfálticos y pavimentos rígidos, cuando el pavimento rígido se dilata y “empuja” el pavimento asfáltico produciéndose desplazamiento.

- c) Niveles de Severidad.-

Baja: Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de baja severidad.

Media: Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de mediana severidad.

Alta: Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de alta severidad.

- d) Medición.- Los desplazamientos se miden en pies² o m² de área afectada.

Los desplazamientos en zonas parchadas se consideran al establecer la falla “parche” con su apropiada severidad y no como falla aparte.

En las Fotos No. 4.44, No. 4.45 y No. 4.46 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

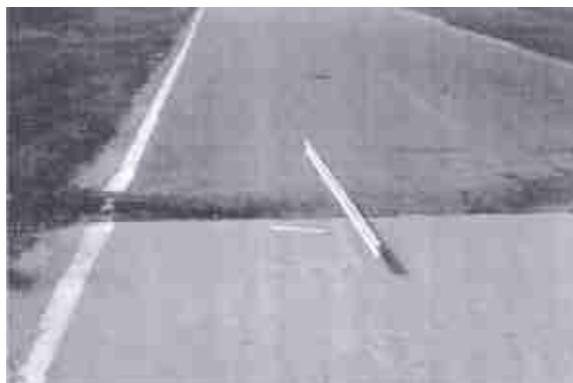
FOTO No. 4.44.- Falla Desplazamiento – Severidad Baja



FOTO No. 4.45.- Falla Desplazamiento – Severidad Media



FOTO No. 4.46.- Falla Desplazamiento – Severidad Alta



Falla No. 17

- a) Nombre de la Falla.- Fisuramiento de Resbalamiento (Slippage Cracking)
- b) Descripción.- Las fisuras de resbalamiento son en forma de media-luna que tienen dos extremos apuntando en sentido contrario al tráfico. Se producen cuando el frenado o cambio de dirección de las llantas causan una deformación en la superficie. Esta falla ocurre usualmente cuando hay una mezcla de baja resistencia o una mala adherencia entre la capa de superficie y sus sub-capas.
- c) Niveles de Severidad.-
- Baja:** El ancho promedio de la fisura es menor de 1 cm ($< 3/8''$).
- Media:** Existe una de las siguientes condiciones:
1. El ancho promedio de la fisura esta entre 1.0 y 3.8 cm ($3/8''$ y $1\ 1/2''$).
 2. El área alrededor de la fisura evidencia piezas rotas pero firmes.
- Alta:** Existe una de las siguientes condiciones:
1. El ancho promedio de la fisura es mayor de 3.8 cm ($> 1\ 1/2''$).
 2. El área alrededor de la fisura evidencia piezas rotas fácilmente removibles.
- d) Medición.- El área asociada con la fisura de resbalamiento se mide en pies^2 o m^2 y es anotada con el máximo nivel de severidad en el área afectada.

En las Fotos No. 4.47, No. 4.48 y No. 4.49 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.47.- Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Baja



FOTO No. 4.48.- Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Media



FOTO No. 4.49.- Falla Fisuramiento de Resbalamiento – Severidad Alta



Falla No. 18

- a) Nombre de la Falla.- Hinchamiento (Swell)
- b) Descripción.- El hinchamiento se caracteriza por un combeo hacia arriba en la superficie del pavimento, una ondulación larga y gradual de más de 3 m de longitud. El hinchamiento puede estar acompañado de fisuramiento superficial y es usualmente causado por la acción de un suelo expansivo.
- c) Niveles de Severidad.-

Baja: El hinchamiento causa una calidad de rodadura de baja severidad. Los hinchamientos de este nivel de severidad no son fáciles de detectar, pero pueden “sentirse” viajando a velocidad normal, al producirse una aceleración hacia arriba si hay un hinchamiento.

Media: El hinchamiento causa una calidad de rodadura de mediana severidad.

Alta: El hinchamiento causa una calidad de rodadura de alta severidad.

d) Medición.- El Hinchamiento se mide en pies² o m² de área afectada.

En la Foto No. 4.50 se ilustra un pavimento con este tipo de falla.

FOTO No. 4.50.- Falla Hinchamiento – Severidad Baja



Falla No. 19

a) Nombre de la Falla.- Desmoronamiento / Intemperismo (Weathering / Ravelling)

b) Descripción.- El desmoronamiento e intemperismo representan el desgaste de la superficie por pérdida de ligante asfáltico y la disgregación de las partículas pétreas. Estas fallas indican que, o el asfalto se ha endurecido considerablemente o que la mezcla asfáltica es de baja calidad. El ablandamiento de la superficie y la disgregación de los agregados causados por el derramamiento de aceites y petróleos se incluyen también en esta falla.

c) Niveles de Severidad.-

Baja: El agregado o el ligante asfáltico han comenzado a desgastarse. En algunas áreas, la superficie está comenzando a picarse. La superficie está manchada de aceite aunque aún está dura e impenetrable con una moneda.

Media: El agregado y/o el ligante asfáltico se han desgastado. La textura del pavimento está moderadamente rugosa o picada. En el caso de manchas de aceite, el pavimento está blando y puede penetrarse con una moneda.

Alta: El agregado y/o el ligante asfáltico están considerablemente desgastados. La superficie está muy rugosa y picada.

Las áreas picadas son menores de 10 cm en diámetro y 13 mm en profundidad. Áreas picadas de dimensiones mayores que estas se

consideran baches (Falla 13). En el caso de manchas de aceite/petróleo, el ligante asfáltico ha perdido sus cualidades y el agregado está prácticamente suelto.

- d) Medición.- El desmoronamiento / intemperismo se mide en pies² o m² de área afectada.

En las Fotos No. 4.51, No. 4.52 y No. 4.53 se ilustran pavimentos con este tipo de fallas con distintas severidades.

FOTO No. 4.51.- Falla Intemperismo – Severidad Baja



FOTO No. 4.52.- Falla Intemperismo – Severidad Media

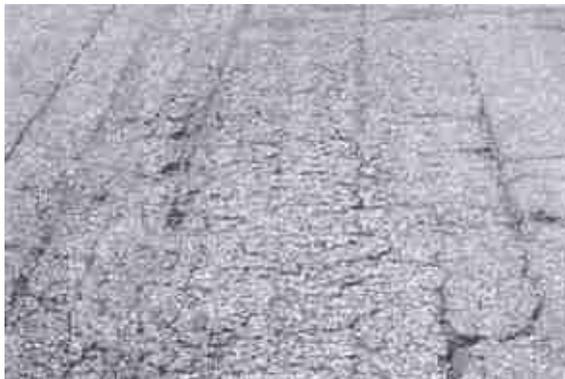


FOTO No. 4.53.- Falla Intemperismo – Severidad Alta



4.1.3 CALCULO DEL PCI

Los resultados obtenidos de la inspección de muestras son usados para calcular el PCI.

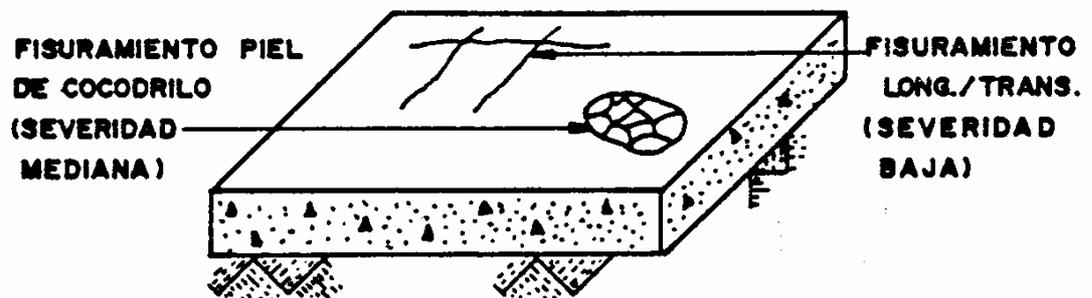
Un elemento importante para el cálculo del PCI lo constituye el “valor de deducción” que varía de 0 a 100. Un valor de 0 indica que la falla en cuestión no tiene impacto sobre la condición del pavimento, mientras que un valor de 100 indica que la falla es extremadamente severa.

Calculo Del PCI De Una Muestra

El cálculo del PCI de una muestra es un procedimiento sencillo que involucra 5 pasos. En los pasos 1 y 2 se ha proveído lo necesario para implementar el método de inspección requerido por el sistema PAVER, o sea identificación y clasificación de la red de acuerdo a lo detallado anteriormente.

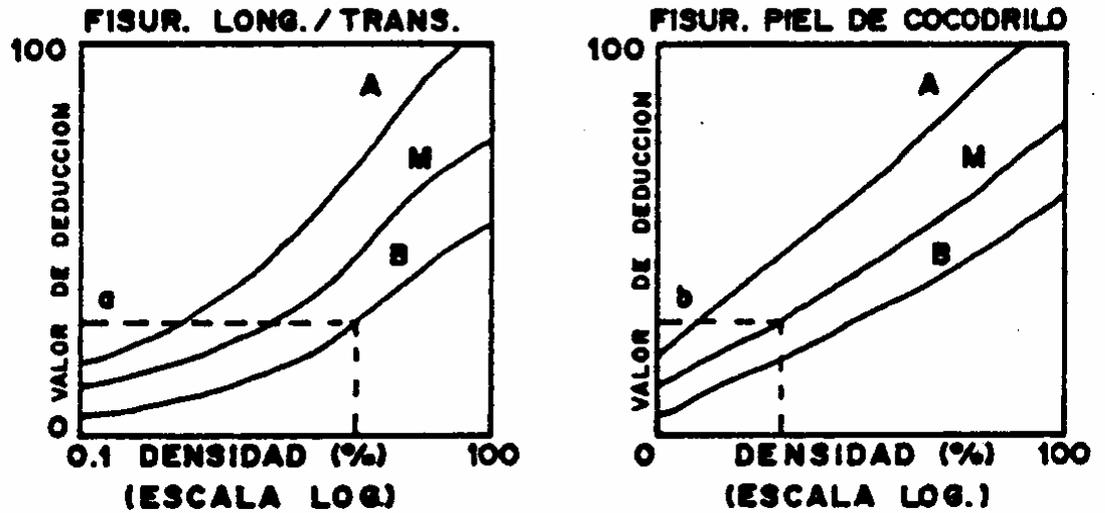
Paso 3.- Se inspecciona cada muestra en el campo, se definen las fallas y su intensidad y las cantidades correspondientes diseñadas para ello, tal como se muestra en la Figura No. 4.1.

FIGURA No. 4.1- Muestra de Inspección de Fallas



Paso 4.- Se determinan los valores de Deducción (DV) para cada tipo de falla según su severidad y densidad, como se muestra en la Figura No. 4.2.

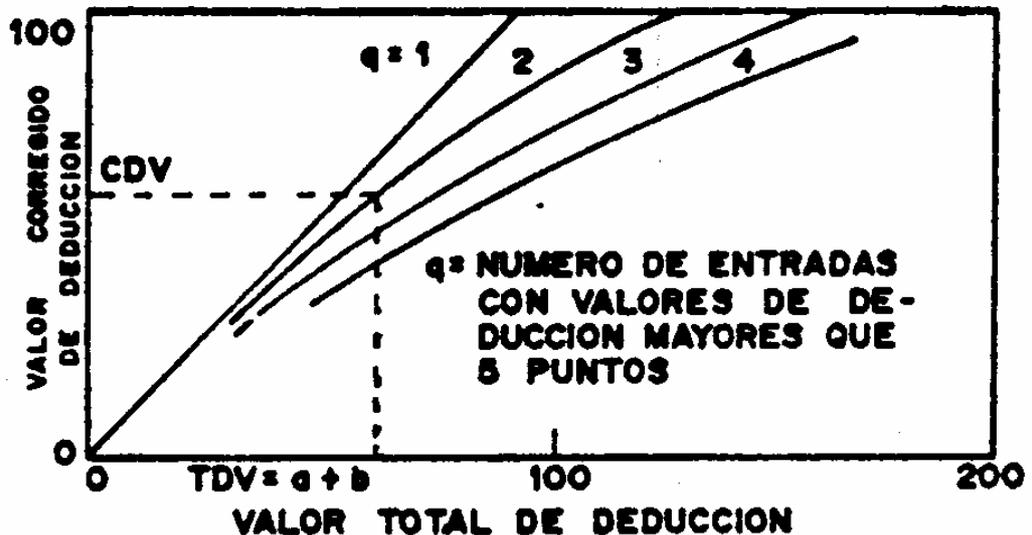
FIGURA No. 4.2.- Forma de determinar el Valor de Deducción



Paso 5.- Se calcula el Valor de Deducción Total (VDT) sumando los valores de deducción para cada tipo de falla.

Paso 6.- Se determina el Valor de Deducción Corregido (DVT) usando las curvas de corrección las cuales toman en cuenta el factor "q" que es la cantidad de fallas que producen un impacto más considerable en el pavimento. Si uno de los valores de deducción individuales es mayor que el total corregido (CDV), se asigna a CDV el mayor valor de deducción individual. Por ejemplo si se encontraron 2 fallas en un pavimento asfáltico, una con un valor de deducción de 50 y la otra con un valor de deducción de 10, la curva de corrección da un valor corregido de CDV = 44. como 44 es menor de 50, se asigna a CDV el valor de 50, tal como se muestra en la Figura No. 4.3.

FIGURA No. 4.3.- Forma de determinar el Valor de Deducción



Paso 7.- Se calcula el PCI de la relación: $PCI = 100 - CDV$.

Calculo Del Pci De Una Sección

El cálculo del PCI de una sección es un proceso que involucra el cálculo de las muestras. Si todas las muestras de una sección son inspeccionadas, el PCI de la sección es simplemente el promedio de los valores de PCI de sus muestras. Del mismo modo si todas las muestras inspeccionadas han sido seleccionadas al azar, utilizando técnicas de muestreo sistemático.

Por último, se gradúa la condición del pavimento de la sección, calificándole entre Excelente y Deteriorada en función de su PCI calculado, mediante la Tabla No. 4.2.

TABLA No. 4.2.- Calificación del PCI



Calculo De La Densidad De La Falla

La densidad de una falla en la muestra es indispensable para el cálculo del PCI de esa muestra.

1. La densidad de fallas medidas en unidades de área (pies² o m²) se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{AREA DE LA FALLA (Pies}^2 \text{ ó m}^2\text{)}}{\text{AREA DE LA MUESTRA (Pies}^2 \text{ ó m}^2\text{)}} \times 100$$

2. La densidad de fallas medidas en unidades de longitud (pies o metros) tales como fisuramientos varios, desnivel carril/espaldón, etc., se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{LONGITUD DE LA FALLA (Pies ó m) x 0.30 m (1 pie)}}{\text{AREA DE LA MUESTRA (Pies}^2 \text{ ó m}^2\text{)}} \times 100$$

Ancho de influencia representativo de la falla = 0.30 m = 1 pie

3. La densidad de fallas medidas en unidades (número) tal como baches, se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{NUMERO DE BACHES}}{\text{AREA DE LA MUESTRA (Pies}^2 \text{ ó m}^2\text{)}} \times 100$$

4.2 METODOLOGIA DE EVALUACION ESTRUCTURAL

Las capas constitutivas del pavimento presentan poros intercomunicados que, idealmente, están llenos de aire. El aire es altamente compresible y en consecuencia no se opone al libre movimiento de las partículas minerales, permitiendo la deformación requerida para el desarrollo de las fuerzas de contacto entre las partículas y conduciendo a la adecuada distribución de las presiones aplicadas sobre la capa.

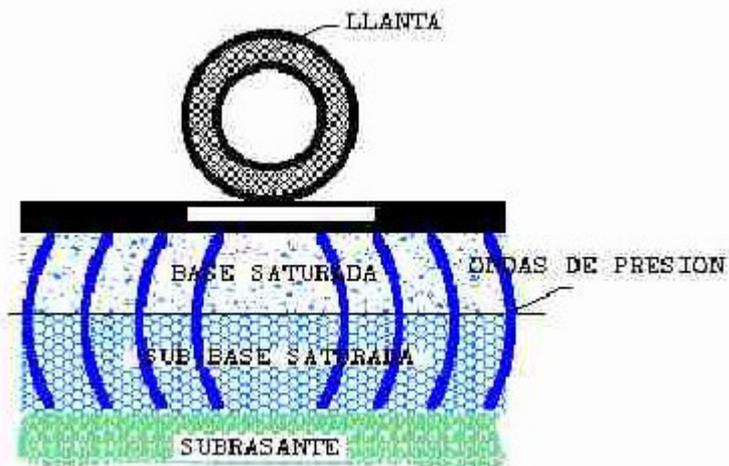
Si los poros y sus interconexiones están llenos de agua, la capa se transforma en un conjunto de dos materiales, a saber: el material granular, que debe deformarse para distribuir las presiones, y el agua, que por ser incompresible o mejor, de muy alto módulo elástico a la compresión, prácticamente no se deforma ante las cargas. En la Figura No. 4.4 se muestra la distribución de presiones en la estructura de un pavimento.

FIGURA No. 4.4.- Distribución de Presiones en la Estructura de un Pavimento



Bajo condiciones de saturación, como las cargas viajan sobre el pavimento a una velocidad muy superior a la que puede alcanzar el agua dentro de la estructura (que se encuentra saturada), es imposible que el agua fluya libremente, y así las cargas del tránsito se transforman en un aumento de la presión de poros que se transmite sin ningún alivio y en todas las direcciones, tal como se muestra en la Figura No. 4.5. La consecuencia de la transmisión constante de presiones inestabiliza las capas produciendo el desvanecimiento de la cohesión entre los materiales de los elementos, originando de esta forma la falla estructural.

FIGURA No. 4.5.- Transmisión de la presión de un neumático en una capa saturada.



Dicho de otra manera, para que dos materiales puedan trabajar en conjunto, ayudándose entre sí, es necesario que presenten una curva de esfuerzo-deformación similar, es decir que tengan comportamientos elásticos similares. De lo contrario, cada material trabaja independientemente, y el primero en hacerlo es aquél que sea menos deformable. Como consecuencia de las diferencias elásticas de los materiales, cuando el agua llena los espacios vacíos entre las partículas minerales, las presiones ejercidas por el tránsito, como ya se dijo, viajan a través de ella y se transmiten sin ningún alivio hasta llegar al suelo de subrasante, hecho que impide a las capas de base y subbase cumplir con su función estructural de diseño.

Para realizar la evaluación de la capacidad de soporte estructural de una carretera se han desarrollado métodos basados en el conocimiento empírico y estadístico del comportamiento del pavimento.

Los datos que se requieren para el cálculo de la evaluación estructural de pavimentos son los siguientes:

- Espesores de las diferentes capas de construcción de la carretera.
- Tráfico, caracterizado por el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el número de Ejes equivalentes de 8.2 Ton.
- Deflexión de la capa de rodadura sometida a una carga conocida.
- Temperatura del pavimento y superficial.
- Contenido de humedad.
- Ancho de calzada

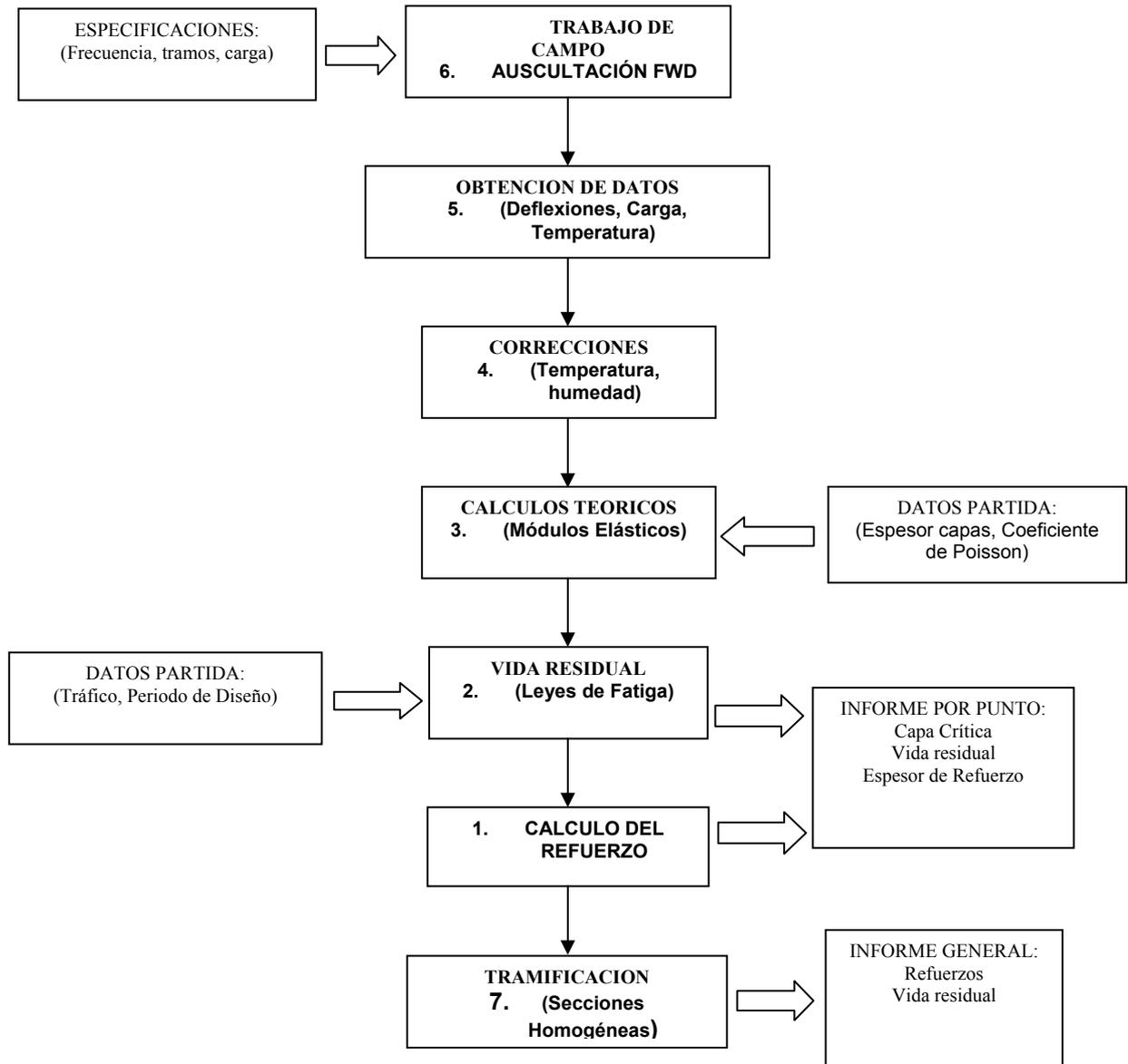
Por medio de la interpretación del cuenco de deflexiones generado por el Deflectómetro, y utilizando la técnica conocida con el nombre de Cálculo Inverso, Retrocálculo o Backcalculation se puede conocer el estado estructural del firme y determinar el estado actual y tomar las medidas efectivas o correctoras correspondientes.

Metodología Según Teoría Multicapa

En este método se aprovecha toda la información que ofrece el software del Deflectómetro. Se basa en obtener los módulos de rigidez de las diferentes capas que componen el firme (a partir de la comparación de los cuencos de deflexiones obtenidos y calculados) y determinar mediante leyes de fatiga los parámetros críticos que evalúan el estado de agotamiento. A partir de estos parámetros y el tráfico previsto se realizan los cálculos del espesor de refuerzo y la vida residual del firme para cada tramo homogéneo.

En la Figura 4.6 se muestra un diagrama de flujo de la Metodología del Retrocálculo Pasos a seguir:

FIGURA 4.6.- Diagrama de Flujo de la Metodología de Retrocálculo



Pasos a seguir:

- 1.- Se especifican los tramos a realizar la Auscultación, y la normativa de frecuencia (cada 50 o 100 metros) y la carga a utilizar (10-250 KN).
- 2.- Se realiza el trabajo de campo mediante el Deflectómetro de Impacto, según lo indicado en la sección 3.2.
- 3.- Se obtienen los datos de campo: para cada punto se obtienen nueve deflexiones correspondientes a los nueve ge6fonos, las cargas reales producidas y las temperaturas (aire y superficial puntualmente en función de los cambios atmosféricos).

- 4.- Se establecen las correcciones que se deben realizar a las deflexiones obtenidas ya sean por humedad de la explanada ó temperatura de la mezcla bituminosa.
- 5.- Se introducen en el programa informático de gestión los datos referentes a espesores tanto de las capa bituminosas como de las granulares, así como el coeficiente de Poisson de la capa superior.
- 6.- Se realiza el cálculo de los módulos de elasticidad de cada una de las capas con el programa informático.
- 7.- Se introducen los datos de tráfico futuro previsto (en función del No. de ejes equivalentes de 8.2 Ton) y del periodo de proyecto (10 años para rehabilitaciones).
- 8.- Se obtiene la capa crítica en cada punto (capa por la cual el pavimento llegará antes al agotamiento estructural).
- 9.- Se calcula la vida residual del firme a partir del parámetro crítico obtenido, mediante leyes de fatiga previamente especificadas para cada tipo de firme.
- 10.- Se obtiene el espesor de refuerzo necesario (del material con el que se quiera rehabilitar) para que el firme cumpla con las solicitaciones de tráfico previstas durante toda la vida de proyecto en cada muestra.
- 11.- Se determinan las secciones homogéneas mediante métodos estadísticos.

Se determina el espesor de refuerzo y la vida residual de las secciones homogéneas.

METODOLOGIAS DE DISEÑO

A través del análisis y cálculo de los datos recolectados por el FWD, es posible encontrar respuestas a varias preguntas relacionadas al mantenimiento de una red de carreteras tales como:

Módulo E Dinámico

Tiempo de vida restante

Capas críticas

Necesidad de Refuerzo

Las solicitaciones de tráfico y el acondicionamiento estructural medido por la deflexión característica se configuran como lo establece la tabla 4.3

TABLA No. 4.3.- Correspondencia entre valores de tráfico y deflexiones

Categoría de Tráfico Pesado	IMDp (vehículos pesados / día)	(1) Deflexión en milésimas de mm D(0)	(2) Deflexión en milésimas de mm D(0)
T00	mayor a 4.000	1000	500
T0	Entre 2.000 y 4.000	1250	500
T1	Entre 800 y 2.000	1500	750
T2	Entre 200 y 800	2000	1.000
T3	Entre 50 y 200	2500	1.250
T4	Menor a 50	3000	1.500

Normas PG3 / PG-4 Ministerio de Fomento, España.

Se reconoce que existen niveles de agotamiento estructural que compromete la subrasante o explanada, en circunstancias en que la deflexión D(0) supera los umbrales de cada categoría de la columna (1).

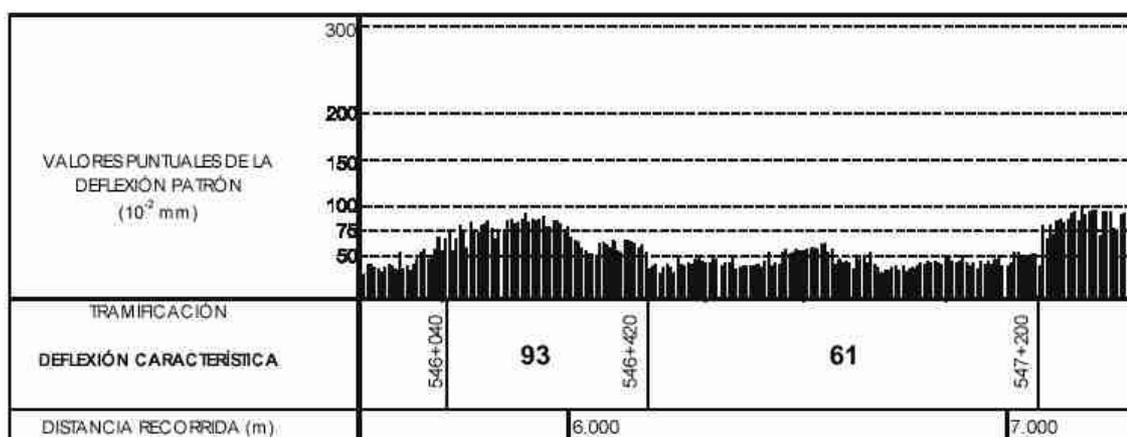
Por otra parte, se considerará que el pavimento tiene una vida residual insuficiente siempre que el valor puntual de la deflexión supere los umbrales indicados en la columna (2). La evaluación estructural con las herramientas de análisis utilizadas en este estudio permite conocer la vida residual.

A continuación detallaremos algunas de las metodologías de procesamiento de los datos.

4.2.1 DEFLECTOGRAMA CARACTERISTICO

Para establecer una tramificación de zonas homogéneas a las que luego se aplicará una única solución de rehabilitación estructural, es recomendable disponer de una representación gráfica de las deflexiones (deflectograma), tomando como abscisas las distancias al origen de los puntos de medida y, como ordenadas, los valores de las deflexiones. Un ejemplo puede ser el esquematizado en la Figura No. 4.7

FIGURA No. 4.7.- Esquema de Deflectograma



Se puede realizar visualmente en él una tramificación provisional de zonas homogéneas de comportamiento uniforme que complete o corrija la efectuada previamente.

Como a efectos constructivos no es operativo que los espesores de recrecimiento varíen cada pocos metros, convendrá establecer en cada proyecto de rehabilitación estructural una longitud mínima operativa de tramo de estudio, considerándose zonas singulares, que requerirán un estudio especial, las que no alcancen la longitud mínima, que a los efectos de aplicación se considera de 100 m.

En un tramo homogéneo que tenga un comportamiento uniforme, sus deflexiones se distribuirán aleatoriamente alrededor de la media (m), siguiendo una distribución normal con una desviación típica muestral (s). La experiencia sobre el tratamiento de las deflexiones medidas con cualquiera de los equipos de auscultación indica que es frecuente encontrar, en este tipo de tramos, unos coeficientes de (s/m) comprendidos entre 0,20 y 0,30. En tramos muy uniformes se dan valores inferiores a estos. Valores entre 0,30 y 0,40 indican menor uniformidad, pero se considera todavía aceptable. Si el coeficiente de variación de las deflexiones supera ampliamente el valor de 0,40, no podrá considerarse que el tramo tenga un comportamiento uniforme.

Como consecuencia de todo lo expuesto, la tramificación deberá hacerse, entre otros, con los criterios siguientes:

1. En los tramos homogéneos de comportamiento uniforme, los valores de las deflexiones variarán aleatoriamente en torno al valor medio (m).
2. Del orden del 95% de los valores de las deflexiones de cada tramo estarán comprendidos dentro del intervalo cuyo extremo superior sea vez y media el valor medio de las deflexiones, y cuyo extremo inferior sea la mitad de dicho valor medio (es decir, entre 0,5 m y 1,5 m).
3. Se considerarán distintos los tramos con valores medios diferentes.
4. Dos tramos con los mismos valores medios, pero con diferentes amplitudes de variación de las deflexiones (o sea, diferente s), serán asimismo distintos.
5. El coeficiente de variación de las deflexiones será inferior a 0,40.
6. La longitud de los tramos estará, en general, comprendida entre 200 y 1.000 m, diferenciando en el caso de autopistas, autovías y carreteras de calzadas separadas ambas calzadas a los efectos de tramificación de las deflexiones y cálculo de la rehabilitación estructural.
7. En cualquier caso, la longitud mínima en un tramo será de 100 m.

Analizado el deflectograma, las zonas que no hayan podido tramificarse según los criterios indicados, en especial los numerados como 2, 5 y 7, se considerarán como singulares y, por tanto, en ellos será preceptivo disponer de información complementaria.

Estudios Complementarios

Realizada la tramificación, según los criterios definidos en el apartado anterior, deberá ser comprobada y verificada in situ. Se estudiarán especialmente los casos en que exista discrepancia entre los valores de la deflexión, el aspecto superficial del pavimento y la sección estructural del firme, para conocer las razones de tal discrepancia, efectuando eventualmente trabajos adicionales de reconocimiento (nuevas medidas de deflexión, calicatas y ensayos complementarios, etc.).

La Tabla No. 4.4 recoge y resume las diferentes opciones que se pueden presentar. En general, se considerará que hay suficiente concordancia cuando, siendo las deflexiones altas, el pavimento esté degradado y se estime que la sección estructural del firme es escasa para las solicitaciones que soporta; así mismo, cuando las deflexiones sean bajas, el pavimento presente buen aspecto superficial y la sección estructural del firme parezca adecuada para las solicitaciones que soporta.

Conviene tener en cuenta que la calificación de las deflexiones como altas o bajas es relativa y éstas deben relacionarse siempre con las características de la sección estructural del firme existente; como es evidente, no cabe esperar los mismos valores de deflexión en los firmes flexibles, que en los semiflexibles y semirígidos.

TABLA No. 4.4. – Comparación Y Contraste De La Inspección Visual, El Tipo De Sección Estructural Y Las Medidas De La Deflexión

ASPECTO SUPERFICIAL	SECCIÓN ESTRUCTURAL DEL FIRME	DEFLEXIONES	DIMENSIONAMIENTO POR DEFLEXIONES	OBSERVACIONES Y ALGUNAS CAUSAS POSIBLES DE DISCREPANCIA
Malo	Escasa	Altas	Sí	Se precisa una rehabilitación estructural.
Malo	Escasa	Bajas	No	Si las deflexiones son bajas por haberlas medido en época seca, repetirlas en época adecuada o emplear un coeficiente corrector más ajustado al real. La aparente discrepancia también puede deberse a que alguna capa del firme haya sido tratada con un conglomerante hidráulico, y no se haya tenido en cuenta esta circunstancia.
Malo	Adecuada	Altas	Dudoso	Si hay deterioros de una capa del firme o de la explanada, corregirlos antes de efectuar la rehabilitación generalizada. Si la vida del firme está agotada,

				puede dimensionarse la rehabilitación por deflexiones
Bueno	Escasa	Altas	Dudoso	Posible rehabilitación o renovación superficial reciente, firme recién construido (en tales casos, puede dimensionarse la rehabilitación por deflexiones)
Malo	Adecuada	Bajas	No	Defectos en la capa superficial (debe hacerse rehabilitación superficial)
Bueno	Escasa	Bajas	No	Si el buen aspecto del pavimento proviene de una reciente renovación superficial, se está en un caso análogo al 2.
Bueno	Adecuada	Altas	No	Posible medida de deflexiones con temperatura elevada del pavimento, o tramo con pocas medidas
Bueno	Adecuada	Bajas	Sí	Puede no ser precisa una rehabilitación

Deflexión característica

Cada tramo homogéneo establecido se estudiará por separado y en él se determinará un valor de la deflexión que se considerará representativo del estado del firme. Lo normal será emplear un valor de deflexión característica dk el cual, suponiendo que los valores de la deflexión se reparten según una curva de Gauss, vendrá definido por la expresión:

$$dk = m + 2s$$

en donde:

$$m = \frac{\sum di}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (di - m)^2}{n-1}}$$

siendo:

di : la deflexión patrón, sin corregir por humedad y temperatura, del punto i

n : el número de puntos medidos.

El coeficiente 2 que figura en la expresión de dk equivale a una probabilidad del 97,5 % de que la deflexión característica no sea sobrepasada en el tramo (el valor 2 es una aproximación del 1,96 que se obtiene con una distribución normal).

Es importante, en todo caso, tratar independientemente las poblaciones de las deflexiones del carril derecho e izquierdo de la misma calzada, puesto que corresponden, en general, a familias claramente diferenciadas, para evitar cometer un error no admisible en el tratamiento de los datos y en el cálculo del espesor de recrecimiento correspondiente. La diferencia entre los valores de los diferentes carriles podría explicarse porque, aparte de que la sección estructural del firme es a veces distinta en ambos (sobre todo, si se ha ensanchado la carretera por un lado), las condiciones de drenaje y del suelo suelen ser diferentes en las carreteras a media ladera, y también en ocasiones las de drenaje en los desmontes, ya que el agua del subsuelo puede provenir preferentemente del lado derecho o izquierdo de la carretera, en función de las pendientes longitudinales y transversales de la calzada y de la explanada.

Si se miden por separado las deflexiones en la rueda derecha e izquierda del equipo de auscultación, como hacen los deflectógrafos, se podrá observar también que las medidas corresponden a poblaciones distintas, siendo generalmente más desfavorables la de la rodada derecha, situada más cerca del borde de la carretera, que la de la rodada interior, correspondiente al centro, que normalmente tiene menos humedad en la explanada.

Cuando la solución de rehabilitación estructural que se adopte consista en un recrecimiento por igual en toda la anchura de la calzada, a efectos de dimensionamiento del espesor necesario deberán tomarse las deflexiones del carril y su rodada más desfavorables.

4.2.2 METODO DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS

El método de las diferencias acumuladas es un método estadístico utilizado por el AASHTO 1993 conforme al apéndice J de la Guía de Diseño Estructural de Pavimentos, para establecer Secciones Homogéneas.

La metodología se basa en los siguientes pasos:

- Se realiza una hoja de cálculo en donde la primera columna denotara la abscisa del ensayo correspondiente.

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \dots X_n$$

Siendo

X_1 : La abscisa en el punto 1

X_n : La Abscisa en el enésimo punto.

- La segunda columna denominada Distancia de Intervalo mostrara la diferencia entre las Abscisas de la columna 1, longitud expresada en metros.

$$\Delta X_1 = 0$$

$$\Delta X_1 = X_1 - X_0$$

$$\Delta X_2 = X_2 - X_1$$

$$\Delta X_n = X_n - X_{n-1}$$

- La tercera columna denominada Distancia Acumulativa es el cálculo del acumulado de las distancias de la columna 2.

$$\Sigma \Delta X_1 = 0$$

$$\Sigma \Delta X_2 = \Delta X_1 + \Delta X_2$$

$$\Sigma \Delta X_3 = \Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3$$

$$\Sigma \Delta X_n = \Delta X_1 + \Delta X_2 + \dots + \Delta X_{n-1} + \Delta X_n$$

- La cuarta columna indica la respuesta (r) del pavimento en nuestro caso la deflexión máxima de los 9 geófonos (D1).
- La quinta columna expresa el promedio entre las deflexiones.

$$\check{r}_1 = r_1$$

$$\check{r}_2 = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

$$\check{r}_n = \frac{r_{n-1} + r_n}{2}$$

- La columna sexta denominada el Área de Intervalo se determina mediante la expresión siguiente:

$$a_1 = 0$$

$$a_2 = \Delta X_2 \times \check{r}_2$$

$$a_n = \Delta X_n \times \check{r}_n$$

- La columna séptima denominada el Área Acumulativa se determina mediante la expresión siguiente:

$$\Sigma a_1 = 0$$

$$\Sigma a_2 = a_1 + a_2$$

$$\Sigma a_3 = a_1 + a_2 + a_3$$

$$\Sigma a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} + a_n$$

- Se determina el factor de diferencia mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{Área Acumulativa}}{\text{Distancia Acumulativa}}$$

$$F = \frac{\Sigma a_n}{\Sigma \Delta X_n}$$

- La columna octava determina la Diferencia Acumulada a través de la siguiente expresión:

$$Z_{X_1} = 0$$

$$Z_{X_2} = \Sigma a_2 - (F \times \Sigma \Delta X_2)$$

$$Z_{X_n} = \Sigma a_n - (F \times \Sigma \Delta X_n)$$

- Se realiza un gráfico Z_x Vs **Abscisa**, el cual nos ayudará a la visualización de las secciones homogéneas. En teoría cada vez que el gráfico cambie de pendiente, esta determinará una nueva sección. Se deberá tener en cuenta que secciones muy pequeñas son antieconómicas para un tratamiento de rehabilitación.

4.2.3 PROGRAMA ROMDAS

Con el programa ROMDAS, se puede procesar los siguientes parámetros:

- . Perfil Transversal
- . Perfil Longitudinal
- . GPS
- . Puntos de Localización Referenciada
- . Tiempos de viaje y Congestión

En la captura de datos los parámetros son grabados en diferentes archivos. Para procesar estos archivos se los hace por separado.

Para el procesamiento del Perfil Longitudinal, se deberá seleccionar la ecuación de calibración más acorde a la situación del pavimento estudiado. Una vez procesado el archivo es guardado en la base de datos general del proyecto. De igual manera se procede con el Perfil Transversal.

Estos archivos dependiendo de los parámetros de captura deberán ser presentados según la normalización cada 100 m a lo largo del proyecto.

Es recomendado realizar los ensayos cada 10 m y luego sacar un promedio por hectómetro, para obtener un perfil mas ajustado a la realidad.

4.2.4 PROGRAMA UNIANALYSE

Es un sistema de medida de fisuras sobre la carretera, que permite medir automáticamente el tipo de fisura, severidad y densidad de un segmento.

Recoge todas las imágenes pertenecientes a un segmento y mide las fisuras a lo largo de la sección del pavimento.

Para el análisis de las imágenes se emplea fundamentalmente dos pasos principales que son:

- Segmentación de la imagen,
- Clasificación de fisuras.

Segmentación de la imagen.- La segmentación de imagen es un proceso usado para identificar objetos dividiendo la imagen original en subgrupos.

Consiste en diferenciar las fisuras en el pavimento del resto del pavimento y para esto emplea el siguiente procedimiento:

- Divide la imagen del pavimento en cuadrículas. El cómputo basado en cuadrículas reduce significativamente la complejidad computacional de cálculos basados en píxeles. Como resultado es posible determinar más rápidamente existencia de fisuras y tipo de fisuras.

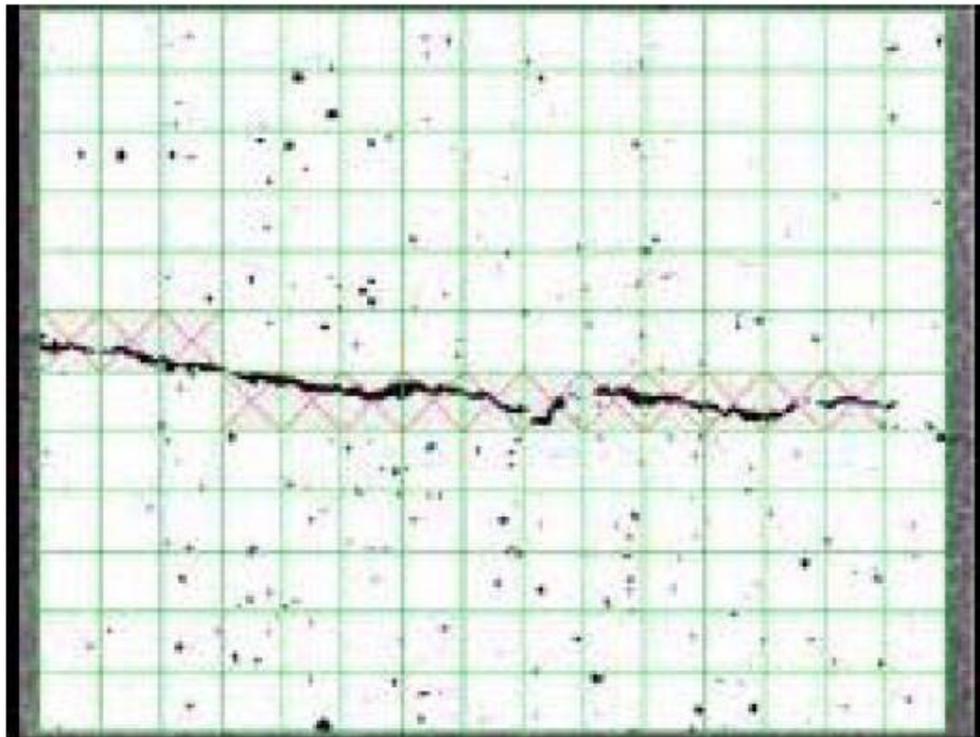
- Aplica filtros a la imagen para eliminar distorsiones en la imagen causadas por la textura del pavimento, las líneas entre carriles, sombras, etc. Además ya que el cómputo se realiza por cuadrículas, se ve menos afectado por perturbaciones de fondo debido a que pocos píxeles aislados no son suficientes para clasificar una cuadrícula como fisurada.

Un filtro del medio calcula el valor medio del tamaño del filtro determinado clasificando los píxeles en orden ascendente o descendente. Entonces un valor se determina usando una ecuación de regresión, la cual está desarrollada como una función de nivel de brillo de cada cuadrícula. Aplicando este valor a cada cuadrícula, cada píxel se convierte en un valor binario. (1,0)

- Si el porcentaje de píxeles representando fisuras en una cuadrícula es mayor que lo predefinido la cuadrícula se considera como fisurada. Se determina si una cuadrícula está o no fisurada basado en el porcentaje de píxeles de fisuras en una cuadrícula.

Como se puede ver en la figura 4.7, la imagen de la superficie del pavimento ha sido dividida en cuadrículas y se ha corrido los filtros que han permitido distinguir entre cuadrículas fisuradas y no fisuradas.

FIGURA 4.7.- Imagen de la Superficie del pavimento dividida en cuadrículas



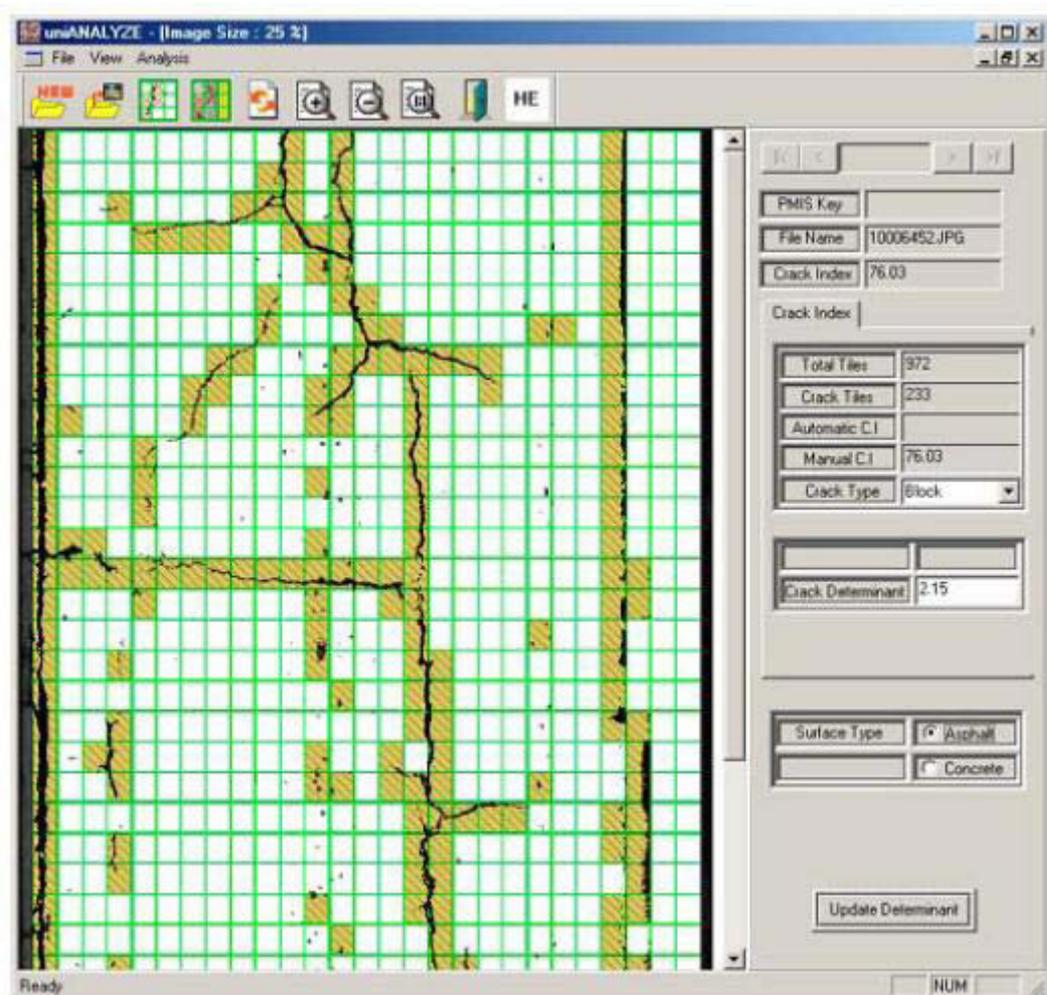
Clasificación de Fisuras.- diferenciación entre cinco tipos: sin fisuras, fisura transversal, longitudinal, piel de cocodrilo, y de bloque.

El resultado del análisis de las imágenes se presenta en unidades UCI (Unified Crack Index) o Índice Unificado de Fisuramiento, que se encuentra bajo norma ASTM STP 1121 [Pavement Management Implementation].

Este índice adimensional representa el porcentaje de la superficie del pavimento libre de fallas. Bajo este método uniANALYZE cuenta el número de cuadrículas afectadas por fisuras y las divide entonces para el número total de cuadrículas en las que fue dividida la imagen, obteniendo de esta forma el UCI para cada imagen de la superficie del pavimento.

La figura 4.8 se muestra un ejemplo del como se ve el proceso de análisis de imágenes del pavimento.

FIGURA 4.8.- Procesamiento de Imagen del pavimento en programa UCI



Índice Unificado de Fisuras.- Es el porcentaje de la superficie del pavimento afectado por fisuras. Bajo este método se cuenta el número de cuadrículas afectadas por fisuras y las divide entonces para el número total de cuadrículas

en las que fue dividida la imagen, obteniendo de esta forma el UCI para cada imagen del pavimento. Los estándares de clasificación del UCI se encuentran bajo regulaciones ASTM.

Estándares Provisionales AASHTO.- Los estándares provisionales de AASHTO han sido adoptados por este paquete informático y usados desde el año 2000. Se puede determinar el tipo de fisura de cada imagen basada en los protocolos AASHTO. Después de definir el tipo de fisura, calcula la extensión y severidad de la fisura. Esto es medido ya sea por longitud o área de la fisura.

5. DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO. CARRETERA CUMBE – OÑA TRAMO I LONGITUD 20,1 Km.

Con apoyo de la empresa INEXTEC CIA. LTDA., se ha realizado una campaña de auscultación en la carretera Cumbe – Oña tramo I, ubicada en la provincia del Azuay, vía a cargo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con el propósito de evaluar varios aspectos tanto funcionales como estructurales, a fin de conocer la condición actual del pavimento; mediante equipos de alta tecnología facilitados por la empresa INEXTEC.

5.1 INFORMACION PRELIMINAR.

La carretera esta constituida por 2 carriles bidireccionales, los mismos que al evaluarlos se encontraban con una reconstrucción reciente.

Las Características Geométricas de la carretera se muestran en la Tabla No. 5.1.

TABLA No. 5.1.- Características Geométricas de la Carretera Cumbe - Oña

Longitud de la Vía	20.1 Km
Ancho de Vía	11.0 m
Carriles por Calzada	2
Espaldón	Sí

Esta vía es utilizada a diario por vehículos pesados, los mismos que se dirigen de zonas del Sur hacia al Norte o Viceversa.

5.2 INVESTIGACION APLICADA.

Las características actuales del pavimento existente se determinan con base a la evaluación funcional y estructural del pavimento mediante la captura de datos de campo con equipos de tecnología de punta y alto rendimiento. Estos resultados nos permitirán emitir un diagnóstico del comportamiento del pavimento. Sobre la base del diagnóstico se emitirán las recomendaciones pertinentes.

Los ensayos que se realizaron en la carretera fueron los siguientes:

- Ensayo de Deflectometría. Equipo utilizado: Deflectómetro de Impacto (FWD)
- Ensayo de Regularidad Longitudinal. Equipo utilizado: Perfilómetro Laser

- Ensayo de Perfil Transversal. Equipo utilizado: Transversal Profiler Logger
- Ensayo de Fisuración Unificado. Equipo utilizado: Digital Monochrome Scan
- Ensayo de hidrodeshlizamiento. Equipo utilizado: Péndulo Británico
- Inspección Visual Digital. Equipo utilizado: Video Filmadora
- Inspección Visual Manual

Los resultados de los ensayos se muestran en los anexos correspondientes, a continuación daremos una explicación de los mismos.

5.2.1 ENSAYOS ESTRUCTURALES.

La evaluación estructural tiene por objeto determinar la capacidad del pavimento existente y las características del suelo de subrasante, a fin de obtener parámetros que nos permita diagnosticar y diseñar la rehabilitación del pavimento, en concordancia con la evaluación funcional y de conformidad con el tráfico previsto para el período de diseño.

DEFLEXIONES Y MODULOS ELASTICOS

Mediante este ensayo se determina la capacidad estructural de pavimento. Los datos que se obtienen son:

- cuenco de deflexiones,
- carga en KN, y
- Temperatura en ° C

Mediante el deflectómetro de impacto (Falling Weight Deflectometer, FWD) de la Casa Carl Bro, debidamente calibrado, se realizaron los ensayos de deflexiones a lo largo del Proyecto con una frecuencia de 50 m. en tres bolillo para los dos carriles en los dos sentidos de circulación.

Parámetros de Captura de Datos

- Altura de caída: 120 mm
- Tipo de Pavimento: Concreto Asfáltico
- Distancia recorrida por carril: 100 m
- Rango de Temperatura: 5° - 38°
- Golpes de Ensayo: 2

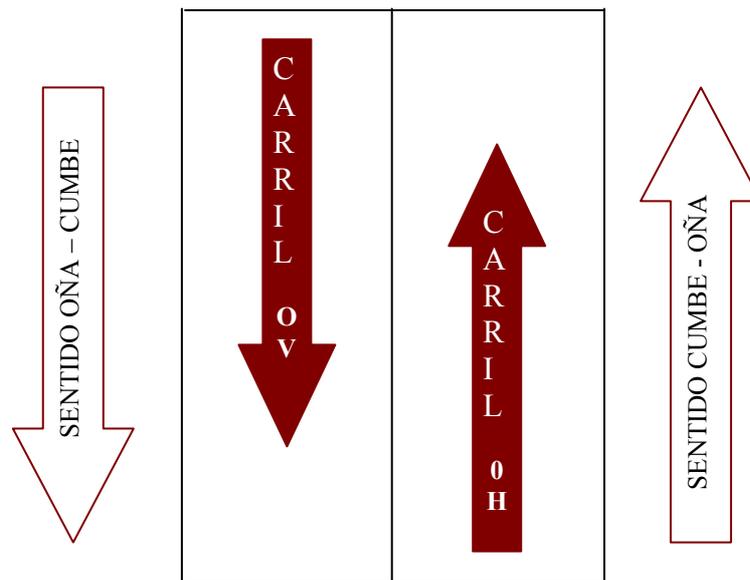
La colecta de datos se registró directamente desde el FWD hasta el programa ROSY DATA COLLETION, mientras que el procesamiento de datos y

determinación de las curvas de deflexiones y los correspondientes módulos elásticos se ejecutaron mediante retrocálculo utilizando el programa ROSY DESIGN.

Como insumos de entrada del programa se utilizaron los datos de espesores, tráfico y número acumulado de ejes equivalentes proyectados hasta el año 2015, del estudio de IAD Cia. Ltda. realizado en el año 2001.

En la Figura No.5.1 se indica la distribución de los carriles con su respectiva identificación.

FIGURA No. 5.1.- Distribución de Carriles



Los reportes respectivos se muestran en el Anexo No. 1, en el cual se presenta:

- ❖ El informe de los valores de curvas de deflexión para cada abscisa en los dos sentidos de circulación.
- ❖ Se han calculado las deflexiones representativas de cada sección con el percentil 85. Se muestran también histogramas de deflexiones y cálculo de secciones homogéneas mediante el procedimiento de las diferencias acumuladas AASHTO 93.
- ❖ Para cada sección se presentan también los módulos elásticos resultantes de las capas de pavimento, habiendo considerado un modelo de 4 capas: Carpeta asfáltica, capa granular (base+subbase), mejoramiento y subrasante.
- ❖ Finalmente se muestran los reportes gráficos del ROSY DESIGN, en los cuales se consignan los espesores de refuerzo y la vida remanente del pavimento. existente actualmente.

La Intensidad Media Diaria de Vehículos Pesados (IMDp) para todo el tramo es de 360 vehículos pesados, valor obtenido del estudio de IAD Cía. Ltda. del año 2001.

En el siguiente Tabla No. 5.2, se consignan los valores representativos de deflexiones de cada sección con el percentil 85:

Tabla No. 5.2 DEFLEXIONES MAXIMAS (umm)

	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
0+000 – 5+500	857	802
5+500 – 8+800	940	986
8+800 – 13+050	785	907
13+050 – 16+300	776	744
16+300 – 20+100	937	863

Las deflexiones son similares para los dos sentidos de circulación y no existe mucha variación entre secciones. Sus valores son menores a las registradas en el estudio del año 2001 (sin base asfáltica), cuyos valores se encontraban en el rango de 880 a 1300.

En la Norma Española, Orden Circular 9/2002 Sobre Rehabilitación de Firmes, se definen los valores límite de deflexiones sobre los cuales no existe vida remanente, en atención al tráfico de vehículos pesados. El umbral para la carretera Cumbe – Oña es de 1000 umm; con este concepto, se puede determina que la vía se encuentra cerca del umbral del agotamiento estructural.

En el Anexo 1, se presentan los reportes correspondientes de las corridas del programa Rosy Design, en los que se muestran los módulos elásticos de las capas de pavimento y la subrasante, la capa crítica estructuralmente, los espesores de recrecimiento para cada sección homogénea y la vida remanente del pavimento. En los Tablas No. 5.3 y No. 5.4 a continuación, se resumen los módulos por carril y por secciones.

Tabla No. 5.3 MODULOS ELASTICOS CARRIL DERECHO (MPa)

	CARPETA ASFALTICA	BASE GRAN. + SUBBASE	SUBRASANTE
0+000 – 5+500	3107	67	88

5+500 – 8+800	2254	69	64
8+800 – 13+050	2274	87	69
13+050 – 16+300	1971	95	67
16+300 – 20+100	1334	118	76

Tabla No. 5.4 MODULOS ELASTICOS, CARRIL IZQUIERDO (MPa)

	CARPETA ASFALTICA	BASE GRAN. + SUBBASE	SUBRASANTE
0+000 – 5+500	2880	79	91
5+500 – 8+800	2271	68	79
8+800 – 13+050	2231	65	69
13+050 – 16+300	2288	103	76
16+300 – 20+100	1432	151	69

Como puede observarse en los Tablas 5.3 y 5.4, los valores de módulos de la capa granular (base + subbase), son muy bajos, indicando su falta de capacidad de soporte debida a su alta humedad evidenciada por el afloramiento de agua en la calzada (Ver anexo fotográfico). Los valores de la subrasante determinan un suelo homogéneo a lo largo de los dos tramos, para efectos estructurales, su condición es regular.

Esta circunstancia se confirma, con los resultados obtenidos de los ensayos destructivos realizados en el año 2001, los mismos que indican lo siguiente:

Material granular de Base

El rango de humedad del material de base se encuentra en 9 a 14 %.

El Índice de Plasticidad del sector 0+000-5+500 es NP; del 5+500-20+100 tiene una plasticidad entre 8 y 10

La capacidad de soporte CBR se halla entre 9 y 30 %, siendo el sector del Km 5 al Km. 9 el de menor capacidad de soporte con 10 %.

Como puede apreciarse el material de base no cumple especificaciones.

Material granular de Subbase

El rango de humedad del material de subbase se encuentra en 8 a 18 %

El Índice de Plasticidad del sector del Km. 4 al Km. 8 tiene índices de 3-10; el resto es NP.

Los valores CBR se hallan entre 20 y 30 %.

Como puede apreciarse el material de subbase tiene ligeramente mejores características que la base, sin embargo tampoco cumple especificaciones.

A continuación un resumen de los espesores por secciones homogéneas en el Tabla No. 5.5:

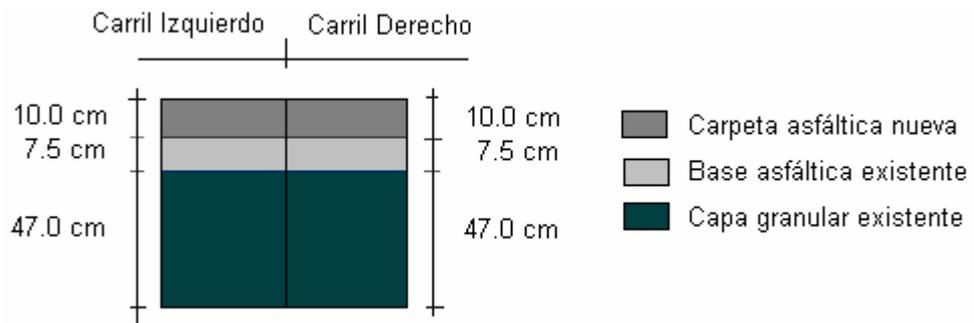
Tabla No. 5.5. ESPEORES

Abscisa		Capa Asfáltica (cm)	Capa Granular (cm)	Mejoramiento (cm)	Total Granular (cm)
Desde	Hasta				
0+000	5+500	7,50	47	258	305
5+500	16+300	7,50		34	81
16+300	20+100	9,00	53	26	79

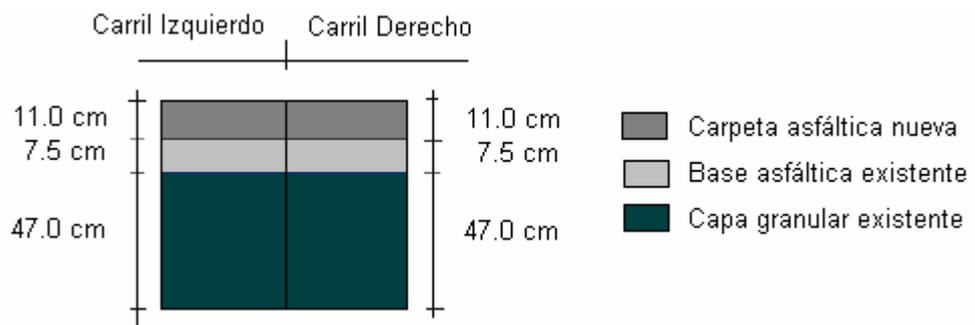
Se ingresaron los datos de secciones por espesores en el programa Rosy Design (tráfico, deflexiones, espesores y ancho de calzada), cuyas corridas fueron efectuadas para un período de 10 años. Los reportes del programa contienen: módulos de elasticidad de cada capa, vida remanente y refuerzo requerido por secciones homogéneas, todos estos valores se incluyen de manera detallada en el Anexo 1

Los espesores de recrecimiento obtenidos del Programa Rosy Design, no hacen diferenciación de capas de pavimento, sino que recomienda un espesor total de refuerzo, por lo que este análisis se ha complementado con el Método AASHTO-93, a fin de poder realizar un adecuado tanteo de posibilidades de diseño. Con información bibliográfica proporcionada por el MTOP se obtuvieron los datos de tráfico, se ha determinado una confiabilidad de 95 %, tomando en cuenta la incertidumbre existente en cuanto al tráfico y un valor del error estándar combinado de 0.49 y una pérdida de serviciabilidad de 2. El proceso de diseño del pavimento por el método ASSHTO, se muestra en el Anexo 1 y un grafico de sus resultados por sección a continuación.

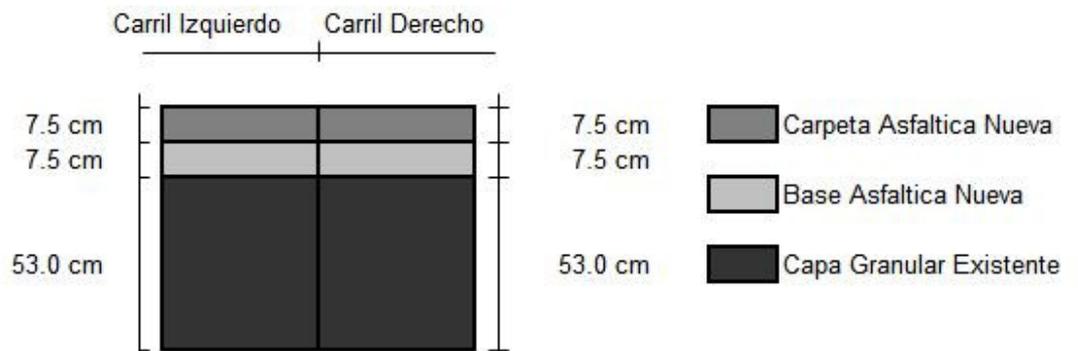
Sección 0+000 – 5+500



Sección 5+500 – 16+500



Sección 16+500 – 20+100



5.2.2 ENSAYOS FUNCIONALES.

- Índice de Regularidad Internacional (IRI)
- Surco de Huella (TPL)
- Resistencia al Hidrodeslizamiento (SRV)
- Índice Unificado de Fisuramiento (UCI)

- Video Georeferenciado

INDICE DE REGULARIDAD LONGITUDINAL (IRI en m/Km.)

Para determinar el Índice de Regularidad Internacional (IRI), se utilizó el Perfilómetro Laser. Para la ejecución del ensayo se recorrió la vía en los dos sentidos de circulación.

El IRI nos da una medida de la calidad de rodadura del pavimento, influyendo en el confort y seguridad de circulación de los usuarios, a más de que es un parámetro importante para el análisis de rentabilidad económica de una vía.

Las medidas fueron tomadas cada 10 m a lo largo del proyecto, luego se estableció un promedio por Hectómetro.

Parámetros de Captura de Datos

- Variación de la Velocidad: 10 y 70 Km/h
- Peso del Vehículo: 450 Kg
- Puntos por Kilómetro: 100

El reporte de los ensayos realizados y su procesamiento se muestra en el Anexo No. 2.

Un resumen de resultados por secciones se muestra en el siguiente Tabla No. 5.6:

Tabla No 5.6. INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

	IRI (m/Km)	
	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
0+000 – 5+500	3,00	3,12
5+500 – 8+800	4,36	3,97
8+800 – 13+050	4,06	3,99
13+050 – 16+300	3,95	4,28
16+300 – 20+100	6,56	7,78

Los resultados mostrados en el Tabla 5.6, indican que, en general, los valores de irregularidad longitudinal para los 2 carriles son muy similares, siendo el carril izquierdo ligeramente superior al derecho.

Entre el 0+000 y el 16+300, sector en el cual se halla colocada la base asfáltica, el IRI varía de 3,0 a 4,28. Los valores de IRI en la sección 0+000 – 5+500, se hallan dentro de lo aceptable para este tipo de vías, mientras que del 5+500 al 16+300 son altos para una pavimento recientemente rehabilitado.

La última sección, entre el Km. 16+300-20+100, tiene los valores superiores, debido a que en esta sección no se ha realizado aún la colocación de la base asfáltica.

En el gráfico de IRI se observan también los sitios en los que el pavimento presenta deterioros excepcionales debido a hundimientos, baches, etc. o drenaje insuficiente.

SURCO DE HUELLA (Rut Dep.)

La falla del pavimento denominada surco de huella, es causada por las cargas de tráfico. En gran escala y alta severidad, indica deterioro estructural del pavimento por fatiga de las capas y/o la subrasante.

La información sobre el surco de huella, fue recopilada mediante el equipo denominado Transversa Pro file Coger (TPL). El equipo es enganchado en un asta, diseñada y colocada en la parte delantera del vehículo, desde la cual se captura los datos del perfil a través de los sensores.

Las medidas fueron tomadas cada 10 m a lo largo del proyecto, luego se determino un promedio por Hectómetro

Parámetros de Captura de Datos

- Variación de la Velocidad: 10 y 70 Km/h
- Sensores Utilizados: 20 (Alas recogidas)
- Puntos por Kilómetro: 100

Los datos registrados, así como su procesamiento y reportes correspondientes, y los gráficos ilustrativos, se consignan en el Anexo No.3 y un resumen en el Tabla No. 5.7.

Se puede observar que los valores representativos de surco de huella en los 2 carriles son similares y se encuentran en magnitudes de baja y mediana severidad, a excepción de ciertos sectores en los cuales el deterioro es singular, con altas deformaciones, piel de cocodrilo y baches de alta severidad.

Lo anteriormente expresado indica que el pavimento, a pesar de que ha sido parcialmente rehabilitado con una capa asfáltica de 7,5 cm. de espesor, ya presenta deformaciones plásticas evidenciadas por los valores de surco de huella y fisuras piel de cocodrilo (Ver Anexo fotográfico).

A continuación, en el Tabla No. 5.7, se presenta un resumen de los valores de surco de huella promedio para cada sección y carril.

Tabla No. 5.7. SURCO DE HUELLA (mm)

	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
0+000 – 5+500	13,67	13,89
5+500 – 8+800	16,45	16,77
8+800 – 13+050	16,12	15,59
13+050 – 16+300	14,43	16,65
16+300 – 20+100	14,22	15,55

RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO (SRV)

La resistencia al patinaje o hidrodeshlizamiento de la superficie de una vía es la medida de la habilidad del pavimento para prevenir el patinaje y simplemente es el coeficiente de fricción entre la llanta y la superficie de la vía ante la presencia de agua.

Este parámetro ha sido medido mediante el Péndulo Portable de Comprobación Portátil (Portable Skid Resistance Tester PSRT), desarrollado por el TRRL. El equipo es de tipo manual.

Las medidas fueron tomadas cada 500 metros, cada uno de los carriles, en las curvas, pendientes altas y en los sitios de mayor incidencia de frenado.

Con este ensayo se obtiene el Coeficiente de Fricción Longitudinal (CFL) y el Coeficiente de Fricción Transversal (CFT), que determinan si la fricción del pavimento es aceptable o no.

Los reportes se muestran en el Anexo No.4, y un resumen de los valores resultantes para cada tramo y carril se presenta a continuación:

Tabla No. 5.8. RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENO SRV

	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
0+000 – 5+500	65	62
5+500 – 8+800	62	64
8+800 – 13+050	69	67
13+050 – 16+300	70	68
16+300 – 20+100	58	57

El valor admisible para el de tráfico y características geométricas y de operación de esta vía, es $SRV > 55$. Por lo tanto la superficie de rodadura en este caso, tiene suficiente resistencia al patinaje en presencia de lluvia, a todo lo largo del estudio.

INDICE UNIFICADO DE FISURACION (UCI)

El Índice Unificado de Fisuración (UCI en %), desarrollado por la AASHTO, da una medida del grado de fisuración del pavimento, siendo que un UCI de 100 indica que no existen fisuras, mientras que el valor de 0 representa un fisuramiento total.

El equipo utilizado para este ensayo fue el Scanner Láser, consiste de una cámara de alta resolución montada en un pedestal de tal manera que registra imágenes del pavimento mientras avanza el vehículo. Dichas imágenes son procesadas mediante un programa computacional para determinar el porcentaje de fisuración correspondiente.

Las medidas fueron tomadas a lo largo del proyecto en forma continua, luego se obtuvo un promedio por Hectómetro.

Parámetros de Captura de Datos

- Variación de la Velocidad: 10 y 60 Km/h
- Altura de Asta: 3.65 m
- Intensidad de Luz: 0.001 milisegundo – 0.1 segundo

En el Anexo V se muestran los reportes y gráficos de los ensayos y a continuación, en el Tabla No. 5.9 se presenta un resumen de los valores obtenidos.

Si bien los valores reportados expresan que el pavimento está en condiciones generales buenas, es necesario tomar en cuenta que estos reportes son un ponderación de toda la sección, siendo necesario observar en los gráficos y las tablas de valores de UCI por abscisas (Anexo No. 5) para darnos cuenta que existen sectores con fisuras piel de cocodrilo, deformaciones y baches más del afloramientos de agua en la calzada, acompañada de inicios de fisuramientos.

Tabla No. 5.9. INDICE UNIFICADO DE FISURACION (UCI)

	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
0+000 – 5+500	99,56	98,90
5+500 – 8+800	99,34	98,97
8+800 – 13+050	99,20	99,26
13+050 – 16+300	99,18	99,47
16+300 – 20+100	99,80	99,86

REGISTRO EN VIDEO

El equipo de video consiste de una cámara que registra las imágenes al mismo tiempo que se realiza la captura de datos de Irregularidad longitudinal, transversal y GPS.

El video digitalizado sincroniza todos los datos recolectados y muestra información con las características de la carretera de acuerdo con las imágenes de la vía, tales como: velocidad, distancias, información del GPS, etc. El documental de video se anexa en archivo magnético.

Parámetros de Captura de Datos

La captura de datos a través de este equipo dependerá del nivel de ensayo. Los datos a obtener están entre otros:

- Puntos Referenciales (pueblos, puentes, etc.)
- Baches

- Parches
- Etc.

Se ha realizado un registro de eventos georeferenciados mediante el GPS, habiendo obtenido un catálogo actualizado de Baches y Parches, cuyos reportes se encuentran en el Anexo No. VI. Estos datos son de mucho valor para la determinación y localización de los tratamientos adecuados para corregir fallas existentes de los pavimentos previos a eventuales refuerzos posteriores.

5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.3.1 CONDICIÓN ACTUAL.

En este tramo la intervención de rehabilitación efectuada es la Alternativa 2, recomendada en el estudio del año 2001, es decir la colocación sobre el pavimento existente de 7,5 cm. de base asfáltica y 7,5 cm. de capa de rodadura de hormigón asfáltico. Actualmente se tiene colocada la capa de base asfáltica, sin que se haya realizado bacheo y sellado de fisuras.

Los reportes del RoSy Design de INEXTEC (Anexo 1), obtenidos en base al estudio deflectométrico indica refuerzos sobre la base asfáltica actual de 10,0 cm. para la sección 0+000 a 9+500 y 8,0 cm. entre las abscisas 9+500 a 16+100, lo cual es un poco superior a los 7,5 cm. del diseño original y para el tramo del 16+100 al 20+100 una capa de 7,5 de rodadura y otra de 7,5 cm de base asfáltica nueva.

De las evaluaciones estructurales aplicadas se revela que la solución de pavimentos, es deficitaria, puesto que acusa insuficiencia en el espesor de pavimento, sumado al hecho de que se contrato un recapeo de hormigón asfáltico sobre una base granular a la vista de los propios diseños con una capacidad resistente totalmente disminuida, CBR entre 10 y 15 sobre 100; lo cual debió inducir a una intervención de estabilización previa de la base granular.

Otra característica gravitante de esta rehabilitación esta marcada por el hecho de que no se ejecutaron las actividades previas de mantenimiento como son el bacheo y sellado de fisuras, antes de la colocación de la base asfáltica, lo cual ha dado lugar al apareamiento de fallas prematuras evidenciadas por los fisuramientos, surcos de huella y baches que se observan en la calzada, localizados especialmente en las secciones estructuralmente deficitarias. Esto se explica además en el hecho de que estas capas granulares han trabajado como capas de carga directa (solamente con DTSB) prácticamente desde su construcción, evidenciado por la pérdida de compacidad, capacidad portante y elevada condición de humedad.

Es evidente en la situación actual que los alcances de las intervenciones de mantenimiento y construcción de las obras de drenaje vial, es muy limitada, lo cual contribuye al rápido deterioro de la base asfáltica, en un entorno más lluvioso y matizado por elevada humedad en el terreno.

Por estos motivos es necesario que para el tramo que aún no está rehabilitado, se estudie la posibilidad de realizar actividades de mejoramiento del drenaje y/o subdrenaje y ejecutar un tratamiento de la base granular a fin de dotarle de la capacidad estructural adecuada mediante la inclusión de cemento o alternativamente densificación de las capas granulares de base y sub-base, para incrementar su resistencia a las tensiones horizontales.

5.3.2 CONDICIÓN FUTURA.

Disponer la ejecución de los trabajos suficientes de mantenimiento, construcción complementaria y correctiva del drenaje longitudinal, así como el subdrenaje en la zona lateral del camino, a fin de contribuir al drenaje interno del pavimento.

Ejecutar con los trabajos de bacheo mayor y menor, incluyendo según el caso la estabilización de la base granular, ya mediante recompactación o recompactación más estabilización con cemento, para controlar su contaminación y exceso de humedad, antes de la reposición de la base asfáltica. Para el efecto, en el Anexo VI, bajo el título de Catálogo de Baches y Parches, se tiene un registro completo georeferenciado con abscisados en los sitios de bacheo mayor y menor y sello de fisuras.

Evitar el bacheo superficial cuando es evidente la necesidad de intervenir en la base granular, proporcionándole todo el atributo técnico a las tareas de mantenimiento, mediante un estricto seguimiento de normas.

Concluidos los trabajos a nivel de base asfáltica se recomienda la colocación de un sello simple de impermeabilización como actividad previa a la colocación del refuerzo estructural.

5.3.3 RECOMENDACIONES

En la capa asfáltica existente, que se encuentra a nivel de base asfáltica, se recomienda la colocación de un sello simple de impermeabilización como actividad previa a la colocación del refuerzo estructural resultante en las secciones 1 y 2 es decir 10, 11 cm respectivamente y para la sección 3 un refuerzo de 7.5 cm de base asfáltica y luego una capa de rodadura de 7,5 cm, de hormigón asfáltico mezclado en planta, de acuerdo a la metodología AASHTO-93.,

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.

6.1 ASPECTOS BÁSICOS.

Hoy en día, las carreteras constituyen el principal modo mundial de transporte. Tienen una importancia crucial, no sólo para nuestras economías, sino también en nuestra vida cotidiana, ya que permiten acceder a servicios tan esenciales como la salud y la educación, a los bienes básicos y a las instalaciones de ocio.

El desarrollo sostenible debe basarse en carreteras proyectadas, construidas y explotadas en armonía con el medio ambiente, en una adecuada ordenación territorial y en la satisfacción de las demandas sociales. Con el fin de identificar las vías adecuadas para conciliar los requisitos del desarrollo económico y social con la protección medio-ambiental.

Para satisfacer las expectativas de los usuarios de la carretera y las demandas de la sociedad relativas a desplazamientos rápidos y seguros, los explotadores de las redes de carreteras se deben esforzar por construir redes transitables, con capacidad adecuada y vías seguras, con información precisa a los usuarios en tiempo real, con infraestructuras sostenibles y no perjudiciales para el medio ambiente.

Es evidente que las carreteras son necesarias para hacer llegar los servicios sociales a las comunidades y para el transporte de mercancías a las mismas o desde ellas.

En cada fase del desarrollo económico, las Administraciones de Carreteras tienen que contribuir a la satisfacción de las expectativas de la comunidad. En general, durante las primeras fases los esfuerzos se centran principalmente en aspectos económicos. En las fases siguientes, las expectativas que hay que satisfacer consisten en una compleja combinación de aspectos socioeconómicos con otros relacionados con la salud y con el medio ambiente.

Se debe tener claro que dentro del marco de la carretera, existen varios agentes encargados de la gerencia de la misma entre ellas los líderes políticos, los profesionales del transporte y principalmente los usuarios que son los indicados a exigir y beneficiarse directamente de la carretera.

Para los líderes políticos:

- Es necesario proceder a un importante cambio desde una mentalidad orientada hacia las obras públicas a una mentalidad orientada hacia los servicios de movilidad. Para realizar una transición de esta magnitud, los organismos de transporte gubernamentales y privados tendrán que ejercer un importante liderazgo –en el que es fundamental el papel de los líderes políticos– y encontrar el apoyo necesario del público.
- Es preciso definir la explotación de las redes e integrarla en las políticas de los organismos, así como en sus procesos y programas. Esto tendrá un importante impacto sobre los presupuestos y los recursos humanos.
- La nueva orientación exigirá la evaluación de la eficacia desde el punto de vista de los clientes y no sólo teniendo en cuenta la eficacia de las instalaciones.

- Será necesario realizar mediciones de la eficacia para modos múltiples y organismos interdependientes, lo cual exigirá la colaboración y cooperación entre organismos.
- El cambio de política hacia el cobro de los servicios a los usuarios abre nuevas posibilidades para la gestión de la demanda y de la movilidad, además de nuevas posibilidades para la financiación de las instalaciones de transporte.
- Existe una urgente necesidad de fomentar las asociaciones entre las administraciones de carreteras, la industria automovilística y otros actores clave, con el fin de explotar las nuevas tecnologías en beneficio de la movilidad sostenible.
- Es necesario dar mayor relieve al concepto de la explotación de redes.
- Debe otorgarse la máxima prioridad a compartir información sobre los conceptos, las prácticas más adecuadas, las ventajas y las fuentes de financiación referentes a la explotación de redes.
- Sería conveniente introducir módulos sobre la explotación de redes en las conferencias internacionales sobre las carreteras y el transporte, con objeto de compartir las experiencias de muchos países.
- La publicación de manuales en varios idiomas y en distintos medios, incluido Internet, podría facilitar la comprensión de los conceptos y ventajas eventuales de la explotación de redes.
- Las organizaciones internacionales pueden impulsar visitas de estudio internacionales, que resultarían de gran ayuda para la transferencia de know-how.

Para los profesionales del transporte:

- A los profesionales del transporte les corresponderá poner en práctica las políticas, explotar los sistemas y medir realmente la eficacia. En consecuencia, los conceptos de la explotación de redes tendrán que reflejarse en los planes, programas y plantillas de los organismos.
- La transición desde una explotación de redes orientada hacia las obras públicas a otra orientada hacia el servicio al cliente exigirá un proceso continuo de aprendizaje y formación.
- Los profesionales deberán adquirir y mantener al día los conocimientos relativos a las nuevas herramientas y tecnologías, tales como los Sistemas de Transporte Inteligentes.
- Las nuevas tecnologías ofrecen oportunidades para mejorar la eficacia de las redes y para aumentar la seguridad vial. Por consiguiente, las Administraciones de Carreteras deberán trabajar en colaboración con la industria automovilística y con otras industrias para satisfacer los objetivos (desde lo que se refiere a los vehículos hasta la infraestructura de comunicaciones).
- Será necesario elaborar y perfeccionar mecanismos que permitan definir expectativas de los clientes que se puedan medir y evaluar la satisfacción de éstos.

- Los establecimientos de enseñanza y formación tendrán que modificar sus programas de estudios relativos al transporte para incluir en los mismos los conceptos, prácticas, herramientas y técnicas de la explotación de redes.
- Existe una urgente necesidad de establecer una participación permanente de los explotadores de redes en las actividades de investigación y desarrollo (incluidas las aplicaciones de demostración).

Conclusiones Varias

- Existe una presión creciente sobre las Administraciones de Carreteras para que demuestren una utilización óptima de sus recursos, la cual dependerá de los resultados económicos en las fases de nacimiento y crecimiento y de la consecución de un conjunto más equilibrado de resultados en el campo económico, en el social, en el de la salud y en el medioambiental en las fases posteriores de desarrollo de la red.
- Las Administraciones de Carreteras han respondido bien a las fuerzas externas, ya que se están produciendo reformas institucionales.
- Es importante que en el futuro aumente la implicación del sector privado y de la comunidad.
- Las Administraciones de Carreteras deben desarrollar las capacidades de su personal para hacer frente a los cambios en los imperativos políticos y de obtención de resultados.
- El transporte sirve para satisfacer las necesidades de la sociedad y sólo puede ser sostenible en tanto en cuanto cumpla esta función

6.2 OBSERVACIONES.

El crecimiento del tráfico por carretera está aumentando los esfuerzos a los que se ve sometido el pavimento, lo cual, a su vez, influye en los gestores de las carreteras y en los órganos de decisión a la hora de adjudicar los limitados recursos financieros disponibles para conseguir, de manera sostenible, niveles aceptables de seguridad, comodidad de conducción y ruido provocado por el tráfico. Por otra parte, el establecimiento de nuevos contratos de gestión de las redes viarias en los que se incluyen especificaciones funcionales agudiza aún más la necesidad de disponer de datos de calidad sobre el estado de las carreteras. De ahí la necesidad de una mayor aplicación de las tecnologías disponibles para la inspección a alta velocidad del estado de las carreteras, con el fin de obtener los datos necesarios con un coste reducido y con los menores trastornos posibles para el desarrollo normal del tráfico. Las Administraciones de Carreteras deberían promover y apoyar el desarrollo de tecnologías adecuadas para abordar los diferentes aspectos del deterioro superficial.

En una serie de países se dispone ya de prototipos de sistemas de alta velocidad para la detección de grietas en carreteras pavimentadas. Sin embargo, es necesario abordar también la evaluación de otros modos de deterioro de los firmes, tales como la pérdida de material superficial y el

deterioro de los bordes de la carretera. Debería examinarse asimismo la posibilidad de disponer de versiones robustas y reducidas de estos equipos para evaluar las necesidades de conservación de las redes viarias insuficientemente financiadas. La mayor disponibilidad de estos equipos y su utilización más extensa conducirán probablemente a prácticas de conservación más eficaces y sostenibles.

El desarrollo nacional evoluciona generalmente desde una economía agrícola e industrial hasta una economía basada en el conocimiento, pasando por una economía de servicios. Estas economías dan lugar a transportes por carretera de diferentes características y éstos, a su vez, condicionan la gestión de carreteras que se aplica en cada país

El crecimiento del tráfico, sobre todo el del tráfico por carretera, está superando cada vez más los umbrales medioambientales, económicos y financieros aceptables. El enfoque adecuado de este problema consistiría en integrar los diversos modos de transporte, y para conseguirlo se hace necesario establecer más asociaciones con el fin de estimular una competencia leal. El transporte combinado, los aparcamientos disuasorios, las terminales, las plataformas intermodales y los corredores constituyen ejemplos muy concretos de esta tendencia. Los requisitos previos para conseguirlo son el establecimiento de precios justos y rentables para todos los modos de transporte y la planificación intermodal para ello se hace necesario:

- Determinar las necesidades relativas a la gestión de carreteras en el caso de carreteras con poco volumen de tráfico o de vías sin pavimentar y establecer la diferencia entre contexto urbano y el rural.
- La **tecnología** sigue siendo un arma fundamental dentro del arsenal necesario para dar soluciones innovadoras y apropiadas a las demandas de crecimiento y conservación de las redes con presupuestos cada vez menores.
- Estudiar las necesidades específicas de gestión en los puntos nodales que interconectarían diferentes modos de transporte (aéreo, marítimo, por vía navegable y ferroviario) con las carreteras.

"La vía hacia el desarrollo empieza con el desarrollo de las carreteras"

La creciente tendencia hacia la utilización de especificaciones relativas al producto final y a las características funcionales en la construcción y en la gestión de las carreteras hace que resulte esencial disponer de sistemas precisos y coherentes para el seguimiento del estado de éstas. Esto incluye la necesidad de procedimientos adecuados de aseguramiento de la calidad, para garantizar la correcta calibración de los equipos y el control apropiado de los datos recogidos por los equipos en relación con dicho estado. Todas las partes implicadas tienen muy claras las ventajas que se derivarían de la armonización de las evaluaciones; en consecuencia, el trabajo futuro debería orientarse hacia nuevos avances en este campo, especialmente en lo que se refiere a la medición del deterioro de la superficie de las carreteras.

Las técnicas de medición de las características superficiales, no sólo se deben realizar en las carreteras sino también en las pistas de aeropuertos, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo.

6.3 ACTIVIDADES RECOMENDABLES.

- Desarrollar, por medio del sector público, marcos legales e institucionales más eficaces.
- Mejorar el intercambio de experiencia y conocimientos relativos a la evaluación, a los sistemas de recogida de datos y a la financiación de proyectos.
- Identificar herramientas que aumenten la capacidad de las Administraciones de Carreteras para abordar de manera funcional la prevención de riesgos (sistemas de transporte inteligentes y otros).
- Investigarse sobre medidas de análisis y evaluación de riesgos que sean útiles para evaluar los riesgos en las carreteras.
- Tener en cuenta la mayor participación, tanto de la comunidad como del sector privado, en la planificación, la financiación y la realización de mejoras en el transporte por carretera.
- Para contar con buenas vías es indispensable que la durabilidad de los pavimentos corresponda a las proyecciones de diseño y que se realicen oportunamente las labores de mantenimiento. De lo contrario, no hay suma de dinero que alcance.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Ingeniería de Pavimentos para carreteras, 2ª edición, Alfonso Montejo Fonseca
2. ROMDAS for Windows User's Guide, Versión 0.9e. Prepared By C.R. Bennet and Reviewed by P. Hunter.
3. Historia del Metro. CENAMEP. Prof. Ing. Anselmo Araolaza e Ing. Lourdes Muñoz
4. Incremental Encoders. CoreTech Sick.
5. Gillespie, T. D., Sayers, M. W. and Queiroz, C. A. V., "The International Road Roughness Experiment: Establishing Correlation and Calibration Standard for Measurement." The World Bank, Technical Report No. 45, 1986, 453 p.
6. Paterson, W. D. O., "International Roughness Index: Relationship to Other Measures of Roughness and Riding Quality." Transportation Research Record 1084, 1986.
7. Sayers, M. and Gillespie, T. D., "The Effect of Suspension System Nonlinearities on Heavy Truck Vibration." Seventh IAVSD Conference on the Dynamics of Vehicles on Roads and on Tracks, Cambridge, U. K, Proceedings, 1981, 13 p.
8. Sayers, M. S., "Two Quarter-Car Models for Defining Road Roughness: IRI and HRI." Transportation Research Record 1215, 1989, pp. 165-172.
9. Sayers, M.W., "On the Calculation of International Roughness Index from Road Profile." Transportation Research Record 1501, (1995) pp. 1-12.
10. Sayers, M.W., et al., Guidelines for Conducting and Calibrating Road Measurements. World Bank Technical Paper Number 46, (1986) 87 p.
11. Sayers, M.W. and S.M. Karamihas, Interpretation of Road Roughness Profile Data. Federal Highway Administration Report FHWA/RD-96/101, (1996) 177 p.
12. Sayers, M.W. and S.M. Karamihas, The little book of profiling, October 1996, 101 p.
13. Gillespie, T. D., Everything you always wanted to know about IRI, but were afraid to ask!, The University of Michigan Transportation Research Institute, Presented at the Road Profile Users Group Meeting, September 22-24, 1992, Lincoln, Nebraska, 13 p.
14. Solminihaç d H., Gestión de Infraestructura Vial, Universidad de Chile,

15. Lee, H., Standardization of Distress Measurements for the Network – Level Pavement Management System, ASTM STP 1121, American Society for testing and Materials, West Conshohocken Pa, 1992, 13p
16. McGhee, K. H., Automated Pavement Distress Collection Techniques, A Systemic of Highway Practice, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington D.C, 2004, 99p
17. Lee, B. J., Lee, Housin D., A Robust Position Invariant Artificial Neural Network for Digital Pavement Crack Analysis, TRB 2003 Annual Meeting, July 2003
18. uni AMS User's Guide, Adhara Systems Inc., Santa Clara CA, April 2004
19. Hadley, W.O. y Myers, M.G. (1991). Estimaciones de Profundidad del Surco de Huella Desarrollado de los Datos de Perfil de Cruz. Programa de Actuación de Pavimento de Término Largo de SHRP Memorandum Técnico AU-179 ,Fundación de Investigación y Desarrollo de Texas, Austin.

ANEXO I

EVALUACION ESTRUCTURAL:

1. DEFLEXIONES

2. MODULOS ELASTICOS

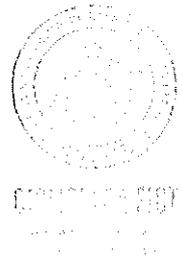
3. DISEÑO AASHTO

ANEXO I

EVALUACION ESTRUCTURAL:

1. DEFLEXIONES

2. MODULOS ELASTICOS



3. DISEÑO AASHTO

DEFLEXIONES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I								SENTIDO		CARRIL		LONGITUD		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+000 - 20+100								CUMBE-OÑA		DERECHO		20100		2007-12-07	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulso	Time	
0+000	686	496	383	156	69	38	28	22	21	662	46.78	15.5	16.6	24.7	29.01		
0+100	543	382	281	105	50	31	29	19	13	637	45.06	15.6	16.9	24.7	28.81		
0+200	620	429	319	122	55	30	21	17	15	609	43.04	15.8	17.4	24.7	29.07		
0+300	555	400	309	129	60	35	27	20	17	628	44.38	15.7	17.2	24.7	28.81		
0+400	573	385	294	136	70	39	27	22	19	620	43.85	15.4	17.1	24.7	29.05		
0+500	752	521	388	150	69	41	32	25	25	637	45.05	15.3	17.1	24.7	29.15		
0+601	866	617	459	175	77	45	40	31	28	647	45.72	15.8	17.7	24.7	29.37		
0+700	1031	681	465	152	73	50	42	33	30	653	46.15	15.4	17.4	24.7	29.45		
0+800	782	533	395	156	72	45	40	30	28	631	44.58	15.1	17.6	24.7	29		
0+900	1036	663	414	146	78	55	47	40	35	641	45.34	15.4	17.8	24.7	29.5		
1+000	861	584	426	167	83	57	49	41	38	634	44.83	15.6	18	24.7	29.33		
1+100	721	524	395	152	69	45	38	34	32	628	44.41	15.6	17.9	24.7	29.13		
1+200	752	519	385	147	68	43	36	29	26	641	45.28	15.9	18.5	24.7	29.03		
1+300	839	608	454	174	74	46	36	28	26	626	44.22	16	18.5	24.7	29.25		
1+400	755	581	450	186	86	52	39	33	27	630	44.53	16	18.7	24.7	29.14		
1+500	655	477	366	153	78	51	39	32	30	629	44.43	16.3	18.8	24.7	29.14		
1+600	626	447	347	142	68	40	32	29	25	631	44.63	16.1	18.8	24.7	29.24		
1+700	708	480	351	138	67	43	38	30	26	625	44.2	16.5	19.4	24.7	29.34		
1+800	922	598	414	158	77	49	38	32	25	628	44.38	16.9	19.8	24.7	29.3		
1+900	569	414	313	125	58	35	27	26	24	633	44.72	17	20.2	24.7	28.96		
2+000	435	313	239	97	49	32	26	22	19	606	42.86	15.8	20.2	24.7	28.93		
2+100	406	295	230	102	54	34	26	21	21	616	43.53	15.8	20.5	24.7	29.07		
2+200	454	362	300	161	92	59	45	37	32	617	43.64	17.1	21.2	24.7	29.09		
2+302	549	416	332	151	77	52	42	35	29	616	43.57	15.8	21.1	24.7	29.15		
2+400	502	350	256	95	49	35	32	27	24	624	44.14	16.4	21.8	24.7	28.97		
2+500	562	402	302	121	63	42	35	29	28	627	44.33	16.2	21.1	24.7	29.14		
2+600	513	371	286	126	67	42	32	26	23	609	43.07	16	21.3	24.7	29.29		
2+700	1079	645	408	138	72	49	39	34	29	649	45.85	15.9	21.5	24.7	29.45		
2+800	814	540	373	131	75	48	32	27	24	621	43.88	15.8	21.5	24.7	29.33		
2+900	724	503	378	159	83	48	31	20	15	610	43.09	16	21.4	24.7	29.19		
3+000	523	397	314	155	90	61	47	37	32	615	43.5	15.7	21.5	24.7	29.2		
3+100	757	517	375	145	74	45	34	25	21	627	44.3	15.8	21.5	24.7	29.28		
3+200	752	571	449	202	103	59	42	33	28	623	44.06	15.4	21.6	24.7	29.49		
3+300	769	579	457	204	105	65	48	41	41	619	43.75	15.5	21.8	24.7	29.43		
3+400	630	496	399	178	87	52	38	33	29	617	43.61	15.3	21.7	24.7	29.13		
3+500	800	581	450	194	96	63	47	37	33	644	45.55	15.6	21.7	24.7	29.33		
3+600	550	401	312	137	76	52	40	34	28	644	45.54	15.6	21.6	24.7	29.09		
3+700	674	499	390	165	80	49	36	32	31	646	45.65	15.5	21.5	24.7	29.3		
3+800	527	391	303	125	62	38	29	24	22	643	45.47	16.1	21.6	24.7	29.29		
3+900	744	565	435	173	79	47	34	32	20	648	45.79	16	21.7	24.7	29.45		
4+000	571	389	274	88	34	16	9	6	3	653	46.18	16.1	21.7	24.7	29.05		
4+100	704	548	442	209	104	61	42	36	28	635	44.88	16.5	21.7	24.7	29.19		
4+200	752	545	413	149	56	31	26	21	15	663	46.87	16.4	21.6	24.7	29.24		
4+300	711	554	432	183	94	57	42	37	34	636	44.94	16.3	21.8	24.7	29.19		
4+400	378	263	198	89	58	46	37	32	31	647	45.73	16.7	21.8	24.7	29.02		
4+500	597	416	309	114	53	31	23	19	16	658	46.5	16.8	21.9	24.7	29.24		
4+600	752	605	481	201	107	72	55	47	40	642	45.38	16.2	21.9	24.7	29.47		
4+700	845	625	490	218	114	73	54	48	34	642	45.35	16	21.9	24.7	29.43		
4+800	895	634	481	215	126	86	69	59	57	643	45.44	15.6	21.9	24.7	29.84		
4+900	737	574	454	193	86	45	28	24	19	635	44.85	15.3	21.7	24.7	29.54		
5+000	582	418	318	129	71	49	39	32	24	631	44.59	15.4	21.7	24.7	29.18		
5+100	1152	691	427	158	94	63	48	39	38	681	48.11	15.8	21.7	28.4	29.95		
5+200	514	394	316	146	74	46	31	29	25	650	45.95	15.9	21.4	28.4	29.37		
5+300	544	408	327	167	102	70	55	44	33	660	46.63	16.2	21.5	28.4	29.35		
5+400	366	232	164	65	33	20	14	10	4	652	46.1	16.2	21.7	28.4	29.24		
5+500	952	677	514	228	112	61	41	31	29	651	45.99	16	21.7	28.4	29.52		
PROMEDIO															691		
PERCENTIL															757		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I				SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+000 - 20+100				CUMBE-OÑA				DERECHO		20100		2007-12-07	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sm.	Man.	Pulse time
5+600	882	557	384	141	73	45	34	26	24	670	47.33	16	21.8	28.4	29.79
5+700	813	566	419	188	109	76	60	50	38	654	46.2	16.1	22	28.4	29.82
5+800	1036	698	502	200	103	65	50	41	36	668	47.23	16.4	21.8	28.4	29.68
5+900	1105	791	599	246	109	48	24	13	9	645	45.56	16.4	22.1	28.4	29.62
6+000	909	678	537	237	109	53	32	24	24	650	45.98	17	22.1	28.4	29.51
6+100	530	375	283	101	37	16	11	6	2	633	44.74	18.2	21.7	28.4	29.27
6+200	918	689	544	273	160	101	70	50	38	629	44.43	18.3	22.1	28.4	29.76
6+300	782	599	472	213	107	58	36	29	26	587	41.46	18	22.1	28.4	29.95
6+400	903	584	412	154	72	41	27	20	11	687	48.55	18.5	22.5	28.4	29.87
6+500	711	552	446	214	114	71	53	42	33	637	45	17.7	22.1	28.4	29.48
6+600	694	478	358	167	97	61	48	33	22	656	46.35	17.9	22.3	28.4	29.49
6+700	492	395	334	175	85	38	20	10	6	580	41	17.7	22.2	28.4	29.38
6+800	1069	695	499	205	110	69	51	44	37	667	47.12	17	21.5	28.4	29.68
6+900	803	587	459	220	122	72	55	39	32	594	41.99	16.4	21.1	28.4	29.86
7+000	808	596	452	180	76	39	23	21	13	668	47.22	16.9	21.7	28.4	29.27
7+100	883	594	435	165	74	39	30	26	25	672	47.53	16.9	21.4	28.4	29.43
7+200	700	529	417	178	80	40	25	18	17	604	42.68	16.9	21.4	28.4	29.31
7+303	566	454	382	203	108	59	37	29	24	648	45.8	17.8	21.6	28.4	29.44
7+400	679	513	404	173	77	36	20	16	14	657	46.42	17.7	21.5	28.4	29.18
7+500	900	610	438	138	48	22	19	16	14	688	48.65	18.3	21.9	28.4	29.39
7+600	769	544	404	160	79	49	29	26	18	671	47.43	19.3	22.2	28.4	29.44
7+700	800	471	331	103	45	32	24	22	19	703	49.72	19.4	22.3	28.4	29.42
7+800	782	588	460	230	130	76	49	33	27	622	43.94	19.5	22.3	28.4	29.87
7+900	902	478	316	116	51	22	12	11	8	678	47.92	19.6	22.8	28.4	29.74
8+005	849	462	311	131	64	33	22	16	14	698	49.35	20.6	21.3	28.4	29.72
8+100	471	366	299	142	74	45	33	27	18	627	44.31	22.1	21.9	28.4	29.11
8+200	911	688	545	254	128	71	47	38	32	619	43.75	22	22.6	28.4	29.81
8+300	1027	766	577	233	106	54	32	25	17	629	44.48	21.4	22.8	28.4	29.91
8+400	736	537	423	177	81	48	42	32	26	646	45.67	21.3	22.6	28.4	29.53
8+500	825	627	495	212	103	61	42	32	21	636	44.97	20.9	22.5	28.4	29.55
8+600	714	547	436	195	99	61	46	39	24	630	44.53	20.7	22.6	28.4	29.59
8+700	1108	734	510	192	100	69	59	51	44	640	45.26	20.7	22.8	28.4	29.93
8+800	517	379	295	129	68	45	38	29	24	638	45.07	20.5	22.9	31.4	29.22
PROMEDIO														806	
PERCENTIL														910	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I				SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+000 - 20+100				CUMBE-OÑA				DERECHO		20100		2007-12-07		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulso time	
8+900	719	510	384	151	74	46	37	33	28	635	44.9	21.3	23.2	31.4	29.34	
9+022	655	462	342	108	27	5	6	4	5	655	46.28	21.3	22.6	31.4	29.37	
9+100	578	403	287	86	36	25	21	18	16	643	45.48	20.4	23	31.4	29.47	
9+200	570	376	265	93	39	20	12	9	7	643	45.44	20	22.6	31.4	29.36	
9+300	892	551	381	111	39	16	9	6	3	655	46.27	20.4	22.1	31.4	29.85	
9+400	563	344	224	59	26	16	14	9	8	642	45.35	20.8	22.4	31.4	29.3	
9+500	552	393	307	141	74	46	35	28	25	619	43.74	20.8	22.5	31.4	29.28	
9+606	557	372	263	89	38	16	6	4	2	635	44.9	19.8	22	31.4	29.43	
9+702	406	205	129	33	18	12	9	7	7	676	47.76	19.3	20.8	31.4	29.79	
9+800	520	327	227	66	26	13	9	6	6	643	45.44	20.1	21.4	31.4	29.86	
9+899	168	108	80	37	22	15	10	9	7	607	42.88	19.8	20.7	31.4	29.55	
10+000	197	131	94	37	23	18	15	12	10	570	40.3	18.9	20.6	31.4	29.54	
10+100	244	167	123	45	21	13	11	9	6	593	41.94	19.9	20.7	31.4	29.02	
10+200	972	726	555	209	78	31	13	13	10	660	46.67	20.4	21.2	31.4	29.54	
10+300	729	517	385	132	54	32	24	21	19	677	47.87	20.9	21.4	31.4	29.49	
10+400	513	410	337	166	88	52	35	27	21	657	46.47	20.2	21.2	31.4	29.34	
10+500	1015	738	566	228	98	49	32	24	18	667	47.12	19.2	21.6	31.4	29.65	
10+600	876	604	444	149	61	37	26	22	18	692	48.92	18.7	21.2	31.4	29.38	
10+700	432	299	228	102	60	40	30	23	19	634	44.84	19.1	21.4	31.4	29.31	
10+800	466	344	259	104	52	31	21	17	14	636	44.99	19.1	20.9	31.4	29.47	
10+900	631	456	345	142	71	41	28	21	16	628	44.38	18.9	20.8	31.4	29.41	
11+000	631	494	397	175	84	52	41	35	30	587	41.52	19	20.6	31.4	29.89	
11+100	508	368	289	119	47	25	17	14	11	648	45.78	19.6	20.2	31.4	29.5	
11+200	809	621	498	216	101	58	44	33	26	639	45.19	20.2	20.6	31.4	29.67	
11+300	736	592	491	268	162	109	87	69	59	627	44.35	21	20.9	31.4	29.93	
11+400	694	474	342	108	38	16	11	10	9	653	46.16	20.8	20.8	31.4	29.54	
11+500	323	201	142	40	13	8	5	5	3	598	42.27	21.3	20.9	31.4	29.61	
11+600	482	348	270	108	45	24	13	13	10	647	45.7	22.3	21.3	31.4	29.43	
11+700	758	577	460	222	114	59	33	23	14	631	44.62	22	21.2	31.4	29.91	
11+800	575	455	377	183	89	48	32	22	14	634	44.83	23.1	21.4	31.4	29.61	
11+909	646	493	389	149	46	12	6	5	4	638	45.12	24.1	21.8	31.4	29.54	
12+000	767	557	429	183	96	57	40	30	22	630	44.55	23.3	21.5	31.4	30.08	
12+100	773	562	434	165	65	34	25	20	12	658	46.52	22.7	21.1	31.4	29.36	
12+200	787	614	489	236	126	78	59	47	38	630	44.53	22.7	20.8	31.4	29.88	
12+300	706	572	481	254	133	73	51	41	30	622	44	22.7	20.8	31.4	29.66	
12+400	766	589	469	222	111	61	43	32	27	642	45.37	22.3	21	31.4	30.19	
12+500	888	699	556	256	128	83	67	56	49	642	45.38	21	20.6	31.4	29.86	
12+600	591	450	357	166	87	51	35	29	22	639	45.2	20.4	20.4	31.4	29.65	
12+700	666	514	411	180	77	38	26	21	18	640	45.25	20.1	20.3	31.4	29.73	
12+800	592	465	375	178	100	63	56	43	38	592	41.86	19.7	20.1	31.4	29.98	
12+900	514	377	301	148	85	57	45	38	31	648	45.33	20.3	20.5	31.4	29.59	
13+000	472	376	315	169	99	59	38	27	17	642	45.39	20.1	20.6	31.4	29.68	
														PROMEDIO		618
														PERCENTIL		75

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I			SENTIDO			CARRIL		LONGITUD		FECHA			
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+000 - 20+100			CUMBE-OÑA			DERECHO		20100		2007-12-07			
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sm.	Man.	Pulse time
13+100	508	387	315	159	88	53	37	26	23	650	45.93	20.5	20.5	31.4	29.61
13+200	924	690	555	270	142	85	58	46	36	654	46.26	20.8	20.2	31.4	30.17
13+300	686	515	405	177	86	48	32	25	16	656	46.34	21.9	20.9	31.4	29.46
13+400	379	293	237	117	67	44	33	28	24	635	44.86	22.5	20.5	31.4	29.26
13+500	556	423	339	167	94	62	47	38	31	643	45.45	22.5	20.6	31.4	29.68
13+600	756	543	416	202	109	65	44	36	33	643	45.42	23	20.5	31.4	29.9
13+700	675	520	418	205	113	71	52	45	38	645	45.62	23.2	21.1	31.4	30.03
13+800	460	335	258	107	56	39	31	26	19	644	45.55	22.9	20.3	31.4	29.28
13+900	287	214	167	85	61	51	43	37	30	639	45.15	22.3	19.8	31.4	29.74
14+100	502	384	303	146	85	59	48	39	34	630	44.51	15.4	17.6	23	29.13
14+200	507	364	292	147	82	50	37	27	23	628	44.41	15.6	17.7	16.2	28.96
14+300	511	375	298	155	94	63	52	37	31	633	44.75	15.6	16.8	16.2	29.04
14+400	492	383	312	166	107	80	68	58	50	631	44.64	15.3	15.9	16.2	29.08
14+500	654	511	419	211	116	69	49	36	29	619	43.74	15.2	15.3	16.2	29.1
14+600	509	425	372	252	186	138	114	88	71	601	42.46	14.8	14.6	16.2	29.2
14+700	540	376	288	137	77	51	40	33	33	631	44.57	15.2	14.6	16.2	28.91
14+800	438	344	290	158	91	57	45	37	33	620	43.84	15.2	14.8	16.2	28.84
14+900	811	654	537	271	143	91	72	59	55	609	43.04	15.1	15.2	16.2	29.56
15+000	775	558	439	217	127	91	77	61	55	622	43.94	14.9	14.7	16.2	29.4
15+100	673	512	416	219	136	96	78	64	54	619	43.74	14.7	14.7	16.2	29.2
15+200	688	531	426	217	126	81	57	44	33	612	43.27	14.4	14.4	16.2	29.26
15+300	526	430	366	230	166	129	106	86	71	606	42.84	14.9	14.7	16.2	29.25
15+400	660	527	443	249	153	100	74	55	46	600	42.39	15.2	14.9	16.2	29.33
15+499	715	547	436	205	111	76	58	48	40	632	44.64	15.2	14.9	16.2	29.05
15+600	648	505	411	213	124	84	66	55	46	644	45.5	15.1	14.6	16.2	29.13
15+700	727	557	435	166	79	45	31	22	18	650	45.95	15.4	14.9	16.2	28.98
15+800	509	375	302	146	78	49	38	29	23	643	45.49	15.7	14.8	16.2	28.9
15+900	539	421	348	181	98	59	44	35	31	638	45.09	15.2	14.8	16.2	29.01
16+000	777	611	492	241	128	78	58	41	38	640	45.24	15	14.4	16.2	29.38
16+100	799	635	530	288	168	106	80	60	60	636	44.93	15.1	14.2	16.2	29.31
16+200	500	396	331	178	105	67	51	38	36	631	44.59	14.9	13.9	16.2	29.04
16+303	968	714	541	234	129	82	67	48	42	639	45.15	14.9	13.9	16.2	29.74
														PROMEDIO	616
														PERCENT	776

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

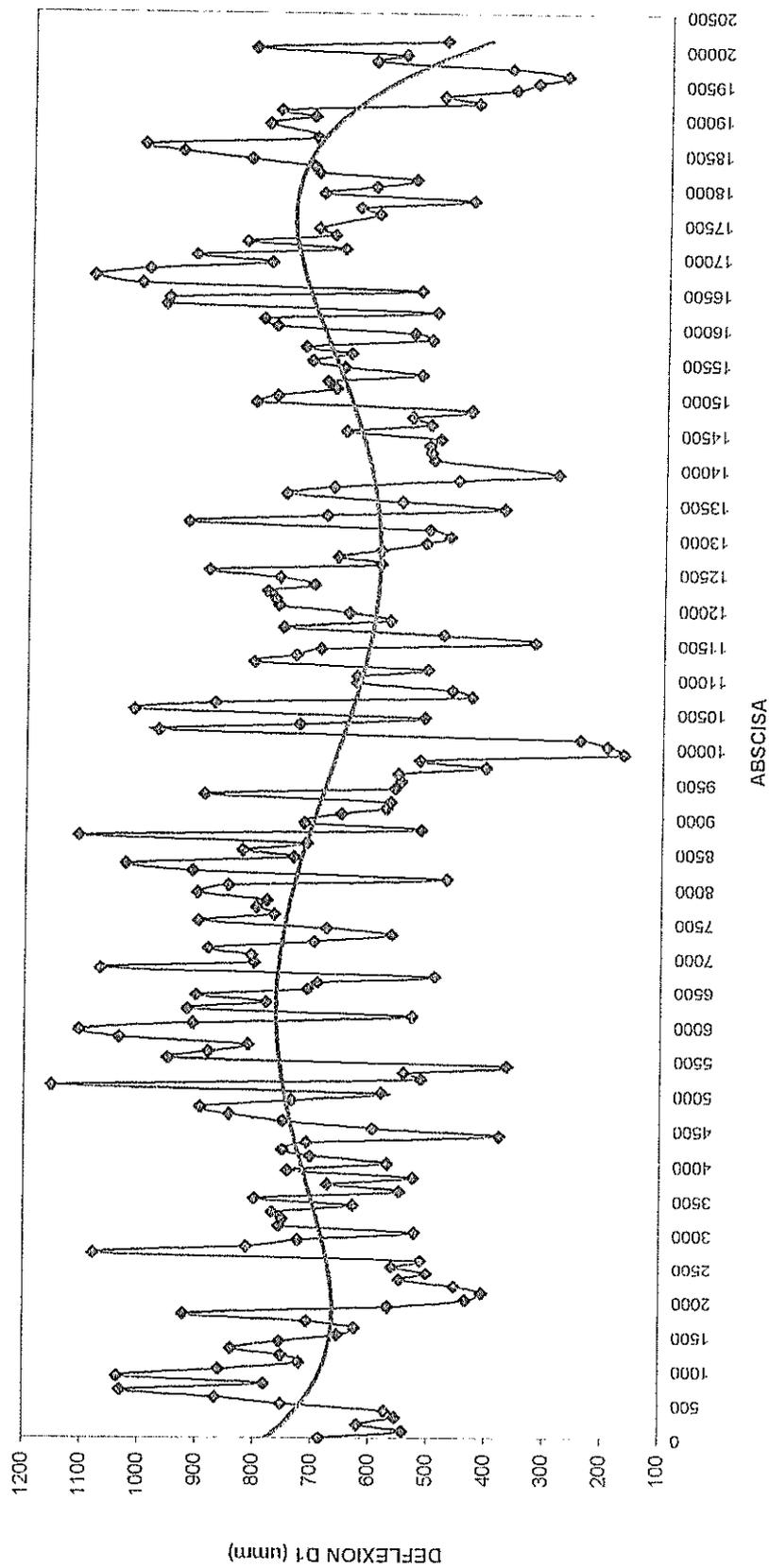
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I			SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+000 - 20+100			CUMBE-OÑA				DERECHO		20100		2007-12-07		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
16+400	963	704	540	236	118	74	57	45	40	655	46.28	14.8	13.9	16.2	29.6
16+500	528	326	243	121	85	59	47	35	28	658	46.55	14.9	14	16.2	30.6
16+600	1011	623	464	173	94	59	51	41	37	682	48.18	14.7	13.8	16.2	30.31
16+703	1093	493	317	108	40	19	14	11	8	688	48.65	14.5	13.8	16.2	29.75
16+800	998	593	397	168	106	75	64	50	45	683	48.27	14.7	13.5	16.2	30.04
16+900	787	455	312	111	57	38	28	22	22	693	48.98	14.9	12.9	16.2	29.17
17+000	917	705	555	277	157	101	75	58	51	631	44.57	14.8	12.8	16.2	30.22
17+099	661	392	277	134	95	73	59	49	41	691	48.87	14.4	12.6	16.2	30.02
17+203	830	532	378	126	42	17	10	9	8	662	46.79	13.6	12.4	16.2	29.96
17+300	679	472	357	181	128	102	86	67	56	627	44.3	13.3	12.3	16.2	29.62
17+400	706	481	357	127	41	17	12	8	7	670	47.36	13.4	12.4	16.2	29.54
17+600	602	442	345	167	104	72	55	43	36	644	45.55	12.5	10.9	16.2	29.53
17+700	635	440	316	121	61	39	30	23	19	673	47.57	12.2	10.8	16.2	29.79
17+800	439	290	199	59	26	16	12	9	7	662	46.8	12.1	10.7	16.2	29.17
17+900	698	492	365	178	114	81	65	47	36	647	45.75	12.1	10.7	16.2	29.66
18+000	608	451	349	177	112	74	55	41	37	631	44.6	12.1	11	16.2	29.55
18+100	539	389	297	158	109	82	67	55	47	628	44.4	12.1	11.4	16.2	29.04
18+200	707	522	399	200	116	72	51	38	36	639	45.2	11.9	11.4	16.2	29.57
18+297	716	575	462	244	149	97	66	48	35	635	44.87	11.3	10.9	16.2	29.83
18+400	825	629	496	252	149	98	74	57	44	624	44.13	11	10.8	16.2	30.22
18+501	943	574	429	224	136	85	61	47	41	646	45.69	11	10.8	16.2	30.38
18+600	1007	772	611	336	219	157	118	100	100	636	44.97	11.3	10.6	16.2	30.93
18+700	712	510	387	192	119	81	64	50	42	660	46.64	11.2	10.7	16.2	30.02
18+900	794	547	430	248	171	120	95	68	53	657	46.44	11.3	11	16.2	30.33
19+000	716	522	414	232	161	118	94	73	59	642	45.36	11.3	11.2	16.2	29.78
19+099	774	534	413	197	118	86	74	61	52	645	45.6	10.9	11	16.2	29.55
19+200	433	338	285	169	113	82	66	52	52	627	44.35	11.2	11.2	16.2	29.26
19+300	493	400	342	206	133	87	62	43	37	622	43.95	11.4	11.1	16.2	29.28
19+400	369	297	250	137	79	49	35	26	21	624	44.14	11.5	11.4	16.2	28.94
19+500	331	263	224	135	90	63	49	41	35	618	43.66	11.4	11.3	16.2	29.03
19+600	280	227	193	112	66	40	28	20	16	619	43.78	11.3	11.1	16.2	29.04
19+700	376	256	201	103	63	41	29	21	17	643	45.44	11.1	10.8	16.2	29.21
19+805	611	447	354	173	96	61	48	38	33	630	44.52	11	11	16.2	29.04
19+900	560	410	332	179	109	71	52	39	30	623	44.06	11	10.6	16.2	29.21
20+000	818	550	410	182	112	83	74	57	47	687	48.59	11.3	10.5	16.2	30.16
20+100	489	338	261	144	94	65	50	37	30	643	45.42	11.3	10.3	16.2	29.28
PROMEDIO															685
PERCENTIL															977

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA
TRAMO I: 0+000 - 20+100
GRAFICO DE DEFLEXIONES VS. ABSCISA
SENTIDO: CUMBE - OÑA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA AASHTO 1993		TRAMO I 0+000 - 20+100	SENTIDO CUMBE-OÑA		CARRIL DERECHO	LONGITUD 20/100	FECHA 2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (mm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
0+000	0	0	686	686	0	0	0
0+100	100	100	543	615	61450	61450	-6594
0+200	100	200	620	582	58150	119600	-16488
0+300	100	300	555	588	58750	178350	-25782
0+400	100	400	573	564	56400	234750	-37426
0+500	100	500	752	663	66250	301000	-39220
0+601	101	601	866	809	81709	382709	-26236
0+700	99	700	1031	949	93902	476611	302
0+800	100	800	782	907	90650	567261	22908
0+900	100	900	1036	909	90900	658161	45764
1+000	100	1000	861	949	94850	753011	72570
1+100	100	1100	721	791	79100	832111	83626
1+200	100	1200	752	737	73650	905761	89232
1+300	100	1300	839	796	79550	985311	100738
1+400	100	1400	755	797	79700	1065011	112394
1+500	100	1500	655	705	70500	1135511	114850
1+600	100	1600	626	641	64050	1199561	110856
1+700	100	1700	708	667	66700	1266261	109512
1+800	100	1800	922	815	81500	1347761	122968
1+900	100	1900	569	746	74550	1422311	129473
2+000	100	2000	435	502	50200	1472511	111629
2+100	100	2100	406	421	42050	1514561	85635
2+200	100	2200	454	430	43000	1557561	60591
2+302	102	2302	549	502	51153	1608714	42339
2+400	98	2400	502	526	51499	1660213	27155
2+500	100	2500	562	532	53200	1713413	12311
2+600	100	2600	513	538	53750	1767163	-1983
2+700	100	2700	1079	796	79600	1846763	9573
2+800	100	2800	814	947	94650	1941413	36179
2+900	100	2900	724	769	76900	2018313	45035
3+000	100	3000	523	624	62350	2080663	39341
3+100	100	3100	757	640	64000	2144663	35297
3+200	100	3200	752	755	75450	2220113	42703
3+300	100	3300	769	761	76050	2296163	50709
3+400	100	3400	630	700	69950	2366113	52615
3+500	100	3500	800	715	71500	2437613	56071
3+600	100	3600	550	675	67500	2505113	55527
3+700	100	3700	674	612	61200	2566313	48682
3+800	100	3800	527	601	60050	2626363	40688
3+900	100	3900	744	636	63550	2689913	36194
4+000	100	4000	571	658	65750	2755663	33900
4+100	100	4100	704	638	63750	2819413	29606
4+200	100	4200	752	728	72800	2892213	34362
4+300	100	4300	711	732	73150	2965363	39468
4+400	100	4400	378	545	54450	3019813	25874

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA		DERECHO	20100	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (umm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
4+500	100	4500	597	488	48750	3068563	6580
4+600	100	4600	752	675	67450	3136013	5986
4+700	100	4700	845	799	79850	3215863	17792
4+800	100	4800	895	870	87000	3302863	36748
4+900	100	4900	737	816	81600	3384463	50304
5+000	100	5000	582	660	65950	3450413	48210
5+100	100	5100	1152	867	86700	3537113	66866
5+200	100	5200	514	833	83300	3620413	82122
5+300	100	5300	544	529	52900	3673313	66978
5+400	100	5400	366	455	45500	3718813	44434
5+500	100	5500	952	659	65900	3784713	42289
5+600	100	5600	882	917	91700	3876413	65945
5+700	100	5700	813	848	84750	3961163	82651
5+800	100	5800	1036	925	92450	4053613	107057
5+900	100	5900	1105	1071	107050	4160663	146063
6+000	100	6000	909	1007	100700	4261363	178719
6+100	100	6100	530	720	71950	4333313	182625
6+200	100	6200	918	724	72400	4405713	186981
6+300	100	6300	782	850	85000	4490713	203937
6+400	100	6400	903	843	84250	4574963	220143
6+500	100	6500	711	807	80700	4655663	232799
6+600	100	6600	694	703	70250	4725913	235005
6+700	100	6700	492	593	59300	4785213	226261
6+800	100	6800	1069	781	78050	4863263	236267
6+900	100	6900	803	936	93600	4956863	261823
7+000	100	7000	808	806	80550	5037413	274329
7+100	100	7100	883	846	84550	5121963	290835
7+200	100	7200	700	792	79150	5201113	301941
7+303	103	7303	566	633	65199	5266312	297054
7+400	97	7400	679	623	60383	5326694	291434
7+500	100	7500	900	790	78950	5405644	302340
7+600	100	7600	769	835	83450	5489094	317746
7+700	100	7700	800	785	78450	5567544	328152
7+800	100	7800	782	791	79100	5646644	339208
7+900	100	7900	902	842	84200	5730844	355364
8+005	105	8005	849	876	91928	5822772	375845
8+100	95	8100	471	660	62700	5885472	373903
8+200	100	8200	911	691	69100	5954572	374959
8+300	100	8300	1027	969	96900	6051472	403815
8+400	100	8400	736	882	88150	6139622	423921
8+500	100	8500	825	781	78050	6217672	433927
8+600	100	8600	714	770	76950	6294622	442833
8+700	100	8700	1108	911	91100	6385722	465889
8+800	100	8800	517	813	81250	6466972	479095
8+900	100	8900	719	618	61800	6528772	472851

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA		DERECHO	20100	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA Σx_i	DEFLEXION D1 (mm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
9+022	122	9022	655	687	83814	6612586	473651
9+100	78	9100	578	617	48087	6660673	468664
9+200	100	9200	570	574	57400	6718073	458019
9+300	100	9300	892	731	73100	6791173	463075
9+400	100	9400	563	728	72750	6863923	467781
9+500	100	9500	552	558	55750	6919673	455487
9+606	106	9606	557	555	58777	6978450	442138
9+702	96	9702	406	482	46224	7024674	423039
9+800	98	9800	520	463	45374	7070048	401730
9+899	99	9899	168	344	34056	7104104	368423
10+000	101	10000	197	183	18433	7122536	318131
10+100	100	10100	244	221	22050	7144586	272136
10+200	100	10200	972	608	60800	7205386	264892
10+300	100	10300	729	851	85050	7290436	281898
10+400	100	10400	513	621	62100	7352536	275954
10+500	100	10500	1015	764	76400	7428936	284310
10+600	100	10600	876	946	94550	7523486	310816
10+700	100	10700	432	654	65400	7588886	308172
10+800	100	10800	466	449	44900	7633786	285028
10+900	100	10900	631	549	54850	7688636	271834
11+000	100	11000	631	631	63100	7751736	266890
11+100	100	11100	508	570	56950	7808686	255796
11+200	100	11200	809	659	65850	7874536	253602
11+300	100	11300	736	773	77250	7951786	262808
11+400	100	11400	694	715	71500	8023286	266264
11+500	100	11500	323	509	50850	8074136	249070
11+600	100	11600	482	403	40250	8114386	221276
11+700	100	11700	758	620	62000	8176386	215232
11+800	100	11800	575	667	66650	8243036	213838
11+909	109	11909	646	611	66545	8309581	206214
12+000	91	12000	767	707	64292	8373872	208585
12+100	100	12100	779	770	77000	8450872	217541
12+200	100	12200	787	780	78000	8528872	227497
12+300	100	12300	706	747	74650	8603522	234103
12+400	100	12400	766	736	73600	8677122	239659
12+500	100	12500	888	827	82700	8759822	254315
12+600	100	12600	591	740	73950	8833772	260221
12+700	100	12700	666	629	62850	8896622	255027
12+800	100	12800	592	629	62900	8959522	249883
12+900	100	12900	514	553	55300	9014822	237139
13+000	100	13000	472	493	49300	9064122	218395
13+100	100	13100	508	490	49000	9113122	199351
13+200	100	13200	924	716	71600	9184722	202907
13+300	100	13300	686	805	80500	9265222	215363
13+400	100	13400	379	533	53250	9318472	200569

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07

ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (ummm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Σz_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
13+500	100	13500	556	468	46750	9365222	179275
13+600	100	13600	756	656	65600	9430822	176831
13+700	100	13700	675	716	71550	9502372	180337
13+800	100	13800	460	568	56750	9559122	169042
13+900	100	13900	287	374	37350	9596472	138348
14+100	200	14100	502	395	78900	9675372	81160
14+200	100	14200	507	505	50450	9725822	63566
14+300	100	14300	511	509	50900	9776722	46422
14+400	100	14400	492	502	50150	9826872	28528
14+500	100	14500	654	573	57300	9884172	17784
14+600	100	14600	509	582	58150	9942322	7890
14+700	100	14700	540	525	52450	9994772	-7704
14+800	100	14800	438	489	48900	10043672	-26848
14+900	100	14900	811	625	62450	10106122	-32442
15+000	100	15000	775	793	79300	10185422	-21186
15+100	100	15100	673	724	72400	10257822	-16830
15+200	100	15200	688	681	68050	10325872	-16824
15+300	100	15300	526	607	60700	10386572	-24168
15+400	100	15400	660	593	59300	10445872	-32912
15+499	99	15499	715	688	68063	10513935	-32214
15+600	101	15600	648	682	68832	10582766	-32107
15+700	100	15700	727	688	68750	10651516	-31401
15+800	100	15800	509	618	61800	10713316	-37645
15+900	100	15900	539	524	52400	10765716	-53289
16+000	100	16000	777	658	65800	10831516	-55533
16+100	100	16100	799	788	78800	10910316	-44777
16+200	100	16200	500	650	64950	10975266	-47871
16+303	103	16303	968	734	75602	11050868	-42354
16+400	97	16400	963	966	93654	11144522	-14703
16+500	100	16500	528	746	74550	11219072	-8198
16+600	100	16600	1011	770	76950	11296022	708
16+703	103	16703	1093	1052	108356	11404378	38979
16+800	97	16800	998	1046	101414	11505791	74390
16+900	100	16900	787	893	89250	11595041	95596
17+000	100	17000	917	852	85200	11680241	112752
17+099	99	17099	661	789	78111	11758352	123499
17+203	104	17203	830	746	77532	11835884	130265
17+300	97	17300	679	755	73187	11909071	137449
17+400	100	17400	706	693	69250	11978321	138655
17+600	200	17600	602	654	130800	12109121	133367
17+700	100	17700	635	619	61850	12170971	127173
17+800	100	17800	439	537	53700	12224671	112829
17+900	100	17900	698	569	56850	12281521	101635
18+000	100	18000	608	653	65300	12346821	98891
18+100	100	18100	539	574	57350	12404171	88197

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

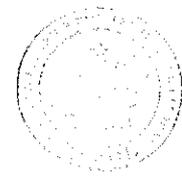
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA		DERECHO	20100	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (umm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
18+200	100	18200	707	623	62300	12466471	82453
18+297	97	18297	716	712	69016	12535486	85465
18+400	103	18400	825	771	79362	12614848	94741
18+501	101	18501	943	884	89284	12704132	115301
18+600	99	18600	1007	975	96525	12800657	144462
18+700	100	18700	712	860	85950	12886607	162368
18+900	200	18900	794	753	150600	13037207	176880
19+000	100	19000	716	755	75500	13112707	184336
19+099	99	19099	774	745	73755.0	13186462	190727
19+200	101	19200	433	604	60953.5	13247415	182956
19+300	100	19300	493	463	46300.0	13293715	161212
19+400	100	19400	369	431	43100.0	13336815	136268
19+500	100	19500	331	350	35000.0	13371815	103224
19+600	100	19600	280	306	30550.0	13402365	65730
19+700	100	19700	376	328	32800.0	13435165	30486
19+805	105	19805	611	494	51817.5	13486983	10857
19+900	95	19900	560	586	55622.5	13542605	1838.109453
20+000	100	20000	818	689	68900	13611505	2694.054726
20+100	100	20100	489	654	65350	13676855	0

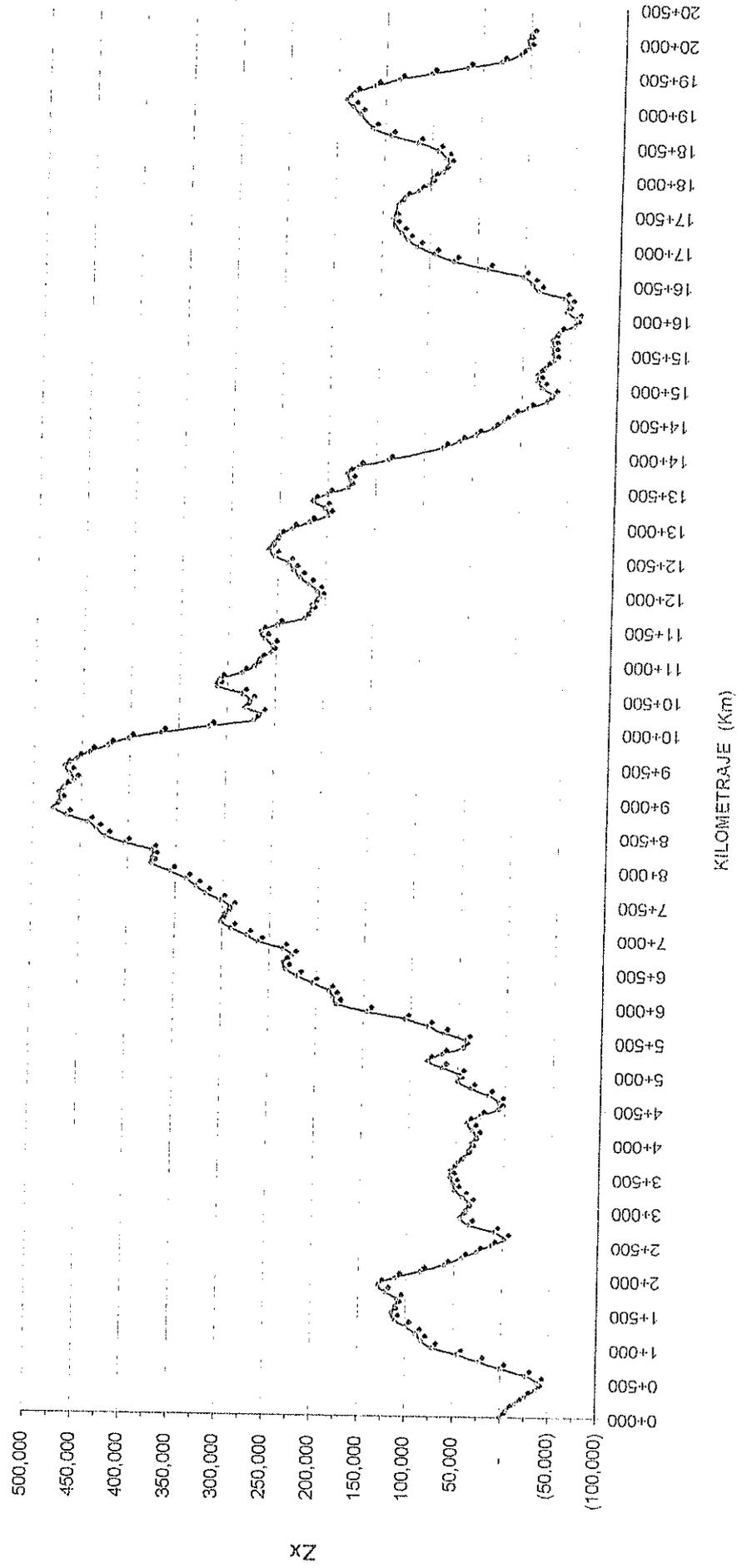
F=	680
----	-----



Escuela Superior Politecnica del Litoral

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE OÑA
TRAMO I: 0+000 - 20+100

SENTIDO: CUMBE - OÑA
DIAGRAMA DE SECCIONES HOMOGENEAS VS KILOMETRAJE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA		
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA		DERECHO	20100	2007-12-07		
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
0+000	69	71	69	65	60	1.15	5.85	0.10
0+100	54	71	69	65	60	0.91	5.85	0.10
0+200	62	71	69	65	60	1.04	5.85	0.10
0+300	56	71	69	65	60	0.93	5.85	0.10
0+400	57	71	69	65	60	0.96	5.85	0.10
0+500	75	97	87	85	81	0.93	8.06	0.10
0+601	87	97	87	85	81	1.07	8.06	0.10
0+700	103	118	104	103	93	1.11	12.66	0.14
0+800	78	118	104	103	93	0.84	12.66	0.14
0+900	104	118	104	103	93	1.12	12.66	0.14
1+000	86	118	104	103	93	0.93	12.66	0.14
1+100	72	87	84	80	77	0.94	5.06	0.07
1+200	75	87	84	80	77	0.98	5.06	0.07
1+300	84	87	84	80	77	1.09	5.06	0.07
1+400	76	87	84	80	77	0.98	5.06	0.07
1+500	66	75	71	69	66	0.99	4.16	0.06
1+600	63	75	71	69	66	0.94	4.16	0.06
1+700	71	75	71	69	66	1.07	4.16	0.06
1+800	92	75	71	69	66	1.39	4.16	0.06
1+900	57	61	57	52	47	1.22	7.14	0.15
2+000	44	61	57	52	47	0.93	7.14	0.15
2+100	41	61	57	52	47	0.87	7.14	0.15
2+200	45	61	57	52	47	0.97	7.14	0.15
2+302	55	59	56	56	53	1.03	2.86	0.05
2+400	50	59	56	56	53	0.94	2.86	0.05
2+500	56	59	56	56	53	1.06	2.86	0.05
2+600	51	59	56	56	53	0.97	2.86	0.05
2+700	108	59	56	56	53	2.03	2.86	0.05
2+800	81	88	81	77	69	1.18	9.75	0.14
2+900	72	88	81	77	69	1.05	9.75	0.14
3+000	52	88	81	77	69	0.76	9.75	0.14
3+100	76	88	81	77	69	1.10	9.75	0.14
3+200	75	88	81	77	69	1.09	9.75	0.14
3+300	77	88	81	77	69	1.12	9.75	0.14
3+400	63	88	81	77	69	0.92	9.75	0.14
3+500	80	88	81	77	69	1.16	9.75	0.14
3+600	55	88	81	77	69	0.80	9.75	0.14
3+700	67	88	81	77	69	0.98	9.75	0.14
3+800	53	88	81	77	69	0.77	9.75	0.14
3+900	74	88	81	77	69	1.08	9.75	0.14
4+000	57	88	81	77	69	0.83	9.75	0.14
4+100	70	88	81	77	69	1.02	9.75	0.14
4+200	75	88	81	77	69	1.09	9.75	0.14
4+300	71	88	81	77	69	1.03	9.75	0.14
4+400	38	88	81	77	69	0.55	9.75	0.14

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA			
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-ONA	DERECHO	20100	2007-12-07			
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
4+500	60	99	90	87	77	0.78	11.45	0.15
4+600	75	99	90	87	77	0.98	11.45	0.15
4+700	85	99	90	87	77	1.10	11.45	0.15
4+800	90	99	90	87	77	1.17	11.45	0.15
4+900	74	99	90	87	77	0.96	11.45	0.15
5+000	58	61	58	90	55	1.06	3.41	0.06
5+100	115	61	58	90	55	2.11	3.41	0.06
5+200	51	61	58	90	55	0.94	3.41	0.06
5+300	54	61	58	90	55	1.00	3.41	0.06
5+400	37	61	58	90	55	0.67	3.41	0.06
5+500	95	102	95	93	88	1.08	6.95	0.08
5+600	88	102	95	93	88	1.00	6.95	0.08
5+700	81	102	95	93	88	0.92	6.95	0.08
5+800	104	122	111	108	102	1.02	9.94	0.10
5+900	111	122	111	108	102	1.09	9.94	0.10
6+000	91	122	111	108	102	0.89	9.94	0.10
6+100	53	105	92	88	72	0.74	16.60	0.23
6+200	92	103	92	91	83	1.11	9.92	0.12
6+300	78	103	92	91	83	0.94	9.92	0.12
6+400	90	103	92	91	83	1.09	9.92	0.12
6+500	71	103	92	91	83	0.86	9.92	0.12
6+600	69	88	69	66	59	1.17	14.28	0.24
6+700	49	88	69	66	59	0.83	14.28	0.24
6+800	107	88	69	66	59	1.80	14.28	0.24
6+900	80	99	90	89	79	1.02	9.92	0.13
7+000	81	99	90	89	79	1.03	9.92	0.13
7+100	88	99	90	89	79	1.12	9.92	0.13
7+200	70	99	90	89	79	0.89	9.92	0.13
7+303	57	99	90	89	79	0.72	9.92	0.13
7+400	68	99	90	89	79	0.86	9.92	0.13
7+500	90	99	90	89	79	1.14	9.92	0.13
7+600	77	99	90	89	79	0.98	9.92	0.13
7+700	80	99	90	89	79	1.02	9.92	0.13
7+800	78	99	90	89	79	0.99	9.92	0.13
7+900	90	99	90	89	79	1.15	9.92	0.13
8+005	85	99	90	89	79	1.08	9.92	0.13
8+100	47	99	90	89	79	0.60	9.92	0.13
8+200	91	120	111	105	89	1.03	15.85	0.18
8+300	103	120	111	105	89	1.16	15.85	0.18
8+400	74	120	111	105	89	0.83	15.85	0.18
8+500	83	120	111	105	89	0.93	15.85	0.18
8+600	71	120	111	105	89	0.81	15.85	0.18
8+700	111	120	111	105	89	1.25	15.85	0.18
8+800	52	73	72	69	56	0.92	8.29	0.15
8+900	72	73	72	69	56	1.28	8.29	0.15

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA		
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA		DERECHO	20100	2007-12-07		
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻⁷ mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
9+022	66	73	72	69	56	1.16	8.29	0.15
9+100	58	73	72	69	56	1.03	8.29	0.15
9+200	57	73	72	69	56	1.01	8.29	0.15
9+300	89	73	72	69	56	1.58	8.29	0.15
9+400	56	73	72	69	56	1.00	8.29	0.15
9+500	55	73	72	69	56	0.98	8.29	0.15
9+606	56	73	72	69	56	0.99	8.29	0.15
9+702	41	73	72	69	56	0.72	8.29	0.15
9+800	52	73	72	69	56	0.92	8.29	0.15
9+899	17	28	24	23	20	0.83	3.84	0.19
10+000	20	28	24	23	20	0.97	3.84	0.19
10+100	24	28	24	23	20	1.20	3.84	0.19
10+200	97	116	102	99	76	1.29	20.42	0.27
10+300	73	116	102	99	76	0.96	20.42	0.27
10+400	51	116	102	99	76	0.68	20.42	0.27
10+500	102	116	102	99	76	1.34	20.42	0.27
10+600	88	116	102	99	76	1.16	20.42	0.27
10+700	43	50	47	46	45	0.96	2.40	0.05
10+800	47	50	47	46	45	1.04	2.40	0.05
10+900	63	73	63	63	59	1.07	7.10	0.12
11+000	63	73	63	63	59	1.07	7.10	0.12
11+100	51	73	63	63	59	0.86	7.10	0.12
11+200	81	86	81	79	75	1.08	5.82	0.08
11+300	74	86	81	79	75	0.99	5.82	0.08
11+400	69	86	81	79	75	0.93	5.82	0.08
11+500	32	63	48	46	40	0.80	11.24	0.28
11+600	48	63	48	46	40	1.20	11.24	0.28
11+700	76	90	89	78	71	1.07	9.66	0.14
11+800	58	90	89	78	71	0.81	9.66	0.14
11+909	65	90	89	78	71	0.91	9.66	0.14
12+000	77	90	89	78	71	1.08	9.66	0.14
12+100	77	90	89	78	71	1.09	9.66	0.14
12+200	79	90	89	78	71	1.11	9.66	0.14
12+300	71	90	89	78	71	0.99	9.66	0.14
12+400	77	90	89	78	71	1.08	9.66	0.14
12+500	89	90	89	78	71	1.25	9.66	0.14
12+600	59	90	89	78	71	0.83	9.66	0.14
12+700	67	90	89	78	71	0.94	9.66	0.14
12+800	59	90	89	78	71	0.83	9.66	0.14
12+900	51	54	51	51	50	1.03	2.27	0.05
13+000	47	54	51	51	50	0.95	2.27	0.05
13+100	51	54	51	51	50	1.02	2.27	0.05
13+200	92	114	92	89	81	1.15	16.83	0.21
13+300	69	114	92	89	81	0.85	16.83	0.21
13+400	38	72	56	53	47	0.81	12.52	0.27

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-ONA	DERECHO	20100	2007-12-07

ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
13+500	56	72	56	53	47	1.19	12.52	0.27
13+600	76	83	76	74	72	1.06	5.73	0.08
13+700	68	83	76	74	72	0.94	5.73	0.08
13+800	46	63	65	53	51	0.90	6.09	0.12
13+900	29	63	65	53	51	0.56	6.09	0.12
14+100	50	63	65	53	51	0.98	6.09	0.12
14+200	51	63	65	53	51	0.99	6.09	0.12
14+300	51	63	65	53	51	1.00	6.09	0.12
14+400	49	63	65	53	51	0.96	6.09	0.12
14+500	65	63	65	53	51	1.28	6.09	0.12
14+600	51	63	65	53	51	0.99	6.09	0.12
14+700	54	63	65	53	51	1.05	6.09	0.12
14+800	44	63	65	53	51	0.85	6.09	0.12
14+900	81	84	81	81	79	1.02	2.55	0.03
15+000	78	84	81	81	79	0.98	2.55	0.03
15+100	67	80	73	72	66	1.02	6.65	0.10
15+200	69	80	73	72	66	1.04	6.65	0.10
15+300	53	80	73	72	66	0.79	6.65	0.10
15+400	66	80	73	72	66	1.00	6.65	0.10
15+499	72	80	73	72	66	1.08	6.65	0.10
15+600	65	80	73	72	66	0.98	6.65	0.10
15+700	73	80	73	72	66	1.10	6.65	0.10
15+800	51	57	54	53	52	0.97	2.12	0.04
15+900	54	57	54	53	52	1.03	2.12	0.04
16+000	78	82	80	80	79	0.99	1.56	0.02
16+100	80	82	80	80	79	1.01	1.56	0.02
16+200	50	82	80	80	79	0.63	1.56	0.02
16+303	97	97	97	97	97	1.00	0.35	0.00
16+400	96	97	97	97	97	1.00	0.35	0.00
16+500	53	97	97	97	97	0.55	0.35	0.00
16+600	101	114	109	107	103	0.98	5.15	0.05
16+703	109	114	109	107	103	1.06	5.15	0.05
16+800	100	114	109	107	103	0.97	5.15	0.05
16+900	79	102	101	88	72	1.09	14.79	0.20
17+000	92	102	101	88	72	1.27	14.79	0.20
17+099	66	102	101	88	72	0.91	14.79	0.20
17+203	83	102	101	88	72	1.15	14.79	0.20
17+300	68	102	101	88	72	0.94	14.79	0.20
17+400	71	102	101	88	72	0.98	14.79	0.20
17+600	60	102	101	88	72	0.83	14.79	0.20
17+700	64	102	101	88	72	0.88	14.79	0.20
17+800	44	102	101	88	72	0.61	14.79	0.20
17+900	70	102	101	88	72	0.96	14.79	0.20
18+000	61	102	101	88	72	0.84	14.79	0.20
18+100	54	102	101	88	72	0.75	14.79	0.20

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

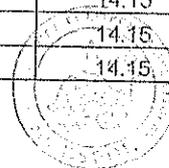
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07

ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
18+200	71	102	101	88	72	0.98	14.79	0.20
18+297	72	102	101	88	72	0.99	14.79	0.20
18+400	83	102	101	88	72	1.14	14.79	0.20
18+501	94	102	101	88	72	1.30	14.79	0.20
18+600	101	102	101	88	72	1.39	14.79	0.20
18+700	71	83	79	79	75	0.95	4.13	0.06
18+900	79	83	79	79	75	1.06	4.13	0.06
19+000	72	83	79	79	75	0.96	4.13	0.06
19+099	77	83	79	79	75	1.03	4.13	0.06
19+200	43	53	49	45	38	1.14	7.50	0.20
19+300	49	53	49	45	38	1.30	7.50	0.20
19+400	37	53	49	45	38	0.97	7.50	0.20
19+500	33	53	49	45	38	0.87	7.50	0.20
19+600	28	53	49	45	38	0.74	7.50	0.20
19+700	38	53	49	45	38	0.99	7.50	0.20
19+805	61	90	82	72	62	0.99	14.15	0.23
19+900	56	90	82	72	62	1	14.15	0
20+000	82	90	82	72	62	1	14.15	0
20+100	49	90	82	72	62	1	14.15	0



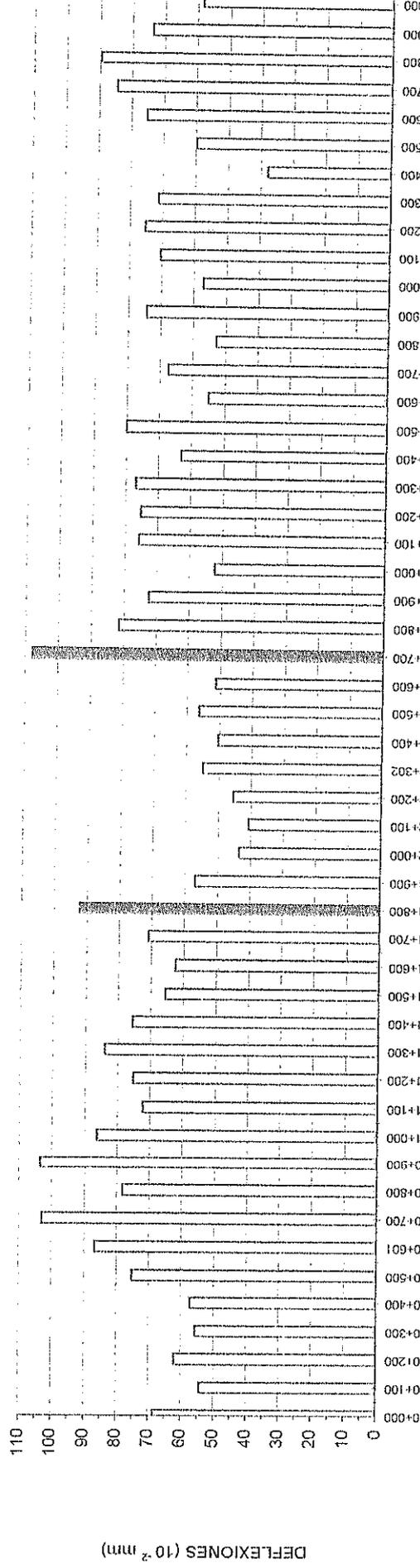
INEXTEC CIA. LTDA
 CONTROL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07



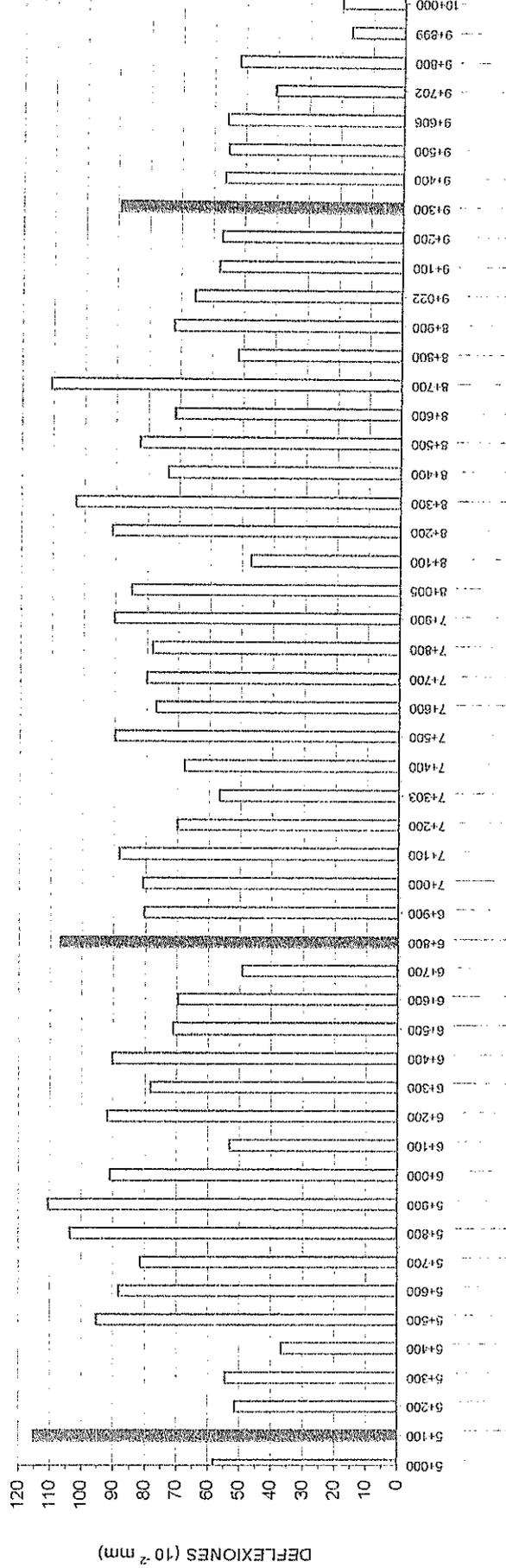
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ⁻² mm)	71	97	118	87	75	61	59	88	99						
DISTANCIA RECORRIDA (m)	1000			2000			3000			4000			5000		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07



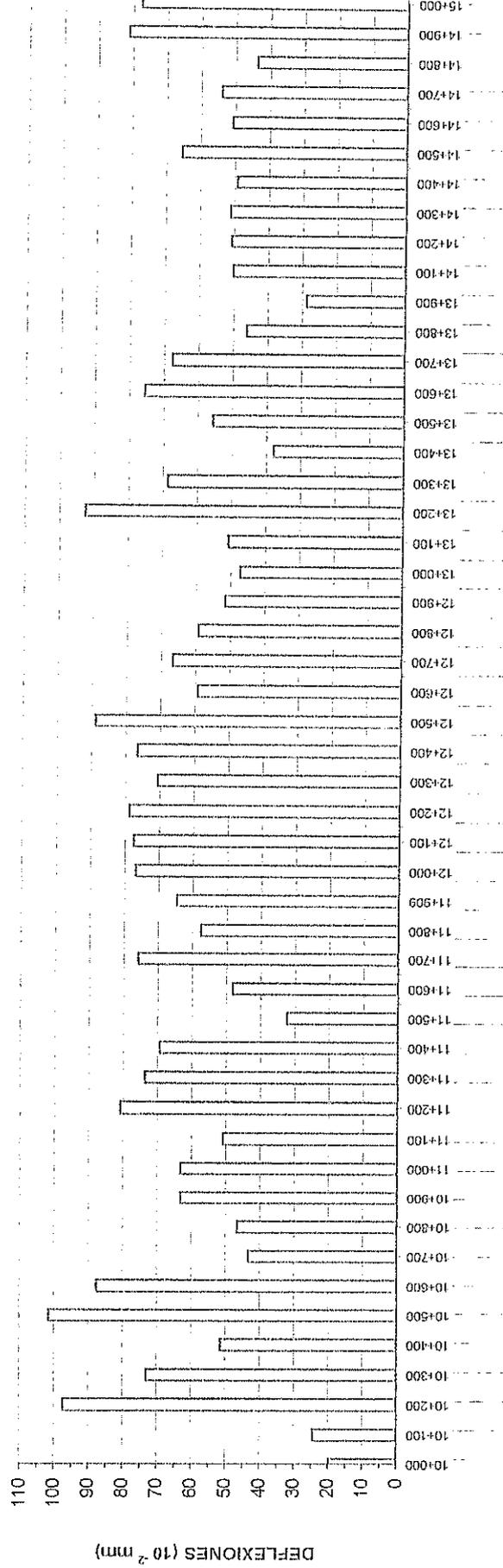
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ² mm)	61	102	122	103	88	99	120	73							
DISTANCIA RECORRIDA (m)	6000			7000			8000			9000			10000		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07



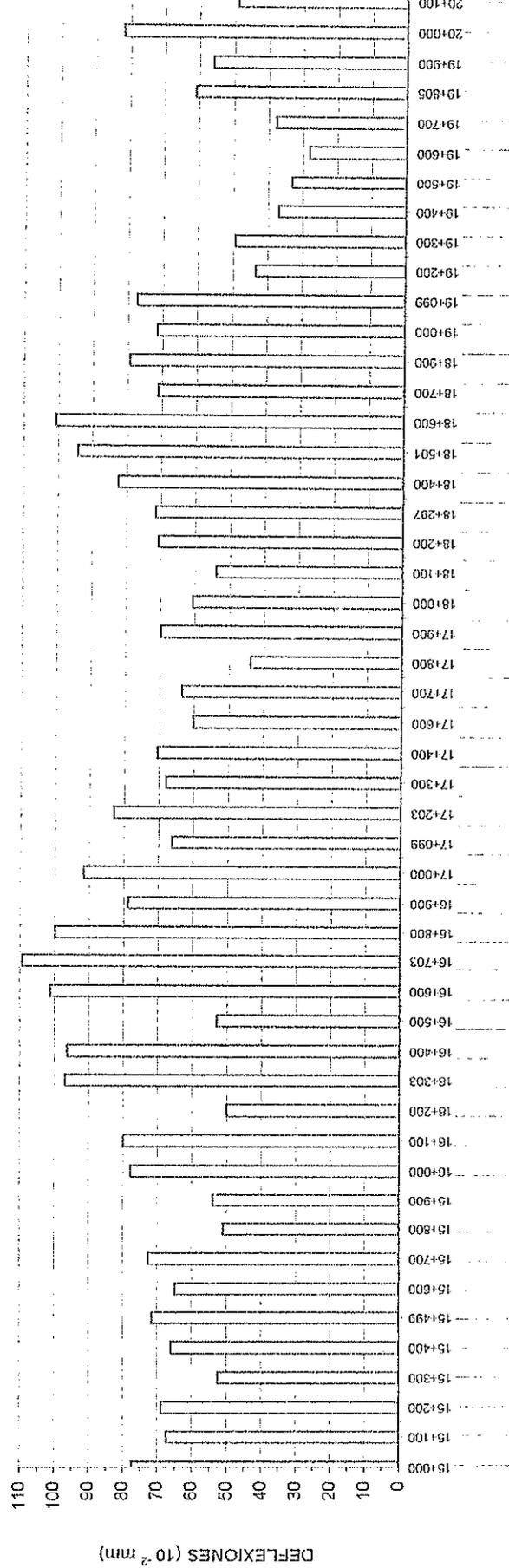
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ⁻² mm)	28	116	50	73	86	63	90	54	114	72	83	63	
DISTANCIA RECORRIDA (m)	11000			12000			13000			14000			15000

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07



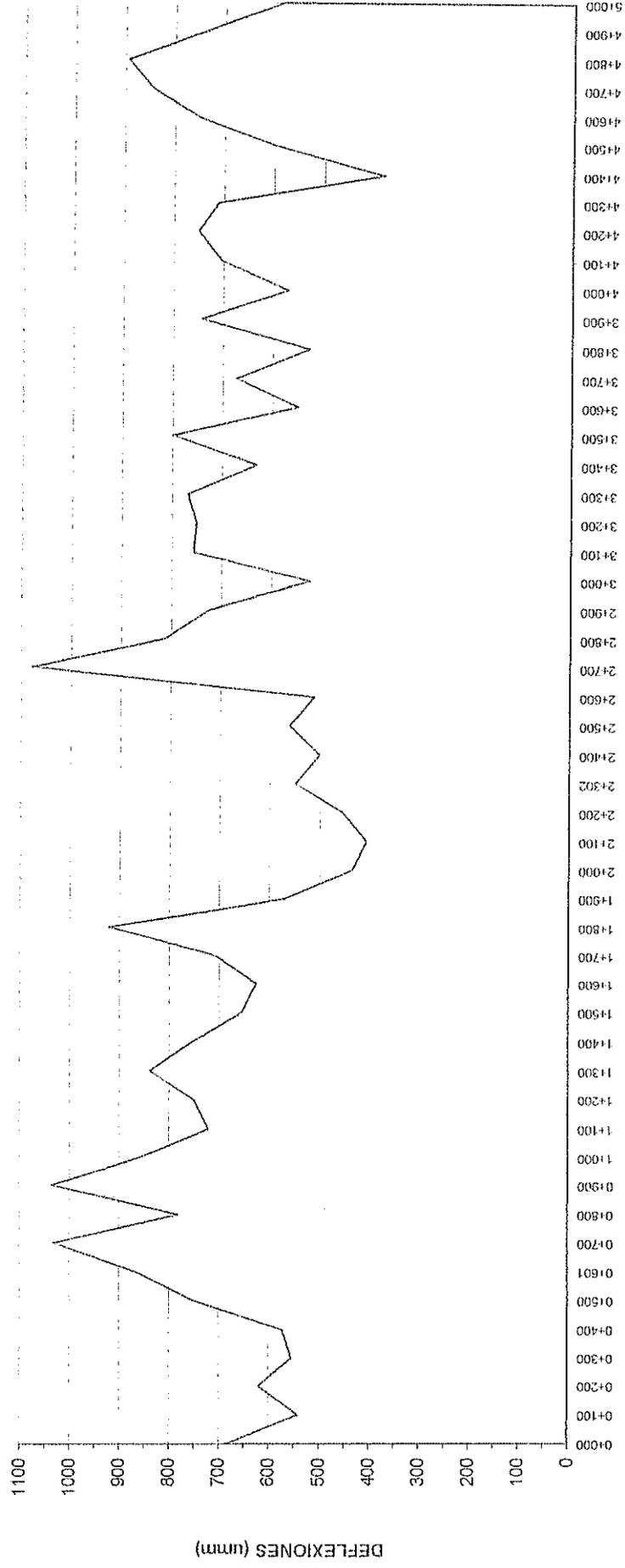
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ⁻² mm)	84	80	57	82	97	114	102	83	53	90					
DISTANCIA RECORRIDA (m)	16000			17000			18000			19000			20100		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07

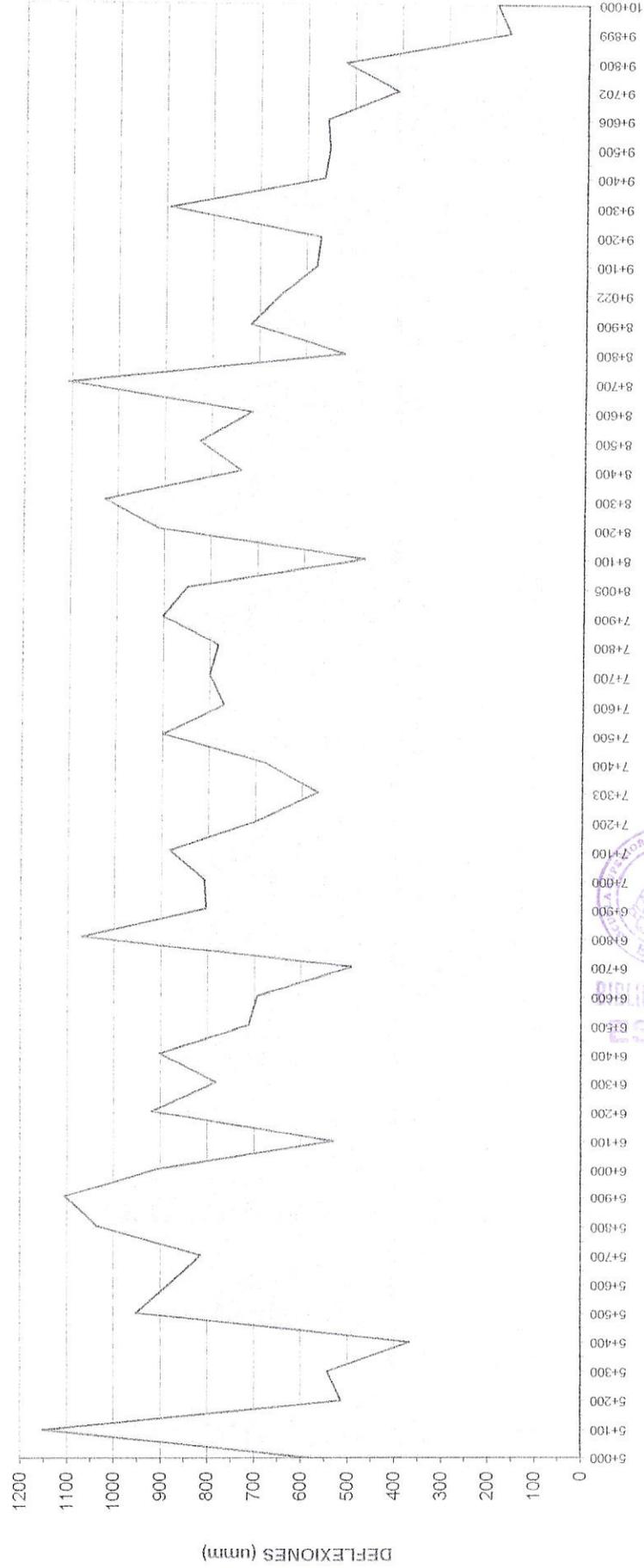


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07

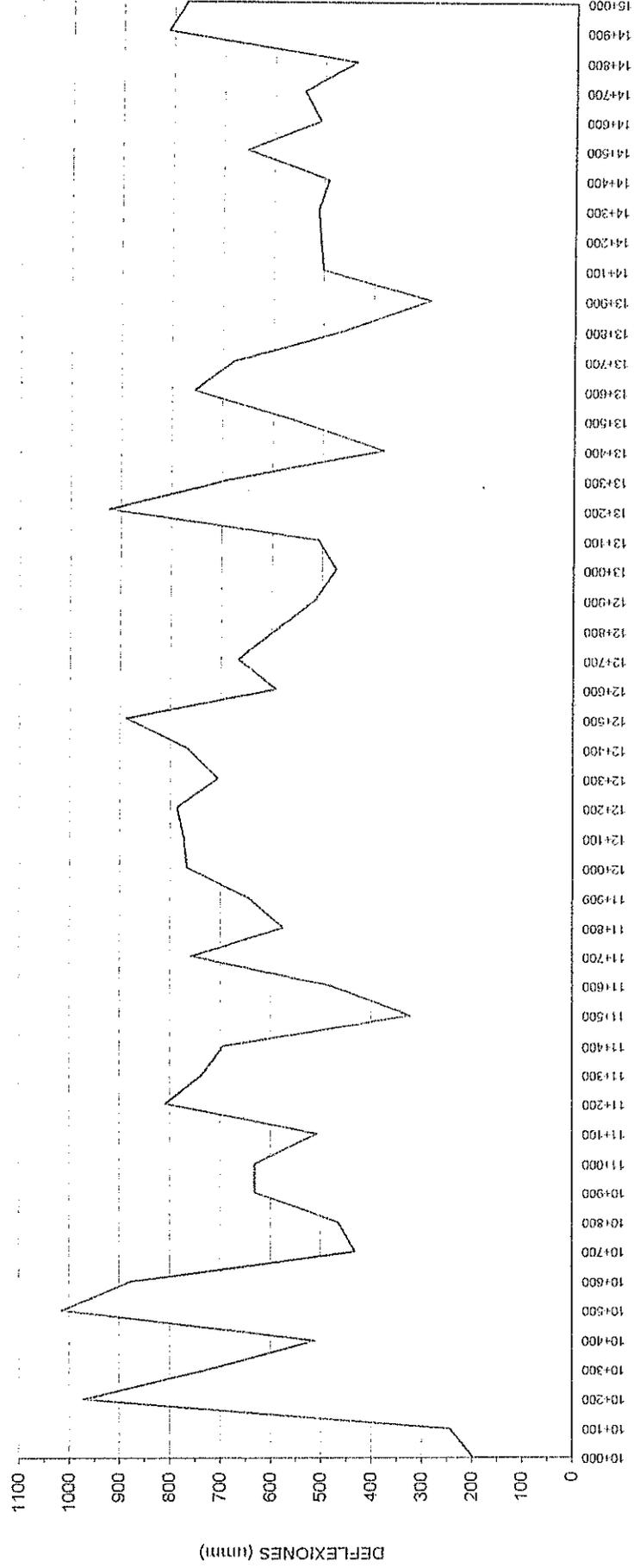


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07

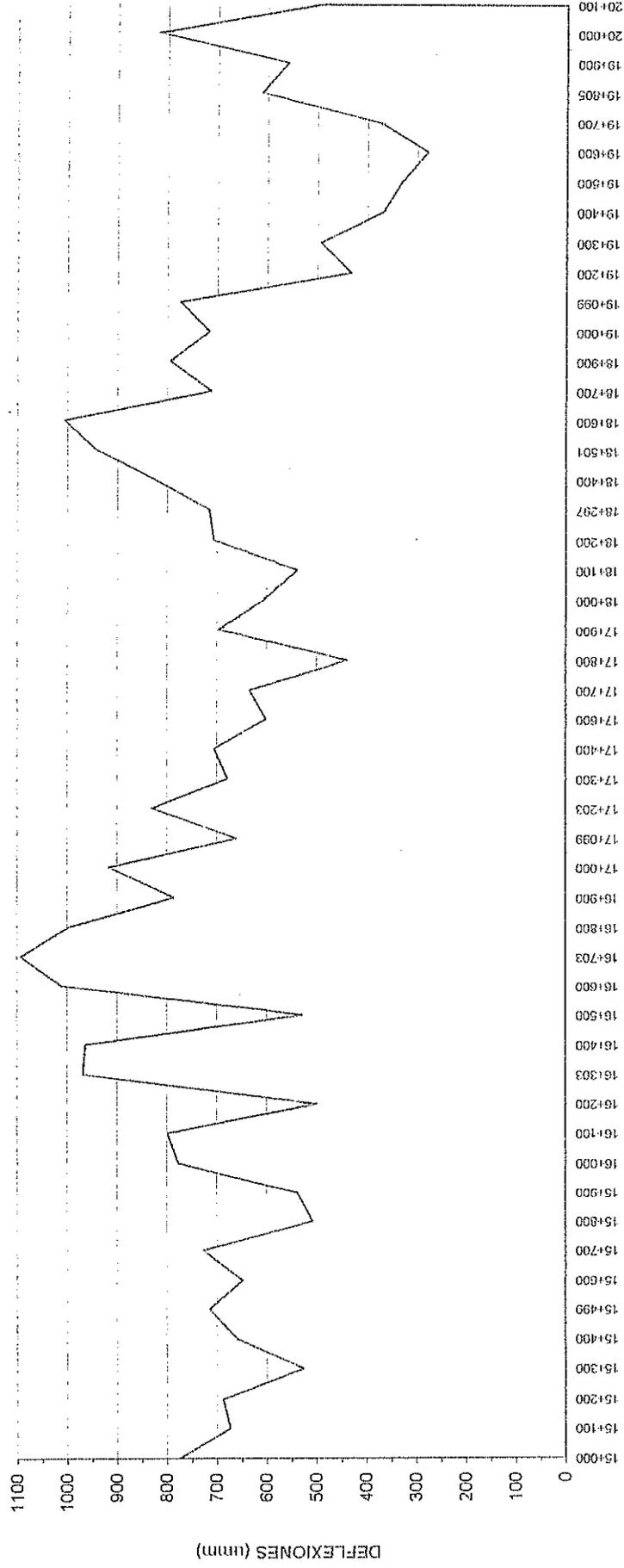


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION DI

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+000 - 20+100	CUMBE-OÑA	DERECHO	20100	2007-12-07



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO			TRAMO I			SENTIDO			CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO			0+050 - 20+050			ONA-CUMBE			IZQUIERDO		20000		2007-12-07		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulso tino
0+050	607	414	313	121	59	36	26	22	19	642	45.4	21.4	21.7	33.4	29.8
0+150	788	404	339	120	61	36	27	21	20	641	45.33	21.9	21.6	33.4	29.83
0+250	730	484	358	131	62	37	26	23	17	649	45.9	21.3	21.3	33.4	29.76
0+350	738	498	365	142	66	37	27	21	17	639	45.15	21.7	21.2	33.4	29.67
0+450	533	358	265	107	57	37	27	23	19	628	44.99	21.7	21.5	33.4	29.89
0+550	774	529	398	164	82	52	36	33	28	629	44.43	21.1	21.7	33.4	29.9
0+650	774	557	425	171	80	45	35	29	27	633	44.76	22.9	21.8	33.4	29.97
0+749	860	582	423	160	75	45	37	31	27	647	45.76	23	22	33.4	29.85
0+850	831	573	429	168	82	51	40	36	33	636	44.96	23.1	22.2	33.4	29.97
0+950	770	517	380	153	83	58	55	41	37	639	45.15	23	22.1	33.4	29.94
1+050	658	441	326	125	70	53	44	37	37	645	45.58	22.9	22.4	33.4	30.27
1+150	610	407	305	121	60	38	33	30	25	641	45.3	22.7	22.3	33.4	29.85
1+250	730	482	355	132	62	36	28	24	22	630	44.52	22.7	22.3	33.4	29.83
1+350	791	569	432	174	82	47	35	29	25	621	43.89	22.9	22.4	33.4	29.85
1+450	729	514	389	157	79	52	38	34	26	622	43.96	22.8	22.5	33.4	29.89
1+550	726	504	376	149	77	56	50	44	32	618	43.72	23	22.4	33.4	29.86
1+650	712	484	358	146	79	51	41	35	30	620	43.82	23.1	22.4	33.4	29.97
1+750	868	519	365	130	64	36	27	24	24	641	45.33	23.3	22.9	33.4	30.06
1+845	696	436	314	121	61	39	31	28	24	626	44.24	23.2	23	33.4	29.89
1+945	722	478	354	135	65	40	29	27	24	632	44.65	22.8	23.5	33.4	30.02
2+050	845	573	416	166	81	49	42	33	25	623	44.04	23.7	23.2	33.4	29.72
2+150	734	514	390	168	94	61	54	40	36	621	43.87	23.8	23.2	33.4	29.97
2+250	787	512	376	155	84	53	40	35	30	620	43.81	23.9	23.5	33.4	29.93
2+350	664	460	351	150	79	49	41	32	26	618	43.72	24.8	23.9	33.4	29.7
2+450	700	499	383	165	88	55	42	41	34	621	43.91	24.8	23.7	33.4	29.97
2+550	763	489	359	137	75	51	41	34	30	622	43.99	24.4	23.9	33.4	30.04
2+650	479	318	239	96	57	42	38	31	27	619	43.74	24.1	23.7	33.4	29.53
2+750	517	336	243	91	49	36	31	25	21	632	44.65	24.4	23.9	33.4	29.96
2+850	842	455	294	73	27	11	6	5	2	648	45.79	25.1	23.9	33.4	30.04
2+950	787	461	317	121	65	41	27	21	14	633	44.77	25.5	24.1	33.4	29.68
3+050	799	534	392	155	81	50	41	26	25	621	43.86	25.7	24.2	33.4	29.77
3+150	695	448	324	140	81	54	42	33	29	629	44.44	25.1	24	33.4	30.01
3+250	630	381	257	89	55	41	36	29	25	625	44.21	25	24.1	33.4	29.8
3+350	601	409	309	133	78	54	43	35	30	618	43.71	25.2	24.1	33.4	29.91
3+450	722	472	342	126	62	35	26	18	18	623	44.01	25.7	24	33.4	29.63
3+550	838	596	438	172	93	64	52	43	38	626	44.22	25.8	24.1	33.4	30.13
3+650	730	555	450	224	126	80	59	48	37	613	43.3	26.1	24.3	33.4	30.19
3+750	659	476	369	152	78	51	40	31	31	624	44.09	26.4	24.5	33.4	29.88
3+850	756	560	435	191	108	68	52	40	32	616	43.54	26.7	24.5	33.4	30.09
3+950	651	468	364	150	65	30	13	10	8	622	43.97	27.8	24.7	33.4	29.63
4+050	485	343	269	116	53	25	18	8	8	619	43.79	28.2	24.5	33.4	29.85
4+150	656	449	334	128	51	19	8	5	4	636	44.94	27.2	24.1	33.4	29.84
4+250	499	334	245	107	69	51	43	34	32	619	43.77	26.9	24.3	33.4	29.7
4+350	795	598	467	218	126	84	65	52	41	608	42.96	26.3	24	33.4	29.92
4+444	809	540	401	166	91	62	57	42	34	633	44.74	26.1	24	33.4	29.9
4+550	846	614	475	205	103	64	49	41	29	625	44.16	26.4	24	33.4	29.8
4+650	651	448	351	164	94	59	40	25	13	609	43.07	25.4	23.7	33.4	29.61
4+750	701	513	409	194	108	71	55	47	39	610	43.12	25	23.5	33.4	30.04
4+850	635	473	372	162	78	45	38	25	18	620	43.86	24.6	23.4	33.4	29.91
4+950	618	457	354	138	65	41	33	26	18	624	44.09	24.6	23.4	33.4	29.75
5+050	641	453	353	150	78	51	38	30	27	616	43.54	24	23.2	33.4	29.92
5+150	504	359	275	115	60	41	36	27	24	611	43.19	23.1	22.8	33.4	29.74
5+250	629	458	351	139	88	43	34	27	22	622	43.99	22.8	22.8	33.4	29.47
5+350	674	445	327	123	56	29	20	14	7	631	44.62	22.6	23.1	33.4	29.72
5+450	802	588	456	210	120	79	59	47	41	611	43.2	22.1	23.1	33.4	30.16
PROMEDIO															705
PERCENTUAL															98.3

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I					SENTIDO			CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+050 - 20+050					ONA-CUMBE			IZQUIERDO		20000		2007-12-07		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time	
5+550	964	654	484	180	84	44	30	23	22	623	44.04	21.9	23.2	33.4	29.69	
5+650	740	502	374	160	89	57	40	33	29	622	43.95	23.8	22.9	33.4	29.94	
5+750	886	575	421	179	102	64	45	35	34	621	43.93	24.1	23	27.1	30.17	
5+850	835	574	433	199	117	76	56	41	35	618	43.7	23.8	23.2	27.1	30	
5+950	1224	860	638	254	134	85	69	53	53	626	44.22	23.7	23.1	27.1	30.24	
6+050	690	497	376	125	44	17	10	6	4	639	45.15	23.8	22.8	27.1	29.58	
6+150	785	566	447	202	107	65	45	36	30	623	44.04	24.2	22.7	27.1	29.95	
6+250	675	505	394	163	79	47	33	25	21	637	46.04	23	23.1	27.1	29.77	
6+350	893	628	469	213	127	82	59	48	42	624	44.11	22.7	23	27.1	30.41	
6+450	839	533	357	122	49	19	9	8	7	646	45.65	22.7	23.1	27.1	29.82	
6+550	880	576	414	164	89	54	39	28	20	629	44.44	23.5	22.9	27.1	30.09	
6+650	298	213	171	95	54	34	22	16	12	605	42.75	24.1	22.9	27.1	29.54	
6+750	1668	859	409	113	36	7	6	6	4	667	47.17	24.4	23.3	27.1	30.79	
6+850	1231	854	607	248	136	84	61	50	43	614	43.44	24.6	23.6	27.1	30.37	
6+950	819	554	401	147	70	43	33	28	26	630	44.55	25.2	23.8	27.1	29.43	
7+050	906	604	443	167	75	42	33	24	23	625	44.18	25.7	23.8	27.1	29.85	
7+150	486	364	293	149	88	58	36	34	26	627	44.34	25.9	23.7	27.1	29.48	
7+250	670	469	353	137	67	40	28	23	20	619	43.73	25	23.5	27.1	29.69	
7+350	738	545	428	197	111	76	60	48	42	623	44.05	24.1	23.4	27.1	29.68	
7+450	601	439	334	139	75	53	45	38	29	628	44.47	23.3	23	27.1	29.9	
7+550	810	542	394	145	72	47	41	31	29	638	45.11	22.5	23	27.1	29.82	
7+650	1104	608	414	149	71	41	30	25	21	652	46.1	22.7	23.2	27.1	30.39	
7+750	693	472	355	161	91	62	48	42	34	649	45.9	22.8	23.1	27.1	29.71	
7+842	689	385	254	85	47	35	30	25	16	666	47.06	22.9	22.9	27.1	29.95	
7+950	1074	718	555	241	119	71	53	46	38	644	45.54	23.9	22.9	27.1	30.49	
8+046	954	573	392	101	27	14	11	10	9	711	50.23	24.1	22.8	27.1	30.88	
8+150	585	380	284	107	47	27	21	17	15	665	46.93	24.8	22.6	27.1	29.76	
8+250	587	428	332	134	68	47	42	31	23	653	46.15	24.4	22.9	27.1	29.45	
8+350	506	389	277	88	36	23	17	15	10	667	47.18	23.9	22.7	27.1	29.48	
8+450	877	663	522	210	85	41	28	26	24	639	45.2	23.7	22.4	27.1	29.77	
8+550	861	639	493	227	127	84	64	51	40	655	46.3	23.4	22.6	27.1	30.03	
8+650	854	603	460	182	95	65	57	42	34	660	46.65	22.9	22.2	27.1	29.95	
8+750	732	497	372	175	114	66	66	55	52	635	44.91	22.6	21.5	27.1	29.75	
													PROMEDIO		825	
													PERCENTIL		986	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I				SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+050 - 20+050				OÑA-CUMBE				IZQUIERDO		20000		2007-12-07		
Abcisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulso fino	
8+850	880	626	478	204	109	66	48	39	29	651	46.05	22.4	21.6	27.1	29.93	
8+950	907	553	369	76	11	8	6	4	3	683	48.25	22	21.5	27.1	29.86	
9+050	623	406	288	96	50	38	34	28	25	669	47.28	22.5	21.1	27.1	29.65	
9+150	484	309	223	94	56	41	33	29	23	653	46.17	23.8	21.8	27.1	29.57	
9+250	1419	827	497	184	98	63	43	31	26	652	46.06	23.9	21.4	27.1	30.97	
9+350	802	593	463	195	94	54	38	31	25	627	44.33	23.7	21.3	27.1	29.75	
9+449	654	470	359	143	77	52	38	30	22	650	45.86	23.5	21	27.1	29.46	
9+750	772	430	309	70	35	34	25	16	14	705	49.85	21.3	19.9	27.1	31.51	
9+850	201	134	101	46	26	17	12	10	8	618	43.69	20.9	19.9	27.1	29.73	
9+950	649	453	347	143	66	34	20	16	12	648	45.78	20.9	20	27.1	29.48	
10+050	854	613	472	190	87	49	35	26	20	651	46.05	21.9	20.6	27.1	29.95	
10+150	517	373	284	97	42	28	22	18	14	668	47.21	22	20.4	27.1	29.37	
10+250	865	636	489	208	104	61	41	30	19	659	46.55	22.9	20.8	27.1	29.86	
10+350	1274	1032	852	438	246	149	111	82	73	634	44.84	22.2	20.9	27.1	30.58	
10+450	799	550	406	132	54	34	28	22	17	690	48.79	21.8	20.9	27.1	29.5	
10+550	999	765	601	248	118	72	55	43	34	662	46.77	21	20.6	27.1	29.81	
10+650	899	673	526	235	128	86	67	57	45	667	47.16	21.5	20.9	27.1	30.07	
10+750	1207	862	654	242	122	74	54	41	36	673	47.54	22.1	21.1	27.1	30.36	
10+850	798	588	463	198	97	55	38	30	28	672	47.53	22.6	21	27.1	29.59	
10+950	689	500	391	157	74	48	38	31	25	664	46.91	23	20.8	27.1	29.48	
11+050	745	538	420	186	119	83	64	50	44	661	46.72	22.4	20.4	27.1	29.9	
11+150	635	459	359	149	76	50	36	31	27	673	47.57	21.5	20	27.1	29.41	
11+250	480	354	282	129	74	52	42	35	29	659	46.59	20.8	19.7	27.1	29.44	
11+350	759	565	447	189	97	57	38	31	26	672	47.49	21	19.4	27.1	29.48	
11+450	843	636	498	206	94	51	36	27	23	709	50.13	20.8	19.5	27.1	29.28	
11+550	603	437	337	118	44	24	16	14	12	730	51.62	20.7	19.2	27.1	29.5	
11+650	640	431	324	125	51	23	14	12	9	674	47.67	20.4	19.3	27.1	29.52	
11+750	777	574	464	223	114	58	32	19	1	671	47.42	21.5	19.7	27.1	30.17	
11+850	797	601	482	248	150	100	66	45	36	591	41.77	19.8	19.8	27	30.15	
11+950	838	599	465	172	63	27	23	18	12	666	47.08	20.3	19.5	27	29.86	
12+050	1058	813	636	290	150	90	66	47	40	592	41.86	19.6	19.2	27	30.54	
12+150	616	484	398	192	100	60	44	34	26	626	44.25	19.1	18.9	27	29.71	
12+250	607	501	424	232	132	82	57	44	34	623	44	19.3	18.9	27	29.6	
12+350	683	514	401	181	102	69	54	43	36	645	45.6	19.8	19.3	27	29.62	
12+450	1244	845	597	240	136	94	72	60	52	650	45.93	19.5	18.9	27	30.54	
12+550	623	448	354	156	79	47	33	25	20	670	47.99	21	20	27	29.36	
12+650	682	480	364	140	72	49	44	34	29	662	46.79	20.4	19.8	27	29.48	
12+750	782	594	474	207	98	56	42	33	32	649	45.88	20.2	19.6	27	29.58	
12+850	773	579	476	250	148	100	78	67	57	667	47.13	20.8	19.5	27	29.97	
12+950	830	636	518	275	161	102	74	59	47	634	44.83	20.9	19.6	27	30.1	
13+050	687	494	379	161	72	36	22	16	13	642	45.39	20.8	19.5	27	29.79	
														PROMEDIO	780	
														PERCENTIL	907	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I			SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA		
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+050 - 20+050			ONA-CUMBE				IZQUIERDO		20000		2007-12-07		
Abcisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
13+150	554	430	359	205	124	81	57	44	36	640	45.23	21.5	19.3	27	29.72
13+250	476	361	296	153	87	56	42	35	30	631	44.57	22.2	19.3	27	29.62
13+350	746	573	471	238	132	83	61	49	44	646	45.69	21.7	19.2	27	27.94
13+450	589	438	350	169	106	81	66	55	46	644	45.52	20.5	18.9	27	29.63
13+550	554	394	299	112	48	27	17	15	10	638	45.1	19.5	18.6	27	29.46
13+650	566	436	357	170	89	54	39	32	26	619	43.74	18.8	18.4	27	29.66
13+750	743	524	399	165	84	50	37	31	25	687	48.54	18.9	18.3	27	29.51
13+850	518	397	310	127	57	33	23	20	16	665	47	17.9	17.9	27	29.24
13+950	555	408	316	125	54	30	19	18	14	668	47.19	18.6	17.8	27	29.34
14+050	421	322	260	131	78	55	44	35	30	623	44.05	13	13.6	13.6	29.44
14+150	819	618	488	220	120	82	63	55	46	627	44.29	12.7	13.6	13.6	29.5
14+250	537	412	332	158	85	54	40	32	26	627	44.34	13	13.5	13.6	28.97
14+350	880	637	498	211	95	69	64	55	48	610	43.1	12.8	13.7	13.6	29.84
14+450	1021	799	636	273	130	66	44	31	29	631	44.61	13.3	14	13.6	29.6
14+550	627	496	417	226	130	79	54	46	36	628	44.41	13.1	14.2	13.6	29.11
14+650	705	553	440	221	125	83	61	50	45	627	44.33	13.2	14.1	13.6	29.5
14+749	654	534	449	233	118	69	54	41	40	606	42.83	13.6	14	13.6	29.63
14+850	596	464	383	192	104	67	54	42	37	631	44.59	13.9	13.9	13.6	29.21
14+950	772	585	477	253	161	110	86	69	62	629	44.48	14.3	14.5	13.6	29.68
15+050	669	501	398	173	85	54	43	35	34	640	45.21	14.7	14.5	13.6	29.21
15+150	475	320	238	89	38	19	13	7	5	643	45.47	14.7	14.4	13.6	29.13
15+250	481	362	294	153	98	70	60	45	37	627	44.29	15.2	14.6	13.6	29.06
15+350	468	337	259	113	70	52	44	37	34	635	44.86	14.8	14.5	13.6	29.21
15+450	671	464	352	168	103	71	58	48	40	646	45.65	14.5	14.1	13.6	29.53
15+550	398	312	261	138	81	54	42	32	27	608	42.95	14.2	13.9	13.6	29.08
15+650	622	495	411	221	137	95	72	57	52	603	42.66	14.2	13.8	13.6	29.34
15+750	596	428	331	145	74	45	31	22	18	618	43.71	14.1	13.6	13.6	29.28
15+850	517	384	313	163	96	64	48	38	32	610	43.12	14.1	13.5	13.6	29.24
15+950	539	412	337	174	98	62	45	36	29	605	42.74	13.9	13.4	13.6	29.22
16+042	492	343	268	125	66	41	31	25	22	618	43.71	13.6	13.2	13.6	28.97
16+150	497	369	294	137	76	50	40	30	25	615	43.45	13.5	13	13.6	29.03
16+250	708	547	443	213	123	87	69	58	49	617	43.61	13.7	13.1	13.6	29.57
													PROMEDIO	608	
													PERCENTIL	744	



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

ENSAYOS DE DEFLEXION (MEDIDA, CARGA, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ENSAYO)

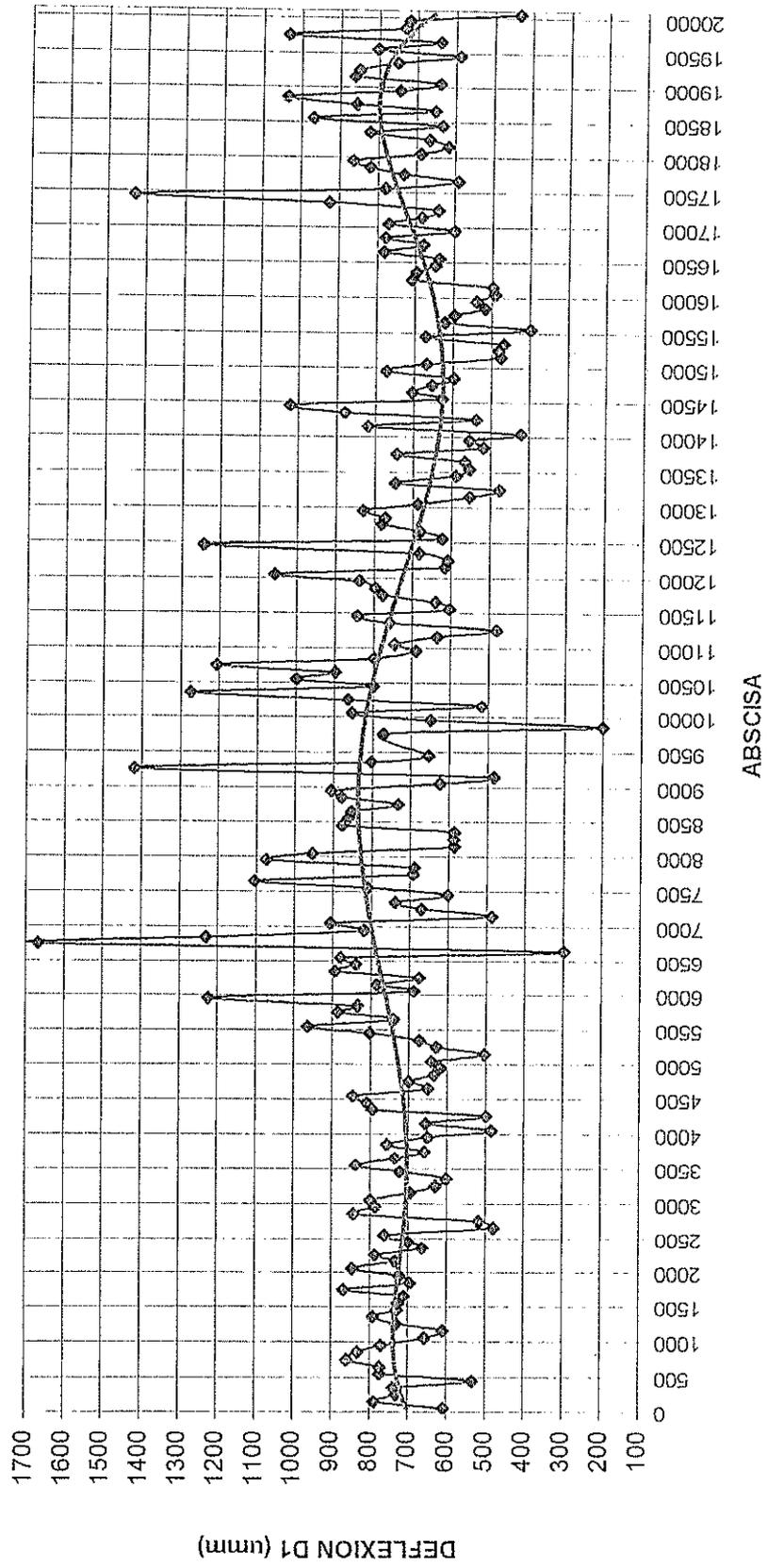
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I				SENTIDO				CARRIL		LONGITUD		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		0+050 - 20+050				ONA-CUMBE				IZQUIERDO		20000		2007-12-07	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse (mm)
16+350	697	425	313	149	96	69	55	42	35	626	44.27	13.2	12.8	13.6	29.27
16+450	647	426	314	139	84	58	43	34	29	640	45.26	12.9	12.4	13.6	29.25
16+550	638	368	280	105	65	53	46	39	35	648	45.81	12.5	12.4	13.6	29.83
16+650	782	488	341	131	76	51	38	30	24	653	46.14	11.9	11.9	13.6	30.16
16+750	680	416	281	97	50	34	28	23	20	656	46.39	11.8	11.9	13.6	29.71
16+850	779	511	349	149	87	62	47	36	29	651	46.02	11.7	11.7	13.6	30.45
16+950	599	352	244	99	64	50	44	39	34	647	45.75	11.5	11.7	13.6	29.49
17+050	770	578	445	190	99	62	44	35	33	639	45.14	11.3	11.7	13.6	29.75
17+150	685	492	364	148	79	47	34	28	21	606	42.81	11.1	11.2	13.6	29.02
17+250	641	379	265	80	38	23	17	12	9	667	47.18	11.1	11.1	13.6	29.67
17+350	925	680	527	272	164	110	78	57	45	618	43.68	11.2	11.2	13.6	30.39
17+450	1430	421	309	104	37	16	10	6	6	668	47.24	11.1	10.9	13.6	30.2
17+550	781	484	338	106	41	22	16	12	7	662	48.21	11.2	10.8	13.6	30.03
17+650	590	393	287	103	45	26	19	14	14	671	47.46	11.3	10.9	13.6	29.21
17+750	733	494	360	163	93	59	40	27	24	643	45.46	11.3	11	13.6	29.18
17+850	820	483	354	147	66	30	17	11	10	662	46.82	11.4	11.3	13.6	29.16
17+950	865	634	483	243	147	96	72	52	42	627	44.33	11.4	11.3	13.6	29.77
18+050	690	434	319	146	89	62	48	37	29	655	46.33	11.4	11.2	13.6	29.32
18+150	617	471	374	196	126	88	61	56	41	634	44.79	11.2	10.8	13.6	29.54
18+250	667	426	321	170	116	85	66	52	43	648	45.77	11.2	10.9	13.6	29.38
18+350	822	619	513	305	202	133	92	80	61	636	44.95	10.9	10.7	13.6	30.37
18+450	633	499	418	263	183	131	100	77	60	654	46.21	11.1	10.8	13.6	30.23
18+550	968	667	483	206	113	74	52	43	36	659	46.57	11.1	10.8	13.6	30.02
18+650	652	405	297	131	67	34	20	12	10	668	47.25	11.5	10.6	13.6	29.37
18+750	857	627	479	224	123	74	47	33	26	654	46.22	11.8	10.6	13.6	29.93
18+850	1036	636	424	128	46	20	13	10	7	686	48.48	11.6	10.5	13.6	29.73
18+950	745	514	386	168	82	43	25	16	12	665	46.99	11.6	10.5	13.6	29.38
19+050	639	452	354	185	119	86	71	56	52	652	46.12	11.8	10.6	16.2	29.51
19+150	851	626	494	269	167	110	79	62	50	654	46.21	12.3	10.9	16.2	30.09
19+250	850	629	503	285	195	142	111	85	69	649	45.9	12.4	11	16.2	29.85
19+350	751	479	350	184	133	105	94	70	63	669	47.32	11.6	10.6	16.2	29.63
19+450	589	388	286	123	73	57	50	42	38	673	47.56	11.4	10.5	16.2	29.22
19+550	802	578	466	262	166	115	86	68	55	619	43.75	11.1	10	16.2	29.83
19+650	640	465	361	173	97	64	54	35	28	648	45.8	11.1	10.2	16.2	29.07
19+750	1034	731	565	254	132	79	56	41	34	662	46.8	11.2	10.2	16.2	30.18
19+850	733	529	409	188	104	70	56	45	38	664	46.93	11.1	10.1	16.2	29.39
19+950	721	511	397	186	116	79	62	48	38	676	47.79	11	10.1	16.2	29
20+050	434	229	148	47	25	19	16	13	12	657	47.16	11	10.2	16.2	28.79
PROMEDIO															758
PERCENTUAL															84%

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+050 - 20+050

GRAFICO DE DEFLEXIONES VS. ABSCISA

SENTIDO: OÑA - CUMBE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+050 - 20+050	ONA-CUMBE		IZQUIERDO	20000	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (ummm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
0+050	0	0	607	607	0	0	0
0+150	100	100	788	698	69750	69750	-3852
0+250	100	200	730	759	75900	145650	-1554
0+350	100	300	738	734	73400	219050	-1757
0+450	100	400	533	636	63550	282600	-11809
0+550	100	500	774	654	65350	347950	-20061
0+650	100	600	774	774	77400	425350	-16263
0+749	99	699	860	817	80883	506233	-8247
0+850	101	800	831	846	85396	591629	2811
0+950	100	900	770	801	80050	671679	9258
1+050	100	1000	658	714	71400	743079	7056
1+150	100	1100	610	634	63400	806479	-3146
1+250	100	1200	730	670	67000	873479	-9748
1+350	100	1300	791	761	76050	949529	-7301
1+450	100	1400	729	760	76000	1025529	-4903
1+550	100	1500	726	728	72750	1098279	-5755
1+650	100	1600	712	719	71900	1170179	-7457
1+750	100	1700	868	790	79000	1249179	-2060
1+845	95	1795	696	782	74290	1323469	2308
1+945	100	1895	722	709	70900	1394369	-394
2+050	105	2000	845	784	82268	1476636	4591
2+150	100	2100	734	790	78950	1555586	9939
2+250	100	2200	787	761	76050	1631636	12387
2+350	100	2300	664	726	72550	1704186	11335
2+450	100	2400	700	682	68200	1772386	5932
2+550	100	2500	763	732	73150	1845536	5480
2+650	100	2600	479	621	62100	1907636	-6022
2+750	100	2700	517	498	49800	1957436	-29824
2+850	100	2800	842	680	67950	2025386	-35477
2+950	100	2900	787	815	81450	2106836	-27629
3+050	100	3000	799	793	79300	2186136	-21931
3+150	100	3100	695	747	74700	2260836	-20833
3+250	100	3200	630	663	66250	2327086	-28186
3+350	100	3300	601	616	61550	2388636	-40238
3+450	100	3400	722	662	66150	2454786	-47690
3+550	100	3500	838	780	78000	2532786	-43292
3+650	100	3600	736	787	78700	2611486	-38195
3+750	100	3700	659	698	69750	2681236	-42047
3+850	100	3800	756	708	70750	2751986	-44899
3+950	100	3900	651	704	70350	2822336	-48151
4+050	100	4000	485	568	56800	2879136	-64954
4+150	100	4100	656	571	57050	2936186	-81506
4+250	100	4200	499	578	57750	2993936	-97358
4+350	100	4300	795	647	64700	3058636	-106260
4+444	94	4394	809	802	75388	3134024	-100058
4+550	106	4500	846	828	87715	3221739	-90362
4+650	100	4600	651	749	74850	3296589	-89114
4+750	100	4700	701	676	67600	3364189	-95116
4+850	100	4800	635	668	66800	3430989	-101918
4+950	100	4900	618	627	62650	3493639	-112871
5+050	100	5000	641	630	62950	3556589	-123523
5+150	100	5100	504	573	57250	3613839	-139875
5+250	100	5200	629	567	56650	3670489	-156827
5+350	100	5300	674	652	65150	3735639	-165280
5+450	100	5400	802	738	73800	3809439	-165082
5+550	100	5500	964	883	88300	3897739	-150384
5+650	100	5600	740	852	85200	3982939	-138786
5+750	100	5700	886	813	81300	4064239	-131089
5+850	100	5800	835	861	86050	4150289	-118641
5+950	100	5900	1224	1030	102950	4253239	-89293
6+050	100	6000	690	957	95700	4348939	-67195
6+150	100	6100	785	738	73750	4422689	-67047
6+250	100	6200	675	730	73000	4495689	-67650
6+350	100	6300	893	784	78400	4574089	-62852
6+450	100	6400	839	866	86600	4660689	-49854
6+550	100	6500	880	860	85950	4746639	-37506
6+650	100	6600	298	589	58900	4805539	-52209

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+050 - 20+050	ONA-CUMBE		IZQUIERDO	20000	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (ummm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
6+750	100	6700	1668	983	98300	4903839	-27511
6+850	100	6800	1231	1450	144950	5048789	43837
6+950	100	6900	819	1025	102500	5151289	72735
7+050	100	7000	906	863	86250	5237539	85382
7+150	100	7100	486	696	69600	5307139	81380
7+250	100	7200	670	578	57800	5364939	65578
7+350	100	7300	738	704	70400	5435339	62376
7+450	100	7400	601	670	66950	5502289	55723
7+550	100	7500	810	706	70550	5572839	52671
7+650	100	7600	1104	957	95700	5668539	74769
7+750	100	7700	693	899	89850	5758389	91017
7+842	92	7792	689	691	63572	5821961	86875
7+950	108	7900	1074	882	96202	5917163	102586
8+046	96	7996	954	1014	97344	6014507	129272
8+150	104	8100	585	770	80028	6094535	132754
8+250	100	8200	587	586	58600	6153135	117752
8+350	100	8300	586	587	58650	6211785	102799
8+450	100	8400	877	732	73150	6284935	102347
8+550	100	8500	861	869	86900	6371835	115645
8+650	100	8600	854	858	85750	6457585	127793
8+750	100	8700	732	793	79300	6536885	133490
8+850	100	8800	880	806	80600	6617485	140488
8+950	100	8900	907	894	89350	6706835	156236
9+050	100	9000	623	765	76500	6783335	159134
9+150	100	9100	484	554	55350	6836685	140881
9+250	100	9200	1419	952	95150	6933835	162429
9+350	100	9300	802	1111	111050	7044885	199877
9+449	99	9399	654	728	72072	7116957	199083
9+750	301	9700	772	713	214613	7331570	192153
9+850	100	9800	201	487	48650	7380220	167201
9+950	100	9900	649	425	42500	7422720	136098
10+050	100	10000	854	752	75150	7497870	137646
10+150	100	10100	517	686	68550	7566420	132594
10+250	100	10200	865	691	69100	7635520	128092
10+350	100	10300	1274	1070	106950	7742470	161440
10+450	100	10400	799	1037	103650	7846120	191487
10+550	100	10500	999	899	89900	7936020	207785
10+650	100	10600	899	949	94900	8030920	229083
10+750	100	10700	1207	1053	105300	8136220	260781
10+850	100	10800	798	1003	100250	8236470	287428
10+950	100	10900	689	744	74350	8310820	288176
11+050	100	11000	745	717	71700	8382520	286274
11+150	100	11100	635	690	69000	8451520	281672
11+250	100	11200	480	558	55750	8507270	263819
11+350	100	11300	759	620	61950	8569220	252167
11+450	100	11400	843	801	80100	8649320	258665
11+550	100	11500	603	723	72300	8721620	257363
11+650	100	11600	640	622	62150	8783770	245910
11+750	100	11700	777	709	70850	8854620	243158
11+850	100	11800	797	787	78700	8933320	248256
11+950	100	11900	838	818	81750	9015070	256404
12+050	100	12000	1058	948	94800	9109870	277602
12+150	100	12100	616	837	83700	9193570	287699
12+250	100	12200	607	612	61150	9254720	275247
12+350	100	12300	683	645	64500	9319220	266145
12+450	100	12400	1244	964	96350	9415570	288893
12+550	100	12500	623	934	93350	9508920	308640
12+650	100	12600	682	653	65250	9574170	300288
12+750	100	12700	782	732	73200	9647370	299886
12+850	100	12800	773	778	77750	9725120	304034
12+950	100	12900	830	802	80150	9805270	310581
13+050	100	13000	687	759	75850	9881120	312829
13+150	100	13100	554	621	62050	9943170	301277
13+250	100	13200	476	515	51500	9994670	279175
13+350	100	13300	746	611	61100	10055770	266672
13+450	100	13400	589	668	66750	10122520	259820
13+550	100	13500	554	572	57150	10179670	243368

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DETERMINACION DE SECCIONES HOMOGENEAS POR DEFLEXIONES

NORMA APLICADA		TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA
AASHTO 1993		0+050 - 20+050	ONA-CUMBE		IZQUIERDO	20000	2007-12-07
ABSCISA	DISTANCIA INTERVALO Δx_i	DISTANCIA ACUMULATIVA $\Sigma \Delta x_i$	DEFLEXION D1 (ummm)		AREA INTERVALO a_i	AREA ACUMULATIVA Σa_i	DIFERENCIA ACUMULADA Z_x
			ENSAYADA	PROMEDIO			
13+650	100	13600	566	560	56000	10235670	225766
13+750	100	13700	743	655	65450	10301120	217613
13+850	100	13800	518	631	63050	10364170	207061
13+950	100	13900	555	537	53650	10417820	187109
14+050	100	14000	421	488	48800	10466620	162307
14+150	100	14100	819	620	62000	10528620	150705
14+250	100	14200	537	678	67800	10596420	144902
14+350	100	14300	880	709	70850	10667270	142150
14+450	100	14400	1021	951	95050	10762320	163598
14+550	100	14500	627	824	82400	10844720	172396
14+650	100	14600	705	666	66600	10911320	165393
14+749	99	14699	654	680	67271	10978591	159798
14+850	101	14800	596	625	63125	11041716	148584
14+950	100	14900	772	684	68400	11110116	143382
15+050	100	15000	669	721	72050	11182166	141830
15+150	100	15100	475	572	57200	11239366	125428
15+250	100	15200	481	478	47800	11287166	99625
15+350	100	15300	468	475	47450	11334616	73473
15+450	100	15400	671	570	56950	11391566	56821
15+550	100	15500	398	535	53450	11445016	36669
15+650	100	15600	622	510	51000	11496016	14066
15+750	100	15700	596	609	60900	11556916	1364
15+850	100	15800	517	557	55650	11612566	-16588
15+950	100	15900	539	528	52800	11666366	-37390
16+042	92	15992	492	516	47426	11712792	-57678
16+150	108	16100	497	495	53406	11766198	-83763
16+250	100	16200	708	603	60250	11826448	-97115
16+350	100	16300	697	703	70250	11896698	-100467
16+450	100	16400	647	672	67200	11963898	-106869
16+550	100	16500	638	643	64250	12028148	-116222
16+650	100	16600	782	710	71000	12099148	-118624
16+750	100	16700	680	731	73100	12172248	-119326
16+850	100	16800	779	730	72950	12245198	-119978
16+950	100	16900	599	689	68900	12314098	-124681
17+050	100	17000	770	685	68450	12382548	-129833
17+150	100	17100	685	728	72750	12455298	-130685
17+250	100	17200	641	663	66300	12521598	-137987
17+350	100	17300	925	783	78300	12599898	-133290
17+450	100	17400	1430	1178	117750	12717648	-89142
17+550	100	17500	781	1106	110550	12828198	-52194
17+650	100	17600	590	686	68550	12896748	-57246
17+750	100	17700	733	662	66150	12962898	-64699
17+850	100	17800	820	777	77650	13040548	-60651
17+950	100	17900	865	843	84250	13124798	-50003
18+050	100	18000	690	778	77750	13202548	-45855
18+150	100	18100	617	654	65350	13267898	-54107
18+250	100	18200	667	642	64200	13332098	-63510
18+350	100	18300	822	745	74450	13406548	-62662
18+450	100	18400	633	728	72750	13479298	-63514
18+550	100	18500	968	801	80050	13559348	-57066
18+650	100	18600	652	810	81000	13640348	-49669
18+750	100	18700	857	755	75450	13715798	-47821
18+850	100	18800	1036	947	94650	13810448	-26773
18+950	100	18900	745	891	89050	13899498	-11325
19+050	100	19000	639	692	69200.0	13968698	-15728
19+150	100	19100	861	750	75000.0	14043698	-14330
19+250	100	19200	850	856	85550.0	14129248	-2382
19+350	100	19300	751	801	80050.0	14209298	4066
19+450	100	19400	589	670	67000.0	14276298	-2537
19+550	100	19500	802	696	69550.0	14345848	-6589
19+650	100	19600	640	721	72100.0	14417948	-8091
19+750	100	19700	1034	837	83700.0	14501648	2007
19+850	100	19800	733	884	88350	14589998	16754.475
19+950	100	19900	721	727	72700	14662698	15852.2375
20+050	100	20000	434	578	57750	14720448	0

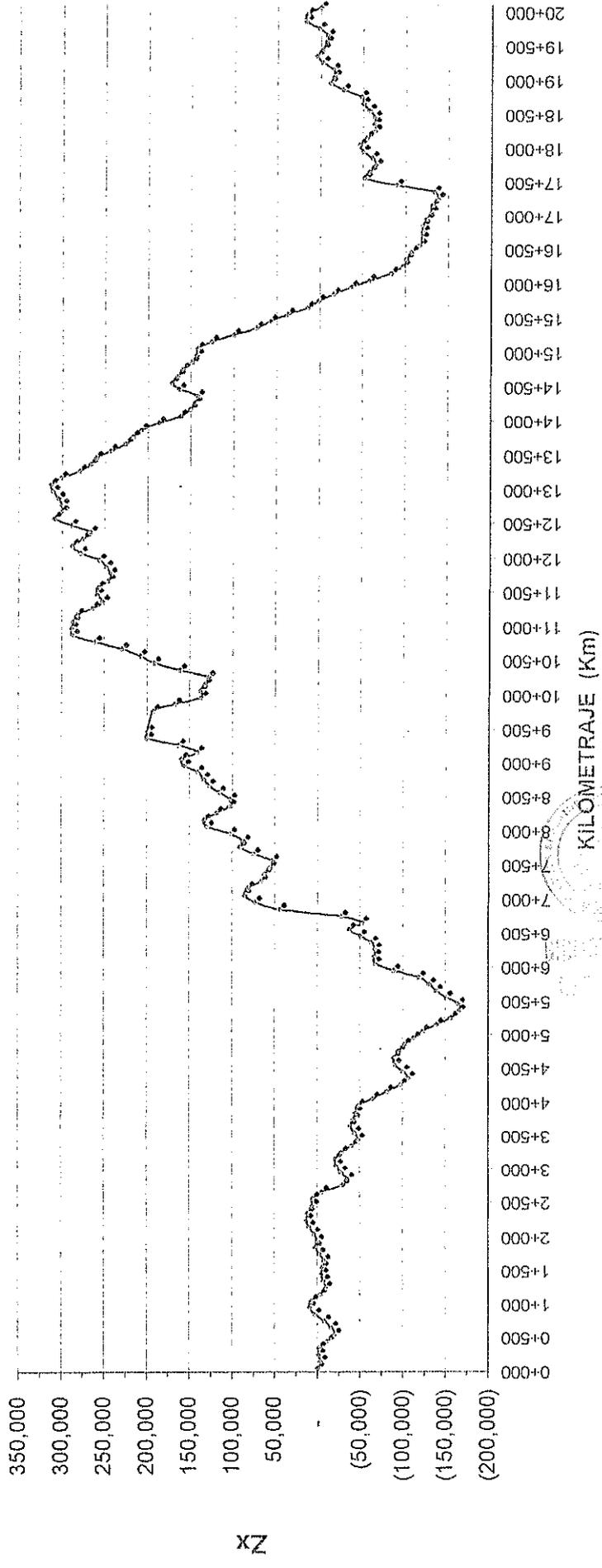
F= 736

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+050 - 20+050

SENTIDO: OÑA - CUMBE

DIAGRAMA DE SECCIONES HOMOGÉNEAS VS KILOMETRAJE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO			CARRIL	LONGITUD	FECHA	
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	ONA-CUMBE			IZQUIERDO	20000	2007-12-07	
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
0+050	61	94	86	82	74	0.82	9.94	0.13
0+150	79	94	86	82	74	1.06	9.94	0.13
0+250	73	94	86	82	74	0.99	9.94	0.13
0+350	74	94	86	82	74	1.00	9.94	0.13
0+450	53	94	86	82	74	0.72	9.94	0.13
0+550	77	94	86	82	74	1.05	9.94	0.13
0+650	77	94	86	82	74	1.05	9.94	0.13
0+749	86	94	86	82	74	1.16	9.94	0.13
0+850	83	94	86	82	74	1.12	9.94	0.13
0+950	77	94	86	82	74	1.04	9.94	0.13
1+050	66	87	87	79	73	0.90	6.66	0.09
1+150	61	87	87	79	73	0.83	6.66	0.09
1+250	73	87	87	79	73	1.00	6.66	0.09
1+350	79	87	87	79	73	1.08	6.66	0.09
1+450	73	87	87	79	73	0.99	6.66	0.09
1+550	73	87	87	79	73	0.99	6.66	0.09
1+650	71	87	87	79	73	0.97	6.66	0.09
1+750	87	87	87	79	73	1.18	6.66	0.09
1+845	70	87	87	79	73	0.95	6.66	0.09
1+945	72	87	87	79	73	0.98	6.66	0.09
2+050	85	87	87	79	73	1.15	6.66	0.09
2+150	73	87	87	79	73	1.00	6.66	0.09
2+250	79	87	87	79	73	1.07	6.66	0.09
2+350	66	87	87	79	73	0.91	6.66	0.09
2+450	70	87	87	79	73	0.95	6.66	0.09
2+550	76	87	87	79	73	1.04	6.66	0.09
2+650	48	55	52	51	50	0.96	2.69	0.05
2+750	52	55	52	51	50	1.04	2.69	0.05
2+850	84	89	84	81	73	1.16	8.09	0.11
2+950	79	89	84	81	73	1.08	8.09	0.11
3+050	80	89	84	81	73	1.10	8.09	0.11
3+150	70	89	84	81	73	0.96	8.09	0.11
3+250	63	89	84	81	73	0.87	8.09	0.11
3+350	60	89	84	81	73	0.83	8.09	0.11
3+450	72	89	84	81	73	0.99	8.09	0.11
3+550	84	89	84	81	73	1.15	8.09	0.11
3+650	74	89	84	81	73	1.01	8.09	0.11
3+750	66	89	84	81	73	0.91	8.09	0.11
3+850	76	89	84	81	73	1.04	8.09	0.11
3+950	65	89	84	81	73	0.90	8.09	0.11
4+050	49	74	66	61	55	0.89	9.49	0.17
4+150	66	74	66	61	55	1.20	9.49	0.17
4+250	50	74	66	61	55	0.91	9.49	0.17
4+350	80	87	85	83	82	0.97	2.64	0.03
4+444	81	87	85	83	82	0.99	2.64	0.03
4+550	85	87	85	83	82	1.04	2.64	0.03
4+650	65	75	70	67	63	1.03	5.80	0.09
4+750	70	75	70	67	63	1.11	5.80	0.09
4+850	64	75	70	67	63	1.01	5.80	0.09
4+950	62	75	70	67	63	0.98	5.80	0.09
5+050	64	75	70	67	63	1.01	5.80	0.09
5+150	50	75	70	67	63	0.80	5.80	0.09
5+250	63	75	70	67	63	1.00	5.80	0.09
5+350	67	75	70	67	63	1.07	5.80	0.09
5+450	80	102	96	92	85	0.95	8.49	0.10
5+550	96	102	96	92	85	1.14	8.49	0.10
5+650	74	102	96	92	85	0.88	8.49	0.10
5+750	89	102	96	92	85	1.05	8.49	0.10
5+850	84	102	96	92	85	0.99	8.49	0.10
5+950	122	102	96	92	85	1.45	8.49	0.10
6+050	69	84	79	76	72	0.96	5.97	0.08
6+150	79	84	79	76	72	1.10	5.97	0.08
6+250	68	84	79	76	72	0.94	5.97	0.08
6+350	89	93	89	89	87	1.03	2.82	0.03
6+450	84	93	89	89	87	0.96	2.82	0.03
6+550	88	93	89	89	87	1.01	2.82	0.03
6+650	30	93	89	89	87	0.34	2.82	0.03

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA			
NORMA ESPANOLA	0+050 - 20+050	ONA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07			
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
6+750	167	207	167	160	145	1.15	30.90	0.21
6+850	123	207	167	160	145	0.85	30.90	0.21
6+950	82	99	91	89	86	0.95	6.15	0.07
7+050	91	99	91	89	86	1.05	6.15	0.07
7+150	49	99	91	89	86	0.56	6.15	0.07
7+250	67	81	74	72	67	1.00	6.85	0.10
7+350	74	81	74	72	67	1.10	6.85	0.10
7+450	60	81	74	72	67	0.90	6.85	0.10
7+550	81	137	110	106	96	0.85	20.79	0.22
7+650	110	137	110	106	96	1.15	20.79	0.22
7+750	69	70	69	69	69	1.00	0.28	0.00
7+842	69	70	69	69	69	1.00	0.28	0.00
7+950	107	118	107	106	101	1.06	8.49	0.08
8+046	95	118	107	106	101	0.94	8.49	0.08
8+150	59	59	59	59	59	1.00	0.10	0.00
8+250	59	59	59	59	59	1.00	0.10	0.00
8+350	59	59	59	59	59	1.00	0.10	0.00
8+450	88	97	91	89	85	1.03	6.15	0.07
8+550	86	97	91	89	85	1.01	6.15	0.07
8+650	85	97	91	89	85	1.00	6.15	0.07
8+750	73	97	91	89	85	0.86	6.15	0.07
8+850	88	97	91	89	85	1.03	6.15	0.07
8+950	91	97	91	89	85	1.06	6.15	0.07
9+050	62	89	80	96	71	0.87	8.75	0.12
9+150	48	89	80	96	71	0.68	8.75	0.12
9+250	142	89	80	96	71	1.99	8.75	0.12
9+350	80	89	80	96	71	1.13	8.75	0.12
9+449	65	89	80	96	71	0.92	8.75	0.12
9+750	77	89	80	96	71	1.08	8.75	0.12
9+850	20	89	80	96	71	0.28	8.75	0.12
9+950	65	106	87	86	72	0.90	16.85	0.23
10+050	85	106	87	86	72	1.18	16.85	0.23
10+150	52	106	87	86	72	0.72	16.85	0.23
10+250	87	106	87	86	72	1.20	16.85	0.23
10+350	127	141	127	122	100	1.28	20.46	0.21
10+450	80	141	127	122	100	0.80	20.46	0.21
10+550	100	141	127	122	100	1.00	20.46	0.21
10+650	90	141	127	122	100	0.90	20.46	0.21
10+750	121	141	127	122	100	1.21	20.46	0.21
10+850	80	141	127	122	100	0.80	20.46	0.21
10+950	69	91	84	82	73	0.94	8.63	0.12
11+050	75	91	84	82	73	1.02	8.63	0.12
11+150	64	91	84	82	73	0.87	8.63	0.12
11+250	48	91	84	82	73	0.66	8.63	0.12
11+350	76	91	84	82	73	1.04	8.63	0.12
11+450	84	91	84	82	73	1.15	8.63	0.12
11+550	60	91	84	82	73	0.82	8.63	0.12
11+650	64	91	84	82	73	0.87	8.63	0.12
11+750	78	91	84	82	73	1.06	8.63	0.12
11+850	80	91	84	82	73	1.09	8.63	0.12
11+950	84	91	84	82	73	1.14	8.63	0.12
12+050	106	91	84	82	73	1.44	8.63	0.12
12+150	62	72	68	82	64	0.96	3.72	0.06
12+250	61	72	68	82	64	0.95	3.72	0.06
12+350	68	72	68	82	64	1.06	3.72	0.06
12+450	124	72	68	82	64	1.94	3.72	0.06
12+550	62	72	68	82	64	0.97	3.72	0.06
12+650	68	72	68	82	64	1.06	3.72	0.06
12+750	78	89	83	81	77	1.02	5.95	0.08
12+850	77	89	83	81	77	1.01	5.95	0.08
12+950	83	89	83	81	77	1.08	5.95	0.08
13+050	69	89	83	81	77	0.89	5.95	0.08
13+150	55	64	59	69	53	1.05	5.54	0.10
13+250	48	64	59	69	53	0.90	5.54	0.10
13+350	75	64	59	69	53	1.41	5.54	0.10
13+450	59	64	59	69	53	1.11	5.54	0.10
13+550	55	64	59	69	53	1.05	5.54	0.10

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA

DEFLEXION CARACTERISTICA, MAXIMA, PERCENTIL 85 Y MEDIA

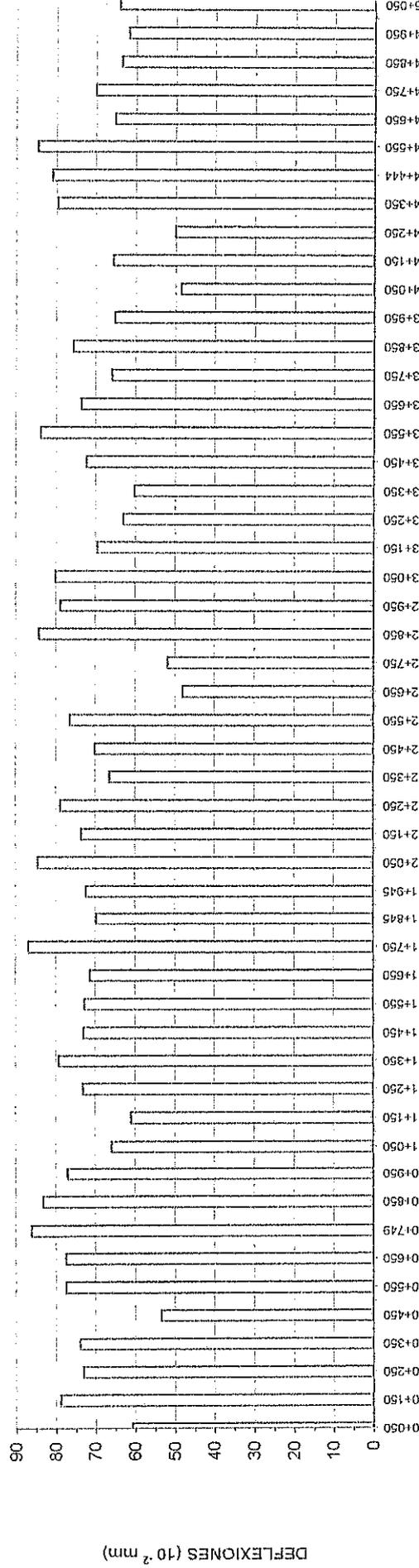
NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO		CARRIL	LONGITUD	FECHA		
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	ONA-CUMBE		IZQUIERDO	20000	2007-12-07		
ABSCISA	DEFLEXIONES D1 (10 ⁻² mm)					RANGO	DESVIACION ESTANDAR	s/m
	ENSAYADA	CARACTERISTICA	MAXIMA	PERCENTIL 85	MEDIA			
13+650	57	64	59	69	53	1.07	5.54	0.10
13+750	74	64	59	69	53	1.40	5.54	0.10
13+850	52	64	59	69	53	0.98	5.54	0.10
13+950	56	64	59	69	53	1.05	5.54	0.10
14+050	42	64	59	69	53	0.80	5.54	0.10
14+150	82	111	88	86	75	1.10	18.30	0.25
14+250	54	111	88	86	75	0.72	18.30	0.25
14+350	88	111	88	86	75	1.18	18.30	0.25
14+450	102	111	88	86	75	1.37	18.30	0.25
14+550	63	79	77	72	67	0.94	6.20	0.09
14+650	71	79	77	72	67	1.05	6.20	0.09
14+749	65	79	77	72	67	0.98	6.20	0.09
14+850	60	79	77	72	67	0.89	6.20	0.09
14+950	77	79	77	72	67	1.15	6.20	0.09
15+050	67	79	77	72	67	1.00	6.20	0.09
15+150	48	49	48	48	47	1.00	0.65	0.01
15+250	48	49	48	48	47	1.01	0.65	0.01
15+350	47	49	48	48	47	0.99	0.65	0.01
15+450	67	71	67	62	54	1.24	8.61	0.16
15+550	40	71	67	62	54	0.73	8.61	0.16
15+650	62	71	67	62	54	1.15	8.61	0.16
15+750	60	71	67	62	54	1.10	8.61	0.16
15+850	52	71	67	62	54	0.95	8.61	0.16
15+950	54	71	67	62	54	1.00	8.61	0.16
16+042	49	71	67	62	54	0.91	8.61	0.16
16+150	50	71	67	62	54	0.92	8.61	0.16
16+250	71	82	78	77	69	1.02	6.20	0.09
16+350	70	82	78	77	69	1.01	6.20	0.09
16+450	65	82	78	77	69	0.93	6.20	0.09
16+550	64	82	78	77	69	0.92	6.20	0.09
16+650	78	82	78	77	69	1.13	6.20	0.09
16+750	68	82	78	77	69	0.98	6.20	0.09
16+850	78	82	78	77	69	1.12	6.20	0.09
16+950	60	82	78	77	69	0.86	6.20	0.09
17+050	77	82	78	77	69	1.11	6.20	0.09
17+150	69	82	78	77	69	0.99	6.20	0.09
17+250	64	82	78	77	69	0.92	6.20	0.09
17+350	93	82	78	77	69	1.33	6.20	0.09
17+450	143	82	78	77	69	2.06	6.20	0.09
17+550	78	102	104	86	76	1.02	12.83	0.17
17+650	59	102	104	86	76	0.77	12.83	0.17
17+750	73	102	104	86	76	0.96	12.83	0.17
17+850	82	102	104	86	76	1.07	12.83	0.17
17+950	87	102	104	86	76	1.13	12.83	0.17
18+050	69	102	104	86	76	0.90	12.83	0.17
18+150	62	102	104	86	76	0.81	12.83	0.17
18+250	67	102	104	86	76	0.87	12.83	0.17
18+350	82	102	104	86	76	1.08	12.83	0.17
18+450	63	102	104	86	76	0.83	12.83	0.17
18+550	97	102	104	86	76	1.27	12.83	0.17
18+650	65	102	104	86	76	0.85	12.83	0.17
18+750	86	102	104	86	76	1.12	12.83	0.17
18+850	104	102	104	86	76	1.36	12.83	0.17
18+950	75	102	104	86	76	0.98	12.83	0.17
19+050	64	102	104	86	76	0.84	12.83	0.17
19+150	86	102	104	86	76	1.13	12.83	0.17
19+250	85	102	104	86	76	1.11	12.83	0.17
19+350	75	102	104	86	76	0.98	12.83	0.17
19+450	59	102	104	86	76	0.77	12.83	0.17
19+550	80	102	104	86	76	1.05	12.83	0.17
19+650	64	102	104	86	76	0.84	12.83	0.17
19+750	103	102	104	86	76	1.35	12.83	0.17
19+850	73	102	104	86	76	1	12.83	0
19+950	72	102	104	86	76	1	12.83	0
20+050	43	102	104	86	76	1	12.83	0

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07



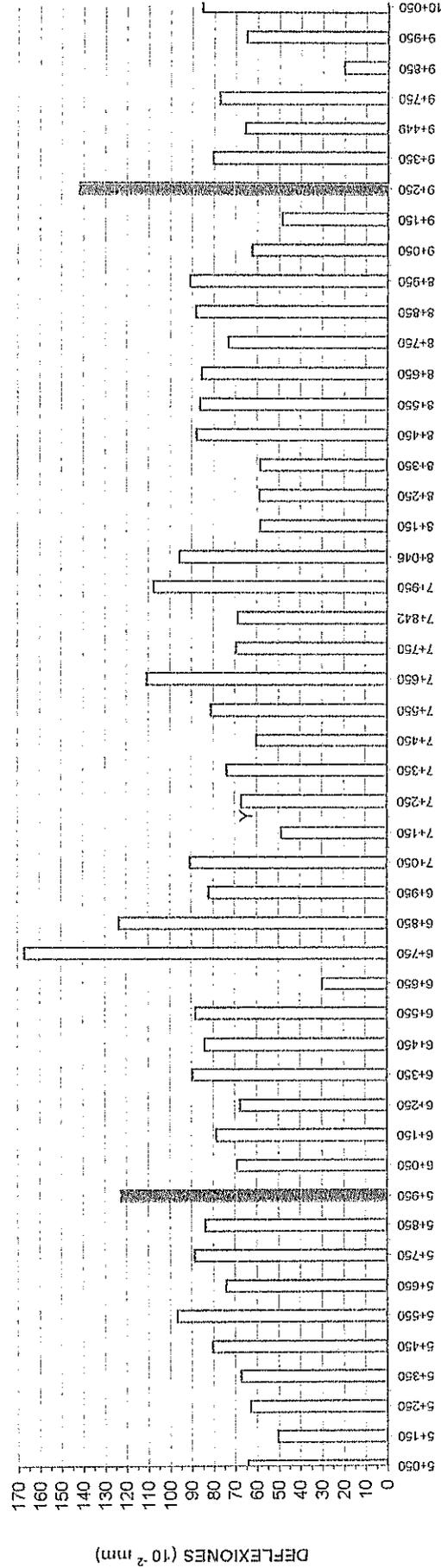
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ⁻² mm)	94	87	55	89	74	87	75
DISTANCIA RECORRIDA (m)	1000	2000	3000	4000	5000	5000	5000

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07



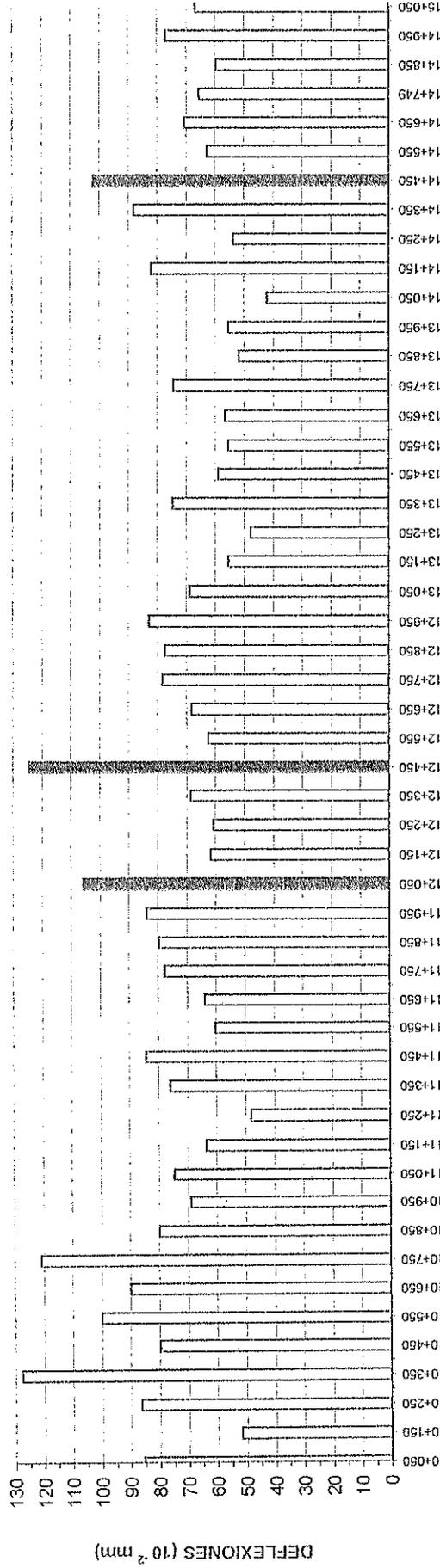
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ² mm)	75	102	84	93	207	99	81	137	70	118	59	97	89		
DISTANCIA RECORRIDA (m)	6000			7000			8000			9000			10000		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07



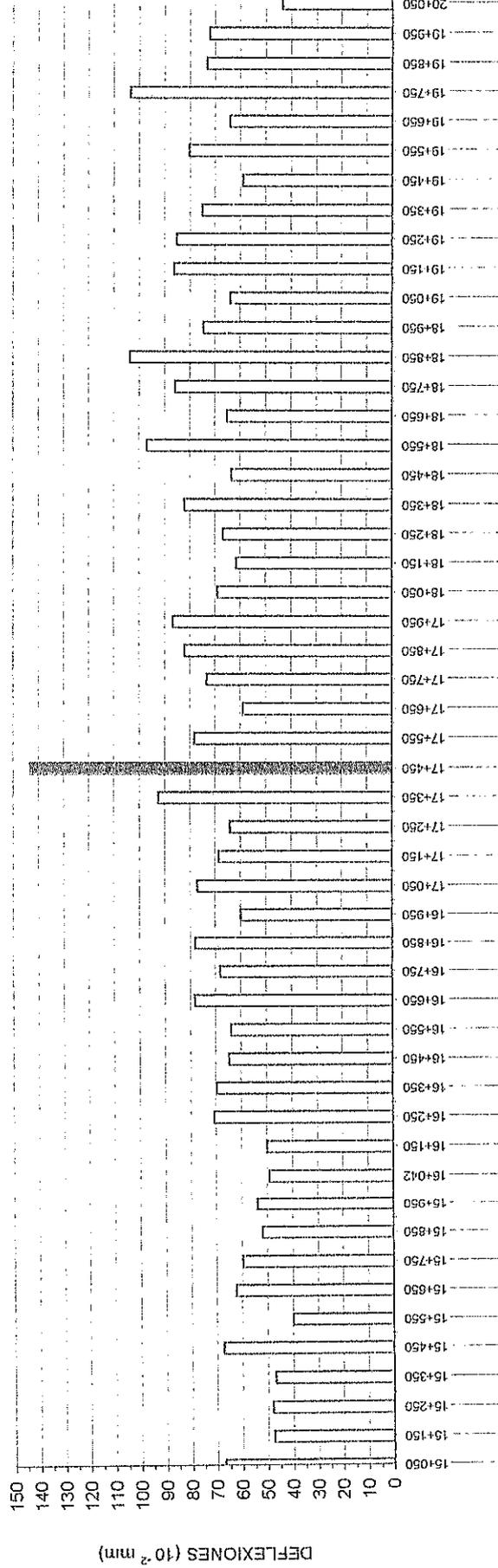
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ² mm)	106	141	91	72	89	64	111	79
DISTANCIA RECORRIDA (m)	11000			12000		14000		15000

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

DEFLECTOGRAMA REPRESENTATIVO DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA CADA 5000 m

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07



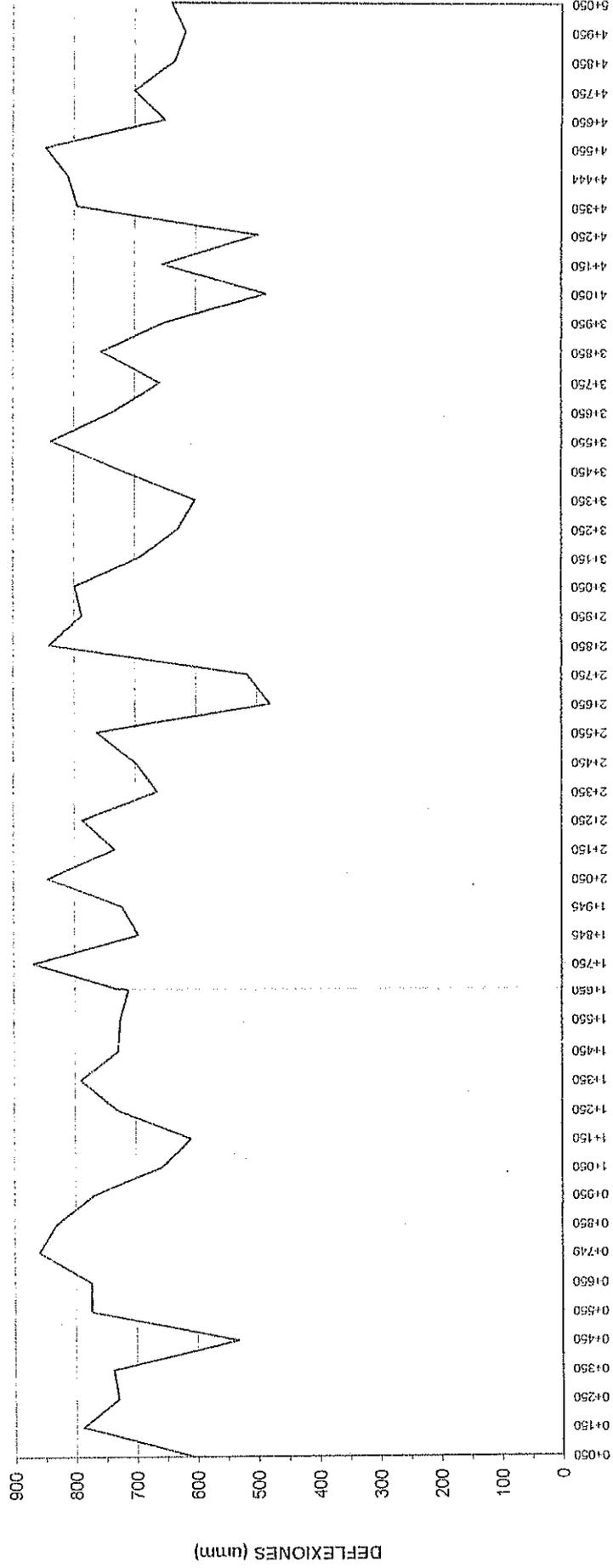
DEFLEXION CARACTERISTICA (10 ⁻² mm)	49	71	82	102	
DISTANCIA RECORRIDA (m)	16000	17000	18000	19000	20000

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07

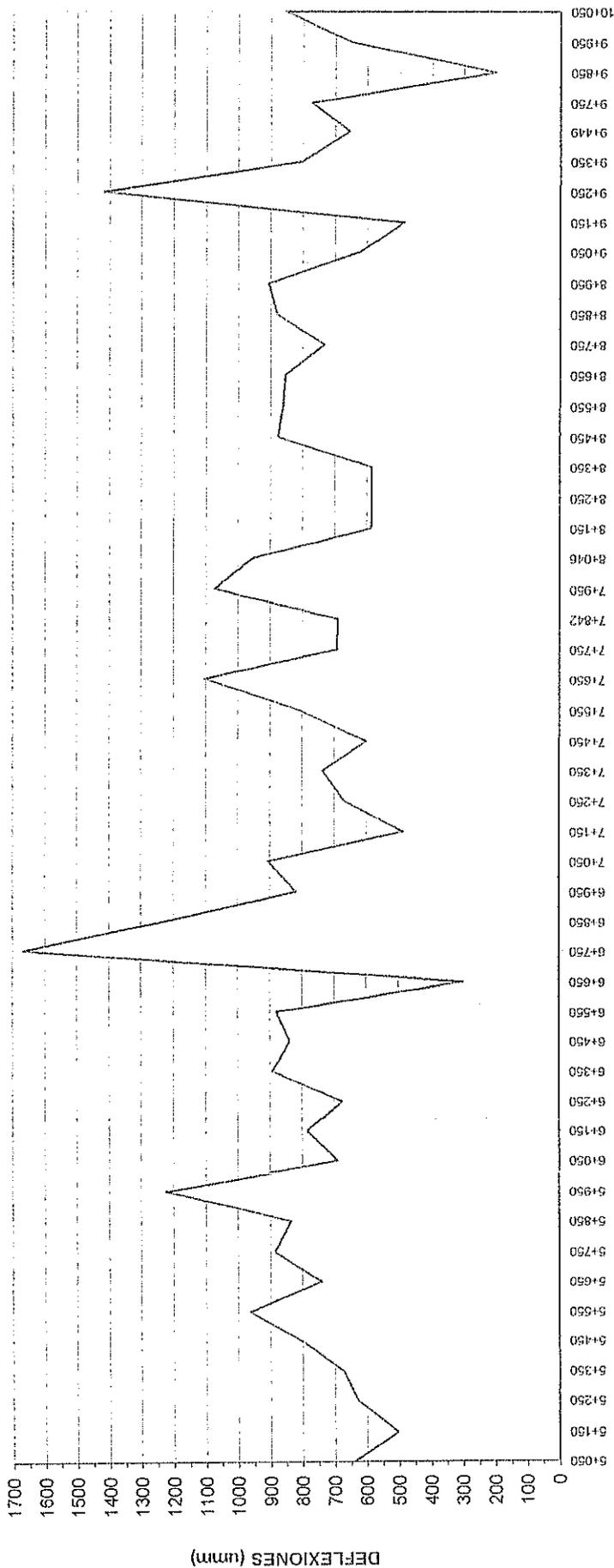


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07

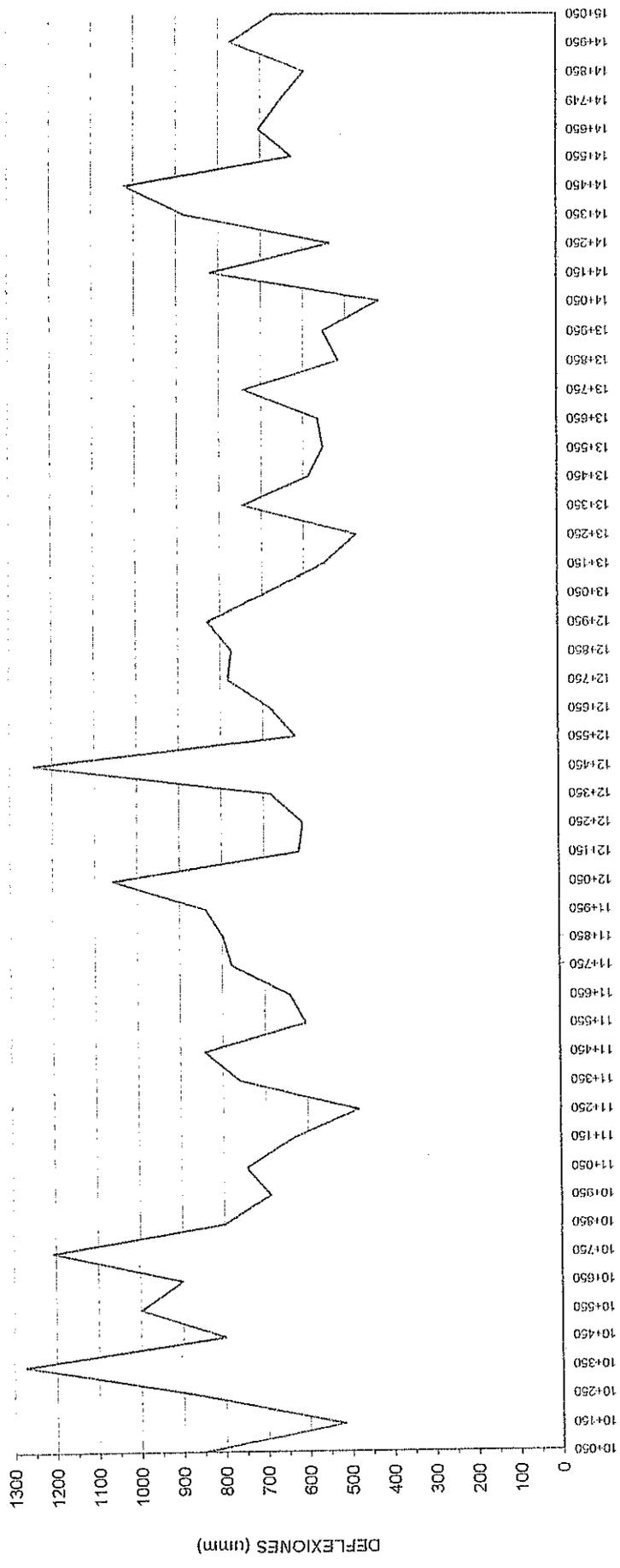


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07

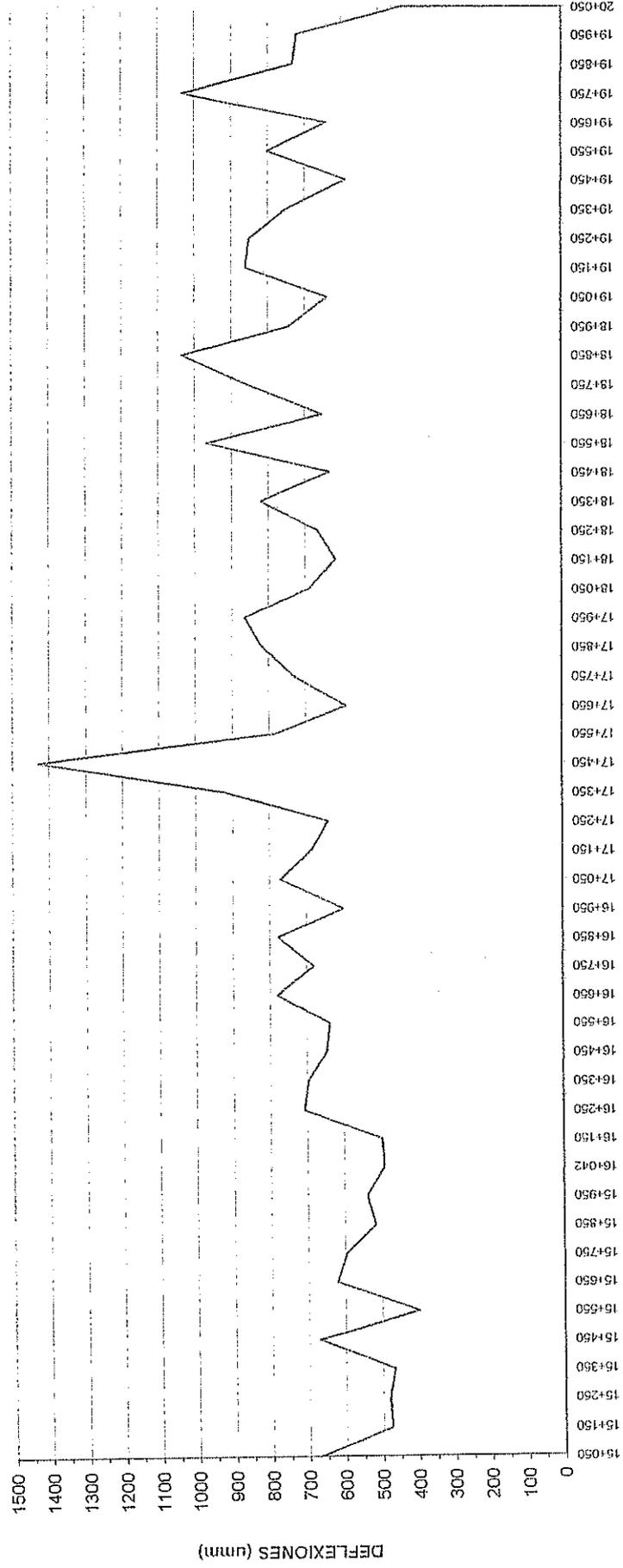


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

AREA REPRESENTATIVA DE LA DEFLEXION D1

NORMA APLICADA	CALZADA	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
NORMA ESPAÑOLA	0+050 - 20+050	OÑA-CUMBE	IZQUIERDO	20000	2007-12-07



MODULOS ELÁSTICOS



CIBLIOTECA FICT
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (BA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
0+000	3464	108	103	2	75	3050	5.5	693	1	0	85
0+100	3716	98	158	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
0+200	3460	91	120	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
0+300	3643	128	122	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
0+400	3172	137	108	2	75	3050	5.5	693	1	1	80
0+500	3453	79	108	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
0+601	3384	64	94	2	75	3050	5.5	693	1	0	120
0+700	4565	45	121	2	75	3050	5.5	693	1	0	155
0+800	3731	78	107	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
0+900	3283	36	127	2	75	3050	5.5	693	1	0	170
1+000	3343	66	107	2	75	3050	5.5	693	1	0	125
1+100	3957	75	113	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
1+200	3445	79	116	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
1+300	3809	62	96	2	75	3050	5.5	693	1	0	120
1+400	3441	69	87	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
1+500	3828	101	111	2	75	3050	5.5	693	1	0	85
1+600	3272	120	111	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
1+700	3367	80	121	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
1+800	4524	54	106	2	75	3050	5.5	693	1	0	145
1+900	3157	97	130	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
2+000	3809	149	169	2	75	3050	5.5	693	1	1	50
2+100	3750	177	158	2	75	3050	5.5	693	1	2	40
2+200	1120	124	102	3	75	3050	5.5	693	1	4	75
2+302	1275	131	114	2	75	3050	5.5	693	1	1	60
2+400	1049	103	192	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
2+500	3586	99	143	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
2+600	3226	132	126	2	75	3050	5.5	693	1	1	65
2+700	3407	42	132	2	75	3050	5.5	693	1	0	165
2+800	3503	56	126	2	75	3050	5.5	693	1	0	135
2+900	3906	89	94	2	75	3050	5.5	693	1	0	105
3+000	3043	130	111	2	75	3050	5.5	693	1	1	55
3+100	3215	71	110	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
3+200	3950	87	75	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
3+300	3280	90	78	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
3+400	1817	106	88	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
3+500	3323	91	90	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
3+600	3339	133	133	2	75	3050	5.5	693	1	1	65
3+700	3090	107	101	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
3+800	1753	127	132	2	75	3050	5.5	693	1	1	60
3+900	3353	73	96	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
4+000	3870	85	172	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
4+100	3270	104	76	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
4+200	3902	79	114	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
4+300	1639	74	88	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
4+400	1784	186	255	2	75	3050	5.5	693	1	2	35
4+500	3651	100	145	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
4+600	3681	70	89	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
4+700	3339	87	78	2	75	3050	5.5	693	1	0	105
4+800	3280	77	85	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
4+900	3971	79	77	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
5+000	3417	109	139	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
5+100	3373	45	120	2	75	3050	5.5	693	1	0	160
5+200	3490	141	116	2	75	3050	5.5	693	1	2	40
5+300	3172	157	113	2	75	3050	5.5	693	1	2	45
5+400	3729	184	255	2	75	3050	5.5	693	1	2	40
5+500	3736	74	67	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
PROMEDIO	3288	97	118								
PERCENTIL	3107	67	88								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO			SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA				
ROSY DESING	0+000 - 20+100			CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2008-01-15				
ABSCISA	E1 (BA) MPa	E2 (CG) MPa	E3 (SR) MPa	Capa crítica	H1 (mm)	H2 (mm)	Ancho (m)	Tráfico ESA	Núm. de sección	Vida Residual	Refuerzo
5+600	2723	72	122	2	75	810	5.5	693	1	0	125
5+700	2617	80	101	2	75	810	5.5	693	1	0	105
5+800	2815	62	88	2	75	810	5.5	693	1	0	135
5+900	2017	62	56	2	75	810	5.5	693	1	0	130
6+000	2020	84	61	2	75	810	5.5	693	1	0	100
6+100	2272	124	142	2	75	810	5.5	693	1	1	65
6+200	3031	77	60	2	75	810	5.5	693	1	0	105
6+300	2526	79	65	2	75	810	5.5	693	1	0	95
6+400	2970	74	110	2	75	810	5.5	693	1	0	120
6+500	2817	109	77	2	75	810	5.5	693	1	1	70
6+600	2112	104	103	2	75	810	5.5	693	1	0	90
6+700	2702	182	69	2	75	810	5.5	693	1	3	30
6+800	2041	65	85	2	75	810	5.5	693	1	0	135
6+900	2732	86	67	2	75	810	5.5	693	1	0	100
7+000	3384	79	88	2	75	810	5.5	693	1	0	95
7+100	3471	79	96	2	75	810	5.5	693	1	0	115
7+200	3234	94	77	2	75	810	5.5	693	1	0	85
7+303	2834	164	74	2	75	810	5.5	693	1	3	35
7+400	3247	107	83	2	75	810	5.5	693	1	1	70
7+500	2995	70	119	2	75	810	5.5	693	1	0	120
7+600	2678	84	109	2	75	810	5.5	693	1	0	100
7+700	2337	99	200	2	75	810	5.5	693	1	0	110
7+800	2180	87	66	2	75	810	5.5	693	1	0	90
7+900	2680	85	123	2	75	810	5.5	693	1	0	130
8+005	3057	94	121	2	75	810	5.5	693	1	0	120
8+100	2448	170	112	2	75	810	5.5	693	1	3	30
8+200	3121	77	58	2	75	810	5.5	693	1	0	105
8+300	2498	55	62	2	75	810	5.5	693	1	0	130
8+400	3368	110	93	2	75	810	5.5	693	1	0	85
8+500	2659	81	75	2	75	810	5.5	693	1	0	95
8+600	3188	95	83	2	75	810	5.5	693	1	0	75
8+700	2275	50	95	2	75	810	5.5	693	1	0	150
8+800	3492	133	135	2	75	810	5.5	693	1	2	45
PROMEDIO	2744	93	93								
PERCENTIL	2254	69	64								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO			SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA				
ROSY DESING	0+000 - 20+100			CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2008-01-15				
ABSCISA	E1 (BA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(m)	ESA			
8+900	2734	89	110	2	75	810	5.5	693	1	0	90
9+022	2754	96	122	2	75	810	5.5	693	1	0	80
9+100	2420	88	217	2	75	810	5.5	693	1	1	75
9+200	2970	105	163	2	75	810	5.5	693	1	0	80
9+300	3812	72	133	2	75	810	5.5	693	1	0	125
9+400	2896	93	286	2	75	810	5.5	693	1	0	90
9+500	3379	136	114	2	75	810	5.5	693	1	1	55
9+606	2316	105	150	2	75	810	5.5	693	2	1	75
9+702	3787	174	564	2	75	810	5.5	693	2	1	60
9+800	2671	118	232	2	75	810	5.5	693	2	1	70
9+899	2277	103	465	2	75	810	5.5	693	2	20	0
10+000	1933	115	519	3	75	810	5.5	693	2	20	0
10+100	1719	136	345	3	75	810	5.5	693	2	20	0
10+200	3074	65	68	2	75	810	5.5	693	2	0	110
10+300	3511	87	134	2	75	810	5.5	693	2	0	85
10+400	2273	164	98	3	75	810	5.5	693	2	3	90
10+500	2893	69	68	2	75	810	5.5	693	2	0	115
10+600	2334	75	123	2	75	810	5.5	693	2	0	105
10+700	2643	169	172	2	75	810	5.5	693	2	2	35
10+800	2132	95	154	3	75	810	5.5	693	2	3	85
10+900	1404	100	109	2	75	810	5.5	693	2	1	75
11+000	2489	96	87	2	75	810	5.5	693	2	1	65
11+100	2910	150	134	2	75	810	5.5	693	2	2	40
11+200	2392	94	73	2	75	810	5.5	693	2	0	80
11+300	2559	104	66	2	75	810	5.5	693	2	1	60
11+400	2446	87	137	2	75	810	5.5	693	2	0	90
11+500	2579	189	429	2	75	810	5.5	693	2	3	35
11+600	3630	150	145	2	75	810	5.5	693	2	2	40
11+700	2900	98	64	2	75	810	5.5	693	2	0	75
11+800	2412	147	81	2	75	810	5.5	693	2	2	40
11+909	2380	106	85	2	75	810	5.5	693	2	1	60
12+000	2568	88	86	2	75	810	5.5	693	2	0	90
12+100	2082	90	97	2	75	810	5.5	693	2	0	85
12+200	2207	83	69	2	75	810	5.5	693	2	0	80
12+300	2927	120	57	2	75	810	5.5	693	2	1	55
12+400	2715	93	68	2	75	810	5.5	693	2	1	75
12+500	2816	70	67	2	75	810	5.5	693	2	0	90
12+600	3420	119	95	2	75	810	5.5	693	2	1	50
12+700	2634	106	82	2	75	810	5.5	693	2	1	60
12+800	2486	107	87	2	75	810	5.5	693	2	1	55
12+900	2720	170	122	2	75	810	5.5	693	2	2	40
13+000	2347	125	95	3	75	810	5.5	693	2	4	55
PROMEDIO	2656	111	156								
PERCENTIL	2274	87	69								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (BA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
13+100	2717	176	103	2	75	810	5.5	693	2	3	30
13+200	2053	95	61	2	75	810	5.5	693	2	0	95
13+300	1260	104	89	2	75	810	5.5	693	2	1	70
13+400	1543	189	148	3	75	810	5.5	693	2	5	30
13+500	2885	144	105	2	75	810	5.5	693	2	2	45
13+600	2231	95	79	2	75	810	5.5	693	2	0	90
13+700	2427	108	82	2	75	810	5.5	693	2	1	60
13+800	1129	93	172	3	75	810	5.5	693	2	3	80
13+900	1904	90	178	3	75	810	5.5	693	2	20	0
14+100	2399	128	124	2	75	810	5.5	693	2	1	50
14+200	2007	185	109	2	75	810	5.5	693	2	1	60
14+300	2081	153	114	2	75	810	5.5	693	2	1	55
14+400	2617	154	123	2	75	810	5.5	693	2	2	45
14+500	2320	124	73	2	75	810	5.5	693	2	1	70
14+600	1609	173	74	2	75	810	5.5	693	2	3	30
14+700	2174	137	126	2	75	810	5.5	693	2	1	70
14+800	2200	211	102	2	75	810	5.5	693	2	3	30
14+900	2033	87	59	2	75	810	5.5	693	2	0	95
15+000	2009	104	85	2	75	810	5.5	693	2	0	100
15+100	2207	120	84	2	75	810	5.5	693	2	0	80
15+200	2271	100	75	2	75	810	5.5	693	2	0	85
15+300	2017	173	65	2	75	810	5.5	693	2	2	40
15+400	2827	125	66	2	75	810	5.5	693	2	1	70
15+499	2163	194	87	2	75	810	5.5	693	2	0	90
15+600	2837	123	85	2	75	810	5.5	693	2	1	70
15+700	2581	185	96	2	75	810	5.5	693	2	0	90
15+800	2317	176	115	2	75	810	5.5	693	2	1	55
15+900	2182	163	89	2	75	810	5.5	693	2	2	50
16+000	2397	89	68	2	75	810	5.5	693	2	0	90
16+100	2541	107	58	2	75	810	5.5	693	2	0	85
16+200	2670	174	94	2	75	810	5.5	693	2	2	40
16+303	2469	165	72	3	75	810	5.5	693	2	0	55
PROMEDIO	2221	139	96								
PERCENTIL	1971	95	67								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DÉSING	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (BA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico ESA	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
16+400	-	168	73	3	-	790	5.5	693	3	0	190
16+500	-	117	166	2	-	790	5.5	693	3	4	85
16+600	-	131	103	3	-	790	5.5	693	3	0	145
16+703	-	119	151	2	-	790	5.5	693	3	0	150
16+800	-	118	122	3	-	790	5.5	693	3	0	140
16+900	-	195	172	2	-	790	5.5	693	3	1	115
17+000	-	139	61	3	-	790	5.5	693	3	0	190
17+099	-	186	182	2	-	790	5.5	693	3	2	100
17+203	-	218	120	3	-	790	5.5	693	3	1	130
17+300	-	265	80	3	-	790	5.5	693	3	2	95
17+400	-	259	124	3	-	790	5.5	693	3	1	115
17+600	-	146	112	3	-	790	5.5	693	3	1	105
17+700	-	145	148	3	-	790	5.5	693	3	1	110
17+800	-	137	295	3	-	790	5.5	693	3	4	50
17+900	-	186	110	3	-	790	5.5	693	3	1	125
18+000	-	143	99	3	-	790	5.5	693	3	1	100
18+100	-	178	119	3	-	790	5.5	693	3	2	75
18+200	-	138	82	3	-	790	5.5	693	3	1	120
18+297	-	180	71	3	-	790	5.5	693	3	1	155
18+400	-	182	68	3	-	790	5.5	693	3	0	170
18+501	-	129	75	2	-	790	5.5	693	3	1	125
18+600	-	190	58	3	-	790	5.5	693	3	0	215
18+700	-	107	98	3	-	790	5.5	693	3	1	115
18+900	-	196	78	3	-	790	5.5	693	3	1	100
19+000	-	114	85	3	-	790	5.5	693	3	1	120
19+099	-	103	100	3	-	790	5.5	693	3	1	130
19+200	-	194	119	3	-	790	5.5	693	3	5	40
19+300	-	156	83	3	-	790	5.5	693	3	4	55
19+400	-	121	117	3	-	790	5.5	693	3	10	0
19+500	-	123	135	3	-	790	5.5	693	3	17	0
19+600	-	145	140	3	-	790	5.5	693	3	20	0
19+700	-	107	169	2	-	790	5.5	693	3	18	0
19+805	-	113	96	3	-	790	5.5	693	3	2	90
19+900	-	211	95	3	-	790	5.5	693	3	3	65
20+000	-	180	118	3	-	790	5.5	693	3	1	135
20+100	-	198	131	3	-	790	5.5	693	3	7	45
PROMEDIO	-	159	115								
PERCENTIL	-	118	76								

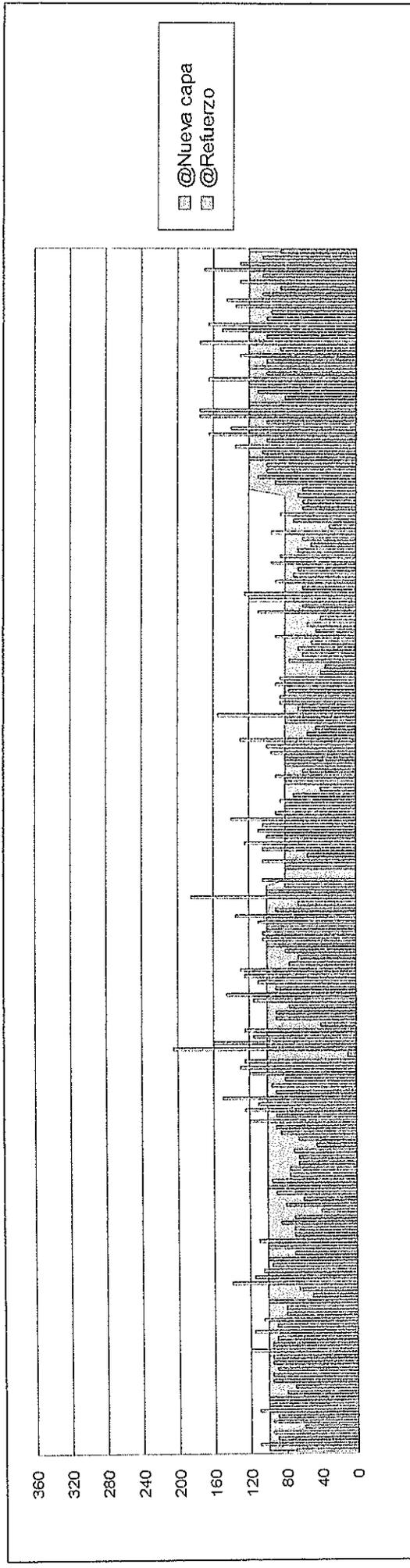
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 10 AÑOS

NORMA APLICADA ROSY DESING	TRAMO 0+000 - 20+100	SENTIDO CUMBE - OÑA	CARRIL DERECHO	LONGITUD 20100	FECHA 2008-01-15
-------------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------	-------------------	---------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva	ESA	Toneladas adicionales	Vida residual
1	0	9,500	100	693	594.000	0.1
2	9,500	16,300	80	693	464.063	0.1
3	16,300	20,100	120	693	470.250	0.9

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
0+050	3103	123	136	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
0+150	3066	77	133	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
0+250	3179	99	126	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
0+350	3392	80	107	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
0+450	3376	124	158	2	75	3050	5.5	693	1	1	60
0+550	3153	92	101	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
0+650	2765	87	90	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
0+749	2489	67	103	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
0+850	3179	82	99	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
0+950	2878	79	120	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
1+050	3395	106	162	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
1+150	3414	124	140	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
1+250	3035	94	119	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
1+350	3195	74	88	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
1+450	2458	92	108	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
1+550	2899	81	123	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
1+650	2568	83	113	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
1+750	2878	77	119	2	75	3050	5.5	693	1	0	120
1+845	3403	98	138	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
1+945	3007	99	121	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
2+050	3397	65	96	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
2+150	3099	94	99	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
2+250	3968	89	105	2	75	3050	5.5	693	1	0	105
2+350	3360	110	106	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
2+450	3977	100	98	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
2+550	3814	95	127	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
2+650	3066	156	199	2	75	3050	5.5	693	1	1	50
2+750	3594	117	210	2	75	3050	5.5	693	1	1	65
2+850	3826	54	194	2	75	3050	5.5	693	1	0	140
2+950	3279	79	137	2	75	3050	5.5	693	1	0	115
3+050	3244	75	103	2	75	3050	5.5	693	1	0	105
3+150	3556	89	124	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
3+250	3509	84	222	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
3+350	3781	120	134	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
3+450	3572	82	120	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
3+550	3895	60	103	2	75	3050	5.5	693	1	0	110
3+650	3870	109	72	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
3+750	3034	108	111	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
3+850	3642	88	84	2	75	3050	5.5	693	1	0	85
3+950	3775	113	91	2	75	3050	5.5	693	1	1	70
4+050	3760	165	117	2	75	3050	5.5	693	1	2	40
4+150	3653	93	101	2	75	3050	5.5	693	1	0	80
4+250	3706	118	184	2	75	3050	5.5	693	1	1	60
4+350	3804	80	77	2	75	3050	5.5	693	1	0	90
4+444	3427	88	107	2	75	3050	5.5	693	1	0	100
4+550	3042	82	79	2	75	3050	5.5	693	1	0	95
4+650	3617	128	97	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
4+750	3132	113	85	2	75	3050	5.5	693	1	1	75
4+850	3538	111	95	2	75	3050	5.5	693	1	1	65
4+950	3996	107	120	2	75	3050	5.5	693	1	1	65
5+050	3092	124	111	2	75	810	5.5	693	1	1	70
5+150	3764	130	149	2	75	810	5.5	693	1	2	45
5+250	2374	100	118	2	75	810	5.5	693	1	1	65
5+350	2002	103	119	2	75	810	5.5	693	1	0	85
5+450	2474	82	79	2	75	810	5.5	693	1	0	90
PROMEDIO	3299	97	120								
PERCENTIL	2880	79	91								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	ONA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
5+550	2124	69	80	2	75	810	5.5	693	1	0	120
5+650	2881	92	103	2	75	810	5.5	693	1	0	90
5+750	2231	79	90	2	75	810	5.5	693	1	0	125
5+850	2368	83	84	2	75	810	5.5	693	1	0	110
5+950	2254	50	65	2	75	810	5.5	693	1	0	150
6+050	3398	91	111	2	75	810	5.5	693	1	0	90
6+150	2971	106	78	2	75	810	5.5	693	1	0	95
6+250	2736	97	99	2	75	810	5.5	693	1	0	80
6+350	2667	71	79	2	75	810	5.5	693	1	0	120
6+450	3727	67	109	2	75	810	5.5	693	1	0	130
6+550	2616	73	97	2	75	810	5.5	693	1	0	125
6+650	3126	321	166	2	75	810	5.5	693	1	7	10
6+750	1584	28	103	1	75	810	5.5	693	1	0	205
6+850	3053	43	64	2	75	810	5.5	693	1	0	160
6+950	2703	74	111	2	75	810	5.5	693	1	0	115
7+050	3680	73	92	2	75	810	5.5	693	1	0	125
7+150	2283	173	115	2	75	810	5.5	693	1	2	40
7+250	3429	97	114	2	75	810	5.5	693	1	0	90
7+350	2136	93	89	2	75	810	5.5	693	1	0	90
7+450	3165	100	131	2	75	810	5.5	693	1	1	75
7+550	2606	78	119	2	75	810	5.5	693	1	0	115
7+650	2275	68	108	1	75	810	5.5	693	1	0	145
7+750	3637	105	113	2	75	810	5.5	693	1	0	90
7+842	3263	98	241	2	75	810	5.5	693	1	0	110
7+950	3358	85	67	2	75	810	5.5	693	1	0	125
8+046	3064	73	201	2	75	810	5.5	693	1	0	130
8+150	3763	137	156	2	75	810	5.5	693	1	1	75
8+250	3573	116	142	2	75	810	5.5	693	1	1	65
8+350	3241	105	208	2	75	810	5.5	693	1	0	80
8+450	2724	77	70	2	75	810	5.5	693	1	0	100
8+550	2589	77	79	2	75	810	5.5	693	1	0	105
8+650	3455	82	102	2	75	810	5.5	693	1	0	105
8+750	3250	94	119	2	75	810	5.5	693	1	0	100
PROMEDIO	2907	93	112								
PERCENTIL	2271	68	79								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	ONA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
8+850	2149	80	81	2	75	810	5.5	693	1	0	110
8+950	2682	63	407	2	75	810	5.5	693	1	0	135
9+050	3358	101	217	2	75	810	5.5	693	1	0	90
9+150	3057	146	213	2	75	810	5.5	693	1	1	65
9+250	2346	35	94	1	75	810	5.5	693	1	0	185
9+350	2544	85	79	2	75	810	5.5	693	1	0	100
9+449	2939	102	127	2	75	810	5.5	693	1	0	80
9+750	2261	122	407	2	75	810	5.5	693	2	0	105
9+850	1786	128	364	3	75	810	5.5	693	2	20	0
9+950	2489	117	104	2	75	810	5.5	693	2	0	80
10+050	2571	83	84	2	75	810	5.5	693	2	0	105
10+150	2189	125	193	2	75	810	5.5	693	2	1	55
10+250	2277	78	79	2	75	810	5.5	693	2	0	105
10+350	2583	59	37	2	75	810	5.5	693	2	0	125
10+450	2906	83	142	2	75	810	5.5	693	2	0	100
10+550	2631	65	69	2	75	810	5.5	693	2	0	110
10+650	2685	77	79	2	75	810	5.5	693	2	0	105
10+750	2895	56	71	2	75	810	5.5	693	2	0	140
10+850	2863	97	83	2	75	810	5.5	693	2	0	90
10+950	2871	117	114	2	75	810	5.5	693	2	1	80
11+050	2773	101	98	2	75	810	5.5	693	2	0	85
11+150	2458	130	123	2	75	810	5.5	693	2	1	70
11+250	2619	175	149	2	75	810	5.5	693	2	2	40
11+350	2706	100	88	2	75	810	5.5	693	2	0	80
11+450	2896	87	82	2	75	810	5.5	693	2	0	90
11+550	2278	125	158	2	75	810	5.5	693	2	1	60
11+650	2996	123	119	2	75	810	5.5	693	2	0	80
11+750	2698	127	67	2	75	810	5.5	693	2	0	80
11+850	2794	95	66	2	75	810	5.5	693	2	0	95
11+950	2637	91	87	2	75	810	5.5	693	2	0	100
12+050	2384	55	51	2	75	810	5.5	693	2	0	130
12+150	2231	130	82	2	75	810	5.5	693	2	1	55
12+250	2701	132	69	2	75	810	5.5	693	2	2	45
12+350	2034	95	100	2	75	810	5.5	693	2	0	80
12+450	2009	45	76	2	75	810	5.5	693	2	0	155
12+550	3961	145	108	2	75	810	5.5	693	2	1	65
12+650	2071	101	132	2	75	810	5.5	693	2	0	85
12+750	2838	93	77	2	75	810	5.5	693	2	0	85
12+850	2321	125	75	2	75	810	5.5	693	2	1	75
12+950	2338	102	61	2	75	810	5.5	693	2	0	90
13+050	2910	103	91	2	75	810	5.5	693	2	0	85
PROMEDIO	2603	100	122								
PERCENTIL	2231	65	69								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO I			SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA				
ROSY DESING	0+000 - 20+100			ONA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15				
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	II1	II2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(m)	ESA			
13+150	3394	170	85	2	75	810	5.5	693	2	2	40
13+250	2931	188	110	2	75	810	5.5	693	2	3	35
13+350	2397	119	71	2	75	810	5.5	693	2	1	75
13+450	2793	134	125	2	75	810	5.5	693	2	1	60
13+550	2852	119	142	2	75	810	5.5	693	2	1	65
13+650	2947	145	92	2	75	810	5.5	693	2	1	50
13+750	2446	101	104	2	75	810	5.5	693	2	0	90
13+850	2872	123	131	2	75	810	5.5	693	2	2	45
13+950	2550	126	132	2	75	810	5.5	693	2	1	55
14+050	3314	184	140	2	75	810	5.5	693	2	2	40
14+150	2250	81	80	2	75	810	5.5	693	2	0	110
14+250	3000	144	105	2	75	810	5.5	693	2	1	60
14+350	2309	83	86	2	75	810	5.5	693	2	0	120
14+450	2780	63	52	2	75	810	5.5	693	2	0	125
14+550	2417	144	70	2	75	810	5.5	693	2	1	60
14+650	2513	89	78	2	75	810	5.5	693	2	0	90
14+749	2612	119	64	2	75	810	5.5	693	2	1	70
14+850	2502	141	88	2	75	810	5.5	693	2	1	65
14+950	2732	110	72	2	75	810	5.5	693	2	0	95
15+050	2746	116	98	2	75	810	5.5	693	2	0	85
15+150	2116	149	167	2	75	810	5.5	693	2	1	65
15+250	2990	174	125	2	75	810	5.5	693	2	1	50
15+350	2412	141	177	2	75	810	5.5	693	2	1	60
15+450	2472	109	111	2	75	810	5.5	693	2	0	95
15+550	2477	214	122	2	75	810	5.5	693	2	3	30
15+650	2893	122	79	2	75	810	5.5	693	2	1	70
15+750	2745	117	109	2	75	810	5.5	693	2	0	85
15+850	2375	170	104	2	75	810	5.5	693	2	1	60
15+950	2084	155	91	2	75	810	5.5	693	2	1	60
16+042	2922	162	128	2	75	810	5.5	693	2	1	65
16+150	2212	158	122	2	75	810	5.5	693	2	1	60
16+250	2075	104	85	2	75	810	5.5	693	2	0	90
PROMEDIO	2629	134	105								
PERCENTIL	2288	103	76								

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15

ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual	Refuerzo
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		ESA			
16+350	-	232	129	2	-	790	5.5	693	3	1	110
16+450	-	242	133	3	-	790	5.5	693	3	1	100
16+550	-	289	219	3	-	790	5.5	693	3	1	100
16+650	-	117	139	3	-	790	5.5	693	3	1	120
16+750	-	168	189	3	-	790	5.5	693	3	1	105
16+850	-	154	129	3	-	790	5.5	693	3	1	135
16+950	-	194	224	2	-	790	5.5	693	3	2	100
17+050	-	211	88	3	-	790	5.5	693	3	0	165
17+150	-	181	102	3	-	790	5.5	693	3	1	140
17+250	-	180	214	3	-	790	5.5	693	3	2	100
17+350	-	164	63	3	-	790	5.5	693	3	0	175
17+450	-	123	147	2	-	790	5.5	693	3	0	175
17+550	-	131	161	3	-	790	5.5	693	3	1	120
17+650	-	138	164	3	-	790	5.5	693	3	2	80
17+750	-	202	104	3	-	790	5.5	693	3	1	110
17+850	-	167	97	2	-	790	5.5	693	3	1	120
17+950	-	199	70	3	-	790	5.5	693	3	0	165
18+050	-	181	131	2	-	790	5.5	693	3	2	100
18+150	-	194	96	3	-	790	5.5	693	3	1	120
18+250	-	204	114	2	-	790	5.5	693	3	2	100
18+350	-	174	58	3	-	790	5.5	693	3	1	130
18+450	-	173	69	3	-	790	5.5	693	3	2	85
18+550	-	206	87	3	-	790	5.5	693	3	0	175
18+650	-	209	114	2	-	790	5.5	693	3	2	100
18+750	-	224	73	3	-	790	5.5	693	3	1	150
18+850	-	221	123	3	-	790	5.5	693	3	0	165
18+950	-	236	91	3	-	790	5.5	693	3	1	100
19+050	-	147	109	3	-	790	5.5	693	3	2	95
19+150	-	213	67	3	-	790	5.5	693	3	1	135
19+250	-	140	68	3	-	790	5.5	693	3	1	145
19+350	-	160	87	2	-	790	5.5	693	3	2	105
19+450	-	229	180	3	-	790	5.5	693	3	2	85
19+550	-	211	69	3	-	790	5.5	693	3	1	130
19+650	-	187	102	3	-	790	5.5	693	3	1	105
19+750	-	203	65	3	-	790	5.5	693	3	0	170
19+850	-	202	98	3	-	790	5.5	693	3	1	130
19+950	-	198	98	3	-	790	5.5	693	3	1	105
20+050	-	219	442	2	-	790	5.5	693	3	4	85
PROMEDIO	-	190	124								
PERCENTIL	.	151	69								

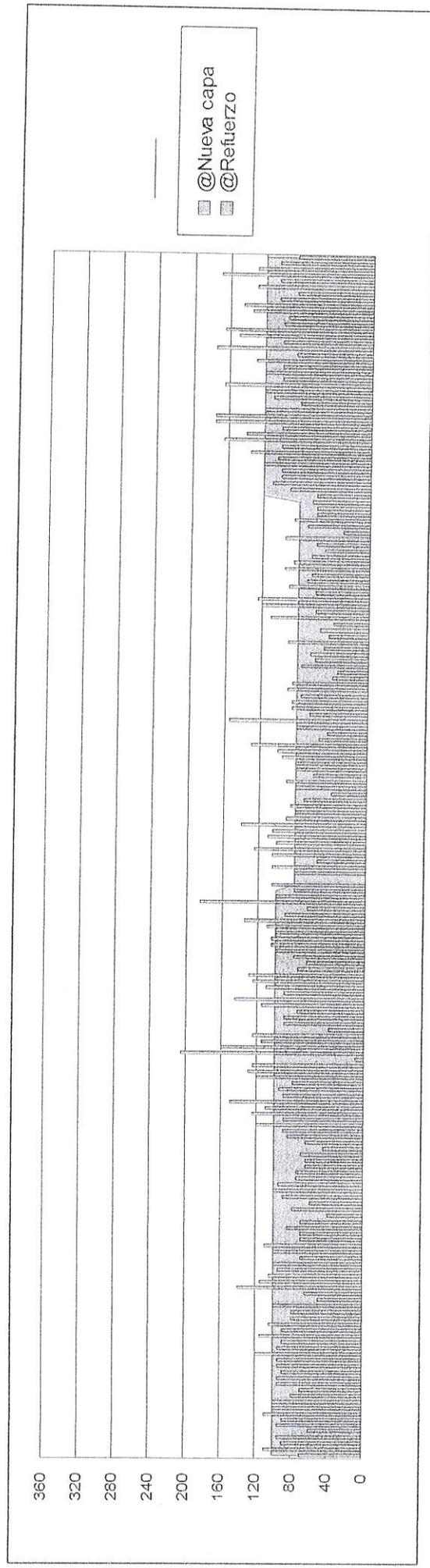
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 10 AÑOS

NORMA APLICADA	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2008-01-15



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva	ESA	Toneladas adicionales	Vida residual
1	0	9,500	100	693	594,000	0.1
2	9,500	16,300	80	693	464,063	0.1
3	16,300	20,100	120	693	470,250	0.9



DISEÑO AASHTO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DEL LITORAL

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 93

SECCION: 0+000-5+500

TRATAMIENTO EN PAVIMENTO EXISTENTE PARA 10 AÑOS

DATOS

EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
CONFIABILIDAD (%) :	95				
DESVIACION ESTANDAR :	-1.640				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.49				
MODULO SUBRASANTE (kg/cm ²) :	918				
MODULO CAPA GRANULAR EXISTENTE (kg/cm ²) :	745	a 3 :	0.06	m 3 :	0.75
MODULO CAPA ASFALTICA EXISTENTE (kg/cm ²) :	30,539	a 2 :	0.35	m 2 :	x
MODULO CAPA ASFALTICA NUEVA (kg/cm ²) :	31,000	a 1 :	0.42	m 1 :	x
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2.0				
PERDIDA AJUSTADA DE P S I :	2.0				

AJUSTE DEL SN3:

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	3.5
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

AJUSTE DEL SN2 :

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	3.8
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.5

AJUSTE DEL SN1 :

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	0.8
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA A 10 AÑOS :

CAPA ASFALTICA DE RODADURA	D1* :	REAL,cm :	4.8	AJUST,cm :	10.0
	SN1* :	1.65			
BASE ASFALTICA EXISTENTE	D2* :	REAL,cm :	15.6	AJUST,cm :	7.5
	SN2* :	1.03			
CAPA GRANULAR EXISTENTE	D3* :	REAL,cm :	45.9	AJUST,cm :	47.0
	SN3* :	0.83			
	SN Total	3.5		Esp.Total	64.5

RECOMENDACIONES

- SE RECOMIENDA REALIZAR BACHEO MENOR Y BACHEO MAYOR EN ESTA SECCION, CON TRABAJO PREVIO DE COMPACTACION DE LA BASE GRANULAR, ANTES DE LA COLOCACION DE LA CAPA DE RODADURAA DE 10 cm.
- SE DEBE CONSTRUIR DRENAJE Y SUBDRENAJE NECESARIOS.

SIMBOLOGIA:

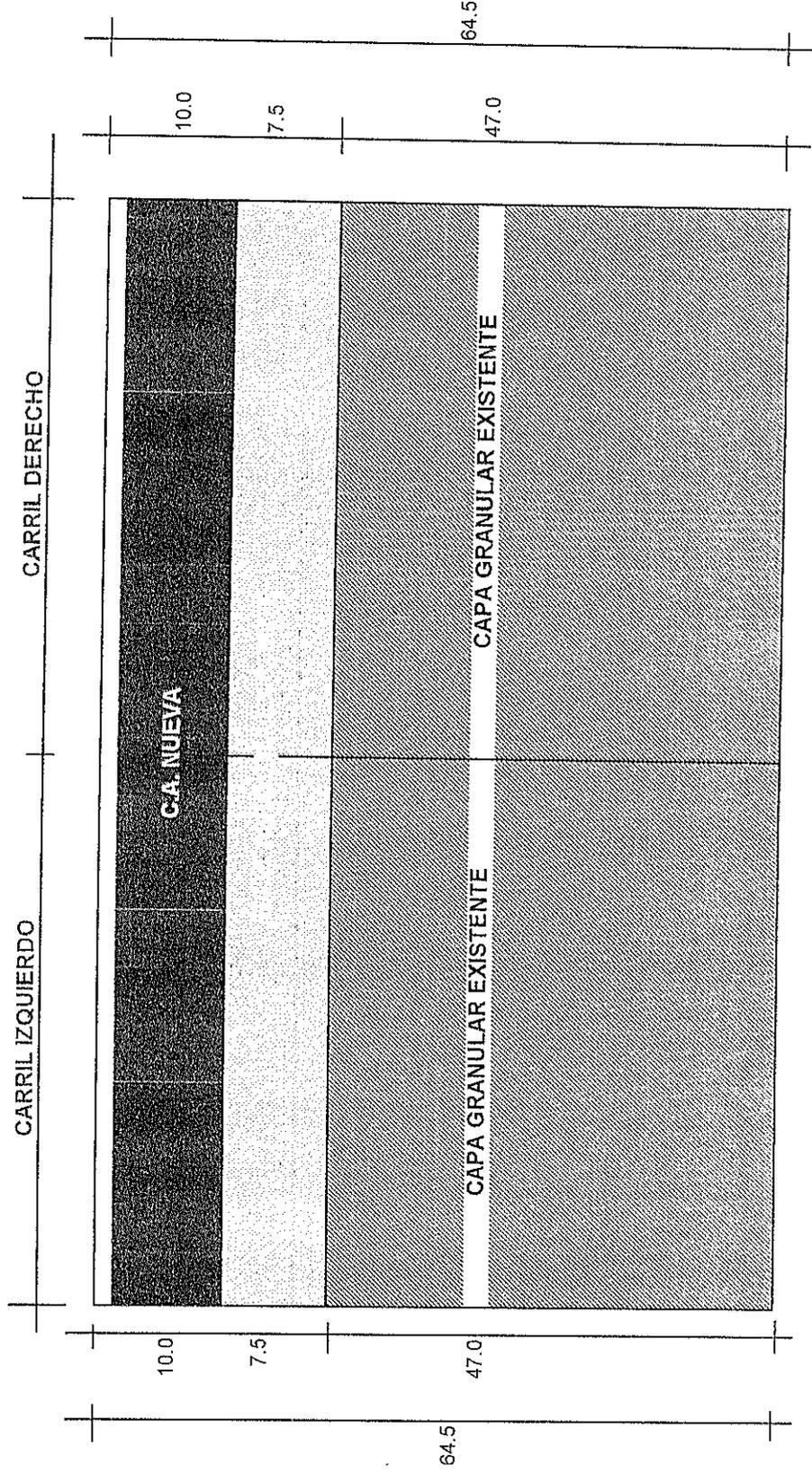
- ai : Coeficiente estructural de capa.
- Di : Espesor de la capa (cm).
- mi : Factor de drenaje.

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CHIMBE - OÑAZU TRAMO I

CROQUIS DISEÑO DEL PAVIMENTO

SECCION: 0+000-5+500

PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS



ESPESORES EN cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL - OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 93

SECCION: 5+500-16+300

TRATAMIENTO EN PAVIMENTO EXISTENTE PARA 10 AÑOS

DATOS

EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
CONFIABILIDAD (%) :	95				
DESVIACION ESTANDAR :	-1.640				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.49				
MODULO SUBRASANTE (kg/cm ²) :	746				
MODULO CAPA GRANULAR EXISTENTE (kg/cm ²) :	826	a 3 :	0.06	m 3 :	0.75
MODULO CAPA ASFALTICA EXISTENTE (kg/cm ²) :	22,593	a 2 :	0.35	m 2 :	x
MODULO CAPA ASFALTICA NUEVA (kg/cm ²) :	31,000	a 1 :	0.42	m 1 :	x
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2.0				
PERDIDA AJUSTADA DE P S I :	2.0				

AJUSTE DEL SN3:

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	3.7
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

AJUSTE DEL SN2 :

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	3.6
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

AJUSTE DEL SN1 :

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	0.9
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA A 10 AÑOS :

CAPA ASFALTICA DE RODADURA	D1* :	REAL,cm :	5.7	AJUST,cm :	11.0
	SN1* :	1.82			
BASE ASFALTICA EXISTENTE	D2* :	REAL,cm :	12.9	AJUST,cm :	7.5
	SN2* :	1.03			
CAPA GRANULAR EXISTENTE	D3* :	REAL,cm :	50.1	AJUST,cm :	47.0
	SN3* :	0.83			
	SN Total	3.7		Esp.Total	65.5

RECOMENDACIONES

- SE RECOMIENDA REALIZAR BACHEO MENOR Y BACHEO MAYOR EN ESTA SECCION, CON TRABAJO PREVIO DE COMPACTACION DE LA BASE GRANULAR, ANTES DE LA COLOCACION DE LA CAPA DE RODADURAA DE 10 cm. SE DEBE CONSTRUIR DRENAJE Y SUBDRENAJE NECESARIOS.

SIMBOLOGIA:

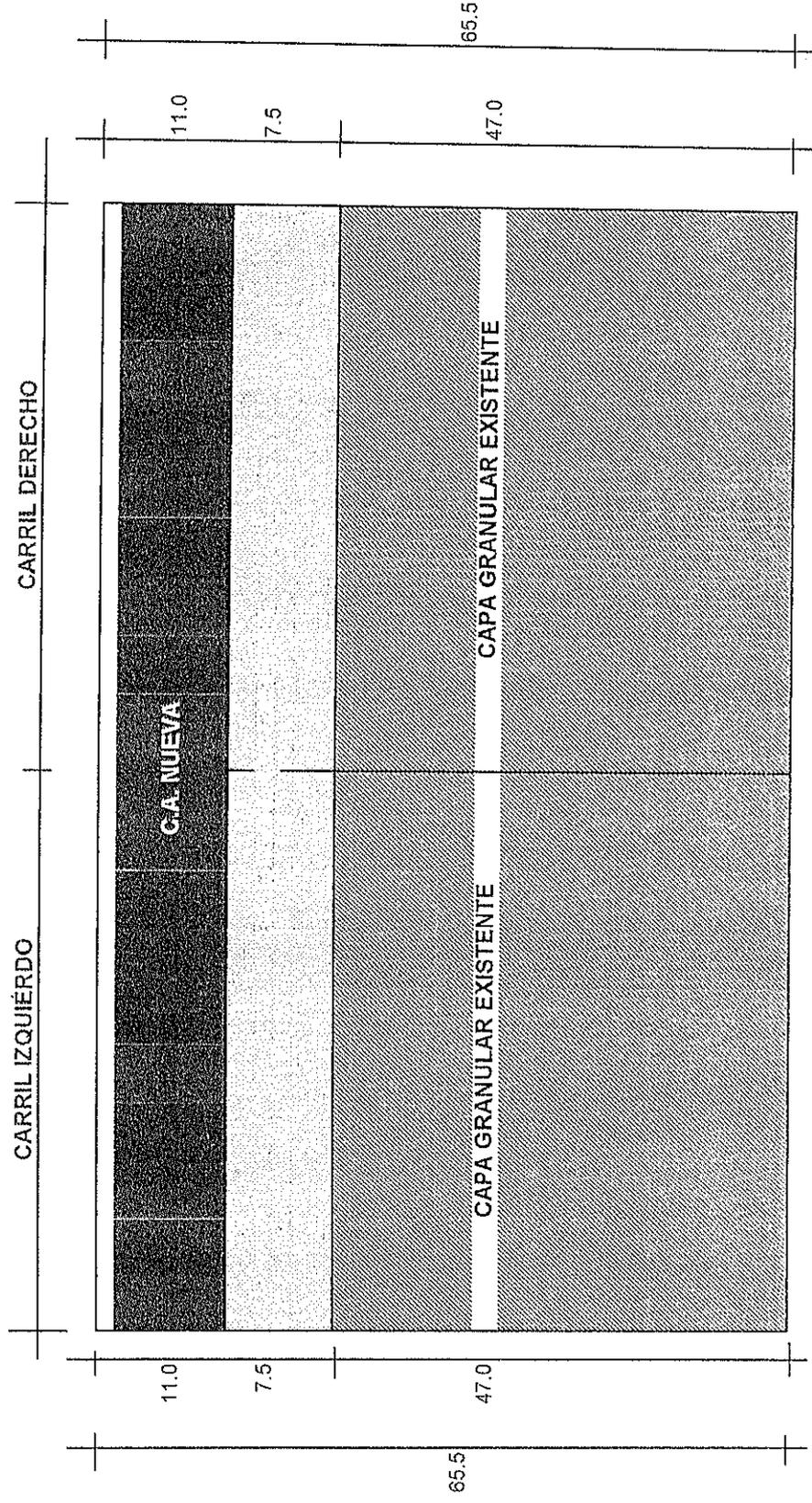
ai : Coeficiente estructural de capa.
 Di : Espesor de la capa (cm).
 mi : Factor de drenaje.

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA SUMBE - CÑA. TRAMO I

CROQUIS DISEÑO DEL PAVIMENTO

SECCION: 5+500-16+300

PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS



ESPESORES EN cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA TRAMO 3

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 93

SECCION: 16+300-20+100

TRATAMIENTO EN PAVIMENTO EXISTENTE PARA 10 AÑOS

DATOS

EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	2,770,350	NO. AÑOS :	10		
CONFIABILIDAD (%) :	95				
DESVIACION ESTANDAR :	-1.640				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.49				
MODULO SUBRASANTE (kg/cm ²) :	745				
MODULO CAPA GRANULAR EXISTENTE (kg/cm ²) :	1,377	a 3 :	0.10	m 3 :	0.75
MODULO BASE ASFALTICA NUEVA (kg/cm ²) :	20,000	a 2 :	0.35	m 2 :	x
MODULO CAPA ASFALTICA NUEVA (kg/cm ²) :	31,000	a 1 :	0.42	m 1 :	x
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2.0				
PERDIDA AJUSTADA DE P S I :	2.0				

AJUSTE DEL SN3:

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	3.8
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

AJUSTE DEL SN2 :

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	3.0
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

AJUSTE DEL SN1 :

NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	1.0
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.4
ECUACION DE COMPROBACION :	6.4

DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA A 10 AÑOS :

CAPA ASFALTICA DE RODADURA	D1* :	REAL,cm :	6.0	AJUST,cm :	7.5
	SN1* :	1.24			
BASE ASFALTICA NUEVA	D2* :	REAL,cm :	12.8	AJUST,cm :	7.5
	SN2* :	1.03			
CAPA GRANULAR EXISTENTE	D3* :	REAL,cm :	50.0	AJUST,cm :	53.0
	SN3* :	1.56			
	SN Total	3.8		Esp.Total	68.0

RECOMENDACIONES

- SE RECOMIENDA REALIZAR BACHEO MENOR Y BACHEO MAYOR EN ESTA SECCION, CON TRABAJO PREVIO DE COMPACTACION DE LA BASE GRANULAR, ANTES DE LA COLOCACION DE LA CAPA DE RODADURAA DE 10 cm.
- SE DEBE CONSTRUIR DRENAJE Y SUBDRENAJE NECESARIOS.

SIMBOLOGIA:

- ai : Coeficiente estructural de capa.
- Di : Espesor de la capa (cm).
- mi : Factor de drenaje.



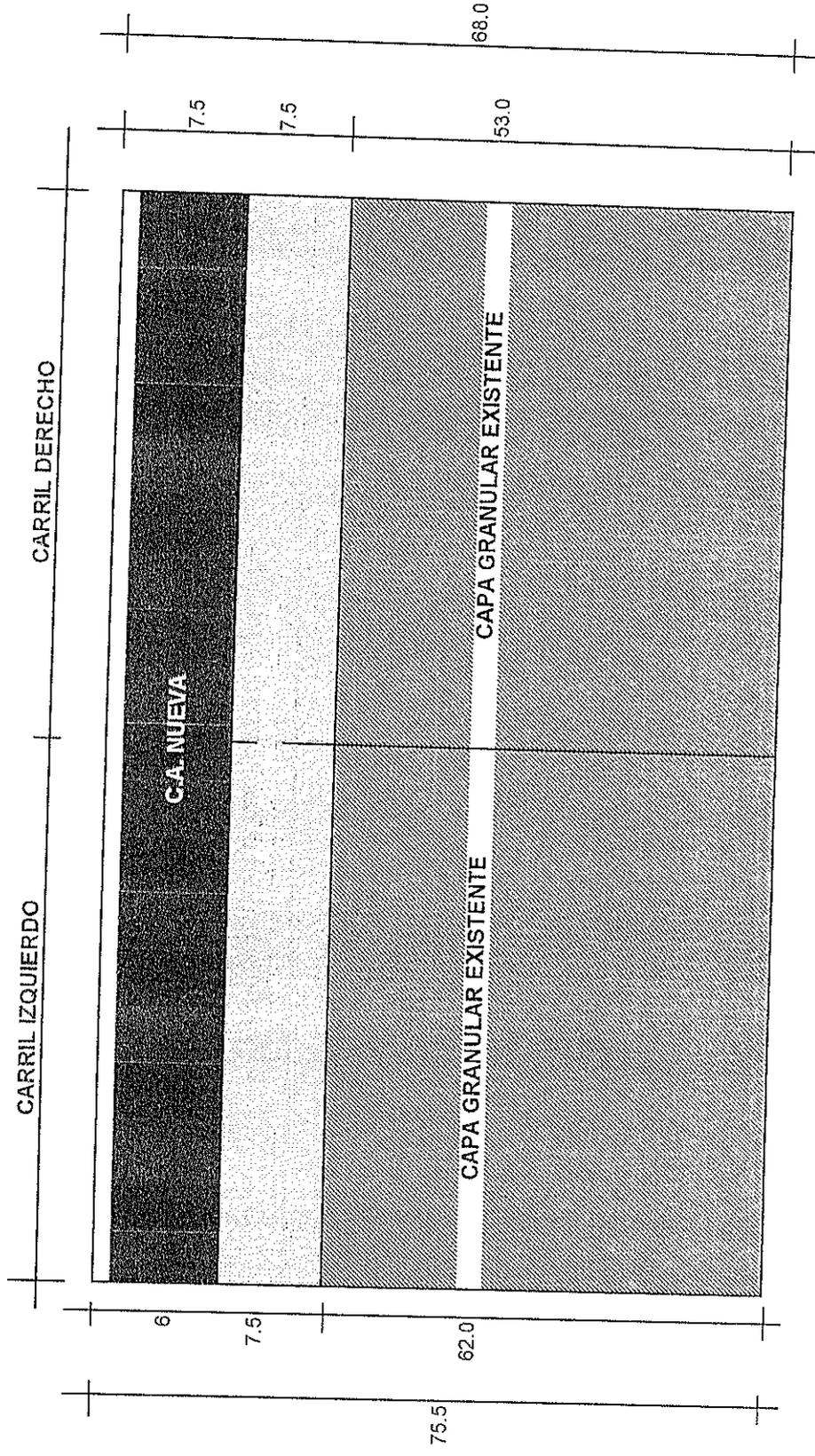
BIBLIOTECA FIC
ESPOL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUICER - OÑALTRAMO I

CROQUIS DISEÑO DEL PAVIMENTO

SECCION: 16+300 - 20+100

PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS



ESPESORES EN cm.

ANEXO II

EVALUACIÓN FUNCIONAL:

INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
0+100	0+000	0+100	13	592	5920	4.08
0+200	0+100	0+200	36	277	2770	2.45
0+300	0+200	0+300	47	379	3790	2.99
0+400	0+300	0+400	57	422	4220	3.21
0+500	0+400	0+500	59	359	3590	2.89
0+600	0+500	0+600	62	266	2660	2.36
0+700	0+600	0+700	63	411	4110	3.12
0+800	0+700	0+800	62	443	4430	3.28
0+900	0+800	0+900	61	320	3200	2.64
1+000	0+900	1+000	65	313	3130	2.60
1+100	1+000	1+100	69	299	2990	2.53
1+200	1+100	1+200	72	373	3730	2.92
1+300	1+200	1+300	76	277	2770	2.41
1+400	1+300	1+400	77	250	2500	2.27
1+500	1+400	1+500	74	267	2670	2.36
1+600	1+500	1+600	68	371	3710	2.91
1+700	1+600	1+700	65	239	2390	2.22
1+800	1+700	1+800	66	232	2320	2.18
1+900	1+800	1+900	67	250	2500	2.27
2+000	1+900	2+000	67	345	3450	2.77
2+100	2+000	2+100	66	269	2690	2.37
2+200	2+100	2+200	64	327	3270	2.68
2+300	2+200	2+300	64	388	3880	3.00
2+400	2+300	2+400	65	333	3330	2.71
2+500	2+400	2+500	66	245	2450	2.25
2+600	2+500	2+600	68	350	3500	2.80
2+700	2+600	2+700	68	252	2520	2.28
2+800	2+700	2+800	68	358	3580	2.84
2+900	2+800	2+900	66	295	2950	2.51
3+000	2+900	3+000	64	278	2780	2.42
3+100	3+000	3+100	65	305	3050	2.56
3+200	3+100	3+200	65	326	3260	2.67
3+300	3+200	3+300	67	267	2670	2.36
3+400	3+300	3+400	68	252	2520	2.28
3+500	3+400	3+500	68	178	1780	1.90
3+600	3+500	3+600	68	282	2820	2.44
3+700	3+600	3+700	70	254	2540	2.29
3+800	3+700	3+800	72	440	4400	3.27
3+900	3+800	3+900	73	328	3280	2.68
4+000	3+900	4+000	71	510	5100	3.64
4+100	4+000	4+100	68	347	3470	2.78
4+200	4+100	4+200	67	222	2220	2.13
4+300	4+200	4+300	69	347	3470	2.78
4+400	4+300	4+400	72	280	2800	2.43
4+500	4+400	4+500	74	373	3730	2.92
4+600	4+500	4+600	73	321	3210	2.65
4+700	4+600	4+700	69	377	3770	2.94
4+800	4+700	4+800	66	277	2770	2.41
4+900	4+800	4+900	68	382	3820	2.96
5+000	4+900	5+000	69	283	2830	2.45
5+100	5+000	5+100	66	347	3470	2.78
5+200	5+100	5+200	63	315	3150	2.61
5+300	5+200	5+300	61	319	3190	2.63

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
5+400	5+300	5+400	61	415	4150	3.14
5+500	5+400	5+500	58	394	3940	3.07
					PROMEDIO	2.67
					PERCENTIL	3.00

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
5+600	5+500	5+600	58	369	3690	2.94
5+700	5+600	5+700	61	351	3510	2.80
5+800	5+700	5+800	64	302	3020	2.55
5+900	5+800	5+900	65	474	4740	3.45
6+000	5+900	6+000	64	407	4070	3.10
6+100	6+000	6+100	59	289	2890	2.54
6+200	6+100	6+200	61	338	3380	2.73
6+300	6+200	6+300	41	452	4520	3.36
6+400	6+300	6+400	20	888	8880	5.61
6+500	6+400	6+500	38	339	3390	2.77
6+600	6+500	6+600	52	463	4630	3.42
6+700	6+600	6+700	56	359	3590	2.89
6+800	6+700	6+800	46	398	3980	3.09
6+900	6+800	6+900	51	524	5240	3.72
7+000	6+900	7+000	54	399	3990	3.09
7+100	7+000	7+100	56	442	4420	3.31
7+200	7+100	7+200	58	376	3760	2.98
7+300	7+200	7+300	59	382	3820	3.01
7+400	7+300	7+400	62	382	3820	2.96
7+500	7+400	7+500	64	327	3270	2.68
7+600	7+500	7+600	66	257	2570	2.31
7+700	7+600	7+700	63	637	6370	4.30
7+800	7+700	7+800	55	696	6960	4.59
7+900	7+800	7+900	23	1319	13190	7.84
8+000	7+900	8+000	24	1409	14090	8.31
8+100	8+000	8+100	23	1053	10530	6.46
8+200	8+100	8+200	37	390	3900	3.04
8+300	8+200	8+300	45	342	3420	2.80
8+400	8+300	8+400	49	413	4130	3.16
8+500	8+400	8+500	54	357	3570	2.88
8+600	8+500	8+600	58	366	3660	2.93
8+700	8+600	8+700	59	323	3230	2.71
8+800	8+700	8+800	58	346	3460	2.82
					PROMEDIO	3.55
					PERCENTIL	4.36

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
8+900	8+800	8+900	55	315	3150	2.67
9+000	8+900	9+000	54	343	3430	2.81
9+100	9+000	9+100	56	379	3790	2.99
9+200	9+100	9+200	58	292	2920	2.55
9+300	9+200	9+300	37	463	4630	3.41
9+400	9+300	9+400	45	393	3930	3.06
9+500	9+400	9+500	47	470	4700	3.45
9+600	9+500	9+600	46	489	4890	3.55
9+700	9+600	9+700	22	853	8530	5.43
9+800	9+700	9+800	19	1538	15380	8.97
9+900	9+800	9+900	30	462	4620	3.41
10+000	9+900	10+000	42	342	3420	2.80
10+100	10+000	10+100	46	567	5670	3.94
10+200	10+100	10+200	48	355	3550	2.87
10+300	10+200	10+300	48	413	4130	3.16
10+400	10+300	10+400	49	366	3660	2.93
10+500	10+400	10+500	50	474	4740	3.47
10+600	10+500	10+600	50	471	4710	3.46
10+700	10+600	10+700	49	481	4810	3.51
10+800	10+700	10+800	47	520	5200	3.70
10+900	10+800	10+900	44	394	3940	3.07
11+000	10+900	11+000	40	351	3510	2.85
11+100	11+000	11+100	43	410	4100	3.15
11+200	11+100	11+200	46	420	4200	3.20
11+300	11+200	11+300	47	635	6350	4.29
11+400	11+300	11+400	47	410	4100	3.15
11+500	11+400	11+500	42	508	5080	3.64
11+600	11+500	11+600	39	482	4820	3.51
11+700	11+600	11+700	43	421	4210	3.20
11+800	11+700	11+800	43	560	5600	3.91
11+900	11+800	11+900	45	631	6310	4.27
12+000	11+900	12+000	48	537	5370	3.79
12+100	12+000	12+100	46	511	5110	3.66
12+200	12+100	12+200	43	405	4050	3.12
12+300	12+200	12+300	44	446	4460	3.33
12+400	12+300	12+400	51	516	5160	3.68
12+500	12+400	12+500	58	532	5320	3.77
12+600	12+500	12+600	60	543	5430	3.81
12+700	12+600	12+700	63	633	6330	4.28
12+800	12+700	12+800	67	623	6230	4.23
12+900	12+800	12+900	69	540	5400	3.79
13+000	12+900	13+000	66	595	5950	4.08
PROMEDIO						3.62
PERCENTIL						4.06

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
13+100	13+000	13+100	57	575	5750	3.98
13+200	13+100	13+200	56	529	5290	3.75
13+300	13+200	13+300	51	487	4870	3.54
13+400	13+300	13+400	46	397	3970	3.08
13+500	13+400	13+500	44	498	4980	3.59
13+600	13+500	13+600	40	401	4010	3.09
13+700	13+600	13+700	45	465	4650	3.43
13+800	13+700	13+800	48	631	6310	4.27
13+900	13+800	13+900	48	528	5280	3.74
14+000	13+900	14+000	48	593	5930	4.07
14+100	14+000	14+100	45	560	5600	3.91
14+200	14+100	14+200	41	501	5010	3.61
14+300	14+200	14+300	46	545	5450	3.83
14+400	14+300	14+400	46	462	4620	3.41
14+500	14+400	14+500	48	403	4030	3.11
14+600	14+500	14+600	48	459	4590	3.40
14+700	14+600	14+700	45	602	6020	4.12
14+800	14+700	14+800	40	566	5660	3.94
14+900	14+800	14+900	47	515	5150	3.68
15+000	14+900	15+000	50	384	3840	3.02
15+100	15+000	15+100	51	394	3940	3.07
15+200	15+100	15+200	49	501	5010	3.61
15+300	15+200	15+300	45	412	4120	3.16
15+400	15+300	15+400	49	430	4300	3.25
15+500	15+400	15+500	50	479	4790	3.50
15+600	15+500	15+600	53	436	4360	3.28
15+700	15+600	15+700	54	527	5270	3.74
15+800	15+700	15+800	53	441	4410	3.31
15+900	15+800	15+900	53	435	4350	3.27
16+000	15+900	16+000	54	471	4710	3.46
16+100	16+000	16+100	54	388	3880	3.04
16+200	16+100	16+200	54	435	4350	3.27
16+300	16+200	16+300	28	846	8460	5.39
					PROMEDIO	3.57
					PERCENTIL	3.95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA	DERECHO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
16+400	16+300	16+400	32	909	9090	5.72
16+500	16+400	16+500	36	1166	11660	7.05
16+600	16+500	16+600	32	1222	12220	7.34
16+700	16+600	16+700	24	1603	16030	9.31
16+800	16+700	16+800	23	2062	20620	11.68
16+900	16+800	16+900	27	995	9950	6.16
17+000	16+900	17+000	37	771	7710	5.01
17+100	17+000	17+100	43	608	6080	4.15
17+200	17+100	17+200	42	852	8520	5.38
17+300	17+200	17+300	34	944	9440	5.90
17+400	17+300	17+400	30	1358	13580	8.04
17+500	17+400	17+500	31	1395	13950	8.23
17+600	17+500	17+600	32	870	8700	5.52
17+700	17+600	17+700	45	497	4970	3.59
17+800	17+700	17+800	52	473	4730	3.47
17+900	17+800	17+900	53	549	5490	3.85
18+000	17+900	18+000	50	534	5340	3.78
18+100	18+000	18+100	45	541	5410	3.81
18+200	18+100	18+200	38	926	9260	5.81
18+300	18+200	18+300	36	877	8770	5.55
18+400	18+300	18+400	38	788	7880	5.09
18+500	18+400	18+500	42	725	7250	4.74
18+600	18+500	18+600	49	371	3710	2.95
18+700	18+600	18+700	52	471	4710	3.46
18+800	18+700	18+800	44	568	5680	3.95
18+900	18+800	18+900	46	594	5940	4.08
19+000	18+900	19+000	51	412	4120	3.16
19+100	19+000	19+100	25	545	5450	3.84
19+200	19+100	19+200	38	403	4030	3.10
19+300	19+200	19+300	51	424	4240	3.22
19+400	19+300	19+400	54	560	5600	3.91
19+500	19+400	19+500	52	485	4850	3.53
19+600	19+500	19+600	30	751	7510	4.90
19+700	19+600	19+700	35	386	3860	3.01
19+800	19+700	19+800	48	310	3100	2.64
19+900	19+800	19+900	47	301	3010	2.60
20+000	19+900	20+000	31	342	3420	2.79
20+100	20+000	20+100	10	327	3270	2.71
					PROMEDIO	4.82
					PERCENTIL	6.56

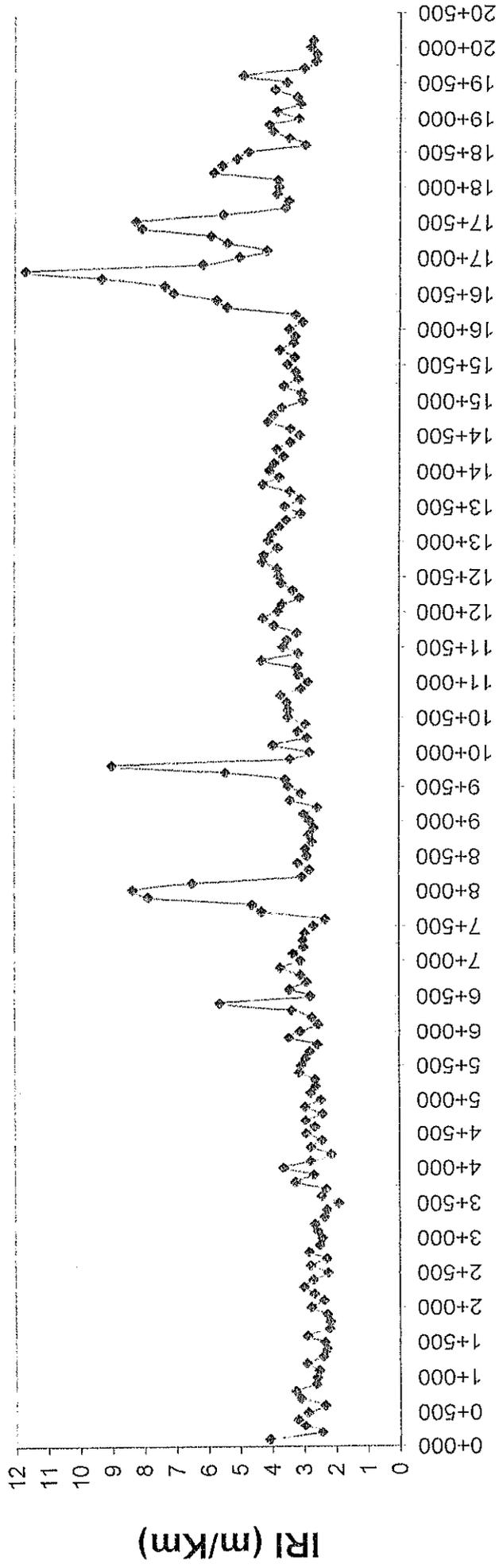
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO I : 0+000 - 20+100 / SENTIDO: CUMBE - OÑA
INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

IRI vs Distancia



Distancia (m)

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
20+000	20+100	20+000	9	491	4881	3.54
19+900	20+000	19+900	37	352	3541	2.85
19+800	19+900	19+800	42	450	4491	3.35
19+700	19+800	19+700	43	376	3745	2.97
19+599	19+700	19+599	30	780	7746	5.02
19+500	19+599	19+500	27	729	7327	4.81
19+400	19+500	19+400	32	595	5932	4.09
19+299	19+400	19+299	34	476	4718	3.46
19+199	19+299	19+199	31	727	7292	4.79
19+100	19+199	19+100	31	554	5590	3.91
18+999	19+100	18+999	38	454	4508	3.35
18+899	18+999	18+899	44	452	4520	3.36
18+800	18+899	18+800	37	804	8121	5.22
18+700	18+800	18+700	38	440	4391	3.29
18+599	18+700	18+599	45	572	5652	3.93
18+500	18+599	18+500	43	556	5605	3.91
18+400	18+500	18+400	30	852	8486	5.41
18+299	18+400	18+299	36	767	7564	4.93
18+200	18+299	18+200	40	727	7307	4.77
18+100	18+200	18+100	46	948	9452	5.85
18+000	18+100	18+000	46	612	6090	4.15
17+899	18+000	17+899	47	485	4797	3.50
17+799	17+899	17+799	42	594	5946	4.08
17+699	17+799	17+699	42	536	5333	3.77
17+599	17+699	17+599	47	446	4478	3.34
17+500	17+599	17+500	30	1277	12899	7.69
17+400	17+500	17+400	28	1332	13294	7.89
17+300	17+400	17+300	28	1440	14343	8.44
17+199	17+300	17+199	35	908	9026	5.69
17+100	17+199	17+100	43	611	6166	4.19
17+000	17+100	17+000	47	626	6241	4.23
16+900	17+000	16+900	43	619	6159	4.19
16+800	16+900	16+800	37	1690	16849	9.73
16+700	16+800	16+700	30	1490	14826	8.69
16+599	16+700	16+599	33	1437	14214	8.37
16+499	16+599	16+499	35	1435	14364	8.45
16+400	16+499	16+400	50	716	7203	4.72
16+299	16+400	16+299	26	903	8976	5.66
					PROMEDIO	4.99
					PERCENTIL	7.78

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
16+199	16+299	16+199	39	551	5521	3.87
16+100	16+199	16+100	39	595	5998	4.12
15+998	16+100	15+998	40	540	5315	3.76
15+899	15+998	15+899	49	498	5051	3.63
15+798	15+899	15+798	53	427	4245	3.22
15+699	15+798	15+699	61	581	5869	4.04
15+599	15+699	15+599	61	539	5395	3.79
15+499	15+599	15+499	56	457	4584	3.39
15+398	15+499	15+398	58	505	4995	3.60
15+299	15+398	15+299	58	526	5308	3.76
15+200	15+299	15+200	56	465	4692	3.45
15+100	15+200	15+100	57	454	4540	3.37
15+000	15+100	15+000	57	447	4461	3.33
14+900	15+000	14+900	55	553	5508	3.86
14+800	14+900	14+800	54	608	6068	4.14
14+700	14+800	14+700	54	619	6165	4.19
14+599	14+700	14+599	56	606	6000	4.11
14+497	14+599	14+497	54	698	6857	4.54
14+399	14+497	14+399	52	513	5256	3.73
14+300	14+399	14+300	51	821	8251	5.25
14+200	14+300	14+200	55	388	3868	3.03
14+100	14+200	14+100	56	559	5584	3.90
14+000	14+100	14+000	49	637	6351	4.29
13+900	14+000	13+900	54	547	5465	3.84
13+800	13+900	13+800	52	634	6340	4.28
13+699	13+800	13+699	53	656	6501	4.36
13+599	13+699	13+599	51	513	5120	3.66
13+499	13+599	13+499	50	612	6096	4.16
13+399	13+499	13+399	53	673	6744	4.49
13+299	13+399	13+299	51	485	4869	3.54
13+199	13+299	13+199	49	493	4940	3.57
13+100	13+199	13+100	52	390	3928	3.06
					PROMEDIO	3.85
					PERCENTIL	4.28

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL

(Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
12+999	13+100	12+999	54	478	4737	3.47
12+899	12+999	12+899	49	449	4486	3.34
12+800	12+899	12+800	50	452	4543	3.37
12+699	12+800	12+699	53	420	4171	3.18
12+598	12+699	12+598	57	434	4310	3.25
12+499	12+598	12+499	59	594	5994	4.11
12+399	12+499	12+399	55	489	4875	3.54
12+300	12+399	12+300	53	544	5495	3.85
12+199	12+300	12+199	60	520	5149	3.68
12+099	12+199	12+099	58	679	6804	4.52
11+997	12+099	11+997	54	598	5886	4.05
11+899	11+997	11+899	53	520	5295	3.75
11+799	11+899	11+799	53	535	5350	3.78
11+700	11+799	11+700	53	431	4332	3.27
11+599	11+700	11+599	53	421	4152	3.17
11+499	11+599	11+499	59	431	4314	3.26
11+399	11+499	11+399	59	347	3453	2.82
11+300	11+399	11+300	55	615	6206	4.21
11+199	11+300	11+199	52	492	4866	3.54
11+100	11+199	11+100	53	454	4577	3.39
10+999	11+100	10+999	58	412	4087	3.14
10+898	10+999	10+898	59	429	4260	3.23
10+799	10+898	10+799	58	456	4615	3.41
10+700	10+799	10+700	56	515	5192	3.70
10+600	10+700	10+600	56	372	3720	2.96
10+499	10+600	10+499	55	494	4911	3.56
10+399	10+499	10+399	52	404	4032	3.11
10+299	10+399	10+299	55	397	3966	3.08
10+199	10+299	10+199	57	403	4034	3.11
10+099	10+199	10+099	55	437	4366	3.28
9+999	10+099	9+999	52	492	4905	3.56
9+899	9+999	9+899	51	392	3916	3.06
9+800	9+899	9+800	19	1480	14919	8.74
9+700	9+800	9+700	23	682	6820	4.55
9+599	9+700	9+599	46	429	4231	3.21
9+500	9+599	9+500	48	500	5030	3.62
9+400	9+500	9+400	49	433	4321	3.26
9+300	9+400	9+300	22	659	6590	4.43
9+200	9+300	9+200	46	352	3513	2.85
9+100	9+200	9+100	56	388	3861	3.03
8+999	9+100	8+999	53	392	3877	3.04
8+900	8+999	8+900	53	318	3209	2.70
8+799	8+900	8+799	59	343	3379	2.78
PROMEDIO						3.56
PERCENTIL						3.99

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
8+700	8+799	8+700	60	398	4016	3.07
8+600	8+700	8+600	58	282	2812	2.50
8+499	8+600	8+499	57	264	2616	2.40
8+399	8+499	8+399	52	407	4078	3.14
8+300	8+399	8+300	54	377	3800	3.00
8+200	8+300	8+200	45	551	5488	3.85
8+100	8+200	8+100	23	947	9451	5.91
8+000	8+100	8+000	29	795	7950	5.13
7+900	8+000	7+900	26	1099	10968	6.69
7+800	7+900	7+800	41	455	4527	3.36
7+699	7+800	7+699	23	452	4489	3.34
7+598	7+699	7+598	46	324	3208	2.70
7+499	7+598	7+499	53	283	2867	2.52
7+399	7+499	7+399	50	309	3093	2.64
7+299	7+399	7+299	49	346	3443	2.82
7+200	7+299	7+200	3	406	4080	3.13
7+099	7+200	7+099	42	463	4580	3.39
6+999	7+099	6+999	54	464	4659	3.43
6+900	6+999	6+900	31	660	6667	4.47
6+799	6+900	6+799	31	284	2823	2.48
6+699	6+799	6+699	44	378	3788	2.99
6+599	6+699	6+599	45	489	4890	3.55
6+500	6+599	6+500	46	491	4935	3.57
6+400	6+500	6+400	17	1362	13579	8.04
6+299	6+400	6+299	28	523	5163	3.69
6+199	6+299	6+199	45	289	2899	2.54
6+100	6+199	6+100	50	355	3568	2.88
5+999	6+100	5+999	52	350	3462	2.83
5+899	5+999	5+899	54	473	4735	3.47
5+799	5+899	5+799	53	293	2915	2.55
5+699	5+799	5+699	55	330	3313	2.75
5+599	5+699	5+599	57	315	3156	2.67
5+499	5+599	5+499	53	343	3416	2.80
					PROMEDIO	3.46
					PERCENTIL	3.97

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Índice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
5+399	5+499	5+399	52	361	3617	2.90
5+299	5+399	5+299	56	313	3118	2.65
5+198	5+299	5+198	58	420	4142	3.17
5+099	5+198	5+099	57	323	3263	2.72
4+999	5+099	4+999	55	271	2713	2.45
4+899	4+999	4+899	54	430	4279	3.24
4+800	4+899	4+800	54	306	3088	2.64
4+698	4+800	4+698	54	367	3587	2.89
4+599	4+698	4+599	58	357	3610	2.90
4+499	4+599	4+499	58	412	4116	3.16
4+400	4+499	4+400	57	373	3760	2.98
4+299	4+400	4+299	60	300	2976	2.58
4+199	4+299	4+199	59	326	3273	2.73
4+099	4+199	4+099	59	271	2715	2.45
3+999	4+099	3+999	59	338	3380	2.78
3+899	3+999	3+899	59	344	3433	2.81
3+799	3+899	3+799	60	418	4163	3.18
3+699	3+799	3+699	58	319	3193	2.69
3+600	3+699	3+600	56	308	3102	2.64
3+499	3+600	3+499	59	278	2744	2.46
3+399	3+499	3+399	61	247	2477	2.26
3+299	3+399	3+299	60	269	2693	2.37
3+199	3+299	3+199	59	406	4040	3.12
3+099	3+199	3+099	57	387	3858	3.03
2+999	3+099	2+999	58	353	3523	2.86
2+899	2+999	2+899	58	497	4950	3.58
2+799	2+899	2+799	58	287	2864	2.52
2+699	2+799	2+699	58	372	3720	2.96
2+600	2+699	2+600	54	490	4945	3.58
2+500	2+600	2+500	52	282	2812	2.50
2+400	2+500	2+400	54	350	3497	2.84
2+298	2+400	2+298	55	310	3045	2.61
2+200	2+298	2+200	57	253	2569	2.37
2+098	2+200	2+098	60	255	2493	2.34
1+999	2+098	1+999	62	237	2387	2.21
1+900	1+999	1+900	61	229	2313	2.18
1+798	1+900	1+798	59	219	2153	2.16
1+700	1+798	1+700	59	245	2490	2.33
1+599	1+700	1+599	59	311	3079	2.63
1+498	1+599	1+498	59	261	2594	2.39
1+400	1+498	1+400	60	231	2352	2.20
1+300	1+400	1+300	60	274	2737	2.40
1+199	1+300	1+199	60	304	3010	2.54
1+100	1+199	1+100	57	259	2614	2.40
1+000	1+100	1+000	56	321	3200	2.69
0+900	1+000	0+900	59	360	3596	2.89
0+799	0+900	0+799	61	309	3069	2.57
0+700	0+799	0+700	62	357	3602	2.85
0+600	0+700	0+600	60	264	2640	2.35
0+500	0+600	0+500	59	493	4920	3.56
0+400	0+500	0+400	57	367	3655	2.92
0+299	0+400	0+299	37	339	3356	2.75
0+200	0+299	0+200	34	356	3596	2.88

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	SENTIDO	CARRIL	LONGITUD	FECHA
PERFILOMETRO LASER	0+000 - 20+100	OÑA - CUMBE	IZQUIERDO	20100	2007-12-10

ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD (Km/h)	CONTADOR	CONTADOR Km	IRI (m / Km)
0+100	0+200	0+100	14	788	7864	5.09
					PROMEDIO	2.76
					PERCENTIL	3.12

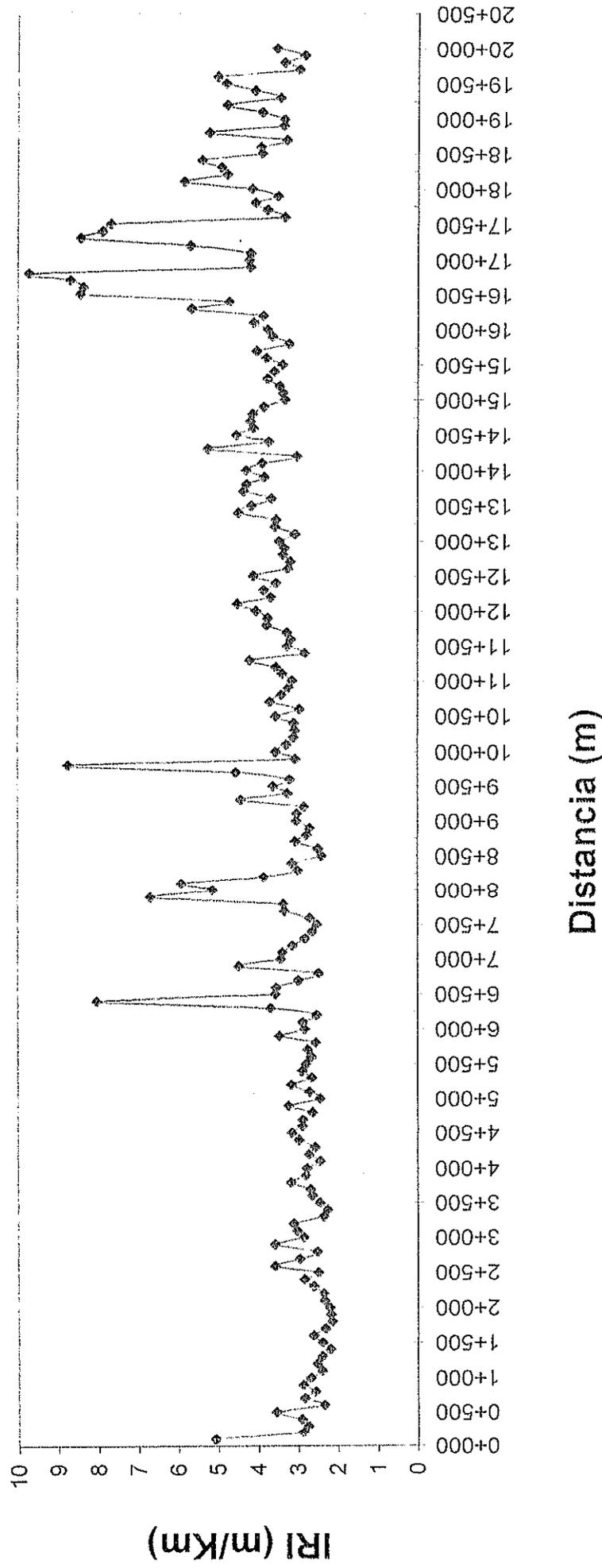
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+000 - 20+100 / SENTIDO: OÑA - CUMBE
INEXTEC CIA. LTDA.

ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL (Indice de Regularidad Internacional)

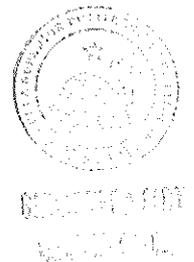
IRI vs Distancia



ANEXO III

EVALUACIÓN FUNCIONAL:

SURCO DE HUELLA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Km/h)	EQUIPO UTILIZADO										TRAMO I					SENTIDO					CARRIL					LONGITUD					FECHA		
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	DERECHO					20100					2007-12-10	
0+000	0	421.14	418.61	417.69	415.07	412.92	417.56	413.97	412.47	410.50	411.61	411.48	411.95	412.12	411.31	411.99	410.05	410.91	410.26	409.16	409.73	3.75												
0+100	30	430.12	428.17	426.19	423.96	419.52	417.44	414.60	413.07	411.26	410.88	410.33	409.75	409.72	410.37	411.88	411.87	414.36	416.69	418.16	419.98	8.20												
0+200	42	416.97	417.71	418.80	420.20	420.21	424.87	424.65	426.08	426.50	427.51	429.88	432.09	431.64	430.19	427.09	421.66	419.21	416.64	414.18	413.34	19.66												
0+301	52	424.08	424.03	423.30	423.29	422.53	424.53	423.04	422.31	422.07	421.91	424.31	422.19	420.52	420.78	421.12	419.90	420.03	420.50	419.73	418.08	7.24												
0+400	57	418.44	417.96	418.22	417.63	416.67	417.05	416.42	415.19	414.97	415.06	416.45	414.43	412.37	413.06	413.46	411.85	413.06	412.65	410.75	410.94	8.09												
0+501	59	421.70	419.88	419.19	418.22	416.03	417.14	415.28	413.33	411.99	411.16	414.05	412.19	410.44	410.40	410.76	411.47	411.51	410.97	405.55	402.00	10.77												
0+600	63	418.82	418.36	418.77	418.57	417.51	416.30	414.53	413.40	412.65	411.94	413.77	413.19	412.55	413.50	414.83	414.56	414.17	413.09	410.12	410.49	6.07												
0+700	62	421.70	420.83	419.96	418.82	416.20	417.36	415.30	413.21	412.34	411.10	412.15	410.54	409.66	409.61	410.25	411.72	411.74	409.46	404.44	401.47	10.24												
0+802	62	421.22	419.24	417.97	416.28	413.99	418.08	415.65	414.20	413.24	412.18	416.33	415.59	414.28	416.51	415.78	416.12	414.65	412.54	409.62	407.14	10.08												
0+902	62	424.01	422.57	421.77	420.86	419.05	420.96	419.44	417.40	418.61	419.74	421.50	422.64	422.70	426.44	424.88	417.82	416.10	415.70	415.10	414.67	11.54												
1+001	67	420.93	420.33	420.15	420.17	419.45	415.92	414.95	414.18	414.73	416.71	412.32	413.69	413.92	418.17	418.59	408.83	408.11	407.28	406.83	406.28	13.02												
1+100	69	421.28	420.11	419.09	418.15	417.38	419.15	417.25	416.10	415.85	418.06	419.84	418.56	418.65	416.70	414.88	411.44	409.89	409.01	405.71	403.01	12.27												
1+200	74	423.69	422.56	423.27	424.21	423.68	421.69	421.06	421.73	423.60	426.47	422.59	421.11	418.93	417.70	416.99	412.66	411.68	411.39	410.06	408.55	14.32												
1+302	78	427.36	425.22	423.19	421.68	418.58	420.38	418.74	417.95	420.22	420.12	424.22	423.98	420.14	417.57	416.55	415.62	417.48	417.73	418.23	416.45	9.50												
1+400	77	425.04	422.82	421.46	420.43	418.88	417.96	416.41	416.51	417.20	419.39	419.59	419.09	416.28	414.35	414.22	412.49	412.48	412.87	412.59	412.75	7.56												
1+500	71	420.48	417.76	416.82	415.40	413.69	417.07	414.58	413.84	413.72	414.88	418.72	419.95	416.79	412.95	409.24	409.77	408.68	407.60	406.82	404.73	11.09												
1+602	66	423.27	421.63	420.63	420.09	419.71	419.08	418.59	419.44	421.01	422.43	420.76	420.86	419.03	417.48	416.22	408.94	410.05	410.33	410.45	409.74	14.78												
1+701	66	422.68	421.16	420.78	420.58	419.70	423.95	423.51	425.98	425.52	422.30	421.22	418.52	416.11	414.81	412.97	413.50	413.88	411.60	409.06	407.13	12.08												
1+800	66	424.74	422.76	421.48	420.26	418.47	421.68	419.88	419.95	419.79	419.20	421.94	420.11	416.10	415.59	414.05	412.94	413.49	412.81	411.45	410.37	9.50												
1+901	69	425.78	425.08	423.55	421.87	420.06	420.36	419.17	417.72	417.46	417.80	420.77	421.91	419.64	417.74	414.84	413.33	412.10	410.86	409.47	407.90	10.19												
2+002	67	420.67	417.52	416.01	414.32	411.88	417.48	413.30	411.78	411.66	412.92	418.10	417.53	413.91	411.76	409.43	407.67	406.64	406.12	404.31	403.90	11.77												

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO Transverse Profile Logger		TRAMO I 0+000 - 20+100										SENTIDO CUMBE - OÑA										CARRIL DERECHO			LONGITUD 20100			FECHA 2007-12-10	
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)							
2+101	67	424.18	421.78	421.33	419.35	416.95	417.14	415.24	414.83	413.96	414.39	418.18	418.78	417.99	417.30	416.25	413.27	410.68	408.09	405.67	403.26	11.13							
2+201	64	421.26	420.54	420.74	420.80	420.74	418.46	417.31	416.96	417.57	419.08	418.20	420.35	417.86	416.14	414.66	408.49	408.66	409.87	409.96	410.61	10.93							
2+301	64	426.10	424.64	422.99	422.25	420.19	421.62	419.49	418.34	419.00	420.82	422.23	419.80	416.50	414.15	412.33	412.97	412.85	412.05	411.33	411.16	9.27							
2+400	65	423.72	421.43	419.77	418.54	416.44	420.44	418.41	417.34	416.83	416.59	420.33	418.40	415.61	414.27	411.31	410.90	410.03	409.43	407.97	406.74	11.73							
2+502	67	426.42	424.60	423.72	421.80	420.06	422.66	420.72	419.67	419.35	420.38	420.66	418.28	414.15	413.49	413.35	412.19	412.90	412.19	412.71	411.01	7.69							
2+602	69	422.38	420.51	419.87	419.29	418.33	416.34	414.69	415.18	415.92	416.73	415.49	415.60	413.69	414.23	413.51	410.97	412.11	411.27	411.08	411.16	7.18							
2+702	68	421.40	420.02	420.72	420.45	418.95	420.52	419.55	420.52	420.26	420.38	420.18	418.59	416.20	414.80	413.30	412.11	412.13	412.25	409.86	408.74	11.21							
2+802	67	419.57	418.70	418.32	418.75	418.07	423.14	421.51	423.14	424.50	423.57	423.98	421.01	417.22	415.30	413.73	413.11	412.39	411.42	410.10	408.47	15.03							
2+900	64	417.23	415.64	415.57	415.30	414.52	415.26	413.98	415.80	418.26	417.94	417.69	416.12	413.42	412.97	411.26	409.27	407.65	407.11	405.48	405.93	12.46							
3+000	64	424.57	423.10	422.42	421.76	419.69	421.33	420.71	420.45	422.80	424.45	423.93	421.32	417.99	415.24	413.72	411.33	410.31	408.78	406.87	405.42	12.55							
3+101	65	432.53	429.36	427.57	426.12	424.73	428.63	425.65	425.04	425.30	424.20	424.94	421.92	419.23	416.46	414.34	413.35	411.97	411.16	409.67	407.58	12.23							
3+201	67	419.63	419.47	420.39	421.11	421.34	419.03	418.82	420.45	422.88	425.85	421.90	421.86	420.28	420.72	420.34	412.06	411.89	411.49	411.21	411.92	15.55							
3+301	65	421.66	420.03	419.79	418.18	416.77	419.03	417.54	416.96	417.25	418.20	420.86	422.00	421.24	419.04	416.15	414.44	413.11	412.28	410.62	408.75	11.66							
3+401	69	421.60	419.83	418.47	418.07	416.96	418.04	416.88	416.06	417.07	420.27	420.98	422.22	418.51	418.50	417.28	415.00	415.23	415.48	415.09	413.68	8.73							
3+501	68	426.28	424.70	423.56	423.04	421.41	423.05	421.86	421.04	423.15	424.91	425.90	424.69	421.02	419.92	418.26	415.67	415.21	414.19	412.43	411.93	12.35							
3+602	69	425.63	423.11	421.48	420.52	418.17	421.30	419.55	418.60	419.29	419.96	423.96	422.56	418.44	415.55	414.27	411.66	411.69	412.01	411.06	410.05	11.94							
3+700	70	426.09	424.05	423.44	422.30	420.48	421.45	418.63	417.04	416.28	416.15	419.12	416.81	415.93	415.75	415.43	413.13	411.87	410.97	410.32	408.83	8.05							
3+801	72	423.91	423.23	423.19	421.88	417.72	417.68	415.23	414.17	414.53	413.85	412.17	414.34	413.84	415.91	416.84	413.20	413.14	412.72	412.13	412.46	8.98							
3+902	73	422.58	419.33	416.99	415.11	412.54	414.06	409.84	406.81	404.96	404.16	407.28	404.96	404.53	405.45	407.32	409.28	409.55	411.17	411.90	409.88	5.80							
4+001	71	420.51	419.38	418.78	416.99	415.16	414.11	412.29	411.77	411.39	411.69	413.18	412.57	413.28	414.96	415.92	411.71	411.36	412.44	411.54	410.79	12.56							
4+101	67	421.20	419.49	418.11	417.15	414.32	412.61	410.52	409.33	409.01	409.00	408.42	407.51	407.56	410.57	412.52	410.85	411.07	411.86	411.42	410.47	6.67							

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO				CARRIL				LONGITUD				FECHA	
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100										CUMBE - OÑA				DERECHO				20100				2007-12-10	
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)			
4+200	68	416.74	418.17	415.82	415.30	413.77	414.39	412.95	411.29	411.17	411.09	412.50	409.78	409.46	411.25	413.53	411.33	413.11	414.99	416.70	419.45	3.86			
4+302	71	421.85	420.79	420.53	419.70	417.74	416.90	414.55	413.83	412.73	412.18	412.42	410.44	409.52	410.89	411.87	410.49	411.97	413.43	415.76	417.19	7.01			
4+401	73	426.26	424.78	424.21	423.80	422.78	421.99	419.37	418.17	418.56	419.13	416.97	416.33	416.68	417.48	419.49	415.50	419.21	421.04	422.99	422.85	6.12			
4+502	75	422.90	421.23	420.73	420.65	418.56	419.11	416.14	415.33	415.41	415.86	416.90	416.06	416.17	415.75	416.02	412.44	412.10	411.56	409.04	406.92	9.48			
4+602	72	423.94	422.14	420.16	419.04	415.96	415.78	411.82	410.03	408.94	407.88	408.22	406.23	405.30	405.39	403.97	401.88	400.81	400.11	396.84	394.43	9.63			
4+701	67	434.02	430.60	429.06	426.64	422.36	421.48	417.39	414.43	411.89	409.67	407.57	405.64	403.11	402.14	401.56	399.74	400.33	400.49	398.39	395.72	7.60			
4+801	66	420.07	418.96	418.18	417.84	415.99	415.97	414.40	413.18	413.30	413.30	412.25	412.33	412.68	413.96	414.90	411.22	410.62	410.67	410.19	409.98	7.15			
4+901	70	417.34	415.83	415.18	415.68	414.71	412.33	410.66	409.35	409.97	410.73	410.04	408.91	407.16	407.92	409.29	402.61	403.76	404.53	403.37	404.18	9.61			
5+001	69	416.53	416.18	415.50	416.45	415.13	414.94	413.95	414.58	415.71	415.22	416.27	418.91	416.80	416.18	413.61	409.87	410.79	409.91	409.19	408.75	10.24			
5+100	64	426.27	425.11	425.83	424.91	423.93	424.82	422.79	424.04	424.00	424.92	427.76	424.00	422.13	420.80	418.91	416.18	414.42	413.21	411.24	410.38	15.79			
5+201	62	425.42	423.63	423.13	422.02	421.01	422.81	420.71	420.92	421.24	422.54	424.58	424.51	422.37	420.25	418.80	418.80	417.82	416.36	414.95	413.08	11.29			
5+301	62	423.14	422.40	420.95	420.72	418.52	421.06	419.39	419.25	419.20	421.41	423.60	422.73	421.06	418.25	416.74	414.80	413.43	411.96	409.60	408.17	14.42			
5+400	59	419.16	419.04	418.93	421.03	422.87	420.95	419.11	417.76	416.93	416.63	412.27	410.64	409.70	409.66	409.67	404.67	405.83	406.08	405.13	405.71	13.89			
5+501	57	412.88	413.24	414.10	415.72	415.85	419.91	420.41	421.28	418.80	414.62	413.53	412.01	410.51	409.54	408.47	405.66	406.77	406.87	406.65	405.96	13.92			
																					PROMEDIO		10.45		
																					PERCENTIL		10.67		



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I														CARRIL		LONGITUD		FECHA	
	SPEED (Km/h)	Transverse Profile Logger	0+000 - 20+100	SENTIDO CUMBE - OÑA														DERECHO		20100		2007-12-10
	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	
5+601	61	420.03	419.45	419.04	419.27	418.11	423.33	421.21	422.00	423.83	425.43	424.37	420.15	415.93	416.13	414.30	411.10	411.38	412.00	411.35	410.80	14.81
5+701	64	417.17	418.37	419.80	420.49	421.00	422.15	420.48	420.75	419.86	418.95	416.48	415.56	413.73	415.18	414.26	411.38	412.16	412.46	412.92	411.51	10.29
5+801	65	431.81	429.84	428.55	426.93	424.89	420.64	419.32	418.37	417.70	417.29	414.39	413.71	413.23	414.06	410.08	411.41	412.96	414.46	415.90	5.99	
5+901	65	423.82	421.91	420.66	418.62	416.32	418.97	416.15	414.31	413.52	412.64	415.44	413.80	411.19	410.24	411.03	411.51	412.12	410.83	411.61	412.52	9.06
6+001	64	417.30	417.13	418.97	419.13	417.81	417.53	415.06	415.68	415.30	413.87	411.83	410.92	409.27	409.99	411.05	409.03	410.00	411.38	412.39	412.65	12.54
6+101	57	424.89	425.08	424.98	424.26	423.06	423.65	423.21	424.60	426.48	428.01	425.38	423.40	420.48	419.09	417.98	413.51	413.44	413.71	412.13	412.03	12.39
6+202	62	428.31	429.10	429.66	429.95	429.99	433.00	430.84	430.05	429.75	428.47	427.95	425.36	421.33	419.63	419.41	416.82	416.09	413.88	412.83	411.77	15.17
6+300	17	405.09	405.37	404.88	404.83	404.49	409.72	408.87	407.65	404.43	402.04	403.47	400.83	397.11	393.04	391.77	391.36	389.89	387.15	383.97	382.03	16.40
6+401	32	430.08	425.43	424.24	423.76	423.62	421.73	419.56	419.72	419.51	420.25	418.17	417.36	416.30	419.88	414.06	411.47	411.65	410.74	409.48	407.60	12.57
6+501	45	435.74	433.70	432.10	430.83	428.34	428.65	427.58	426.64	428.15	427.84	428.78	429.49	427.70	426.51	423.86	419.03	417.49	417.22	414.74	413.43	10.88
6+601	57	432.55	432.36	432.03	431.51	430.08	428.09	428.01	428.65	429.54	431.74	428.17	428.12	426.19	424.40	422.91	419.95	418.24	417.39	414.51	412.82	15.41
6+701	51	419.11	418.88	418.55	418.33	417.44	419.56	417.02	416.08	417.09	419.60	420.77	417.42	413.15	411.09	407.83	405.90	403.70	401.90	399.26	398.74	16.41
6+800	49	424.99	422.75	421.15	419.81	417.03	418.45	415.72	414.04	413.24	411.66	414.09	412.44	407.82	407.38	406.14	403.02	401.80	400.74	399.36	397.10	11.40
6+901	52	425.84	422.77	420.11	419.13	417.29	418.32	414.53	411.79	410.85	409.98	409.93	407.72	404.57	405.75	405.47	403.80	404.48	405.14	405.70	404.70	6.72
7+001	55	428.56	427.90	428.14	427.44	425.45	424.91	422.95	422.80	423.44	423.78	425.07	425.59	426.26	427.99	426.94	423.85	421.54	418.80	414.98	412.26	14.19
7+101	56	426.31	424.97	424.73	423.42	421.81	422.40	421.25	419.39	419.58	420.09	423.08	422.87	422.33	420.93	419.40	416.01	414.91	413.25	409.64	407.12	14.50
7+201	59	436.19	434.28	433.33	430.90	428.56	428.78	427.94	427.16	427.23	425.07	425.52	424.76	423.12	422.12	418.73	415.10	413.60	410.81	405.50	400.99	15.40
7+301	61	421.99	421.14	418.31	418.53	417.09	421.57	419.81	417.41	417.19	417.43	416.82	417.63	414.64	412.09	409.11	408.34	404.23	401.47	397.93	394.49	16.61
7+401	63	412.13	413.81	416.17	418.94	420.96	421.99	422.93	426.07	426.84	426.35	422.18	421.94	419.56	418.59	417.76	412.24	411.79	411.78	410.01	409.80	18.04
7+501	65	417.36	417.23	418.51	420.55	421.65	422.93	423.27	425.06	427.25	428.54	425.86	424.70	421.04	419.46	418.25	413.37	412.79	411.22	408.94	407.50	13.40
7+600	65	425.11	425.09	425.37	425.28	423.89	428.01	427.60	430.15	432.31	433.28	432.49	432.34	426.62	424.50	421.71	420.01	419.20	417.99	415.61	412.94	18.19

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Kmfh)	EQUIPO UTILIZADO										TRAMO I					SENTIDO					CARRIL					LONGITUD					FECHA												
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	2007-12-10																					
7+701	54	401.95	400.02	400.73	403.00	402.26	396.65	396.80	397.30	397.54	397.66	391.35	391.21	390.86	393.07	394.23	387.54	390.04	391.36	391.17	392.97	12.86																						
7+800	54	416.04	413.76	413.58	412.52	410.66	417.38	415.74	415.65	413.87	414.03	418.19	416.47	413.47	412.51	413.23	411.26	411.82	412.08	411.50	411.01	12.02																						
7+900	25	423.93	420.88	416.52	413.98	410.42	415.08	412.24	410.03	406.54	405.24	407.49	406.93	405.54	404.89	403.93	403.72	402.67	398.60	397.09	397.87	12.39																						
8+000	20	411.76	410.80	410.97	410.80	410.61	420.42	417.19	419.60	421.41	420.64	424.16	422.68	421.33	419.05	415.36	413.65	413.97	414.47	415.34	415.25	22.72																						
8+101	27	415.32	417.03	416.77	418.53	418.01	420.34	419.28	420.26	421.28	422.76	420.83	418.54	417.58	417.61	418.14	415.42	416.64	417.87	418.74	418.87	12.42																						
8+200	44	433.74	432.15	431.37	430.07	428.25	430.92	428.90	427.56	426.39	426.12	429.05	427.22	425.41	425.42	423.51	423.53	423.16	422.81	419.78	418.20	8.46																						
8+301	46	426.88	426.43	425.11	424.20	422.22	423.08	420.94	418.65	417.32	416.93	417.50	415.77	414.67	415.13	416.41	414.92	416.58	416.94	416.62	417.01	4.92																						
8+401	52	421.29	420.66	420.52	420.39	418.96	416.91	415.65	415.07	415.89	415.92	413.04	413.01	413.51	415.59	417.35	413.26	416.08	416.67	416.42	413.40	9.29																						
8+501	56	427.58	426.46	426.46	426.30	424.75	422.43	420.67	420.26	420.33	420.66	417.98	417.76	418.02	419.57	419.50	414.24	414.43	416.04	414.63	413.24	9.11																						
8+601	58	420.55	418.44	417.37	415.76	413.66	413.88	412.43	410.93	410.47	410.85	411.46	411.66	411.41	413.13	413.49	409.00	409.70	408.58	405.20	402.72	9.63																						
8+701	59	423.93	422.29	422.22	421.52	420.05	420.31	418.33	417.25	417.11	418.31	418.52	418.97	417.68	418.64	417.93	414.63	412.34	410.82	407.98	404.72	11.58																						
8+801	58	421.07	419.59	419.06	418.06	416.19	420.02	416.55	415.69	415.38	414.58	417.72	417.24	415.37	415.03	415.01	414.92	411.99	409.71	405.92	401.93	12.57																						
																					PROMEDIO		12.83																					
																					PERCENTIL		16.46																					

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO										TRAMO I										SENTIDO					CARRIL					LONGITUD					FECHA	
	Transverse Profile Logger										0+000 - 20+100					CUMBE - OÑA					DERECHO					20100					2007-12-10						
SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT_PS (mm)																
8+901	54	431.35	430.09	428.64	427.23	425.20	426.95	423.92	421.22	419.82	419.58	418.65	416.46	415.69	415.54	414.89	415.45	415.72	415.94	415.60	4.85																
9+001	53	434.99	432.63	430.46	427.87	424.02	423.57	421.28	418.43	415.64	414.36	411.67	410.10	409.04	408.74	406.68	406.70	406.34	405.58	403.26	4.92																
9+100	58	417.54	417.04	417.22	417.74	417.49	418.13	417.27	416.80	418.38	419.69	420.06	418.51	417.46	416.30	411.99	411.29	410.67	410.07	408.81	13.07																
9+201	58	422.26	420.79	420.58	420.40	419.11	422.27	419.59	419.12	420.79	422.04	424.66	422.40	416.91	414.05	412.41	408.15	405.86	403.67	401.28	16.13																
9+300	36	416.37	414.82	414.24	414.14	412.90	410.77	409.43	408.46	409.32	409.47	411.09	410.05	410.70	408.08	402.50	402.87	402.53	400.85	398.60	13.61																
9+401	50	428.11	427.22	428.08	428.15	427.48	428.79	428.04	429.89	432.37	432.63	431.02	429.02	426.68	425.46	419.89	419.69	419.43	417.67	416.42	17.53																
9+500	47	440.61	439.65	439.03	437.93	435.14	432.63	430.77	429.34	427.82	426.58	422.69	421.97	421.40	420.43	418.54	417.99	416.81	414.09	413.01	8.56																
9+601	39	428.88	425.60	423.43	422.10	419.41	417.81	414.78	412.64	411.74	410.68	409.97	408.78	407.12	408.18	405.25	405.94	408.17	408.61	407.63	7.89																
9+700	18	439.21	436.57	434.83	433.33	429.61	430.08	425.17	423.14	424.04	420.69	423.15	421.16	419.11	419.59	420.55	420.94	421.75	421.78	423.62	7.80																
9+801	23	420.25	420.35	420.74	422.91	420.34	425.35	422.12	421.21	421.62	425.27	426.66	427.37	420.11	413.67	410.30	405.56	402.35	396.61	394.19	30.47																
9+901	36	428.15	429.15	430.25	432.34	432.51	434.34	432.52	432.62	433.14	433.59	431.71	430.40	429.56	430.36	430.72	428.28	427.59	427.68	427.30	10.86																
10+001	46	424.57	426.11	428.48	430.35	430.93	433.32	430.87	430.59	428.95	427.67	427.88	426.16	424.92	426.01	425.85	427.81	428.49	428.35	427.80	11.76																
10+100	46	421.26	425.61	428.07	429.52	427.41	426.73	425.43	423.59	422.57	422.93	421.08	420.27	418.27	418.36	415.53	415.68	416.38	416.25	417.18	12.82																
10+201	48	417.02	418.88	420.96	423.29	423.94	426.42	426.04	426.23	428.08	429.81	427.37	425.63	422.88	421.58	420.57	416.16	416.09	415.86	413.12	15.95																
10+301	49	420.56	421.14	421.86	425.17	424.83	426.83	424.19	423.70	423.54	422.68	423.16	420.66	418.76	418.62	419.11	417.86	418.32	418.16	417.97	13.20																
10+400	51	429.91	428.39	429.07	429.44	428.37	430.32	427.29	426.40	426.70	426.62	427.78	425.77	422.97	421.63	420.16	417.06	416.55	416.83	414.82	10.51																
10+501	50	422.76	423.82	425.51	426.25	426.06	429.94	429.75	430.82	431.97	432.51	433.05	432.93	430.69	428.42	426.32	422.81	422.32	422.03	419.97	17.73																
10+600	50	423.09	425.84	427.66	429.77	430.06	432.85	430.68	428.51	428.16	427.08	428.15	426.28	424.12	423.71	422.09	421.66	421.84	420.89	419.29	13.62																
10+701	48	429.59	427.48	426.69	425.60	423.51	423.90	422.53	421.38	420.82	419.65	420.85	419.35	419.29	420.60	421.60	420.61	422.59	424.11	424.82	4.07																
10+800	45	432.57	432.12	429.73	429.03	427.29	429.27	427.02	424.68	423.60	423.99	424.33	422.00	420.13	419.86	419.75	416.90	419.11	419.01	418.44	417.74	6.77															
10+901	44	426.86	427.26	426.84	427.06	426.62	429.86	426.29	427.68	426.71	427.61	427.66	426.14	423.92	423.08	422.08	421.58	421.78	421.68	420.42	419.40	11.74															
11+001	40	428.82	428.22	428.66	428.89	427.74	429.91	427.56	425.70	425.00	424.65	424.84	423.08	420.59	419.63	418.84	416.25	415.25	414.26	412.10	409.76	10.84															
11+101	45	432.89	432.21	432.56	432.41	430.76	430.45	428.66	426.47	424.92	423.62	422.23	421.97	420.25	419.42	418.44	418.20	420.91	419.52	418.02	416.25	8.11															

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Kmh)	EQUIPO UTILIZADO										SENTIDO										LONGITUD			FECHA	
		Transverse Profile Logger					0+000 - 20+100					CUMBE - OÑA					DERECHO					20100			2007-12-10	
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)				
11+201	47	435.78	434.04	432.39	430.95	428.76	433.47	431.64	430.17	428.68	428.29	429.94	427.77	425.05	424.12	421.81	420.21	419.38	418.40	415.72	413.39	13.88				
11+300	46	420.28	421.55	422.81	424.24	424.01	427.73	425.41	426.08	425.93	424.86	423.20	420.80	418.27	417.86	416.66	414.30	412.39	411.85	410.91	410.67	16.80				
11+401	45	430.07	430.35	430.34	431.00	431.51	434.69	434.54	434.86	433.79	431.95	430.13	428.01	425.47	425.14	424.47	421.52	421.49	421.80	422.53	421.76	12.06				
11+502	42	424.16	423.42	423.98	426.42	426.46	428.21	427.81	428.34	427.63	426.95	427.30	426.60	424.81	424.85	424.14	417.66	417.46	416.88	416.77	415.36	15.33				
11+601	40	440.42	437.06	435.19	433.72	431.32	435.46	432.23	430.49	429.69	428.81	429.96	427.19	424.45	423.78	422.27	421.90	421.85	419.73	417.21	416.00	9.56				
11+701	45	431.03	431.45	431.92	431.92	431.30	432.64	431.15	431.27	432.12	432.74	433.65	433.09	430.88	429.57	428.12	425.16	424.05	423.00	422.51	421.90	10.72				
11+801	44	430.10	431.55	433.41	434.04	433.31	434.44	433.81	433.28	433.09	432.75	431.70	431.46	430.78	431.26	431.55	427.07	426.37	427.65	426.62	427.21	14.68				
11+900	47	429.82	427.96	426.90	426.33	425.31	423.68	423.08	422.38	422.51	423.05	421.00	419.82	419.22	420.86	422.00	415.84	417.30	419.01	419.06	420.17	9.57				
12+001	50	422.85	424.39	426.71	429.61	428.58	427.10	423.77	421.95	420.69	421.14	420.45	419.42	419.60	421.04	422.89	420.99	421.92	423.52	423.51	425.06	9.73				
12+100	46	421.23	421.34	422.46	422.95	422.77	426.84	425.85	426.24	427.16	427.10	429.35	426.59	423.53	423.01	421.84	422.07	421.84	421.95	420.68	419.82	12.31				
12+201	41	428.83	428.10	428.89	430.44	430.07	431.68	429.98	430.84	431.84	432.51	433.31	432.52	429.82	429.46	428.03	425.04	426.66	426.67	426.43	425.20	10.70				
12+300	48	433.91	433.23	432.29	431.98	430.45	430.34	429.66	429.34	429.85	430.14	428.76	426.84	425.13	424.22	422.15	414.86	412.65	411.59	409.06	407.92	14.79				
12+401	54	421.00	423.77	425.67	427.20	426.36	427.97	425.94	423.89	421.69	420.74	422.41	420.03	418.49	417.30	416.71	417.50	418.06	418.03	416.59	416.01	12.66				
12+500	59	429.46	426.64	425.01	423.84	421.34	430.25	425.49	423.21	423.16	422.00	425.90	423.68	420.68	419.72	418.87	419.06	416.71	415.93	413.65	412.51	15.67				
12+600	62	413.40	414.68	416.62	418.03	416.09	421.40	420.11	420.04	421.08	421.43	425.08	425.68	424.35	424.18	422.03	421.42	420.70	419.98	419.26	418.05	16.81				
12+701	64	423.47	421.27	420.36	419.53	415.88	415.61	413.82	413.18	412.30	411.66	409.97	409.79	409.45	409.58	409.94	407.69	409.44	410.99	410.32	411.27	7.91				
12+802	68	416.85	416.51	416.85	417.11	416.85	422.40	419.97	420.90	420.53	419.73	418.31	414.32	411.13	410.89	410.61	410.43	410.92	411.26	411.44	410.97	13.40				
12+900	70	410.08	409.46	410.40	410.31	411.32	416.42	414.59	413.35	414.74	413.65	413.85	411.76	407.22	406.16	405.59	406.15	406.42	406.02	404.29	402.82	16.08				
13+000	60	410.42	411.59	413.15	412.64	411.71	416.37	414.96	414.66	414.71	413.22	416.26	415.79	412.80	409.88	407.40	406.31	405.14	404.75	402.37	400.28	16.01				
																						PROMEDIO		12.44		
																						PERCENTIL		16.12		



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO		CARRIL					LONGITUD			FECHA				
	SPEED (km/h)	Transverse Profile Logger	0+000 - 20+100	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	20100	2007-12-10	
13+101	56	391.08	394.77	396.65	398.63	398.73	401.26	400.62	401.44	402.88	405.92	406.20	408.40	407.25	409.01	410.73	408.77	409.75	412.33	412.33	412.33	412.99	415.21	12.78			
13+200	54	409.09	412.12	413.05	413.78	412.41	420.56	419.90	420.88	422.89	422.57	426.06	427.41	427.44	429.29	431.20	435.70	438.25	440.30	440.88	442.97	442.97	442.97	10.22			
13+301	47	417.54	418.42	419.94	420.89	420.89	424.72	424.00	424.16	425.18	424.42	425.32	423.91	422.74	423.43	422.64	421.95	421.98	421.88	421.59	420.32	420.32	420.32	11.58			
13+400	45	433.05	431.49	430.36	428.97	426.88	424.76	422.51	420.62	419.59	418.85	416.01	414.26	412.48	412.21	411.97	406.60	407.24	407.23	407.09	404.47	404.47	404.47	7.86			
13+500	43	433.89	431.46	429.39	428.10	425.41	426.07	423.53	421.22	419.85	419.80	419.11	416.42	415.04	415.18	415.33	412.11	410.73	411.47	408.66	404.84	404.84	12.41				
13+601	40	432.79	431.84	432.27	432.02	430.78	434.16	431.29	430.22	430.86	430.01	431.66	429.73	427.15	425.62	424.47	421.68	420.35	418.77	416.78	415.85	415.85	11.50				
13+700	47	445.32	443.68	442.13	440.47	436.93	436.57	434.43	431.87	430.16	429.61	430.64	428.24	425.07	423.70	421.35	420.27	418.22	415.14	411.97	409.48	409.48	9.73				
13+801	48	435.73	436.44	435.81	435.22	433.35	435.22	434.31	432.91	432.75	432.00	432.07	430.78	429.65	429.49	428.74	426.60	423.62	420.57	418.61	417.18	417.18	10.82				
13+901	48	423.67	423.93	424.47	424.91	424.04	428.43	426.30	427.87	426.93	426.48	430.58	428.60	427.70	429.51	428.34	426.72	426.70	427.42	426.61	422.55	422.55	12.92				
14+001	46	423.05	423.56	424.67	425.84	424.89	427.41	426.05	426.78	427.62	429.20	431.95	432.86	433.17	434.37	432.11	428.80	427.31	424.37	420.77	417.86	417.86	17.96				
14+101	44	426.87	427.64	427.37	427.05	425.94	431.14	429.85	428.54	430.83	429.65	431.40	430.68	428.87	427.85	426.08	424.29	424.06	424.95	423.26	421.20	421.20	12.86				
14+201	44	427.03	426.34	426.82	428.04	427.96	428.96	426.95	427.72	428.62	429.31	431.03	431.70	430.54	429.79	428.57	425.84	424.72	424.46	422.76	420.70	420.70	10.78				
14+300	45	422.48	421.84	422.23	423.38	423.88	426.30	425.52	425.68	426.86	428.75	429.32	429.72	429.59	429.46	428.91	423.58	423.45	423.60	423.34	422.59	422.59	14.43				
14+400	47	419.46	419.62	420.47	420.97	421.36	422.59	421.36	421.50	422.13	423.13	422.79	421.88	420.52	422.33	423.57	420.25	423.26	424.97	426.21	426.53	426.53	6.37				
14+500	50	424.01	424.07	425.38	425.96	423.85	425.04	423.96	423.62	423.16	423.43	424.82	424.69	421.11	419.23	418.95	416.85	415.30	412.71	411.64	411.30	411.30	11.88				
14+601	46	421.75	422.24	423.23	423.74	422.64	423.56	422.79	422.15	423.46	423.87	424.32	424.71	422.88	422.15	421.89	420.96	420.01	418.78	416.95	416.04	416.04	10.41				
14+700	43	429.97	428.95	429.15	427.62	425.00	431.53	429.98	430.00	428.77	427.54	432.77	432.06	429.85	429.34	428.46	428.62	428.62	427.81	426.86	425.46	425.46	12.21				
14+801	44	420.46	419.69	420.19	420.84	421.42	423.51	422.64	421.91	423.24	424.04	424.79	423.06	421.73	421.95	421.91	417.77	418.56	418.65	417.50	416.87	416.87	11.36				
14+901	51	431.29	431.77	432.17	432.15	430.68	432.24	430.73	430.89	431.42	430.76	432.61	432.84	431.41	430.36	428.96	427.83	426.49	425.26	423.96	422.54	422.54	12.36				
15+000	48	437.88	435.82	434.91	433.93	431.80	431.25	427.74	426.28	425.59	425.08	423.21	421.70	419.85	419.12	418.16	414.18	412.55	411.42	407.75	405.86	405.86	6.99				
15+100	51	434.38	434.01	433.62	433.10	431.72	435.04	432.68	432.00	431.92	431.28	434.15	433.05	430.17	428.42	425.47	424.11	423.07	421.00	417.35	415.06	415.06	12.29				

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Km/h)	EQUIPO UTILIZADO																FECHA				
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)
Transverse Profile Logger		TRAMO I																LONGITUD				
		0+000 - 20+100																20100				
		SENTIDO																DERECHO				
		CUMBE - OÑA																				
15+200	47	437.04	435.54	435.08	434.54	432.39	432.74	431.26	430.58	429.67	429.65	427.30	426.04	424.65	425.77	425.34	420.17	420.98	421.96	423.37	423.93	7.29
15+301	46	433.85	431.82	430.55	429.76	428.72	433.87	430.94	433.89	430.37	430.92	434.96	433.62	433.18	433.89	433.74	430.62	428.96	429.15	428.40	428.54	15.81
15+401	52	438.74	437.29	437.30	437.44	435.95	437.34	436.01	435.82	435.91	436.19	435.06	434.51	432.83	432.63	430.85	425.12	423.71	421.75	418.63	415.57	14.62
15+501	52	445.51	442.96	442.15	440.13	438.22	437.72	435.32	433.06	430.86	428.88	426.14	423.47	420.35	418.40	415.71	410.60	408.51	406.53	403.37	398.95	10.23
15+602	53	429.86	429.10	429.50	430.03	429.67	428.85	427.15	427.15	427.98	428.45	429.16	428.72	426.72	425.25	422.47	422.09	420.33	418.30	415.55	414.18	11.80
15+701	54	426.77	426.09	425.42	425.70	424.08	427.06	424.08	422.89	422.46	421.81	424.46	422.11	421.53	423.25	421.73	420.23	418.33	416.44	411.87	408.98	14.44
15+800	51	428.62	429.21	430.86	431.39	430.34	428.63	428.02	428.86	429.61	429.89	428.40	428.46	428.79	429.70	430.54	423.62	423.00	422.34	421.75	421.50	11.60
15+901	54	425.44	425.04	425.58	425.56	424.66	426.38	425.23	424.10	424.47	425.02	425.59	425.10	423.99	425.14	425.86	422.22	421.89	422.27	423.41	424.01	7.65
16+001	54	431.27	430.45	430.69	431.02	429.97	426.98	426.92	428.28	430.48	430.50	427.79	428.03	426.10	425.67	427.22	421.68	423.88	426.45	426.65	427.52	9.89
16+101	53	426.41	424.80	424.36	424.40	423.59	428.48	426.19	425.86	427.87	426.77	428.63	425.73	423.81	422.04	421.02	419.27	419.43	418.73	417.44	416.99	11.98
16+200	54	430.82	430.23	430.87	430.88	430.05	435.54	434.34	388.60	433.28	433.15	436.59	435.89	431.84	428.71	426.08	426.60	425.20	423.64	419.50	416.98	14.87
16+300	23	417.73	417.77	418.25	418.66	417.58	419.42	417.91	417.69	418.41	417.73	417.25	416.14	414.18	415.12	415.31	414.57	414.16	413.89	412.88	412.77	9.52
PROMEDIO																						11.50
PERCENTIL																						14.43



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										CARRIL				FECHA					
	SPEED (km/h)	Transverse Profile Logger	0+000 - 20+100	CUMBE - OÑA										DERECHO				20100		2007-12-10		
	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	
16+401	40	432.85	430.69	431.34	431.26	431.66	431.01	430.11	430.81	431.34	432.64	435.51	434.75	432.05	432.74	433.20	432.11	431.38	431.32	430.17	429.83	10.78
16+501	31	431.05	430.58	431.72	432.70	429.54	434.25	428.89	427.71	425.91	424.50	424.44	423.50	423.36	420.52	418.00	418.49	416.59	414.55	414.32	414.32	12.00
16+600	33	421.56	421.93	422.55	423.10	423.37	423.89	421.15	426.20	424.77	422.47	422.48	422.00	422.50	423.48	417.21	417.50	418.77	419.05	419.45	419.45	16.68
16+700	25	420.42	418.82	418.27	418.86	417.95	413.94	412.74	413.01	413.62	415.00	407.63	407.47	406.09	411.27	400.83	401.22	402.86	403.73	403.12	403.12	13.62
16+800	17	409.35	409.37	407.37	408.90	407.95	409.49	408.55	409.70	409.36	411.40	411.65	412.53	413.08	412.57	414.43	414.43	410.33	410.02	409.49	409.49	19.96
16+901	33	436.50	438.96	440.83	441.99	440.72	439.94	438.12	438.46	440.11	439.87	436.12	436.03	435.08	434.24	434.39	428.05	428.07	427.66	426.79	426.85	14.77
17+001	40	435.05	432.75	433.18	432.22	429.52	428.62	425.15	423.26	422.34	421.47	421.79	422.44	424.20	427.53	425.84	426.34	427.02	426.43	425.91	425.91	8.06
17+100	45	429.25	429.31	428.45	428.08	425.69	429.61	427.61	427.06	424.78	424.22	424.96	424.73	425.16	427.36	426.79	427.25	427.97	428.10	426.48	426.48	9.24
17+201	36	428.73	429.26	428.15	427.89	425.25	428.97	426.81	424.31	421.50	420.18	421.67	419.88	418.54	417.18	418.11	417.84	414.68	413.58	413.58	412.13	11.62
17+300	31	435.88	434.91	434.87	434.79	433.47	431.90	428.66	427.21	428.64	427.78	424.77	424.14	424.52	422.95	424.78	419.90	419.66	418.26	419.43	419.43	13.43
17+401	26	433.34	429.70	425.10	422.42	418.70	423.57	421.86	418.24	422.03	421.36	425.83	425.48	423.70	418.10	415.67	415.13	414.56	414.63	409.95	409.95	20.74
17+500	35	433.94	431.74	430.78	431.02	428.19	429.05	424.98	425.35	423.69	420.62	421.38	418.15	420.69	422.42	422.28	419.36	423.72	425.71	429.28	427.40	9.55
17+601	41	432.77	433.05	430.79	430.90	429.11	423.33	422.41	421.74	421.94	424.12	419.25	419.91	420.26	423.31	423.50	416.90	418.48	418.40	418.88	419.40	9.59
17+700	50	426.65	427.97	428.37	428.40	428.53	429.12	426.88	426.76	426.49	425.34	426.30	426.62	425.78	426.63	427.54	425.03	424.06	421.82	420.46	419.07	11.34
17+800	51	429.68	428.50	427.97	426.63	425.10	428.34	426.76	426.59	429.03	428.79	432.10	432.03	429.72	429.01	427.36	425.37	424.11	424.12	421.23	418.78	13.95
17+901	53	429.25	427.27	425.22	422.95	420.88	424.23	422.48	421.22	421.24	420.72	422.81	423.84	421.85	423.79	422.77	423.71	424.28	423.12	420.51	420.06	6.87
18+001	48	408.52	409.16	409.81	410.79	410.34	412.93	413.72	414.93	416.29	417.84	420.21	421.63	420.80	424.88	425.99	428.76	430.49	431.01	430.32	7.75	
18+100	43	436.56	433.91	432.31	431.54	429.78	430.13	428.26	426.96	425.11	424.89	424.42	422.03	421.54	420.08	418.82	416.84	416.87	415.56	413.86	412.33	8.60
18+201	37	429.82	430.99	432.49	433.93	435.57	432.44	430.48	431.46	432.21	432.62	428.95	428.45	428.96	429.20	428.71	424.68	424.29	423.70	423.82	421.43	14.56
18+301	34	437.48	435.92	435.07	435.16	433.35	432.94	431.47	430.81	430.64	430.70	432.30	429.71	429.09	427.90	426.78	424.02	423.12	421.77	420.92	419.74	11.46
18+400	39	436.76	434.83	434.07	434.86	432.38	432.35	428.97	427.98	428.30	427.80	424.56	424.33	423.28	423.05	424.57	418.04	416.97	417.73	417.21	416.87	12.91

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										CARRIL					FECHA																								
	SPEED (km/h)	Transverse Profile Logger	0+000 - 20+100					CUMBE - OÑA					DERECHO					20100		2007-12-10																						
	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)																					
18+500	46	435.71	435.34	434.17	433.63	432.37	434.05	431.35	432.08	432.18	430.80	440.78	431.43	429.76	430.08	427.88	426.56	427.43	425.79	423.79	421.90	19.08																				
18+600	51	418.43	418.44	418.86	421.63	420.52	424.93	424.21	426.01	425.78	425.12	426.84	427.00	425.47	426.09	426.37	424.36	425.79	427.46	429.19	428.32	10.05																				
18+701	51	419.88	418.88	417.90	413.26	417.70	420.04	419.35	419.70	420.72	420.78	421.77	422.26	419.96	421.48	422.51	419.60	420.99	419.99	419.57	419.46	9.45																				
18+801	45	422.68	422.52	421.61	421.56	421.01	423.42	420.35	416.20	420.12	420.66	421.45	418.33	416.79	419.19	420.08	419.69	421.28	420.93	422.42	421.23	12.98																				
18+901	47	422.75	421.76	423.27	424.28	423.61	423.03	422.53	421.77	421.72	424.85	423.87	423.62	423.29	423.43	424.96	422.12	421.02	419.71	419.40	418.07	11.54																				
19+001	53	438.35	435.90	433.94	432.26	430.24	431.35	428.96	426.60	425.36	424.18	424.48	422.11	419.15	415.80	415.19	412.25	410.44	409.52	407.35	405.77	9.10																				
19+101	26	419.10	417.66	416.78	414.11	412.01	415.24	413.37	411.52	411.24	410.02	410.77	410.36	408.84	409.37	409.34	408.52	408.56	408.15	407.43	406.25	6.14																				
19+201	47	443.02	440.00	437.67	435.55	432.12	434.16	430.86	428.50	426.76	426.07	428.46	427.04	425.34	424.98	424.44	425.74	426.22	425.74	424.37	423.51	5.53																				
19+300	55	438.37	435.04	432.19	428.59	425.70	422.03	420.21	418.23	416.50	415.76	414.82	413.90	413.79	414.49	414.58	411.99	413.79	415.57	416.80	415.82	4.67																				
19+400	53	421.53	422.15	423.71	425.36	425.69	422.57	422.60	423.13	425.13	426.46	423.06	423.45	423.62	426.25	427.13	420.90	423.28	426.14	427.41	428.52	9.33																				
19+500	51	428.93	425.53	422.82	419.96	416.36	416.76	414.31	412.01	410.92	410.01	410.08	409.49	407.71	407.27	407.55	407.21	407.92	408.93	409.25	408.82	4.89																				
19+600	22	416.31	413.77	413.53	413.07	411.66	413.85	413.48	415.52	414.28	413.22	414.30	411.36	409.82	409.11	407.95	406.20	405.48	404.45	403.81	403.18	11.99																				
19+701	44	436.31	434.92	433.43	433.41	431.68	433.60	430.99	429.23	427.94	426.34	426.57	423.48	422.21	420.49	419.82	417.24	417.10	416.36	415.17	414.87	8.17																				
19+801	48	430.36	428.56	427.00	426.24	425.26	426.65	422.22	420.54	420.19	418.70	419.04	417.49	414.23	412.47	409.43	405.64	403.35	400.19	398.06	395.70	11.03																				
19+900	42	421.43	420.60	419.50	418.18	416.85	418.22	415.11	412.88	411.09	410.42	411.00	411.41	410.21	407.35	403.45	399.56	399.18	398.70	397.84	396.77	9.38																				
20+000	20	417.89	416.47	415.74	414.10	411.55	412.78	409.58	408.26	406.87	406.85	406.61	404.93	402.45	402.77	401.95	402.56	403.22	404.69	405.60	406.99	4.82																				
20+100	8	425.59	423.69	422.95	421.79	418.82	418.92	416.85	417.07	416.05	416.17	413.60	413.20	410.76	411.50	410.42	408.53	407.28	408.39	408.93	408.12	5.60																				
																					PROMEDIO																					10.82
																					PERCENTIL																					14.22

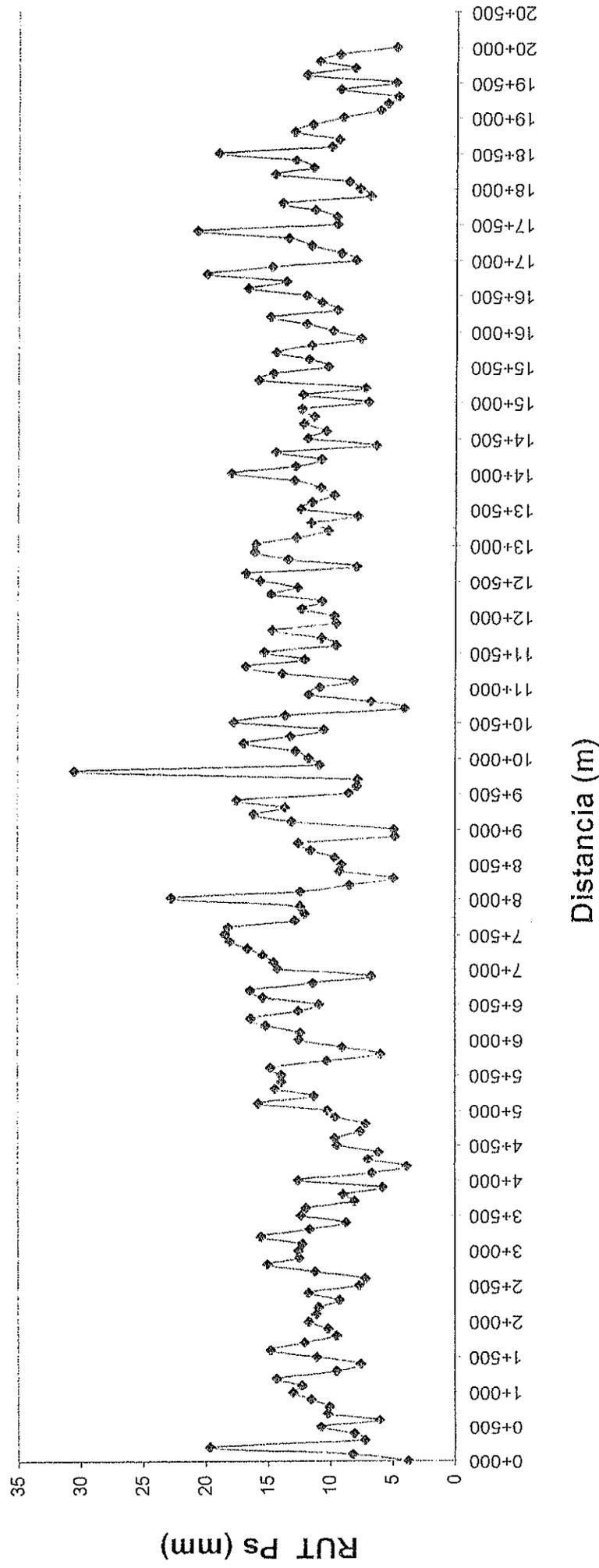
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+000 - 20+100 / SENTIDO: CUMBE - OÑA
INEXTEC CIA. LTDA.

ESTUDIO DE PERFIL TRANSVERSAL (SURCO DE HUELLA)

Surco de Huella vs Distancia



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO					CARRIL					LONGITUD			FECHA	
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100										OÑA - CUMBE					DERECHO					20100			2007-12-10	
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)				
20+000	15	423.23	422.64	421.14	421.25	421.59	423.77	421.87	419.65	420.04	419.30	418.33	418.02	416.74	415.14	416.59	416.41	416.21	418.06	417.14	417.12	5.53				
19+900	35	428.74	429.26	428.23	427.45	425.83	428.80	424.77	421.87	421.59	420.38	421.16	419.51	419.22	419.92	420.68	418.90	420.29	420.53	419.75	420.47	6.76				
19+799	42	423.89	424.12	425.09	424.64	423.97	425.31	424.55	424.12	423.00	423.06	423.68	423.85	421.00	421.98	422.55	419.33	419.85	419.77	418.83	418.61	8.53				
19+700	42	422.86	421.99	422.32	421.63	419.80	420.85	418.16	373.52	414.94	414.93	414.19	413.92	414.22	415.97	415.68	414.68	416.89	417.21	417.65	418.20	5.57				
19+600	39	424.27	423.79	423.58	422.84	419.37	421.61	420.01	418.67	417.34	415.60	417.27	416.40	412.78	413.21	412.33	412.02	412.96	413.01	411.96	411.58	7.16				
19+500	25	415.32	413.17	411.74	410.80	409.19	410.24	410.24	409.41	409.49	410.11	411.76	411.54	411.57	413.03	413.99	412.18	411.65	411.97	408.99	404.90	13.39				
19+400	29	429.93	426.79	422.60	421.45	419.72	423.07	420.52	423.81	420.33	419.73	420.64	419.59	419.17	418.98	418.84	417.93	415.90	413.83	410.82	404.47	16.91				
19+300	34	424.63	424.45	423.31	423.22	419.78	418.01	413.15	409.53	410.34	410.75	411.50	412.91	413.28	412.76	413.34	411.50	412.35	412.69	412.58	412.31	11.96				
19+200	34	437.87	431.72	425.31	421.23	418.25	420.89	419.16	419.47	420.41	419.72	420.36	418.48	416.04	415.94	414.58	413.62	413.15	411.49	408.69	404.93	11.27				
19+099	28	421.33	422.24	423.28	422.38	417.29	421.81	413.99	415.85	408.31	409.11	407.57	404.57	403.87	405.89	407.93	411.84	412.63	413.71	414.24	414.18	15.05				
19+000	34	416.85	416.54	416.19	420.25	419.52	419.87	420.89	422.71	418.40	413.22	410.32	407.44	405.14	407.16	407.26	407.10	408.19	408.84	408.99	409.83	13.80				
18+899	44	421.66	419.67	419.91	420.44	418.85	420.62	418.94	417.02	415.50	414.39	414.94	412.38	411.23	410.93	411.03	408.55	410.23	410.71	408.80	408.20	6.79				
18+799	41	423.32	421.66	420.17	418.38	415.52	415.37	411.69	409.25	407.57	407.48	404.20	402.94	400.94	400.20	400.53	398.79	398.84	398.57	397.93	397.38	6.66				
18+700	35	419.81	416.99	414.04	412.18	410.81	409.41	406.51	406.48	407.08	406.60	404.26	404.74	402.61	401.93	401.72	399.61	399.98	399.52	398.73	398.80	10.74				
18+599	44	432.66	431.83	430.36	428.95	425.72	427.66	424.97	421.35	420.53	417.91	418.17	414.90	411.99	410.45	408.99	406.84	408.02	406.91	405.03	403.57	10.19				
18+499	44	423.91	423.35	423.41	424.70	423.59	426.87	422.85	420.60	417.12	414.20	414.09	410.86	407.03	404.80	400.43	397.26	396.34	394.34	390.23	388.20	14.89				
18+399	26	408.01	407.57	406.88	406.53	405.50	410.00	401.08	401.02	401.82	399.49	398.94	395.72	393.78	393.13	393.38	393.24	392.85	392.69	391.03	389.88	11.93				
18+300	36	418.98	419.22	417.46	417.72	416.42	418.31	413.86	414.55	415.47	413.57	411.48	410.02	409.48	407.58	406.99	403.93	405.16	405.25	403.82	404.68	12.07				
18+199	38	412.63	413.65	413.88	416.68	415.27	411.77	415.25	417.32	414.07	412.66	413.54	411.15	407.71	407.76	406.41	402.63	401.69	400.21	399.28	399.91	18.82				
18+100	42	420.67	418.11	417.59	415.70	414.43	420.23	414.99	413.46	413.10	411.93	413.11	411.85	411.84	411.04	409.14	407.07	406.03	404.25	401.87	400.79	10.99				
18+000	46	413.17	410.33	410.68	409.16	406.81	411.93	408.41	407.47	405.56	404.55	408.33	406.28	405.02	403.68	401.86	400.80	399.14	398.61	396.63	396.76	11.47				
17+899	48	432.80	427.85	423.77	421.48	417.45	417.64	414.15	411.02	407.58	405.50	402.76	400.97	397.47	395.00	391.34	387.47	384.74	381.97	377.72	373.58	9.50				

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Km/h)	EQUIPO UTILIZADO										SENTIDO										CARRIL			LONGITUD			FECHA																	
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	DERECHO			20100			2007-12-10																
17+799	37	420.11	417.09	415.47	413.59	410.60	412.47	407.63	403.43	401.45	399.67	401.00	397.28	396.38	397.22	394.86	394.60	394.12	392.47	392.12	6.89																								
17+899	48	429.27	426.07	423.50	420.59	416.85	418.89	414.47	411.74	409.65	409.95	409.25	406.55	406.44	405.89	404.92	404.42	402.32	401.34	400.00	6.18																								
17+999	47	418.98	416.54	415.56	416.33	414.64	416.76	413.76	412.32	411.58	411.63	413.96	411.72	409.85	409.83	406.12	407.67	408.25	405.78	402.19	399.23	11.89																							
17+500	25	410.04	408.93	407.72	405.68	405.43	411.18	407.11	405.89	405.91	402.69	404.92	401.86	397.83	396.74	395.20	396.97	397.62	398.45	397.47	395.32	13.67																							
17+399	30	419.78	413.43	414.46	413.34	411.40	414.18	407.18	404.40	405.03	403.80	400.01	400.78	401.64	403.12	402.60	399.09	403.76	405.04	407.96	411.32	11.79																							
17+300	27	430.31	423.00	419.55	420.50	418.75	420.12	413.61	414.48	414.31	411.96	410.98	409.64	407.11	406.72	407.55	400.03	401.34	407.26	408.75	406.10	16.91																							
17+199	35	411.97	411.41	410.24	410.59	409.43	417.35	411.13	409.14	409.45	406.63	407.33	405.58	399.08	399.44	400.59	401.61	401.65	400.03	399.94	398.97	16.17																							
17+099	41	418.08	414.40	413.49	414.07	412.07	417.90	410.63	410.79	410.84	409.55	408.87	406.75	404.89	404.47	402.61	400.13	400.17	397.99	397.07	394.86	13.00																							
17+000	47	422.43	422.49	419.66	418.49	413.52	416.07	412.85	411.21	408.94	406.15	405.94	405.28	403.49	402.44	403.11	400.86	400.42	399.42	398.53	396.73	8.88																							
16+899	40	410.15	411.96	411.69	410.42	408.54	409.15	407.35	406.89	406.26	405.67	407.06	403.75	400.64	399.64	398.33	399.13	397.57	395.18	393.56	391.86	10.63																							
16+800	34	414.09	411.76	408.81	407.12	407.03	407.19	404.52	402.73	401.18	399.42	400.20	398.14	394.41	394.48	396.19	394.19	394.86	396.62	397.13	395.49	9.92																							
16+699	41	411.59	413.51	410.62	408.24	405.90	407.67	403.57	402.08	401.36	399.04	402.27	401.99	399.27	399.36	399.54	396.46	400.17	401.69	399.25	396.69	13.44																							
16+600	32	421.09	419.19	417.08	415.28	411.80	415.24	409.85	408.94	409.58	407.91	409.68	409.67	407.23	405.61	400.42	400.59	399.32	399.45	396.14	391.97	20.82																							
16+499	34	413.74	408.90	409.82	409.59	404.88	409.87	404.47	361.07	404.84	402.11	406.14	403.29	401.89	400.86	397.40	400.29	396.96	394.43	394.58	391.31	16.75																							
16+398	49	422.92	421.13	420.29	419.07	415.86	415.77	412.62	412.15	413.33	414.01	415.46	413.37	409.85	409.67	408.87	406.59	403.90	404.23	402.57	400.11	10.63																							
16+299	43	404.88	405.66	405.89	406.02	403.76	405.14	400.62	398.34	398.84	400.39	400.50	399.64	396.11	394.56	393.29	392.17	389.99	386.95	385.48	382.79	12.56																							
																					PROMEDIO		11.58																						
																					PERCENTIL		13.55																						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO					CARRIL					LONGITUD			FECHA	
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100										OÑA - CUMBE					DERECHO					20100			2007-12-10	
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)				
16+199	39	418.04	418.05	418.56	419.11	417.94	417.41	416.17	415.55	415.70	415.78	412.79	412.61	411.79	411.70	411.78	406.91	406.68	405.30	402.70	400.26	10.46				
16+100	40	415.94	414.26	413.07	411.88	410.30	411.43	408.56	407.24	406.68	406.49	406.55	404.90	403.27	403.05	401.94	400.48	399.29	398.64	396.72	395.36	9.51				
16+000	38	417.96	416.44	416.06	414.21	412.03	414.65	412.59	410.82	409.85	408.95	411.80	408.99	406.96	406.10	404.21	403.95	402.08	400.89	397.81	396.33	8.72				
15+899	48	417.05	417.21	417.09	417.27	415.62	413.71	412.43	412.23	411.64	411.58	409.22	408.12	407.01	406.87	406.47	402.08	402.26	402.19	401.37	399.91	7.32				
15+797	51	416.28	415.75	416.07	416.37	415.74	414.67	412.61	412.02	411.80	411.79	408.89	406.84	405.14	405.38	404.88	400.58	401.04	400.36	398.95	397.70	8.71				
15+699	59	420.22	419.57	419.22	419.68	417.69	417.30	414.05	413.15	412.89	411.78	409.15	407.27	405.31	406.11	406.26	403.96	403.03	403.51	403.75	405.44	5.61				
15+598	62	422.94	421.62	421.45	420.97	418.38	419.52	417.38	416.31	415.51	415.23	416.17	417.08	415.24	415.52	414.08	412.28	410.47	410.47	407.41	405.66	12.78				
15+499	57	405.71	406.71	407.00	406.86	405.62	408.26	406.96	406.44	406.48	405.84	408.48	407.91	407.41	408.51	409.27	406.16	405.07	403.96	402.09	400.28	12.42				
15+399	56	389.50	391.25	393.39	395.85	396.34	405.66	405.19	406.41	408.98	410.90	415.33	414.49	411.79	411.35	414.12	412.65	413.57	413.82	414.63	415.54	16.93				
15+299	59	408.68	407.87	406.85	405.24	403.28	413.65	410.15	408.41	409.41	408.19	416.38	412.30	407.03	403.60	401.20	406.84	403.16	400.81	396.69	393.38	18.70				
15+199	57	409.24	408.28	408.08	407.08	405.40	412.57	405.58	408.73	409.37	407.43	412.36	408.24	405.14	403.15	401.13	400.26	397.24	395.05	392.29	390.78	15.67				
15+099	61	410.60	409.72	409.18	407.59	406.20	408.75	406.44	404.73	403.37	403.06	402.48	401.30	399.13	398.38	398.19	396.80	396.04	394.61	391.90	389.97	9.14				
14+999	57	405.08	403.20	402.94	402.58	400.63	406.41	403.35	401.77	401.12	400.86	404.89	403.88	401.42	401.82	400.99	403.00	402.91	401.12	398.11	396.50	11.63				
14+899	57	402.69	404.40	405.39	406.27	407.49	410.21	409.31	409.88	412.65	413.33	413.89	413.16	411.12	410.07	408.65	403.79	404.36	405.57	406.18	405.28	14.84				
14+800	54	406.29	405.41	406.83	407.37	407.30	408.19	405.25	405.12	405.87	406.01	404.52	403.24	402.30	402.86	401.73	398.28	397.05	396.89	394.89	393.40	14.64				
14+699	52	434.47	430.69	427.23	423.62	417.53	417.39	412.78	408.73	404.87	400.60	399.04	395.82	391.87	388.63	385.62	383.51	380.10	376.65	372.14	368.50	9.71				
14+599	56	415.45	415.89	415.78	416.54	415.48	414.54	411.91	411.16	411.43	411.50	407.81	407.44	405.26	405.24	405.11	396.43	394.98	394.04	391.81	389.48	14.54				
14+500	55	403.85	402.56	402.85	403.56	402.90	402.87	399.89	400.19	401.56	402.26	401.13	400.95	399.51	399.72	398.50	391.48	390.47	389.82	389.83	388.38	14.69				
14+399	52	408.52	408.04	408.52	408.44	406.54	409.92	406.84	406.64	406.84	405.75	408.87	406.71	403.33	401.00	398.75	396.96	397.01	396.16	394.79	393.31	15.17				
14+299	46	430.88	428.46	426.17	422.66	417.95	420.08	416.53	415.75	413.33	405.77	405.96	402.15	400.12	397.31	389.63	386.78	384.90	384.11	379.98	377.42	13.82				
14+200	49	417.25	415.23	414.33	413.32	412.11	412.47	410.00	408.83	409.03	408.83	409.46	408.33	405.95	405.12	404.67	403.33	405.32	407.20	407.62	407.45	5.49				
14+100	56	411.04	410.71	409.88	409.63	408.11	410.43	408.13	406.20	405.30	405.89	407.40	405.89	405.57	405.69	403.60	399.92	400.86	402.49	403.43	401.77	6.95				

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										CARRIL			FECHA								
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100					ONA - CUMBE					DERECHO			20100		2007-12-10						
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)	
13+999	52	406.93	405.06	405.86	404.84	403.13	406.82	403.90	402.06	401.11	400.98	402.10	400.00	395.56	396.40	394.33	390.88	389.80	389.80	386.97	384.38	381.78	14.09
13+899	52	419.48	417.37	416.14	414.32	411.24	411.29	407.92	405.36	404.17	402.92	402.27	400.15	398.56	397.86	396.88	392.04	387.46	383.02	377.19	372.92	16.45	
13+800	52	420.83	419.47	418.64	417.94	414.97	416.10	412.96	411.14	410.88	411.13	412.54	409.75	404.33	402.24	400.21	393.84	390.84	385.59	380.86	378.56	16.93	
13+699	53	394.46	395.28	396.21	398.51	401.09	400.24	399.89	401.42	404.76	407.89	404.61	406.33	405.26	405.06	406.04	398.16	400.54	401.43	402.64	404.51	17.09	
13+599	53	396.11	395.48	394.53	395.28	392.91	401.36	398.32	397.42	397.89	397.30	402.67	402.69	398.25	398.16	397.21	403.12	401.66	400.92	399.29	397.51	16.50	
13+498	50	397.94	397.74	399.94	402.28	402.72	403.92	402.60	403.20	404.66	406.32	404.43	404.91	403.59	405.03	406.94	403.29	405.21	406.82	406.96	406.37	9.05	
13+400	52	385.18	387.39	389.94	392.00	393.04	395.87	397.19	397.30	399.05	399.26	400.32	402.08	401.47	403.02	402.23	400.76	403.61	402.86	401.97	401.49	14.53	
13+300	53	395.33	395.24	395.89	396.64	396.83	400.28	397.91	396.98	398.84	399.44	399.45	399.93	397.98	398.75	399.98	399.30	400.28	401.71	402.64	402.39	9.75	
13+200	48	421.92	419.75	416.89	414.41	411.01	413.33	408.36	406.34	404.42	401.58	401.23	399.17	394.50	391.66	388.35	386.55	385.57	384.77	382.86	380.73	8.24	
13+099	52	432.26	428.72	425.15	420.41	415.50	419.25	414.48	410.70	406.13	402.66	403.98	401.00	397.52	393.50	390.56	389.11	386.50	382.65	378.71	374.46	11.39	
																					PROMEDIO	12.39	
																					PERCENTIL	16.85	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I													CARRIL			LONGITUD			FECHA	
	SPEED (km/h)	Transverse Profile Logger	0+000 - 20+100													DERECHO			20100			2007-12-10	
	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)		
12+900	49	422.14	420.73	420.99	420.26	418.85	417.27	415.44	414.54	414.05	413.77	410.30	409.01	408.01	409.68	410.10	408.19	410.13	411.61	412.36	413.06	6.06	
12+799	49	422.38	422.71	423.02	423.63	423.12	426.14	423.95	424.57	424.45	424.37	424.72	424.59	422.20	421.28	419.56	420.26	419.49	417.95	417.49	417.95	11.58	
12+699	53	423.47	422.38	423.59	423.97	422.93	427.48	426.66	426.46	427.31	425.93	425.17	424.15	422.02	420.76	420.65	421.40	422.01	420.51	419.66	419.66	8.99	
12+599	55	419.57	417.33	417.04	416.37	414.83	417.96	416.49	414.55	414.82	414.54	418.66	417.11	416.82	416.86	410.54	408.51	406.20	402.96	400.07	400.07	14.09	
12+499	60	427.82	426.05	424.39	421.95	419.36	422.10	419.69	417.09	416.00	414.72	415.81	414.54	412.69	411.07	408.69	407.37	406.97	406.30	402.66	398.58	10.77	
12+399	58	417.80	417.83	418.24	418.55	417.29	417.99	415.87	415.91	416.27	416.02	413.69	412.64	412.85	412.78	411.25	403.87	403.76	404.19	401.14	398.67	15.85	
12+299	56	420.44	417.48	414.69	412.46	408.64	418.88	414.86	412.38	411.31	408.75	416.89	414.54	410.83	408.91	405.34	406.88	404.07	402.56	400.28	397.53	14.28	
12+199	58	402.52	403.33	405.39	407.57	408.17	410.35	409.79	412.51	414.70	418.20	418.01	418.23	417.53	417.10	415.13	411.61	411.03	411.12	409.99	409.94	15.68	
12+099	58	403.10	403.18	403.54	403.96	402.85	404.93	403.27	403.37	403.09	403.29	405.60	406.23	402.68	401.53	398.83	395.44	393.58	392.55	389.45	386.67	15.09	
11+999	57	401.00	400.10	399.83	400.43	398.94	401.39	399.46	398.82	398.56	399.17	401.69	402.22	400.12	399.56	397.51	394.14	391.40	388.51	386.30	385.26	15.92	
11+898	51	407.95	405.65	404.66	403.48	401.15	404.32	401.73	400.75	400.19	399.10	399.94	398.23	395.83	394.86	393.22	389.25	387.39	385.63	383.58	383.09	12.97	
11+800	55	416.17	414.16	413.18	412.12	409.97	409.68	408.90	406.00	405.14	403.82	401.84	401.02	398.11	396.91	394.22	391.90	390.54	389.75	387.04	383.27	10.50	
11+699	55	412.26	410.78	411.26	411.19	410.80	414.89	412.27	411.92	412.17	410.04	410.84	408.20	405.63	403.84	401.41	401.35	400.45	399.98	397.99	397.08	12.44	
11+600	50	392.96	394.56	397.25	398.61	399.38	404.61	400.04	400.73	401.98	403.29	404.59	404.94	404.46	404.90	405.20	403.20	405.55	405.85	405.64	404.98	13.13	
11+500	58	410.02	410.02	410.64	410.27	409.53	413.93	412.08	411.81	412.16	413.05	417.17	416.36	414.14	412.40	410.98	411.30	411.25	411.85	411.16	409.66	11.36	
11+400	61	407.47	406.06	405.24	405.84	404.04	409.39	405.24	405.23	406.25	404.63	409.54	405.31	400.83	397.92	396.25	386.69	396.97	395.44	392.86	391.14	14.18	
11+299	57	405.41	405.33	407.37	409.17	408.83	407.69	408.62	407.97	409.41	409.24	408.60	407.15	403.23	401.34	398.66	394.81	394.01	393.47	391.36	389.85	15.76	
11+200	51	399.70	399.29	399.58	399.22	397.32	399.84	399.16	398.76	400.99	399.51	401.77	401.42	399.53	399.28	397.69	394.31	392.77	392.06	389.64	387.50	13.60	
11+099	53	397.80	397.37	397.76	399.01	398.70	410.56	405.23	406.64	409.06	409.27	414.42	412.08	409.48	408.06	407.24	408.99	408.96	408.65	407.17	406.39	15.80	
10+999	55	403.79	402.64	403.58	403.48	402.60	401.07	399.32	399.41	399.56	400.01	398.91	400.08	398.57	397.98	396.24	393.60	392.31	390.68	387.20	385.67	11.16	
10+899	65	414.01	412.69	412.53	411.37	410.54	411.86	410.14	409.64	410.04	409.31	411.10	409.11	406.10	403.88	401.54	397.45	395.88	393.64	389.69	387.00	14.95	
10+800	56	404.65	404.36	405.02	405.57	404.93	410.31	408.61	408.07	408.50	406.84	407.01	404.23	400.80	398.90	397.28	397.60	396.91	395.51	394.62	392.10	13.58	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERTAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Km/h)	TRAMO I										CARRIL					FECHA					
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)
10+699	56	404.44	403.74	403.46	403.74	402.08	402.99	401.03	399.61	400.01	399.82	400.76	398.11	395.38	395.30	395.05	388.49	386.89	385.55	384.91	385.57	12.75
10+600	56	406.00	404.79	404.58	404.65	404.65	406.34	402.54	400.94	401.49	402.04	400.74	401.26	400.14	401.96	402.56	398.13	397.36	395.82	392.53	389.47	11.62
10+499	54	407.47	407.80	408.48	409.35	408.71	410.39	408.57	407.96	407.97	407.88	408.75	406.13	403.81	403.75	401.41	396.60	395.21	395.23	394.71	393.84	13.33
10+399	53	411.02	409.24	408.22	407.54	406.19	406.66	403.37	401.51	401.71	401.91	402.27	402.71	402.01	401.47	398.88	395.85	393.95	392.43	389.68	386.80	11.95
10+300	52	411.92	411.88	412.35	411.51	410.02	409.56	407.05	406.02	405.31	405.37	405.13	404.69	404.09	404.32	401.97	398.48	397.99	397.35	394.79	392.49	10.64
10+199	57	416.48	414.16	414.52	413.60	411.04	411.93	407.85	407.31	407.48	408.28	406.47	404.82	402.31	401.08	400.62	398.08	398.50	397.27	393.70	391.70	9.70
10+100	55	405.85	406.21	405.67	406.48	405.76	408.06	407.16	407.27	409.81	409.62	409.56	409.20	405.59	403.59	401.55	397.19	396.33	396.59	396.68	394.13	16.34
9+999	52	418.25	415.70	413.51	411.32	407.33	408.20	405.79	404.32	403.12	401.68	403.27	403.01	401.82	400.52	397.14	394.53	392.52	390.56	388.40	385.91	10.76
9+898	51	416.62	415.53	415.69	415.05	413.15	414.18	411.72	410.59	411.00	411.11	411.51	410.62	406.90	403.80	401.08	397.36	395.49	393.02	389.68	388.03	13.39
9+800	39	397.53	396.92	396.42	396.27	395.31	395.34	392.72	391.66	391.72	391.29	393.58	395.01	393.64	394.76	394.52	389.65	391.51	392.16	391.20	391.14	11.33
9+700	10	416.31	418.01	414.44	414.75	414.33	420.07	416.10	413.33	410.69	408.28	407.25	403.63	398.20	395.45	394.58	387.95	389.05	388.62	387.35	385.12	21.96
9+598	45	415.62	415.87	416.08	416.41	415.26	418.84	416.29	415.52	415.68	415.03	415.69	414.42	412.26	412.27	410.67	409.07	407.84	405.94	402.82	400.03	13.45
9+500	46	407.70	406.33	406.38	407.68	406.46	408.55	406.97	407.39	408.59	407.80	407.84	408.28	406.28	407.78	407.58	405.57	407.09	408.95	408.12	407.16	10.03
9+399	50	405.28	404.53	404.52	404.61	404.28	406.23	405.93	406.87	408.72	406.12	401.51	399.90	398.18	397.88	397.74	393.72	393.48	393.77	393.44	393.13	13.50
9+299	27	410.89	408.32	406.22	403.99	400.53	402.82	400.57	398.51	396.81	395.41	396.35	393.83	389.45	387.42	384.23	382.39	378.20	377.04	372.77	369.32	13.87
9+199	43	422.01	420.32	420.66	419.65	418.29	415.52	414.08	413.56	413.46	408.09	411.42	409.69	409.17	410.66	411.46	408.80	410.24	411.47	413.03	413.53	9.45
9+099	55	426.08	424.37	422.95	422.22	420.95	422.56	419.97	417.96	417.17	416.78	417.72	415.50	413.87	414.30	413.97	413.17	413.42	413.54	412.19	411.20	5.09
9+000	54	414.16	414.24	414.97	414.73	413.51	417.58	415.95	415.69	415.18	412.68	415.89	414.91	412.38	413.14	411.45	413.28	413.45	412.80	413.15	411.32	8.81
8+900	53	408.17	409.43	410.57	412.77	413.43	414.00	413.69	415.05	416.36	414.84	410.16	408.78	406.55	406.42	406.38	403.30	403.68	403.70	402.61	401.75	14.72
8+799	59	421.27	419.81	419.16	419.05	417.77	420.57	419.36	419.48	421.15	420.30	418.10	416.97	413.81	413.40	410.77	405.81	404.90	404.53	403.27	401.30	13.64
PROMEDIO																					12.71	
PERCENTIL																					15.33	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (km/h)	EQUIPO UTILIZADO										SENTIDO										CARRIL					LONGITUD					FECHA	
		Transverse Profile Logger										OÑA - CUMBE										DERECHO					20100					2007-12-10	
		TRAMO I										OÑA - CUMBE										DERECHO					20100					2007-12-10	
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)											
8+699	61	414.90	415.54	415.68	415.85	415.27	417.37	416.31	416.77	418.66	420.63	416.59	414.35	410.18	408.84	407.95	403.02	401.53	401.38	400.56	399.16	16.10											
8+599	59	414.27	412.81	412.40	412.24	412.05	417.55	416.98	417.34	415.22	412.91	412.71	409.85	407.11	406.09	405.40	405.57	405.22	404.51	403.01	402.83	13.11											
8+500	58	412.57	412.83	414.65	415.04	415.20	419.25	417.99	417.90	419.54	418.83	419.84	417.23	412.93	411.41	410.10	408.51	407.98	407.54	405.68	404.23	16.63											
8+400	53	420.26	419.11	420.02	420.45	417.95	419.18	417.52	417.42	417.17	416.02	413.63	410.29	407.07	406.10	404.19	401.53	400.94	399.47	397.93	396.61	12.12											
8+299	54	426.52	422.91	421.44	418.27	413.87	414.42	411.18	409.73	407.62	406.16	407.50	406.75	406.13	406.29	406.00	406.91	407.64	409.30	410.27	409.49	5.56											
8+199	53	416.60	414.44	413.31	411.51	409.12	411.36	408.53	406.33	404.48	403.25	403.90	402.20	400.87	400.32	399.68	398.92	400.16	400.27	400.10	399.64	5.09											
8+100	16	407.56	404.91	403.10	401.49	398.18	395.04	392.62	390.20	388.59	387.98	387.42	385.84	385.99	387.13	387.63	385.32	388.86	390.05	391.06	392.07	5.01											
7+999	23	428.19	426.54	424.61	423.33	419.58	422.32	419.09	418.82	414.39	410.95	418.24	415.88	415.09	412.41	407.85	407.03	402.63	401.75	400.92	398.00	20.03											
7+899	18	413.60	414.01	415.57	415.87	413.69	409.76	410.61	408.31	406.86	405.82	400.78	399.32	399.68	400.27	400.72	395.86	396.78	396.73	400.86	403.68	8.84											
7+799	37	421.85	418.61	419.09	420.66	418.80	422.30	419.81	419.07	420.42	422.02	420.33	416.89	416.78	418.63	419.43	417.24	418.29	418.54	416.52	415.32	10.44											
7+700	15	418.03	416.56	416.37	415.37	413.26	413.63	413.19	412.73	413.08	413.75	412.31	412.46	409.83	409.08	409.39	409.03	410.05	410.99	410.56	410.04	5.98											
7+599	43	425.77	425.05	425.44	426.08	425.95	429.66	431.09	433.45	433.26	430.93	428.67	426.20	423.71	422.40	421.71	418.83	417.21	416.28	414.39	413.44	14.17											
7+499	51	423.97	422.56	422.75	423.67	422.89	427.38	426.96	427.64	428.93	428.47	426.94	422.98	418.74	416.51	414.90	412.39	410.02	407.52	404.78	402.83	17.31											
7+399	50	420.98	419.80	418.97	418.43	416.99	419.74	418.63	419.71	422.34	421.09	418.67	416.20	413.55	412.02	410.21	407.63	406.14	405.65	402.86	401.79	12.53											
7+299	47	417.84	416.26	415.80	415.15	413.76	414.48	412.50	411.66	412.31	412.82	412.66	412.42	411.78	412.03	410.43	407.48	405.71	404.41	402.16	400.07	11.15											
7+200	41	409.59	408.71	408.65	407.67	405.76	406.76	405.35	404.54	404.23	404.28	404.03	403.49	400.54	398.54	397.39	393.59	392.69	391.93	390.17	388.95	9.46											
7+099	38	421.60	420.69	420.23	419.08	417.34	417.14	416.04	414.65	413.38	414.13	413.56	412.49	409.79	409.51	407.78	404.20	401.75	398.64	394.37	391.09	13.00											
6+999	53	415.31	414.42	414.21	414.54	414.47	414.68	413.33	414.88	417.50	418.85	418.42	422.22	420.40	421.06	417.63	411.12	408.06	406.35	404.55	401.75	18.82											
6+899	52	401.34	401.86	403.67	406.10	406.62	407.64	408.07	411.51	414.70	416.20	412.60	410.89	407.14	405.36	403.54	395.67	394.30	393.87	391.40	391.24	22.02											
6+800	26	408.93	409.20	409.42	409.00	407.58	412.06	409.81	409.41	408.51	409.66	411.07	408.24	406.32	404.76	403.20	401.84	402.60	402.33	401.21	401.09	11.80											
6+700	42	422.42	422.56	421.78	422.30	421.43	423.92	421.48	421.00	420.08	420.01	420.76	418.67	417.82	417.95	417.47	415.51	416.04	416.76	415.45	414.86	10.09											
6+599	45	426.47	424.96	425.31	425.36	423.61	427.65	426.35	426.12	428.32	429.78	430.26	428.84	422.64	419.92	417.38	414.82	413.86	412.09	410.55	408.78	16.39											



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (Kmh)	EQUIPO UTILIZADO															FECHA					
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100															20100		2007-12-10			
		SENTIDO															LONGITUD		FECHA			
		OÑA - CUMBE															DERECHO		20100		2007-12-10	
6+499	45	416.21	417.16	417.50	416.13	413.71	419.97	418.19	418.78	420.06	419.83	417.84	414.01	411.42	410.22	409.74	407.12	407.35	407.28	406.24	406.69	14.71
6+400	17	403.02	404.14	406.03	407.25	407.02	409.64	407.09	404.94	404.17	403.78	402.91	402.00	401.05	401.84	401.51	399.90	401.05	402.41	401.72	400.79	11.76
6+299	27	413.75	414.61	414.61	418.64	421.09	422.11	420.75	422.70	423.60	424.04	426.70	425.70	424.00	422.74	422.65	418.21	415.89	414.85	414.24	413.37	22.21
6+200	44	417.88	418.74	418.88	420.96	421.00	424.20	423.44	423.41	423.80	422.39	420.00	418.38	416.16	415.68	414.33	412.06	412.05	411.72	411.56	409.15	13.66
6+099	52	426.06	423.93	423.86	422.95	421.23	423.07	421.37	420.48	420.30	420.51	420.18	419.04	415.52	413.25	410.82	408.77	408.05	407.70	406.04	404.37	9.92
6+000	51	414.11	414.00	415.26	416.53	416.14	418.58	416.79	415.65	415.37	414.23	411.78	409.37	407.09	406.08	405.57	403.25	402.38	401.23	400.27	399.22	12.84
5+899	52	418.12	416.09	415.94	415.49	412.96	415.78	414.20	413.93	415.38	416.05	417.46	418.70	415.46	413.00	412.07	409.25	409.54	408.54	406.33	405.67	13.66
5+799	53	416.10	412.91	410.96	409.32	407.01	406.54	406.69	406.83	405.32	405.24	408.12	404.17	401.43	400.42	401.12	401.81	402.60	403.57	403.24	403.83	8.31
5+699	53	419.18	417.37	416.81	415.97	413.68	415.69	414.26	414.02	415.11	414.21	412.56	410.11	408.35	408.36	407.38	407.18	408.36	408.47	408.00	407.18	7.41
5+599	60	423.81	422.12	421.87	421.48	419.71	421.42	420.15	420.87	422.77	422.03	418.79	415.68	413.04	413.32	413.37	411.23	412.43	412.19	411.85	412.18	9.19
5+499	56	419.37	418.31	417.92	417.73	416.48	419.70	417.35	417.75	418.81	418.51	417.00	414.13	410.94	411.65	410.03	408.66	409.95	410.41	410.24	408.40	10.84
																	PROMEDIO		12.43			
																	PERCENTIL		16.77			

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

CHAINAGE	SPEED (km/h)	TRAMO I															CARRIL			RUT PS (mm)			
		SENTIDO															DERECHO						
EQUIPO UTILIZADO Transverse Profile Logger		O+000 - 20+100															OÑA - CUMBE			LONGITUD			FECHA
		20100															2007-12-10						
		ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20		
5+399	52	418.80	418.94	419.47	421.29	420.85	424.54	423.62	424.09	423.48	422.31	420.97	419.17	416.22	414.02	412.34	411.07	411.17	409.89	407.61	406.56	13.47	
5+299	55	410.41	413.55	416.50	420.07	420.64	422.08	419.76	417.57	416.22	414.76	415.33	413.44	412.04	411.47	410.48	408.36	407.78	408.52	407.62	406.15	15.09	
5+200	58	415.24	413.49	413.70	413.99	413.09	417.90	417.46	416.39	413.64	412.47	412.05	410.67	408.61	408.63	409.13	408.35	410.01	409.41	409.33	409.25	8.58	
5+099	56	412.99	411.78	411.05	410.64	409.14	412.79	410.95	411.08	411.29	407.73	405.76	404.12	401.08	401.28	401.79	399.99	400.66	401.67	400.60	400.75	8.74	
4+999	56	412.86	411.69	411.15	410.95	409.31	410.24	409.23	408.92	407.46	407.23	406.41	405.61	403.60	403.57	403.18	401.63	402.49	403.67	402.40	402.07	6.83	
4+898	54	413.42	412.92	413.55	412.98	412.14	413.51	412.62	412.41	412.21	411.91	411.50	408.46	405.98	406.58	406.42	405.70	406.38	406.08	406.24	405.08	7.06	
4+800	55	419.01	417.22	416.07	416.01	413.49	413.66	411.92	413.61	415.01	414.61	413.16	412.91	411.62	412.39	413.08	404.99	406.53	408.22	407.85	407.98	11.19	
4+700	53	420.31	419.57	418.96	418.52	417.21	417.57	416.16	414.83	416.75	417.86	417.50	419.51	417.74	417.71	416.11	411.40	409.65	408.96	407.09	405.91	15.61	
4+600	56	415.03	415.14	415.95	415.82	416.15	419.11	417.97	418.63	421.09	425.47	427.21	423.70	419.79	416.88	415.11	411.79	410.32	409.15	407.17	406.03	21.65	
4+500	58	424.51	422.12	421.41	420.46	418.28	417.23	413.98	412.52	412.80	413.38	412.72	412.94	414.18	417.53	417.89	412.30	409.73	408.94	406.32	404.18	9.26	
4+399	60	419.58	416.82	414.95	413.26	410.19	411.70	409.09	406.60	405.39	404.16	407.13	407.42	406.32	408.08	408.65	409.82	408.91	407.77	406.29	405.48	7.56	
4+299	59	422.03	419.79	418.33	416.56	413.57	413.99	412.29	410.94	410.54	410.68	413.29	414.78	414.12	413.81	412.18	409.18	408.73	407.62	407.64	407.27	7.22	
4+199	59	423.67	420.87	418.67	417.19	415.34	417.33	414.73	414.22	415.42	416.62	419.22	419.52	418.18	415.14	413.12	410.81	410.36	408.40	407.09	406.01	10.06	
4+099	62	419.84	417.98	417.91	416.94	415.80	417.29	414.72	414.36	415.66	416.13	415.34	412.60	410.71	411.23	410.43	408.96	409.62	409.70	408.50	407.15	9.25	
3+998	59	421.93	419.30	417.28	415.74	413.28	414.94	411.60	410.08	410.20	411.07	413.70	412.10	409.87	408.06	406.72	405.62	405.62	405.71	404.01	402.43	9.93	
3+900	59	420.74	418.84	417.37	415.73	413.50	416.57	414.34	412.55	411.68	412.17	415.70	414.71	412.22	413.27	410.26	407.97	406.74	406.39	404.67	404.04	9.07	
3+798	64	424.33	421.84	420.10	418.87	416.42	419.67	417.03	415.61	415.40	416.17	419.47	419.00	416.83	415.75	413.63	409.54	408.65	408.45	406.80	405.93	10.41	
3+699	58	426.04	425.30	424.38	423.09	421.68	422.01	420.75	419.43	419.49	419.88	421.83	422.98	420.23	418.89	417.44	414.95	412.40	410.47	407.26	404.53	13.90	
3+599	57	425.70	423.81	421.69	419.48	416.58	419.86	417.36	415.25	414.28	414.19	415.40	416.28	415.99	415.45	413.19	411.36	408.93	406.96	403.83	401.90	10.45	
3+499	57	418.69	417.91	417.10	415.88	414.62	418.66	416.29	415.42	414.43	414.22	417.53	416.60	413.81	411.80	408.69	408.40	405.16	402.71	399.14	396.67	13.30	
3+398	61	419.42	417.79	416.82	415.95	413.63	414.02	412.09	411.76	411.40	412.75	414.30	416.92	413.82	412.10	411.05	409.08	409.80	409.28	408.64	407.16	7.95	
3+299	61	419.35	416.45	415.43	413.78	411.63	414.70	411.91	410.74	412.08	413.26	416.12	416.50	415.38	414.31	412.31	409.55	408.76	408.38	407.84	406.34	9.50	



ANEXO III

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERTAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO					CARRIL					LONGITUD					FECHA	
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100										OÑA - CUMBE					DERECHO					20+100					2007-12-10	
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)						
3+199	58	424.27	422.80	421.31	420.09	418.17	419.15	418.73	417.76	420.55	421.20	420.29	419.16	416.30	414.91	413.51	410.44	410.36	409.47	407.88	407.00	12.29						
3+099	56	414.92	412.37	412.19	411.22	409.71	416.23	412.36	413.14	414.55	414.30	419.99	418.86	415.16	410.82	407.44	407.99	405.46	403.74	400.70	398.29	17.42						
3+000	67	421.26	420.51	419.62	418.61	416.49	421.81	419.60	419.19	420.71	418.74	420.64	416.66	412.79	410.24	407.40	407.57	405.49	403.53	400.55	398.37	16.47						
2+899	57	423.75	422.58	421.95	420.91	419.26	419.30	417.13	416.68	415.57	416.75	418.29	422.00	418.34	416.73	414.42	412.59	412.62	411.92	411.91	412.25	10.96						
2+799	59	423.62	420.85	419.46	417.82	415.39	420.09	417.35	416.56	417.80	418.86	421.62	416.88	412.82	411.38	410.65	409.46	409.03	408.96	408.42	407.86	10.97						
2+700	59	425.10	422.21	419.19	416.89	414.10	417.68	415.42	415.08	416.68	418.72	418.73	414.16	411.01	410.58	409.88	408.16	408.47	407.99	407.03	407.23	12.43						
2+699	56	412.91	413.58	414.68	415.74	415.75	414.61	413.80	415.03	417.42	417.02	415.92	414.83	412.47	413.24	413.10	407.92	408.49	409.88	409.11	408.36	11.09						
2+499	53	422.22	421.04	421.57	421.30	419.30	419.98	420.19	419.37	419.91	419.78	422.51	422.37	421.34	421.09	418.06	414.53	413.26	411.70	409.94	408.56	12.47						
2+399	53	418.35	416.54	415.68	414.76	412.87	414.17	411.73	410.84	410.48	411.48	414.34	415.44	414.77	416.73	414.94	412.52	411.27	409.63	407.35	405.66	9.76						
2+299	55	420.90	419.29	418.75	418.21	416.01	416.88	415.91	415.39	416.86	416.05	419.06	418.42	416.49	414.42	411.63	408.36	406.56	405.23	402.23	400.11	13.83						
2+199	56	415.77	415.26	414.85	414.52	414.02	418.23	416.24	415.80	418.41	417.89	419.97	416.77	412.42	410.85	408.77	407.90	405.27	403.57	400.54	398.03	15.84						
2+099	59	418.18	415.83	415.35	415.68	413.83	416.59	413.13	412.86	412.92	412.68	414.57	414.80	413.08	413.69	412.75	410.26	407.65	405.24	402.25	400.27	12.34						
1+999	61	422.22	421.28	420.80	420.15	418.44	418.97	417.96	416.90	417.52	417.62	420.46	418.02	415.92	415.11	413.41	411.62	409.99	408.28	406.49	404.03	10.28						
1+900	63	418.78	416.80	416.09	415.50	414.26	415.75	413.16	412.94	414.84	417.18	420.57	419.24	416.41	414.66	412.39	410.59	409.96	408.56	406.64	404.84	12.86						
1+799	53	419.96	418.52	419.10	418.98	417.02	416.03	414.16	414.29	415.89	417.55	419.76	419.89	419.14	415.39	412.09	408.63	407.68	407.44	405.64	403.89	11.20						
1+699	58	420.44	418.20	417.68	417.41	415.78	417.07	415.29	415.31	416.94	417.15	420.10	419.21	416.24	413.93	411.34	407.81	407.19	406.33	405.13	404.27	12.50						
1+600	59	423.72	421.82	420.95	419.51	416.44	418.62	416.06	414.84	413.30	412.62	416.53	415.16	415.24	414.83	412.94	410.60	408.90	406.91	404.23	402.29	10.36						
1+500	59	423.22	422.14	421.10	420.54	418.22	418.81	416.57	414.94	413.95	413.14	413.44	411.81	411.06	412.00	411.17	412.14	413.51	412.70	410.97	406.99	6.58						
1+399	60	416.83	416.65	417.01	417.38	415.85	417.04	414.81	414.24	414.72	413.57	413.41	411.36	410.16	410.77	410.89	408.80	411.07	411.99	412.29	412.09	5.24						
1+300	0	416.59	417.20	418.04	418.50	417.73	418.72	416.67	415.91	415.78	415.79	416.87	414.81	413.34	413.55	413.21	412.04	413.41	413.59	413.04	411.62	5.31						
1+200	63	417.76	416.65	416.89	416.39	415.34	419.19	417.18	415.34	414.76	413.68	414.76	413.10	411.76	411.19	409.89	409.26	408.88	408.77	405.89	403.91	9.75						
1+099	58	423.44	421.94	421.69	420.35	417.87	419.10	416.81	415.52	413.93	412.90	412.46	412.01	409.19	408.90	408.38	407.14	407.72	406.50	405.40	404.17	6.37						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE PERFIL TRANSVERSAL / DETERMINACION DE SURCO DE HUELLA

EQUIPO UTILIZADO		TRAMO I										SENTIDO				CARRIL				LONGITUD				FECHA	
Transverse Profile Logger		0+000 - 20+100										OÑA - CUMBE				DERECHO				20100				2007-12-10	
CHAINAGE	SPEED (Km/h)	ELEV 1	ELEV 2	ELEV 3	ELEV 4	ELEV 5	ELEV 6	ELEV 7	ELEV 8	ELEV 9	ELEV 10	ELEV 11	ELEV 12	ELEV 13	ELEV 14	ELEV 15	ELEV 16	ELEV 17	ELEV 18	ELEV 19	ELEV 20	RUT PS (mm)			
1+000	56	423.31	422.06	421.18	419.72	417.63	415.99	415.26	415.14	415.95	415.92	413.57	412.81	409.48	409.88	409.11	405.65	405.28	405.11	403.49	403.27	9.87			
0+899	58	423.69	422.33	422.38	421.70	420.87	419.53	418.32	417.34	415.99	415.50	414.61	412.51	411.16	411.65	411.25	409.41	410.45	411.51	411.03	410.34	6.28			
0+799	62	422.40	420.63	420.18	420.44	418.31	416.71	415.27	414.34	414.77	414.50	413.47	411.26	410.35	411.12	410.37	407.49	408.81	409.11	411.62	410.14	5.55			
0+698	61	420.94	420.25	420.50	420.02	418.01	416.26	415.23	414.56	413.64	412.96	411.24	410.52	409.56	410.08	409.94	407.16	409.74	411.68	411.21	411.34	4.39			
0+599	60	420.31	419.67	418.80	417.38	415.39	413.37	411.44	409.58	409.20	409.40	407.32	407.62	407.18	409.76	410.80	406.30	406.90	404.60	402.87	401.73	7.95			
0+499	59	418.64	416.11	415.74	414.81	413.08	411.80	411.55	410.23	410.56	412.92	411.81	414.96	414.99	415.86	415.68	408.27	406.49	403.81	400.92	399.74	14.38			
0+398	58	417.76	417.96	420.31	421.86	420.75	418.93	418.40	419.83	421.74	422.59	422.50	425.67	427.39	429.25	427.43	418.69	416.15	415.88	414.66	412.47	17.82			
0+299	47	409.33	408.42	409.10	408.78	406.91	409.36	407.72	407.26	406.31	405.72	408.26	406.32	406.03	406.02	404.82	404.18	405.15	405.86	404.15	403.20	6.68			
0+200	35	409.58	408.77	409.44	409.43	407.96	408.32	406.82	405.54	405.10	405.11	405.18	403.17	402.31	402.88	402.90	398.95	399.05	399.21	399.10	399.30	5.50			
0+099	21	405.13	403.63	406.78	402.90	401.56	403.53	402.00	405.99	399.63	399.05	401.73	400.38	401.91	398.24	398.09	397.18	397.88	401.01	396.51	396.61	9.62			
0+000	4	408.66	407.89	407.87	407.54	405.86	406.84	405.18	404.66	404.48	404.41	405.33	404.29	402.65	403.14	402.22	400.95	400.06	399.27	397.27	396.44	7.13			
PROMEDIO																					10.50				
PERCENTIL																					13.89				



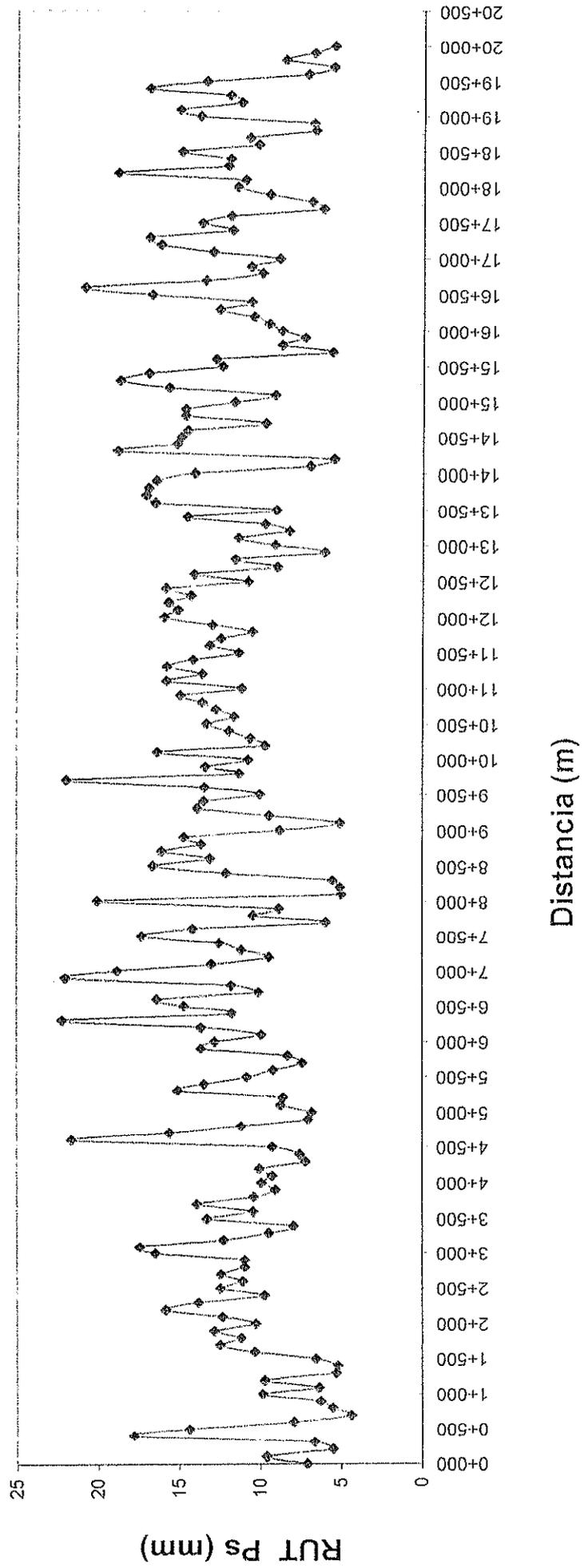
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+000 - 20+100 / SENTIDO: OÑA - CUMBE
INEXTEC CIA. LTDA.

ESTUDIO DE PERFIL TRANSVERSAL (SURCO DE HUELLA)

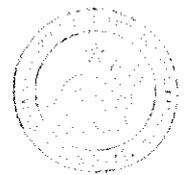
Surco de Huella vs Distancia



ANEXO IV

EVALUACIÓN FUNCIONAL:

RESISTENCIA AL HIDRO- DESLIZAMIENTO



UNIVERSIDAD DE LA PAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 1: 0+000 - 5+500 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
0+000	CFL	70 75 75	73.3	18	72.8	0.73	60	Inicio Proyecto
0+200	CFL	60 60 61	60.3	18	59.77	0.60	60	Tangente
0+400	CFT	59 60 60	59.7	18	59.1	0.59	60	Curva derecha
0+600	CFT	62 61 62	61.7	18	61.11	0.61	60	Curva izquierda
0+800	CFL	65 64 65	64.7	18	64.1	0.64	60	Tangente
1+000	CFL	75 75 75	75.0	18	74.44	0.74	60	Tangente
1+200	CFL	73 73 74	73.3	18	72.8	0.73	60	Tangente
1+400	CFT	72 70 70	70.7	18	70.11	0.70	60	Curva derecha
1+600	CFT	74 74 74	74.0	19	73.7	0.74	60	Curva izquierda
1+800	CFL	71 69 69	69.7	19	69.37	0.69	60	Tangente
2+000	CFL	80 80 80	80.0	19	79.7	0.80	60	Tangente
2+200	CFT	70 74 73	72.3	19	72.04	0.72	60	Curva derecha
2+400	CFL	78 77 78	77.7	19	77.4	0.77	60	Tangente
2+600	CFT	74 73 73	73.3	19	73.04	0.73	60	Curva derecha
2+800	CFT	70 70 70	70.0	20	70.0	0.70	60	Curva izquierda
3+000	CFL	84 83 84	83.7	19	83.37	0.83	60	Tangente



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESPLAZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 1: 0+000 - 5+500 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu = \text{SRV}/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
3+200	CFL	75	74.7	21	74.9	0.75	60	Tangente
		75						
		74						
3+400	CFL	74	73.7	21	73.88	0.74	60	Tangente
		73						
		74						
3+600	CFL	70	69.7	22	70.1	0.70	60	Tangente
		69						
		70						
3+800	CFL	68	68.3	24	69.23	0.69	60	Tangente
		68						
		69						
4+000	CFT	84	84.7	24	85.6	0.86	60	Curva derecha
		85						
		85						
4+200	CFL	78	78.3	26	79.63	0.80	60	Curva izquierda
		78						
		79						
4+400	CFT	65	64.7	26	66.0	0.66	60	Curva derecha
		65						
		64						
4+600	CFL	64	63.7	26	64.97	0.65	60	Curva derecha
		64						
		63						
4+800	CFL	74	74.0	27	75.5	0.75	60	Tangente
		74						
		74						
5+000	CFL	69	68.3	27	69.82	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
5+200	CFL	66	65.3	27	66.8	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
5+400	CFL	74	73.3	27	74.82	0.75	60	Tangente
		73						
		73						
u PROMEDIO						0.72		
PERCENTIL 85						0.65		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 2: 5+500 - 8+800 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
5+600	CFL	65	65.0	28	66.7	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
5+800	CFL	68	68.3	28	70.00	0.70	60	Tangente
		68						
		69						
6+000	CFT	64	63.7	28	65.3	0.65	60	Curva derecha
		64						
		63						
6+200	CFL	65	65.0	28	66.67	0.67	60	Curva derecha
		65						
		65						
6+400	CFL	59	58.3	28	60.0	0.60	60	Tangente
		58						
		58						
6+600	CFL	68	67.7	28	69.33	0.69	60	Tangente
		68						
		67						
6+800	CFL	64	64.3	28	66.0	0.66	60	Tangente
		64						
		65						
7+000	CFL	60	59.3	28	61.00	0.61	60	Curva izquierda
		59						
		59						
7+200	CFL	59	58.3	28	60.0	0.60	60	Curva derecha
		58						
		58						
7+400	CFL	64	64.0	28	65.67	0.66	60	Tangente
		64						
		64						
7+600	CFT	70	70.0	28	71.7	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		70						
7+800	CFL	63	63.0	28	64.67	0.65	60	Tangente
		63						
		63						
8+000	CFL	63	63.0	28	64.7	0.65	60	Tangente
		63						
		63						
8+200	CFL	62	62.0	29	63.83	0.64	60	Tangente
		62						
		62						
8+400	CFL	60	60.7	29	62.5	0.63	60	Tangente
		61						
		61						
8+600	CFL	63	62.3	29	64.17	0.64	60	Tangente
		62						
		62						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 2: 5+500 - 8+800 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. ° C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
8+800	CFT	69	69.0	29	70.8	0.71	60	Curva izquierda
		69						
		69						
u PROMEDIO						0.65		
PERCENTIL 85						0.62		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 3: 8+800-13+050 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
8+800	CFT	75	75.3	29	77.2	0.77	60	Curva izquierda
		75						
		76						
9+000	CFL	70	70.0	29	71.83	0.72	60	Tangente
		70						
		70						
9+200	CFT	68	67.7	29	69.5	0.70	60	Curva izquierda
		68						
		67						
9+400	CFL	65	64.7	29	66.50	0.67	60	Curva derecha
		65						
		64						
9+600	CFL	69	69.7	29	71.5	0.72	60	Tangente
		70						
		70						
9+800	CFL	72	72.3	29	74.17	0.74	60	Tangente
		72						
		73						
10+000	CFL	75	75.7	29	77.5	0.78	60	Tangente
		76						
		76						
10+200	CFL	75	75.0	29	76.83	0.77	60	Tangente
		75						
		75						
10+400	CFL	72	72.3	29	74.2	0.74	60	Tangente
		72						
		73						
10+600	CFL	70	69.7	30	71.66	0.72	60	Tangente
		69						
		70						
10+800	CFL	74	74.0	30	76.0	0.76	60	Tangente
		74						
		74						
11+000	CFT	76	75.7	30	77.66	0.78	60	Curva izquierda
		75						
		76						
11+200	CFL	77	76.3	30	78.3	0.78	60	Tangente
		77						
		75						
11+400	CFL	70	71.0	30	72.99	0.73	60	Tangente
		71						
		72						
11+600	CFT	73	73.3	30	75.3	0.75	60	Curva derecha
		73						
		74						
11+800	CFL	69	69.7	30	71.66	0.72	60	Curva derecha
		70						
		70						

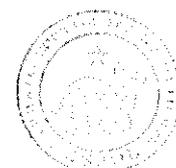
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 3: 8+800-13+050 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
12+000	CFT	58	59.0	30	61.0	0.61	60	Curva izquierda
		59						
		60						
12+200	CFL	71	71.3	30	73.33	0.73	60	Curva izquierda
		72						
		71						
12+400	CFT	69	70.0	30	72.0	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		71						
12+600	CFL	68	68.0	30	69.99	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
12+800	CFL	65	65.0	30	67.0	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
13+000	CFL	66	66.7	30	68.66	0.69	60	Tangente
		67						
		67						
u PROMEDIO						0.72		
PERCENTIL 85						0.69		



DIRECTOR GENERAL
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 4: 13+050 - 16+300 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu=SRV/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
13+200	CFT	72	71.3	30	73.3	0.73	60	Curva izquierda
		71						
		71						
13+400	CFL	76	75.0	30	76.99	0.77	60	Tangente
		75						
		74						
13+600	CFT	68	68.7	30	70.7	0.71	60	Curva derecha
		69						
		69						
13+800	CFL	71	70.3	30	72.33	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		70						
14+000	CFL	75	74.7	30	76.7	0.77	60	Tangente
		75						
		74						
14+200	CFL	73	73.0	30	74.99	0.75	60	Tangente
		73						
		73						
14+400	CFT	72	71.3	30	73.3	0.73	60	Curva izquierda
		72						
		70						
14+600	CFL	72	71.3	30	73.3	0.73	60	Curva izquierda
		71						
		71						
14+800	CFL	76	75.3	30	77.3	0.77	60	Tangente
		75						
		75						
15+000	CFT	75	75.7	30	77.66	0.78	60	Curva derecha
		76						
		76						
15+200	CFL	70	69.0	30	71.0	0.71	60	Tangente
		69						
		68						
15+400	CFL	67	66.7	30	68.66	0.69	60	Tangente
		67						
		66						
15+600	CFT	69	69.0	30	71.0	0.71	60	Curva izquierda
		69						
		69						
15+800	CFL	68	68.0	32	70.28	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
16+000	CFT	73	73.7	32	75.9	0.76	60	Curva derecha
		74						
		74						
16+200	CFL	65	65.0	32	67.28	0.67	60	Curva derecha
		65						
		65						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 4: 13+050 - 16+300 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. ° C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu = \text{SRV}/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
						μ PROMEDIO	0.73	
						PERCENTIL 85	0.70	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 5: 16+300-20+100 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
16+400	CFL	72	71.3	32	73.6	0.74	60	Tangente
		71						
		71						
16+600	CFL	65	66.0	32	68.28	0.68	60	Tangente
		66						
		67						
16+800	CFT	68	67.3	32	69.6	0.70	60	Curva derecha
		67						
		67						
17+000	CFL	55	55.7	32	57.95	0.58	60	Tangente
		56						
		56						
17+200	CFL	69	68.3	32	70.6	0.71	60	Tangente
		68						
		68						
17+400	CFT	67	67.3	32	69.62	0.70	60	Curva derecha
		67						
		68						
17+600	CFT	58	58.0	32	60.3	0.60	60	Curva derecha
		58						
		58						
17+800	CFL	62	62.3	32	64.62	0.65	60	Tangente
		62						
		63						
18+000	CFT	55	55.7	34	58.2	0.58	60	Curva izquierda
		56						
		56						
18+200	CFL	61	60.7	34	63.20	0.63	60	Tangente
		61						
		60						
18+400	CFL	64	64.7	34	67.2	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
18+600	CFL	62	62.0	34	64.53	0.65	60	Tangente
		62						
		62						
18+800	CFL	55	55.3	34	57.9	0.58	60	Tangente
		55						
		56						
19+000	CFT	60	59.3	34	61.86	0.62	60	Curva izquierda
		59						
		59						
19+200	CFL	60	60.0	36	62.7	0.63	60	Tangente
		60						
		60						
19+400	CFT	58	58.0	36	60.74	0.61	60	Curva derecha
		58						
		58						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 5: 16+300-20+100 CARRIL DERECHO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
19+600	CFL	65	65.0	36	67.7	0.68	60	Curva izquierda
		65						
		65						
19+800	CFT	60	60.0	36	62.74	0.63	60	Curva izauierda
		60						
		60						
20+000	CFT	55	55.7	36	58.4	0.58	60	Curva izquierda
		56						
		56						
u PROMEDIO						0.64		
PERCENTIL 85						0.58		



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 1: 0+000 - 5+500 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. °C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu=SRV/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
0+000	CFL	65 65 654	261.3	16	260.2	2.60	60	Inicio Proyecto
0+200	CFL	59 59 59	59.0	16	57.88	0.58	60	Tangente
0+400	CFT	59 60 60	59.7	16	58.5	0.59	60	Curva derecha
0+600	CFT	61 61 62	61.3	16	60.21	0.60	60	Curva izquierda
0+800	CFL	64 64 65	64.3	18	63.8	0.64	60	Tangente
1+000	CFL	72 72 71	71.7	18	71.11	0.71	60	Tangente
1+200	CFL	73 74	73.5	18	72.9	0.73	60	Tangente
1+400	CFT	72 70 70	70.7	18	70.11	0.70	60	Curva derecha
1+600	CFT	64 65 65	64.7	19	64.4	0.64	60	Curva izquierda
1+800	CFL	61 62 62	61.7	19	61.37	0.61	60	Tangente
2+000	CFL	80 80 80	80.0	20	80.0	0.80	60	Tangente
2+200	CFT	63 63 63	63.0	20	62.96	0.63	60	Curva derecha
2+400	CFL	68 68 69	68.3	20	68.3	0.68	60	Tangente
2+600	CFT	65 64 64	64.3	20	64.30	0.64	60	Curva derecha
2+800	CFT	70 70 70	70.0	20	70.0	0.70	60	Curva izquierda
3+000	CFL	84 83 84	83.7	20	83.63	0.84	60	Tangente

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 1: 0+000 - 5+500 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu = SRV/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
3+200	CFL	65	261.7	21	261.9	2.62	60	Tangente
		654						
		66						
3+400	CFL	64	64.7	21	64.88	0.65	60	Tangente
		65						
		65						
3+600	CFL	70	69.7	22	70.1	0.70	60	Tangente
		69						
		70						
3+800	CFL	68	68.3	24	69.23	0.69	60	Tangente
		68						
		69						
4+000	CFT	79	78.3	24	79.2	0.79	60	Curva derecha
		78						
		78						
4+200	CFL	60	60.7	26	61.97	0.62	60	Curva izquierda
		61						
		61						
4+400	CFT	62	62.7	26	64.0	0.64	60	Curva derecha
		63						
		63						
4+600	CFL	64	63.7	28	65.33	0.65	60	Curva derecha
		64						
		63						
4+800	CFL	65	64.3	28	66.0	0.66	60	Tangente
		64						
		64						
5+000	CFL	69	68.3	28	70.00	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
5+200	CFL	66	65.3	28	67.0	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
5+400	CFL	64	63.7	28	65.33	0.65	60	Tangente
		64						
		63						
u PROMEDIO						0.81		
PERCENTIL 85						0.62		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 2: 5+500 - 8+800 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
5+600	CFL	62	62.0	28	63.7	0.64	60	Tangente
		62						
		62						
5+800	CFL	66	65.3	28	67.00	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
6+000	CFT	69	68.3	28	70.0	0.70	60	Curva derecha
		68						
		68						
6+200	CFL	70	70.0	28	71.67	0.72	60	Curva derecha
		70						
		70						
6+400	CFL	72	72.0	28	73.7	0.74	60	Tangente
		72						
		72						
6+600	CFL	69	68.7	28	70.33	0.70	60	Tangente
		69						
		68						
6+800	CFL	63	63.7	28	65.3	0.65	60	Tangente
		64						
		64						
7+000	CFL	69	69.3	28	71.00	0.71	60	Curva izquierda
		69						
		70						
7+200	CFL	61	59.0	28	60.7	0.61	60	Curva derecha
		58						
		58						
7+400	CFL	64	64.0	28	65.67	0.66	60	Tangente
		64						
		64						
7+600	CFT	70	70.0	28	71.7	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		70						
8+000	CFL	60	60.3	28	62.0	0.62	60	Tangente
		60						
		61						
8+200	CFL	63	63.0	29	64.83	0.65	60	Tangente
		63						
		63						
8+600	CFL	69	69.0	29	70.83	0.71	60	Tangente
		69						
		69						
8+800	CFT	70	62.7	29	64.5	0.65	60	Curva izquierda
		59						
		59						
u PROMEDIO						0.68		
PERCENTIL 85						0.64		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 3: 8+800-13+050 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
8+800	CFT	73	72.3	29	74.2	0.74	60	Curva izquierda
		72						
		72						
9+000	CFL	69	68.3	29	70.17	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
9+200	CFT	61	59.7	29	61.5	0.62	60	Curva izquierda
		59						
		59						
9+400	CFL	55	55.7	29	57.50	0.58	60	Curva derecha
		56						
		56						
9+600	CFL	69	69.7	29	71.5	0.72	60	Tangente
		70						
		70						
9+800	CFL	72	72.3	29	74.17	0.74	60	Tangente
		72						
		73						
10+000	CFL	65	65.0	29	66.8	0.67	60	Tangente
		64						
		66						
10+200	CFL	75	75.0	29	76.83	0.77	60	Tangente
		75						
		75						
10+400	CFL	72	72.3	29	74.2	0.74	60	Tangente
		72						
		73						
10+600	CFL	70	69.7	30	71.66	0.72	60	Tangente
		69						
		70						
10+800	CFL	73	73.7	30	75.7	0.76	60	Tangente
		74						
		74						
11+000	CFT	71	71.7	30	73.66	0.74	60	Curva izquierda
		72						
		72						
11+200	CFL	77	76.3	30	78.3	0.78	60	Tangente
		77						
		75						
11+400	CFL	70	71.0	30	72.99	0.73	60	Tangente
		71						
		72						
11+600	CFT	73	73.3	30	75.3	0.75	60	Curva derecha
		73						
		74						
11+800	CFL	71	70.3	30	72.33	0.72	60	Curva derecha
		70						
		70						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 3: 8+800-13+050 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION u=SRV/100	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
12+000	CFT	58	59.0	30	61.0	0.61	60	Curva izquierda
		59						
		60						
12+200	CFL	71	71.3	30	73.33	0.73	60	Curva izquierda
		72						
		71						
12+400	CFT	69	70.0	30	72.0	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		71						
12+600	CFL	70	70.0	30	71.99	0.72	60	Tangente
		70						
		70						
12+800	CFL	65	65.0	30	67.0	0.67	60	Tangente
		65						
		65						
13+000	CFL	75	74.3	30	76.33	0.76	60	Tangente
		74						
		74						
						u PROMEDIO	0.71	
						PERCENTIL 85	0.67	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 4: 13+050 - 16+300 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu=SRV/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
13+200	CFT	70	70.0	30	72.0	0.72	60	Curva izquierda
		70						
		70						
13+400	CFL	69	69.0	30	70.99	0.71	60	Tangente
		69						
		69						
13+600	CFT	67	66.7	30	68.7	0.69	60	Curva derecha
		67						
		66						
13+800	CFL	66	66.3	30	68.33	0.68	60	Curva izquierda
		66						
		67						
14+000	CFL	65	65.7	30	67.7	0.68	60	Tangente
		66						
		66						
14+200	CFL	73	73.0	30	74.99	0.75	60	Tangente
		73						
		73						
14+400	CFT	72	71.3	30	73.3	0.73	60	Curva izquierda
		72						
		70						
14+600	CFL	72	71.3	30	73.3	0.73	60	Curva izquierda
		71						
		71						
14+800	CFL	76	75.3	30	77.3	0.77	60	Tangente
		75						
		75						
15+000	CFT	75	75.7	30	77.66	0.78	60	Curva derecha
		76						
		76						
15+200	CFL	70	69.0	30	71.0	0.71	60	Tangente
		69						
		68						
15+400	CFL	67	66.7	30	68.66	0.69	60	Tangente
		67						
		66						
15+600	CFT	69	69.0	30	71.0	0.71	60	Curva izquierda
		69						
		69						
15+800	CFL	68	68.0	32	70.28	0.70	60	Tangente
		68						
		68						
16+000	CFT	73	73.7	32	75.9	0.76	60	Curva derecha
		74						
		74						
16+200	CFL	65	65.0	32	67.28	0.67	60	Curva derecha
		65						
		65						

CFL = Coeficiente de fricción longitudinal CFT = Coeficiente de fricción Transversal
ANEXO IV

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - LÓBOS
TRAMO E: ESTACION CUMBE (KM 20+100)

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 4: 13+050 - 16+300 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. °C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu = \text{SRV}/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
PERCENTIL 85						0.68		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 5: 16+300-20+100 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCION $\mu = \text{SRV}/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
16+400	CFL	70	69.3	32	71.6	0.72	60	Tangente
		69						
		69						
16+600	CFL	66	66.0	32	68.28	0.68	60	Tangente
		66						
		66						
16+800	CFT	67	67.7	32	69.9	0.70	60	Curva derecha
		68						
		68						
17+000	CFL	59	58.3	32	60.62	0.61	60	Tangente
		58						
		58						
17+200	CFL	69	68.3	32	70.6	0.71	60	Tangente
		68						
		68						
17+400	CFT	57	57.3	32	59.62	0.60	60	Curva derecha
		57						
		58						
17+600	CFT	60	60.0	32	62.3	0.62	60	Curva derecha
		60						
		60						
17+800	CFL	54	53.3	32	55.62	0.56	60	Tangente
		53						
		53						
18+000	CFT	56	56.0	34	58.5	0.59	60	Curva izquierda
		56						
		56						
18+200	CFL	61	60.7	34	63.20	0.63	60	Tangente
		61						
		60						
18+400	CFL	63	63.3	34	65.9	0.66	60	Tangente
		63						
		64						
18+600	CFL	62	62.0	34	64.53	0.65	60	Tangente
		62						
		62						
18+800	CFL	55	55.3	34	57.9	0.58	60	Tangente
		55						
		56						
19+000	CFT	60	59.3	34	61.86	0.62	60	Curva izquierda
		59						
		59						
19+200	CFL	60	60.0	36	62.7	0.63	60	Tangente
		60						
		60						
19+400	CFT	55	55.0	36	57.74	0.58	60	Curva derecha
		55						
		55						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ENSAYOS DE RESISTENCIA AL HIDRODESLIZAMIENTO

Tipo de capa de rodadura: C.A.	Evaluado: Ma. Fernanda Bravo
Fecha: 11-Dic-2007	Equipo: Péndulo Británico PSRT

SECCION 5: 16+300-20+100 CARRIL IZQUIERDO

ABSCISA	SENTIDO CFL/CFT	LECTURAS ESCALA SRV	SRV PROM.	TEMP. o C	SRV CORREG.	COEF. FRICCIÓN $\mu = \text{SRV}/100$	VELOCIDAD KM/H	OBSERVACIONES
19+600	CFL	62	62.0	36	64.7	0.65	60	Curva izquierda
		62						
		62						
19+800	CFT	54	54.0	36	56.74	0.57	60	Curva izquierda
		54						
		54						
20+000	CFT	50	50.3	36	53.1	0.53	60	Curva izquierda
		50						
		51						
						μ PROMEDIO	0.62	
						PERCENTIL 85	0.57	

ANEXO V

EVALUACIÓN FUNCIONAL:

INDICE UNIFICADO DE FISURAS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
3	0+000	0+097	99.33
3	0+104	0+200	99.45
3	0+200	0+297	99.38
3	0+304	0+401	99.55
3	0+401	0+497	99.56
3	0+504	0+601	96.74
3	0+601	0+698	99.57
3	0+705	0+801	99.61
3	0+801	0+898	99.44
3	0+905	1+002	99.72
3	1+002	1+098	99.98
3	1+105	1+202	99.99
3	1+202	1+299	99.97
4	1+306	1+402	99.97
4	1+402	1+499	99.90
4	1+506	1+603	99.81
4	1+603	1+699	99.85
4	1+699	1+796	99.87
4	1+803	1+900	99.94
4	1+900	1+997	99.80
4	2+003	2+100	99.87
4	2+100	2+197	99.87
4	2+204	2+301	99.92
4	2+301	2+397	99.91
4	2+404	2+501	99.64
4	2+501	2+598	99.68
4	2+604	2+701	99.99
4	2+701	2+798	99.77
4	2+805	2+902	99.78
4	2+902	2+998	99.78
4	3+005	3+102	99.55
4	3+102	3+199	100.00
4	3+205	3+302	99.97
4	3+302	3+399	99.96
4	3+406	3+503	99.96
4	3+503	3+599	99.98
4	3+599	3+696	99.97
4	3+703	3+800	99.98
4	3+800	3+896	99.85
4	3+903	4+000	100.00
4	4+000	4+097	99.92
4	4+104	4+200	99.68
4	4+200	4+297	99.94
4	4+304	4+401	99.65
4	4+401	4+497	99.95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

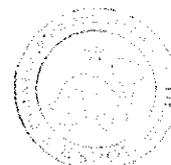
CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
4	4+504	4+601	99.88
4	4+601	4+698	100.00
4	4+705	4+801	99.90
4	4+801	4+898	99.95
5	4+905	5+002	99.94
5	5+002	5+098	99.92
5	5+105	5+202	99.95
5	5+202	5+299	99.23
5	5+299	5+395	99.65
5	5+402	5+499	99.79
		PROMEDIO	99.75
		PERCENTIL 85	99.56



DIRECTOR GENERAL
E.S.P.O.L.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
5	5+499	5+596	99.85
5	5+603	5+699	99.52
5	5+699	5+796	99.66
5	5+803	5+900	99.91
5	5+900	5+996	99.97
5	6+003	6+100	99.98
5	6+100	6+197	99.34
5	6+204	6+300	98.36
5	6+300	6+397	99.96
5	6+404	6+501	99.97
5	6+501	6+598	99.68
5	6+604	6+701	92.12
5	6+701	6+798	99.42
5	6+805	6+902	100.00
5	6+902	6+998	99.99
5	6+998	7+095	99.99
5	7+102	7+199	100.00
5	7+199	7+295	100.00
5	7+302	7+399	99.86
5	7+399	7+496	99.96
5	7+503	7+599	99.34
5	7+599	7+696	100.00
5	7+703	7+800	100.00
5	7+800	7+896	99.98
5	7+903	8+000	99.46
5	8+000	8+097	99.79
6	8+104	8+200	99.88
6	8+200	8+297	99.60
6	8+304	8+401	95.71
6	8+401	8+497	97.79
6	8+504	8+601	99.47
7	8+601	8+698	99.82
7	8+698	8+794	99.95
PROMEDIO			99.34
PERCENTIL 85			99.34



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
7	8+801	8+898	97.93
7	8+898	8+995	99.10
7	9+002	9+098	99.45
7	9+098	9+195	99.57
7	9+202	9+299	99.60
7	9+299	9+396	99.37
7	9+402	9+499	99.31
7	9+499	9+596	99.22
7	9+603	9+700	99.53
7	9+700	9+796	99.95
7	9+803	9+900	99.99
7	9+900	9+997	99.95
7	10+003	10+100	99.39
7	10+100	10+197	99.42
7	10+204	10+301	99.34
8	10+301	10+397	99.19
8	10+397	10+494	99.47
8	10+501	10+598	99.31
8	10+598	10+694	99.50
8	10+701	10+798	99.28
8	10+798	10+895	99.89
8	10+902	10+998	99.88
8	10+998	11+095	99.52
8	11+102	11+199	99.21
8	11+199	11+295	99.67
8	11+302	11+399	99.99
8	11+399	11+496	99.94
8	11+503	11+599	99.77
8	11+599	11+696	99.64
8	11+703	11+800	99.07
8	11+800	11+896	99.76
8	11+903	12+000	99.51
9	12+000	12+097	99.66
9	12+104	12+200	99.36
9	12+200	12+297	99.56
9	12+297	12+394	99.31
9	12+401	12+497	99.49
9	12+497	12+594	99.14
9	12+601	12+698	99.20
9	12+698	12+794	99.35
9	12+801	12+898	98.95
9	12+898	12+995	99.36
9	12+995	13+050	99.98
PROMEDIO			99.47
PERCENTIL 85			99.20

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
9	13+002	13+098	99.40
9	13+098	13+195	99.47
9	13+202	13+299	99.45
9	13+299	13+395	99.36
9	13+402	13+499	99.19
9	13+499	13+596	99.21
9	13+603	13+699	98.96
9	13+699	13+796	99.36
9	13+803	13+900	99.23
9	13+900	13+996	99.07
9	13+996	14+093	99.07
9	14+100	14+197	99.53
9	14+197	14+293	99.17
9	14+300	14+397	99.20
9	14+397	14+494	99.27
9	14+501	14+597	99.66
9	14+597	14+694	99.91
9	14+701	14+798	99.98
9	14+798	14+894	99.39
9	14+901	14+998	99.18
9	14+998	15+095	98.50
9	15+102	15+198	99.69
9	15+198	15+295	99.61
9	15+302	15+399	99.95
9	15+399	15+495	99.77
9	15+502	15+599	99.75
9	15+599	15+696	100.00
9	15+696	15+792	99.96
9	15+799	15+896	99.67
9	15+896	15+993	99.62
9	16+000	16+096	99.50
9	16+096	16+193	99.89
9	16+200	16+297	99.95
PROMEDIO			99.48
PERCENTIL 85			99.18

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	CUMBE - OÑA

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
9	16+297	16+393	99.97
9	16+400	16+497	100.00
9	16+497	16+594	100.00
9	16+601	16+697	99.98
9	16+697	16+794	100.00
9	16+801	16+898	100.00
9	16+898	16+994	100.00
9	17+001	17+098	100.00
9	17+098	17+195	100.00
9	17+202	17+298	100.00
9	17+298	17+395	100.00
9	17+395	17+492	99.90
9	17+499	17+595	99.70
9	17+595	17+692	100.00
9	17+699	17+796	99.81
9	17+796	17+892	99.98
9	17+899	17+996	100.00
9	17+996	18+093	100.00
9	18+100	18+196	100.00
9	18+196	18+293	100.00
9	18+300	18+397	100.00
9	18+397	18+493	99.98
9	18+500	18+597	99.95
9	18+597	18+694	100.00
9	18+701	18+797	100.00
9	18+797	18+894	100.00
9	18+901	18+998	100.00
9	18+998	19+094	99.78
9	19+094	19+191	99.99
9	19+198	19+295	99.75
9	19+295	19+391	99.71
9	19+398	19+495	99.90
9	19+495	19+592	99.96
9	19+599	19+695	99.66
9	19+695	19+792	99.75
9	19+799	19+896	99.94
9	19+896	19+992	99.90
9	19+999	20+096	99.90
PROMEDIO			99.93
PERCENTIL 85			99.80

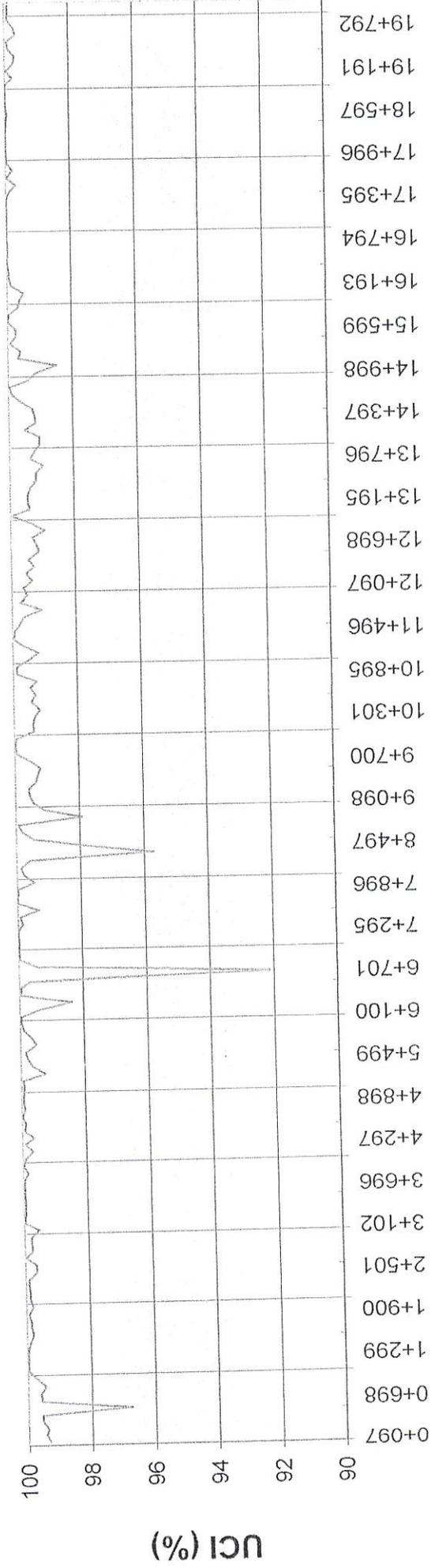
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+000 - 20+100 / SENTIDO: CUMBE - OÑA
INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL / INDICE UNIFICADO DE FISURAS

UCI vs Distancia



Distancia (m)



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
11	0+000	0+097	99.83
11	0+104	0+200	99.97
11	0+200	0+297	99.11
11	0+304	0+401	99.97
11	0+401	0+497	99.99
11	0+504	0+601	99.96
11	0+601	0+698	99.98
11	0+705	0+801	100.00
11	0+801	0+898	99.85
11	0+905	1+002	99.88
11	1+002	1+098	99.87
11	1+105	1+202	100.00
11	1+202	1+299	99.91
11	1+306	1+402	99.89
11	1+402	1+499	99.99
11	1+506	1+603	100.00
11	1+603	1+699	100.00
11	1+699	1+796	99.81
11	1+803	1+900	99.86
11	1+900	1+997	99.36
11	2+003	2+100	99.69
11	2+100	2+197	99.94
11	2+204	2+301	98.98
11	2+301	2+397	98.96
11	2+404	2+501	98.49
11	2+501	2+598	98.85
11	2+604	2+701	98.83
11	2+701	2+798	98.97
11	2+805	2+902	97.60
11	2+902	2+998	98.72
11	3+005	3+102	99.12
11	3+102	3+199	99.96
11	3+205	3+302	99.32
11	3+302	3+399	99.10
12	3+406	3+503	99.04
12	3+503	3+599	99.49
12	3+599	3+696	99.44
12	3+703	3+800	99.27
31	3+800	3+896	99.43
31	3+903	4+000	99.18
31	4+000	4+097	98.99
31	4+104	4+200	98.77
31	4+200	4+297	98.66
32	4+304	4+401	98.90
32	4+401	4+497	99.24



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
32	4+504	4+601	99.77
32	4+601	4+698	99.40
32	4+705	4+801	99.93
32	4+801	4+898	99.18
32	4+905	5+002	99.06
32	5+002	5+098	98.88
32	5+105	5+202	99.07
33	5+202	5+299	99.18
33	5+299	5+395	98.93
33	5+402	5+499	99.79
		PROMEDIO	99.41
		PERCENTIL 85	98.90

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
33	5+499	5+596	99.25
33	5+603	5+699	99.59
33	5+699	5+796	99.15
33	5+803	5+900	99.43
33	5+900	5+996	99.97
33	6+003	6+100	99.82
33	6+100	6+197	99.00
33	6+204	6+300	94.88
33	6+300	6+397	99.87
33	6+404	6+501	99.28
33	6+501	6+598	99.79
33	6+604	6+701	89.86
33	6+701	6+798	99.55
33	6+805	6+902	99.88
33	6+902	6+998	99.92
33	6+998	7+095	99.69
33	7+102	7+199	99.55
33	7+199	7+295	100.00
33	7+302	7+399	100.00
33	7+399	7+496	100.00
33	7+503	7+599	100.00
33	7+599	7+696	99.37
33	7+703	7+800	97.57
33	7+800	7+896	99.57
34	7+903	8+000	98.86
34	8+000	8+097	99.76
34	8+104	8+200	99.42
34	8+200	8+297	99.11
35	8+304	8+401	99.83
35	8+401	8+497	99.82
35	8+504	8+601	99.68
35	8+601	8+698	99.54
35	8+698	8+794	97.60
PROMEDIO			99.05
PERCENTIL 85			98.97

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
35	8+801	8+898	99.98
35	8+898	8+995	99.79
35	9+002	9+098	99.00
36	9+098	9+195	93.79
36	9+202	9+299	100.00
36	9+299	9+396	99.58
36	9+402	9+499	99.83
36	9+499	9+596	99.79
36	9+603	9+700	99.97
36	9+700	9+796	99.96
37	9+803	9+900	99.43
37	9+900	9+997	99.47
37	10+003	10+100	98.22
38	10+100	10+197	97.99
38	10+204	10+301	98.56
38	10+301	10+397	99.35
38	10+397	10+494	98.93
38	10+501	10+598	99.28
38	10+598	10+694	99.43
39	10+701	10+798	99.66
39	10+798	10+895	99.42
39	10+902	10+998	99.25
39	10+998	11+095	99.67
39	11+102	11+199	99.96
40	11+199	11+295	99.70
40	11+302	11+399	99.92
40	11+399	11+496	99.62
40	11+503	11+599	99.53
40	11+599	11+696	99.52
40	11+703	11+800	99.58
40	11+800	11+896	99.68
40	11+903	12+000	99.47
41	12+000	12+097	99.92
41	12+104	12+200	99.99
41	12+200	12+297	99.61
41	12+297	12+394	99.95
41	12+401	12+497	99.91
41	12+497	12+594	99.77
41	12+601	12+698	99.37
41	12+698	12+794	99.49
41	12+801	12+898	99.71
41	12+898	12+995	99.95
41	12+995	13+050	99.88
PROMEDIO			99.42
PERCENTIL 85			99.26

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
41	13+002	13+098	99.79
41	13+098	13+195	99.94
41	13+202	13+299	99.92
41	13+299	13+395	99.85
41	13+402	13+499	99.89
41	13+499	13+596	99.93
41	13+603	13+699	99.91
41	13+699	13+796	99.96
41	13+803	13+900	99.93
41	13+900	13+996	99.40
41	13+996	14+093	99.76
41	14+100	14+197	99.99
41	14+197	14+293	99.92
41	14+300	14+397	99.29
41	14+397	14+494	99.48
41	14+501	14+597	99.50
41	14+597	14+694	99.20
41	14+701	14+798	99.58
41	14+798	14+894	99.57
41	14+901	14+998	99.76
41	14+998	15+095	99.95
41	15+102	15+198	99.90
41	15+198	15+295	99.79
41	15+302	15+399	99.81
41	15+399	15+495	99.63
41	15+502	15+599	99.59
41	15+599	15+696	99.47
41	15+696	15+792	99.95
41	15+799	15+896	99.94
41	15+896	15+993	99.84
41	16+000	16+096	99.70
41	16+096	16+193	99.46
41	16+200	16+297	99.99
PROMEDIO			99.75
PERCENTIL 85			99.47

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL (Indice Unificado de Fisuras)

EQUIPO	TRAMO I	SENTIDO
JAI CV-M4CL	0+0000 - 20+100	OÑA - CUMBE

Segmento	Abscisa		UCI %
	Desde	Hasta	
41	16+297	16+393	99.94
41	16+400	16+497	99.95
41	16+497	16+594	99.86
41	16+601	16+697	99.82
41	16+697	16+794	99.70
41	16+801	16+898	99.86
41	16+898	16+994	99.94
41	17+001	17+098	99.93
41	17+098	17+195	100.00
41	17+202	17+298	99.99
41	17+298	17+395	100.00
41	17+395	17+492	100.00
41	17+499	17+595	99.96
41	17+595	17+692	99.95
41	17+699	17+796	99.99
41	17+796	17+892	99.97
41	17+899	17+996	100.00
41	17+996	18+093	100.00
41	18+100	18+196	99.99
41	18+196	18+293	99.96
41	18+300	18+397	99.96
41	18+397	18+493	99.90
41	18+500	18+597	99.90
41	18+597	18+694	99.90
41	18+701	18+797	99.94
41	18+797	18+894	100.00
43	18+901	18+998	*
43	18+998	19+094	*
43	19+094	19+191	*
43	19+198	19+295	*
43	19+295	19+391	100.00
43	19+398	19+495	99.86
43	19+495	19+592	99.80
43	19+599	19+695	99.92
43	19+695	19+792	99.81
43	19+799	19+896	99.78
43	19+896	19+992	99.90
43	19+999	20+096	100.00
PROMEDIO			99.93
PERCENTIL 85			99.86

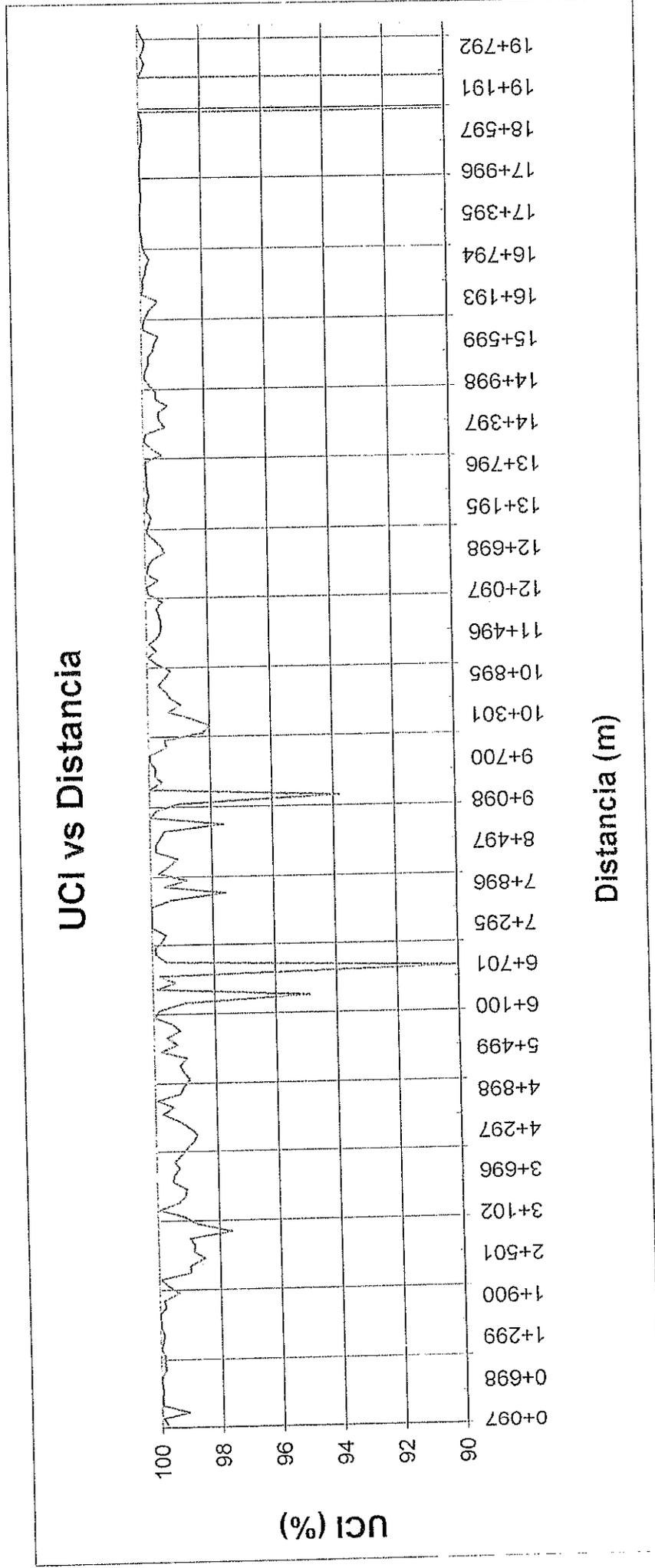
* No existe capa de rodadura

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

TRAMO: 0+000 - 20+100 / SENTIDO: OÑA - CUMBE
INEXTEC CIA. LTDA.

PERITAJE DE CONDICION SUPERFICIAL / INDICE UNIFICADO DE FISURAS



ANEXO VI

EVALUACIÓN FUNCIONAL:



CATALOGO DE BACHES Y PARCHES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

CATALOGO DE BACHES

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	LONGITUD	FECHA
ROMDAS	0+000 - 20+100	20100	2007-12-10

ABSCISA	EVENTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
0+089	bache	-3.044432163	-79.04395197	2654.988
0+119	bache	-3.044687305	-79.04376604	2655.091
0+739	bache	-3.049240079	-79.04039872	2657.699
0+855	bache	-3.050116108	-79.03975756	2658.23
0+908	bache	-3.05050113	-79.03947956	2658.504
0+962	bache	-3.050878431	-79.03922821	2655.601
1+036	bache	-3.05139976	-79.03886548	2655.984
1+181	bache	-3.052517993	-79.03826291	2656.614
2+546	bache	-3.063064046	-79.03236488	2672.599
2+719	bache	-3.063988442	-79.03101337	2670.966
3+053	bache	-3.065630122	-79.02863392	2673.607
3+113	bache	-3.066025981	-79.02815976	2673.866
5+099	bache	-3.079474133	-79.01679823	2696.037
5+158	bache	-3.079944	-79.01664103	2698.595
5+338	bache	-3.081487786	-79.01612131	2704.13
5+390	bache	-3.081920677	-79.01594181	2704.897
5+446	bache	-3.082330755	-79.01574002	2704.855
5+499	bache	-3.082743495	-79.01552704	2704.348
5+733	bache	-3.084692669	-79.0145067	2703.618
5+790	bache	-3.085131763	-79.01427124	2705.409
5+853	bache	-3.085561469	-79.01404338	2706.86
5+910	bache	-3.085985738	-79.01381828	2708.294
6+299	bache	-3.089200765	-79.01240602	2717.632
		-3.089503199	-79.01232941	2718.773
	Bacheo Mayor	-3.089760772	-79.01225237	2719.755
		-3.090080843	-79.01215098	2720.338
6+434	bache	-3.090377803	-79.01201841	2720.722
6+494	bache	-3.090863632	-79.01171974	2720.901
6+575	bache	-3.091439887	-79.01132389	2722.191
6+623	bache	-3.091758024	-79.01110011	2722.285
6+667	bache	-3.092167434	-79.01082021	2722.161
		-3.092552792	-79.01054956	2720.726
		-3.092820116	-79.01034168	2719.997
	Bacheo Mayor	-3.093073113	-79.01013379	2719.05
		-3.093396193	-79.00983426	2718.826
		-3.093636114	-79.00958524	2719.393
6+924	bache	-3.093891148	-79.00931935	2720.396
7+503	bache	-3.098338011	-79.00782902	2736.32
7+601	bache	-3.09921131	-79.00806844	2737.815
		-3.100490716	-79.00846817	2734.891
	Bacheo Mayor	-3.100896584	-79.00856717	2738.908
		-3.101462432	-79.00867587	2734.636
		-3.101627639	-79.00866387	2734.468
		-3.101741029	-79.00865355	2734.702
		-3.101883083	-79.00863188	2733.102
		-3.101980696	-79.00863674	2737.714
		-3.102137008	-79.00862166	2738.39
		-3.10247026	-79.00859518	2737.745
	Bacheo Mayor	-3.102672159	-79.00857483	2738.342
		-3.102897067	-79.00856295	2738.701



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

CATALOGO DE BACHES

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	LONGITUD	FECHA
ROMDAS	0+000 - 20+100	20100	2007-12-10

ABSCISA	EVENTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
		-3.103051364	-79.00857787	2739.177
		-3.103233892	-79.00860221	2739.86
		-3.103820562	-79.00877547	2742.585
		-3.104064309	-79.00885269	2743.785
		-3.10446495	-79.00898644	2746.178
8+237	bache	-3.104771164	-79.00909648	2748.059
8+346	bache	-3.105584757	-79.00961688	2752.534
8+447	bache	-3.106288044	-79.01014813	2753.454
8+809	bache	-3.10946539	-79.01107135	2760.389
	Bacheo Mayor	-3.11062162	-79.01102575	2765.852
		-3.111104666	-79.01104145	2767.942
9+070	bache	-3.111758427	-79.01132443	2769.65
9+272	bache	-3.11337107	-79.01197531	2773.092
9+296	bache	-3.113569081	-79.01200529	2773.666
9+315	bache	-3.113728702	-79.01202459	2774.32
	Bacheo Mayor	-3.114169463	-79.01204352	2775.802
		-3.115363117	-79.01145014	2787.413
9+552	bache	-3.115830172	-79.01138835	2791.511
9+611	bache	-3.116246364	-79.01146884	2794.848
	Bacheo Mayor	-3.11661947	-79.01157907	2797.502
		-3.116869	-79.01165573	2798.877
		-3.117219401	-79.01172707	2802.776
		-3.117899477	-79.01184485	2806.158
		-3.118090607	-79.01189257	2807.831
10+222	bache	-3.121083108	-79.0138659	2841.969
10+380	bache	-3.122400181	-79.01412742	2853.841
10+874	bache	-3.126911812	-79.01392099	2894.575
10+954	bache	-3.127565902	-79.01385462	2900.829
14+508	bache	-3.148272145	-79.02680304	3117.07
14+788	bache	-3.150242203	-79.02547338	3141.783
15+216	bache	-3.151269791	-79.02205304	3174.371
16+026	bache	-3.157159454	-79.02329914	3230.99
16+339	bache	-3.159895352	-79.02318759	3252.985
16+656	bache	-3.162240936	-79.02438467	3282.816
	Bacheo Mayor	-3.162519468	-79.02490669	3287.871
		-3.163031731	-79.02689464	3314.797
17+213	bache	-3.164854825	-79.02796259	3334.195
17+247	bache	-3.165283872	-79.02791138	3334.762
	Bacheo Mayor	0	0	0
		-3.165941615	-79.02851234	3345.398
		-3.165464297	-79.02992793	3357.941
		-3.16539926	-79.03227442	3370.096
		-3.168510046	-79.03176134	3401.539
		-3.171219588	-79.03402646	3431.57
		-3.171595593	-79.03378576	3433.223
19+079	bache	-3.172266199	-79.03142823	3445.073
19+123	bache	-3.172609456	-79.03126265	3446.436
19+169	bache	-3.173111957	-79.03112799	3447.806
19+230	bache	-3.173623642	-79.03099723	3449.209
19+277	bache	-3.174009254	-79.03089593	3449.929

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

CATALOGO DE BACHES

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	LONGITUD	FECHA
ROMDAS	0+000 - 20+100	20100	2007-12-10

ABSCISA	EVENTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
19+334	bache	-3.174520512	-79.03075981	3450.134
19+385	bache	-3.174869504	-79.0305933	3449.444
19+454	bache	-3.175319788	-79.03011294	3452.078
19+603	bache	-3.176009617	-79.0289981	3451.288



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CUMBE - OÑA

INEXTEC CIA. LTDA.

CATALOGO DE PARCHES

EQUIPO UTILIZADO	TRAMO I	LONGITUD	FECHA
ROMDAS	0+000 - 20+100	20100	2007-12-10

ABSCISA	EVENTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
0+263	parche	-3.045765546	-79.04295073	2655.717
0+524	parche	-3.047668817	-79.04155656	2656.811
0+575	parche	-3.048020393	-79.04129955	2657.03
0+624	parche	-3.048380497	-79.04103525	2657.229
2+599	parche	-3.063320512	-79.03199663	2672.336
2+656	parche	-3.063646014	-79.03150819	2669.959
2+769	parche	-3.064243383	-79.03064152	2671.079
2+822	parche	-3.064506777	-79.03026512	2671.544
2+891	parche	-3.064845693	-79.02976176	2672.415
2+944	parche	-3.065104698	-79.02939312	2672.785
3+168	parche	-3.066366121	-79.0278281	2676.459
3+779	parche	-3.070480629	-79.02418183	2681.611
7+832	parche	-3.101211815	-79.00865943	2734.738
11+193	parche	-3.1295719	-79.01324048	2920.503
13+042	parche	-3.141246962	-79.02358572	3010.426
14+325	parche	-3.14668461	-79.02696635	3104.072
14+378	parche	-3.147069639	-79.02710927	3107.092
14+624	parche	-3.149271392	-79.02645752	3126.758
17+700	parche	-3.165032979	-79.03134796	3363.79
17+848	parche	-3.165595007	-79.03248684	3372.76
18+039	parche	-3.167026175	-79.03260186	3384.481
18+138	parche	-3.167580179	-79.03199664	3392.358
18+350	parche	-3.169427524	-79.03209401	3414.427
18+454	parche	-3.16959921	-79.0329157	3420.025
18+840	parche	-3.171818101	-79.03331723	3443.557
18+949	parche	-3.17175357	-79.03234406	3439.902
19+033	parche	-3.171992197	-79.0317013	3443.751

ANEXO VII

REPORTE FOTOGRAFÍCO

