

5 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN

A continuación se presentan los procedimientos y tecnología utilizadas en la obtención de los distintos antecedentes geométricos y de estado (condición de los pavimentos). Se llevó una evaluación del estado actual del pavimento, realizándose visitas a terreno por un Ingeniero Especialista, mediciones de Regularidad (IRI) y Macro textura del pavimento mediante Perfilometría Láser, Ensayos de Deflectometría de Impacto (FWD), cubicación de elementos complementarios y verificación de inventario a partir de un Video Referenciado kilométricamente de las rutas, mediciones de Retrorreflectancia de Señales Verticales, un Levantamiento Georeferencial del eje longitudinal de las rutas, mediciones de Ahuellamiento y Escalonamiento, e inspección de deterioros superficiales.

Estos antecedentes son necesarios como datos de entrada para la modelación con HDM-4.

5.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LOS PAVIMENTOS

5.1.1 Metodología para la obtención del IRI (m/km)

La evaluación funcional determina la capacidad de servicio que presta un pavimento al usuario. En este estudio se determinó la rugosidad como indicador del estado funcional del pavimento. La rugosidad se expresó en términos del IRI, cuya unidad es m/km. El IRI se calculó para todas las pistas existentes en las rutas.

En las pistas pavimentadas se utilizó el Perfilómetro Láser, modelo ARRB "Two Laser Profiler" (TLP). Este equipo permite levantar el perfil longitudinal relativo del camino. Posteriormente, el IRI se calcula utilizando un modelo matemático de un vehículo Estándarizado, conocido como Quarter Car, el cual determina los movimientos verticales de éste circulando a una velocidad de 80 km/hora sobre el perfil del camino. De esta forma es posible conocer el IRI que caracteriza la condición funcional de la pista.

A modo de referencia, se puede indicar que el perfilómetro láser utilizado clasifica como clase 1, de acuerdo al estándar ASTM E 950 - 94. El equipo utilizado es capaz de medir en forma continua sin interrumpir la circulación del tránsito. La Figura 1 presenta una fotografía del equipo.

Descriptivamente, el equipo cuenta con dos cámaras láser, cada una de las cuales se posiciona sobre cada una de las huellas de la pista a transitar. Cada cámara láser emite un rayo láser cuyo reflejo es registrado permitiendo así evaluar la distancia del emisor láser al pavimento. Sin embargo, esta distancia está afectada por el movimiento vertical propio de la amortiguación del vehículo de medición. Para eliminar este efecto, el equipo cuenta con acelerómetros que corrigen tal distorsión en la distancia. Así la distancia corregida va construyendo el perfil relativo sobre la huella de la pista transitada, a partir de este se calcula el IRI (m/km).

FIGURA 1. PERFILÓMETRO LÁSER, MODELO ARRB "TWO LASER PROFILER" (TLP).



De esta forma, posteriormente se determinó el IRI cada 200 m para cada pista. En el proceso no se consideran las singularidades del camino como los puentes, cambios de pavimentos, etc. Luego se determinó la media fija de 5 tramos consecutivos de 200 m (Manual de Carreteras, Volumen N°5, 2003). En aquellos casos en que no fue posible formar una media fija, se calculó el promedio aritmético de los valores con que se contaba, hasta un mínimo de dos.

Para el caso de superficies granulares, la evaluación se realiza con el "Bump Integrator". Este es un equipo de medición por respuesta y que es utilizado en tipos de superficie más irregulares y/o de alto IRI, en particular en pavimentos de carpeta granular. Además, es independiente de las condiciones climáticas. En la figura siguiente se presenta una fotografía del equipo.

FIGURA 2. BUMP INTEGRATOR.



El "Bump Integrator" está compuesto por un dispositivo mecánico que registra el movimiento relativo entre la carrocería del vehículo en que va montado y el centro del eje donde van montadas las ruedas. Con este equipo la medición se realiza a la velocidad de circulación o una velocidad definida por el vehículo de medición. Este equipo entrega como resultado el índice BI el cual se correlaciona para obtener el IRI cada 200 metros.

5.1.2 Resultados IRI (m/km)

Las mediciones se realizaron entre el 21 y 25 de octubre del 2003, y abarcaron todas las rutas. En el Anexo N° 5.1 IRI se adjuntan los registros obtenidos de la evaluación funcional, expresada en términos del IRI cada 200 m.

A modo de referencia podemos decir que en la actualidad, para las Rutas Concesionadas, las Especificaciones Técnicas y Bases de Licitación exigen en pavimentos nuevos $IRI < 2.0$ m/km, mientras que en servicio no deben superar 3.5 m/km.

5.1.3 Metodología para la obtención de la Macrotextura, SMTD (mm)

Por otro lado, la medición de macrotextura se realizó mediante perfilometría láser, obteniéndose a través de microprocesadores que calculan la macrotextura a intervalos de 280 mm, ajustándose en cada intervalo un polinomio de 2° orden. Posteriormente se calculan los residuos para evaluar el SMTD "sensor mean texture depth" y luego se resume en unidades de muestra de 200 metros, obteniéndose así un indicador continuo de **macrotextura con perfilometría láser**; SMTD en mm. Cabe señalar que estas mediciones permitirán caracterizar la superficie de rodado en macrotextura, factor importante en la adherencia de un neumático a un pavimento. El rol de la macrotextura es permitir una

evacuación rápida del agua que se deposita sobre la superficie de un pavimento. Mientras mayor es la profundidad de la macrotextura, la resistencia al deslizamiento que ofrece el pavimento es mayor.

Para la macrotextura no existen normas o especificaciones de parte del LNV que indiquen cual es la metodología de análisis a seguir con los resultados obtenidos con perfilometría láser, por lo cual fueron adoptadas las indicadas para el análisis del IRI.

5.1.4 Resultados Macrotextura, SMTD (mm)

Las mediciones se realizaron al mismo tiempo que la obtención del IRI, y abarcaron todas las rutas. En el ANEXO N° 5.2 MACROTEXTURA se adjuntan los registros obtenidos de la macrotextura, expresada en términos del SMTD cada 200 m.

A modo de referencia podemos decir que, de acuerdo al ORD N° 04630 del LNV, referente a los "Criterios Técnicos para Pavimentos en Rutas Concesionadas", el umbral recomendado de macrotextura ≥ 0.35 en todo momento.

5.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO

5.2.1 Metodología del Deflectómetro de Impacto

5.2.1.1 Descripción del Deflectómetro de Impacto

El Deflectómetro de Impacto (FWD) es un equipo que aplica una carga de impacto a la superficie del pavimento, determinando los desplazamientos verticales (cuenco de deflexiones) producidas en él. Se trata de un ensayo no destructivo, que simula el comportamiento del pavimento ante el paso de los vehículos pesados. Puede ser utilizado en pavimentos de asfalto, hormigón o una composición de ambos, o bien, sobre cualquier capa de un pavimento en construcción. A través del análisis de este cuenco se obtiene información de la rigidez de la estructura de pavimentos y su suelo de fundación, siendo ella muy importante para definir la condición de la estructura a lo largo de un proyecto. Lo anterior es fundamental para evaluar actividades relacionadas con la rehabilitación, mantención o control de calidad.

El modelo de FWD que se utilizará en este estudio es capaz de generar cargas de hasta 120 kN (12 toneladas) y funciona con nueve sensores para medir deflexiones. El FWD es remolcado por un vehículo desde el cual se realiza toda la operación del equipo y la recolección de datos en forma automática. A continuación (Figura 3) se muestra el equipo realizando mediciones del proyecto.

FIGURA 3. DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO DYNATEST FWD 8000



En el proyecto en estudio se emplearon los resultados para determinar las siguientes características del pavimento:

- a) Caracterización de los materiales de las capas: La caracterización de las capas según su rigidez es indispensable al momento de diseñar una medida de mantención. El FWD permite obtener los parámetros de rigidez de cada una de las capas del pavimento, por ejemplo: deflexión máxima, valores del módulo de reacción de la subrasante (k), módulo de resiliente de la subrasante (M_R), valores de módulos elásticos de capas superiores: asfalto (E_{asf}) y hormigón (E_{hor}) y el número estructural efectivo de los pavimentos asfálticos.
- b) Identificación de secciones uniformes (tramificación): El FWD permite determinar cambios en la capacidad estructural del pavimento, los que se pueden deber a cambios en la estructuración, los deterioros o el suelo. Por ejemplo, se puede determinar que un tramo tiene en promedio mejores características de deflexión que otro, y, dentro de un mismo tramo, se puede establecer si este posee o no buena dispersión de esa variable.

A partir de la información proporcionada por el FWD es posible realizar diversos estudios sobre la capacidad estructural de los pavimentos, entre los que se encuentran: evaluación de la capacidad estructural y vida remanente, lo que permite efectuar un buen diseño de las

rehabilitaciones. Por ejemplo, en diseño de rehabilitaciones se puede utilizar la información de las características de las capas para identificar tramos que requieran soluciones distintas y además utilizar dichos valores para diseñar las rehabilitaciones según el método AASHTO, el que reconoce y establece procedimientos con FWD.

5.2.1.2 Descripción de las variables entregadas por el FWD.

El Deflectómetro de Impacto puede ser utilizado para obtener diversa información estructural de los pavimentos. En el proyecto en referencia se realizó la medición de deflexiones en la huella externa de la pista (pavimentos asfálticos), con lo que se logra caracterizar los materiales y el comportamiento de las capas.

La caracterización de las capas corresponde al proceso de retroanálisis mediante el cual se obtienen las características o parámetros que son representativos de la condición estructural de cada capa. Entre las características más relevantes se encuentran:

- i. **D₀ @ 50 kN (20°C)**: Deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN (a una temperatura de 20°C en el caso de los pavimentos asfálticos) representa la deflexión vertical de la superficie del pavimento, bajo el punto donde se aplica la carga. Este parámetro es un indicador general de la condición estructural de los pavimentos, cuyo principal uso es definir tramos que presenten diferentes características estructurales.
- ii. **k** : módulo de reacción de la subrasante. Representa la razón entre la carga aplicada y la deflexión debido a ella. Este parámetro se emplea para caracterizar el suelo de la subrasante en un pavimento de hormigón.
- iii. **M_R** : Módulo resiliente de la subrasante. Representa el módulo elástico del suelo luego de aplicar cargas cíclicas sobre él. Este parámetro se emplea para caracterizar el suelo de la subrasante en un pavimento asfáltico y se utiliza en los diseños de pavimentos asfálticos y de recapado asfáltico sobre hormigón.
- iv. **NE_{ef}** : Número estructural efectivo, se obtiene del retroanálisis de los pavimentos asfálticos y considera tanto las capas asfálticas como las granulares. El número estructural es un concepto introducido en la prueba AASHO para caracterizar la capacidad estructural de los pavimentos asfálticos y utilizado por el método AASHTO para el diseño de pavimentos de asfalto.

5.2.2 Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento de Hormigón.

La recolección de datos con FWD se realizó entre los días 27 de noviembre al 1° de diciembre del 2003. Los ensayos fueron realizados en cada tramo homogéneo definido, sumando un total de 18 ensayos de tres golpes cada uno. En cada ensaye se mide la carga aplicada y las deflexiones producidas a una distancia 0, 20.3, 30.5, 45.7, 61.0, 76.2, 91.4, y 152.4 cm (0, 8, 12, 18, 24, 30, 36 y 60 pulgadas), medidas desde el centro del plato de carga en la dirección y sentido del avance del tránsito. Se utilizó un plato de carga con un radio de 15 cm (5.91 pulgadas).

Los ensayos fueron realizados en la huella externa de la pista, zona de concentración de sollicitaciones en los pavimentos asfálticos. En el caso de los pavimentos de hormigón, se realizaron ensayos en el centro de la losa. El procedimiento de retroanálisis utilizado en este estudio corresponde al recomendado por la Guía de Diseño Estructural AASHTO 1993. A continuación se presentan un resumen con los principales resultados para ambos tipos de ensayos. En el ANEXO N° 5.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL se presenta los resultados obtenidos de los ensayos de deflexiones, los parámetros obtenidos son los siguientes.

- **Deflexión máxima (D_0 , ?m):** Corresponde a la deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN. Esta variable se obtiene a partir de la medición directa de ensayo de carga realizado con el FWD. Esta variable es un indicador altamente confiable de la respuesta de todo el sistema de pavimento.
- **Módulo de reacción de la subrasante (k , MP/m):** La constante de balasto, o módulo de reacción de la subrasante, se determinó mediante retroanálisis según la metodología propuesta por AASHTO 93.

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002, para corregir los módulos dinámicos retroanalizados a módulos estáticos¹ se debe utilizar el factor B calculado según las relaciones presentadas en la Cuadro 5.1.

CUADRO 5.1. VALORES DEL FACTOR DE CORRECCIÓN B.

Plataforma de Fundación	Factor B
Suelos finos	0.5
Suelos granulares	1.0
Terraplén granular sobre suelo fino	$0.5 + h/6$ $0 < h < 3$ m
Terraplén fino sobre suelo granular	$1.0 - h/6$ $0 < h < 3$ m

Fuente: Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002.

h: Altura de terraplén.

Para $h > 3$ m., utilizar 0.5 ó 1.0 según corresponda, esto es, de acuerdo al tipo de terraplén existente.

¹ Módulo de Reacción equivalente al obtenido de un ensayo de Placa de Carga.

Ya que no se disponen de antecedentes de las características de la plataforma de fundación, se asumió para el factor $B = 1$. Para poder definir el valor de B se requiere disponer de antecedentes de prospección del suelo de fundación o antecedentes de la mecánica de suelos.

5.2.3 Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento Asfáltico.

En este tipo de pavimento se realizaron ensayos en la zona de las huellas o zona de circulación de los vehículos pesados, zona de mayor sollicitación y concentración de deterioros. El procedimiento de retroanálisis utilizado en este estudio corresponde al recomendado por la Guía de Diseño Estructural AASHTO 1993. En el ANEXO N° 5.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de deflexiones, los parámetros obtenidos son los siguientes:

- **Deflexión máxima (D_0 , ?m):** Corresponde a la deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN y a 20°C. Los resultados son variables para cada camino y dentro de ellos para cada estructura.
- **M_R (MPa):** El módulo resiliente de la subrasante es el parámetro utilizado en el método AASHTO para caracterizar al suelo de fundación en el diseño de pavimentos asfálticos. Este se determina a través de un ensayo de laboratorio sobre una muestra extraída del estrato representativo de la subrasante. La limitación de esta metodología es la suposición que la subrasante es un material homogéneo en el sentido vertical, haciendo válido la consideración de una muestra discreta como representativa de la fundación como un todo.

Mediante el proceso de retroanálisis recomendado por la guía de diseño AASHTO se obtiene el módulo elástico (E_s) de la subrasante con los datos de carga y deflexiones (obtenidos con FWD).

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002, para corregir los módulos elásticos retroanalizados a módulos resilientes² se utilizó el factor C calculado según las relaciones presentadas en el Cuadro 5.2

² Módulo Resiliente equivalente al obtenido de un ensayo de laboratorio.

CUADRO 5.2. VALORES DEL FACTOR DE CORRECCIÓN C.

Plataforma de Fundación	Factor C
Suelos finos	0.33
Suelos granulares	1.0
Terraplén granular sobre suelo fino	$0.33 + 0.67 \cdot h/2$ $0 < h < 2$ m
Terraplén fino sobre suelo granular	$1.0 - 0.67 \cdot h/2$ $0 < h < 2$ m

Fuente: Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002.

h: Altura de terraplén.

Para $h > 2$ m., utilizar 0.33 ó 1.0 según corresponda, esto es, de acuerdo al tipo de terraplén existente.

Dado que en este caso no se disponen antecedentes de la plataforma de fundación, se asumió un factor $C=1$. Para poder definir el valor de C se requiere disponer de antecedentes de prospección del suelo de fundación o antecedentes de la mecánica de suelos.

- **NEe** : Número estructural efectivo, en términos generales, el número estructural representa una magnitud que evalúa la capacidad estructural de un pavimento flexible y es un concepto desarrollado por AASHTO, como resultado de la prueba AASHTO (1958-1961). En su cálculo sólo se considera el aporte de las capas por encima de la subrasante.

Este indicador, así como la metodología de cálculo empleada para su cálculo a partir de mediciones con FWD, son conceptos también definidos por AASHTO (AASHTO, 1993). La estructura considerada en el retroanálisis para el cálculo del NEe fue la carpeta de rodadura (carpeta asfáltica) y las capas granulares (base + subbase) de acuerdo a los antecedentes disponibles en el Inventario Vial 2002.

5.3 AUSCULTACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS (MONOGRAFÍA DE PAVIMENTOS)

5.3.1 Metodología de Auscultación

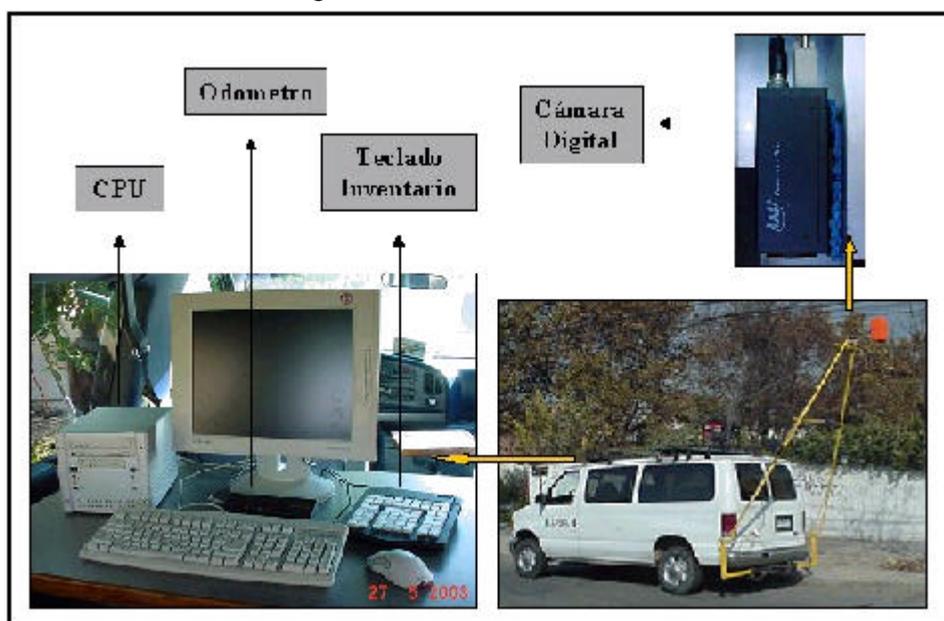
La auscultación visual determina la presencia de deterioros y recoge cualquier otro aspecto de terreno que sea considerado relevante, con el fin de servir de base para la determinación del estado actual, estimación de la vida remanente, predicción del comportamiento futuro del pavimento y definir acciones de rehabilitación.

Se utilizó un sistema automatizado denominado "Pave Inspect Uni Survey", que incorpora tecnología de punta para el registro de imágenes del estado de la superficie de los pavimentos.

El sistema está compuesto por una cámara de vídeo digital de alta resolución montada sobre un vehículo que permite tomar imágenes digitales del pavimento y una unidad CPU en la que se almacenan y procesan las imágenes.

En la figura siguiente se presenta el sistema de adquisición descrito anteriormente y un ejemplo del registro obtenido en terreno de los pavimentos.

FIGURA 4. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DEL REGISTRO DIGITAL DEL PAVIMENTO.



Se realizó una auscultación visual del pavimento por muestreo, auscultándose el 4% de área total del camino. En el caso de los pavimentos asfálticos la metodología de muestreo consiste en términos generales en auscultar 10 metros continuos cada 250 metros, con lo que se tienen cuatro unidades de muestra por kilómetro en ambas pistas.

En el caso de los pavimentos de hormigón, se analizan las primeras 10 losas en cada kilómetro. La clasificación de los deterioros se realiza de acuerdo con el “Instructivo de Inspección Visual de Caminos Pavimentados a Nivel de Red, 2003”, Departamento de Gestión Vial, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.

5.3.2 Resultados de los Deterioros Superficiales

Para procesar los registros digitales y obtener los datos necesarios para el modelo HDM-4, sobre el total de las imágenes recolectadas en la pista auscultada se cuantificaron los deterioros superficiales posterior a la recolección de imágenes, evaluando la condición del pavimento mediante la utilización de un software especialmente diseñado para realizar el reconocimiento de imágenes, obteniendo así el porcentaje de agrietamiento del pavimento con sus respectivos tipos de grietas y severidades. Los resultados de este análisis se entregan en el ANEXO 5.4 INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS.

5.3.3 Metodología para la obtención del Ahuellamiento

El ahuellamiento fue medido con un Perfilómetro de Ultrasonido (Transverse Profile Logger, TPL). El TPL está compuesto por: 6 unidades UMSA (Ultrasonic Measurement Sensors Arrays), un controlador maestro y una barra portadora. Cada unidad UMSA cuenta con 5 sensores. En total son 30 sensores de ultrasonido individuales espaciados a 100 mm para la obtención del perfil transversal de la vía desde una referencia móvil situada en un vehículo en movimiento.

El equipo cuenta además con un sensor patrón el cual es utilizado para la corrección de los datos por efectos ambientales. Su operación se realiza en conjunto con el sistema de posicionamiento kilométrico y velocidad, permitiendo al usuario definir los intervalos de muestreo para la obtención de los datos, los cuales son almacenados en un computador para su posterior post-proceso.

Una vez registrado el perfil se procede a identificar los topónimos en la vía, para luego identificar las singularidades del camino tales como pavimentos de hormigón u otras

singularidades que afectan la medición, las que no se consideran para efectos de la evaluación.

FIGURA 5. TPL, TRANSVERSE PROFILE LOGGER



5.3.4 Resultados Obtenidos de Ahuellamiento.

El ahuellamiento promedio del camino en mm se obtiene a partir del modelamiento matemático de posicionar una regleta de largo definible (de 1.0 a 3.0 m) en ambas huellas del perfil transversal. Con lo anterior, se calculó el ahuellamiento promedio para secciones de 200 m de longitud. El detalle de las mediciones se presenta en el ANEXO N° 5.5 AHUELLAMIENTO.

A modo de ejemplo, el umbral máximo de ahuellamiento permitido en las concesiones es de 15 mm y se pudo obtener de los resultados que las rutas medidas no sobrepasaron los 10 mm de ahuellamiento.

5.3.5 Metodología para la Obtención del Escalonamiento

El escalonamiento se determinó en las 10 losas de la unidad de muestra (1 km) en las pistas 3 y 4 en el caso que se trate de caminos con doble calzada y dos pistas cada calzada, y en las pistas 1 y 2 para el caso de calzadas únicas o de dos pistas bidireccionales.

El escalonamiento corresponde a una deformación vertical producto del asentamiento diferencial de las losas en la junta o grieta por hinchamiento, consolidación o fundación inadecuada, este puede ser positivo o negativo de acuerdo a si baja o sube, respectivamente, de acuerdo a la dirección del tránsito. Geométricamente se define como la diferencia de altura entre las losas que conforman una junta transversal.

El escalonamiento se obtuvo en forma semi automática de registro digital mediante la utilización del equipo Z-250, ver Figura 6. Este equipo aparte de permitir medir el IRI en forma inmediata después de realizar las mediciones en terreno detalladas o de sectores cortos, nos permite medir el desnivel relativo que se produce entre las juntas de losas, para así cuantificar en forma objetiva el escalonamiento en (mm), este se resumirá como escalonamiento promedio por sector homogéneo a modelar.

FIGURA 6. Z – 250 REFERENCE PROFILER



5.3.6 Resultados Obtenidos de Escalonamiento

Los valores de escalonamiento que se obtuvieron por cada tramo de muestra se presentan en el ANEXO N° 5.6 ESCALONAMIENTO. En ellos se puede apreciar que un número importante de losas presenta valores de escalonamiento superior a 6 mm que es el umbral que se utiliza para este parámetro en concesiones.

5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA

De los resultados obtenidos se desprende que, en términos promedio, para la tramificación realizada existe un 18% de la longitud evaluada con valores de IRI sobre un umbral referencial permitido en concesiones (3.5 m/km para vías pavimentadas); un 2% de la longitud con valores sobre un agrietamiento referencial (10% de agrietamiento total en pavimentos asfálticos); existe un 7% de la longitud en pavimentos de hormigón sobre el umbral (referencial de 15% de losas con grietas totales) y finalmente no existen tramos con valores sobre el umbral de ahuellamiento y escalonamiento (referencial de 15 mm y 6mm respectivamente).

Vale la pena aclarar que los porcentajes entregados corresponden a los valores promedio por tramo, lo que implica que puedan existir sectores puntuales que superen el umbral referencial, por ejemplo existen losas que superan puntualmente el umbral de 6 mm.

En forma resumida y a modo de comparación, en los gráfico que se presentan a continuación se entregan los datos de los principales indicadores de pavimentos medidos en la red piloto de la IV región por la empresa consultora, contrastados con los utilizados como dato de entrada del PAM 2002.

GRÁFICO 5.1 MEDICION DE IRI AÑO 2002 Y 2003

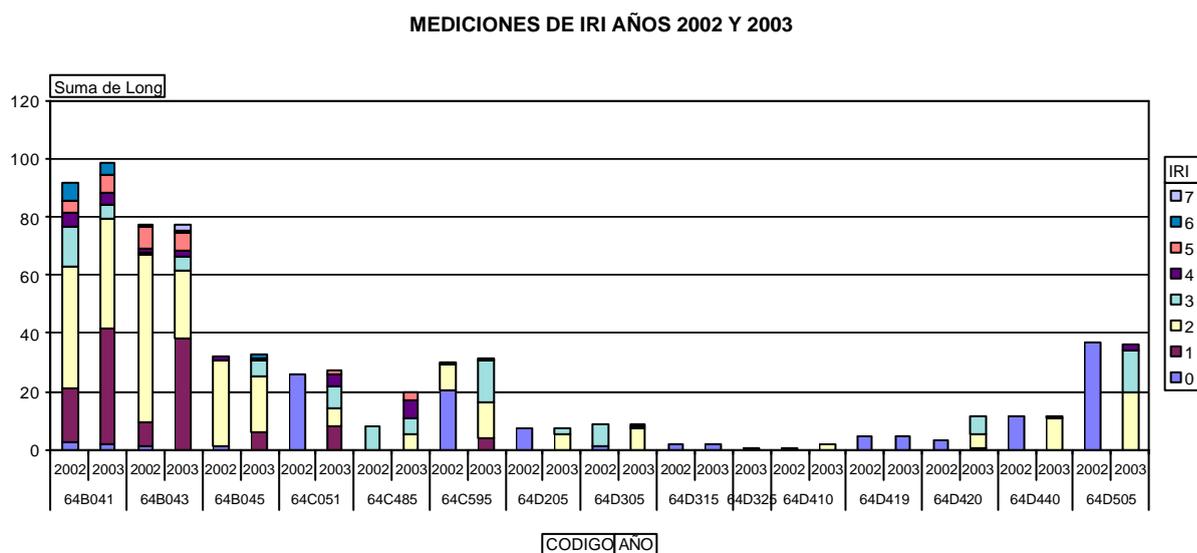


GRÁFICO 5.2 MEDICION DE GRIETAS AÑO 2002 Y 2003

MEDICIONES DE GRIETAS AÑOS 2002 Y 2003

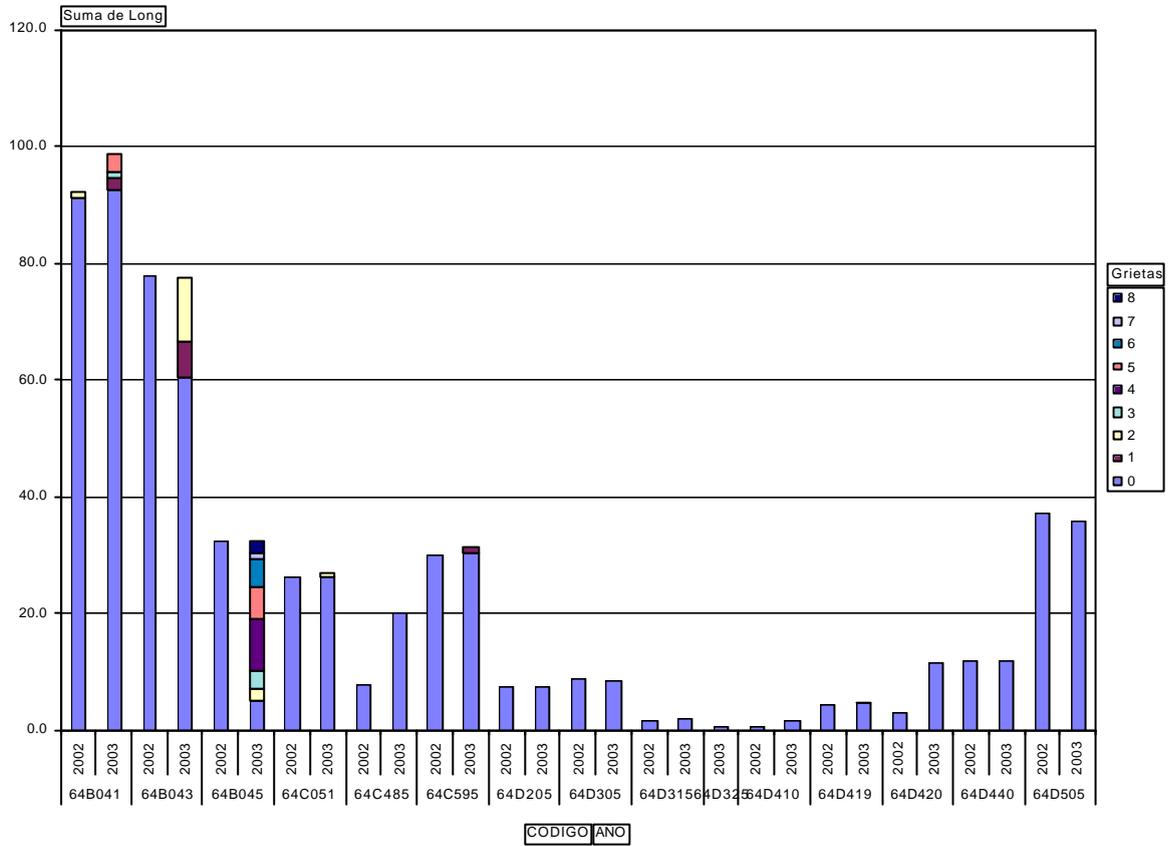


GRÁFICO 5.3 MEDICION DE AHUELLAMIENTO AÑO 2002 Y 2003

MEDICIONES DE AHUELLAMIENTO AÑOS 2002 Y 2003

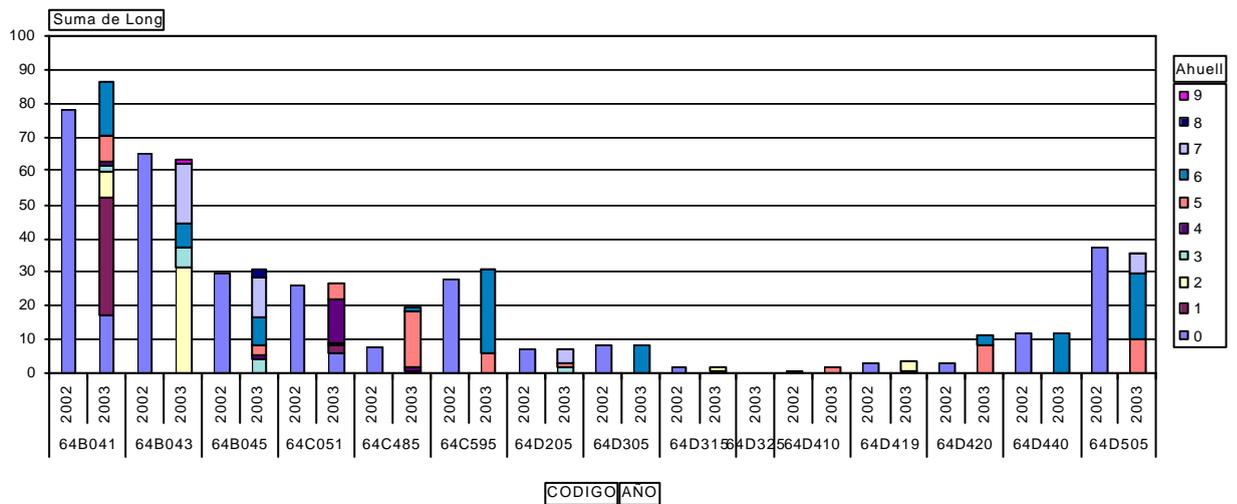
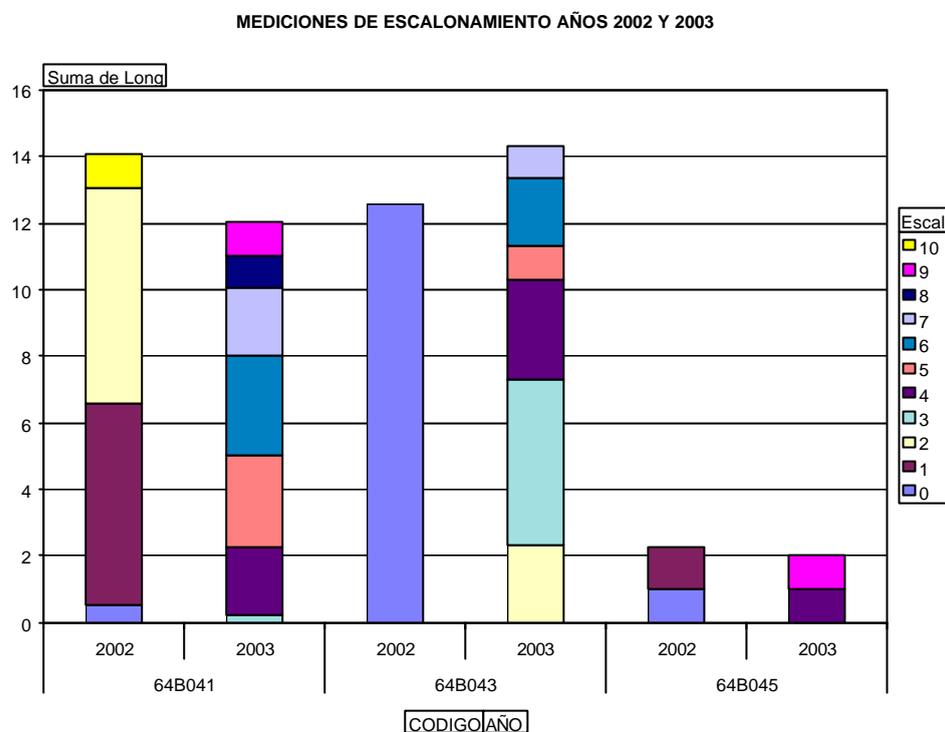


GRÁFICO 5.4 MEDICION DE ESCALONAMIENTO AÑO 2002 Y 2003



En el ANEXO N° 5.7 FIGURAS DE ANÁLISIS DE ESTADOS, se presentan gráficamente los valores obtenidos de la Evaluación Funcional, Estructural y Superficial realizada para cada una de las rutas. Específicamente, se reportan las siguientes figuras:

- FIGURA 7. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 8. IRI Media Fija. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 9. Macrotextura. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 10. Deflexión Máxima. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 11. Módulo Resiliente. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 12. Número Estructural. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 13. Módulo de Reacción. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 14. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos, Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 15. Ahuellamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra. (Pista 1)
- FIGURA 16. Ahuellamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra. (Pista 2)
- FIGURA 17. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón, Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 18. Escalonamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 19. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 20. IRI Media Fija. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 21. Macrotextura. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 22. Deflexión Máxima. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)

- FIGURA 23. Deflexión Máxima. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 24. Módulo Resiliente. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 25. Módulo Resiliente. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 26. Número Estructural. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 27. Módulo de Reacción. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 28. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 29. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 30. Ahuellamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1)
- FIGURA 31. Ahuellamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2)
- FIGURA 32. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 33. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 34. Escalonamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 35. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 36. IRI Media Fija. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 37. Macrotextura. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 38. Deflexión Máxima. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 39. Módulo Resiliente. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 40. Número Estructural. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 41. Módulo de Reacción. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 42. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 43. Ahuellamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle. (Pista 1)
- FIGURA 44. Ahuellamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle. (Pista 2)
- FIGURA 45. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 46. Escalonamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 47. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 48. IRI Media Fija. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 49. Macrotextura. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 50. Deflexión Máxima. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 51. Módulo Resiliente. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 52. Número Estructural. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 53. Agrietamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 54. Ahuellamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo. (pista 1)
- FIGURA 55. Ahuellamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo. (pista 2)
- FIGURA 56. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 57. IRI Media Fija. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 58. Macrotextura. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 59. Deflexión Máxima. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 60. Módulo Resiliente. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 61. Número Estructural. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 62. Agrietamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 63. Ahuellamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz. (pista 1)
- FIGURA 64. Ahuellamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz. (pista 2)
- FIGURA 65. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 66. IRI Media Fija. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 67. Macrotextura. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 68. Deflexión Máxima. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.

- FIGURA 69. Módulo Resiliente. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
FIGURA 70. Número Estructural. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
FIGURA 71. Agrietamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
FIGURA 72. Ahuellamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch. (pista 1)
FIGURA 73. Ahuellamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch. (pista 2)
FIGURA 74. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 75. IRI Media Fija. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 76. Macrotextura. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 77. Deflexión Máxima. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 78. Módulo Resiliente. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 79. Número Estructural. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 80. Agrietamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
FIGURA 81. Ahuellamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre. (pista 1)
FIGURA 82. Ahuellamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre. (pista 2)
FIGURA 83. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 84. IRI Media Fija. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 85. Macrotextura. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 86. Deflexión Máxima. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 87. Módulo Resiliente. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 88. Número Estructural. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 89. Agrietamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
FIGURA 90. Ahuellamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana. (pista 1)
FIGURA 91. Ahuellamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana. (pista 2)
FIGURA 92. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 93. IRI Media Fija. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 94. Deflexión Máxima. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 95. Módulo Resiliente. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 96. Número Estructural. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 97. Agrietamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
FIGURA 98. Ahuellamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol. (pista 1)
FIGURA 99. Ahuellamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol. (pista 2)
FIGURA 100. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 101. IRI Media Fija. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 102. Deflexión Máxima. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 103. Módulo Resiliente. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 104. Número Estructural. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 105. Agrietamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
FIGURA 106. Ahuellamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas. (pista 1)
FIGURA 107. Ahuellamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas. (pista 2)
FIGURA 108. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 109. IRI Media Fija. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 110. Macrotextura. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 111. Deflexión Máxima. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 112. Módulo Resiliente. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 113. Número Estructural. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
FIGURA 114. Agrietamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.

- FIGURA 115. Ahuellamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros. (pista 1)
FIGURA 116. Ahuellamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros. (pista 2)
FIGURA 117. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 118. IRI Media Fija. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 119. Deflexión Máxima. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 120. Módulo Resiliente. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 121. Número Estructural. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 122. Agrietamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
FIGURA 123. Ahuellamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande. (pista 1)
FIGURA 124. Ahuellamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande. (pista 2)
FIGURA 125. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 126. IRI Media Fija. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 127. Macrotextura. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 128. Deflexión Máxima. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 129. Módulo Resiliente. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 130. Número Estructural. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 131. Agrietamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
FIGURA 132. Ahuellamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy. (pista 1)
FIGURA 133. Ahuellamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy. (pista 2)
FIGURA 134. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 135. IRI Media Fija. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 136. Macrotextura. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 137. Deflexión Máxima. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 138. Módulo Resiliente. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 139. Número Estructural. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 140. Agrietamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
FIGURA 141. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur). (pista 1)
FIGURA 142. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur). (pista 2)
FIGURA 143. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 144. IRI Media Fija. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 145. Macrotextura. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 146. Deflexión Máxima. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 147. Módulo Resiliente. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 148. Número Estructural. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 149. Agrietamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
FIGURA 150. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle. (pista 1)
FIGURA 151. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle. (pista 2)

5.5 VERIFICACIÓN DE INVENTARIO VIAL Y CUBICACIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE UN VIDEO REFERENCIADO KILOMÉTRICAMENTE DE LAS RUTAS

Mediante la revisión de un video referenciado kilométricamente de las rutas, se obtuvo información del tipo de carpeta, tipo de bermas, ancho de bermas, número de pistas, kilometrajes de inicio y fin, cantidad de señales, estructuras, entre otros aspectos. Se utilizó un sistema diseñado para obtener datos del camino recorrido mediante el registro de un vídeo digital en sistema NTSC.

El sistema es operado desde el interior de un vehículo en conjunto con el sistema de posicionamiento kilométrico y velocidad, grabando las señales de la cámara y la de posicionamiento en una cinta VHS bajo la norma NTSC. En el vídeo registrado queda grabada una etiqueta con el kilómetro de avance, la posición georeferenciada en el caso de realizarse en conjunto con GPS, la velocidad, una nota del camino recorrido, marcas de ubicación, marcas de calificación, fecha de inspección e identificación del cliente. Lo anterior generara una biblioteca visual de la condición de toda la red, la cual puede ser revisada en cualquier momento, en especial en el momento de elaborar el plan de acción o toma de decisiones. A continuación en la Figura 152 se presenta el sistema instalado en un vehículo.

FIGURA 152. SISTEMA DE OBTENCIÓN DE VIDEO SOBRE UN VEHÍCULO.



5.5.1 Resultados obtenidos

La cubicación obtenida a la fecha se presenta en el ANEXO N° 5.8 CUBICACIÓN DEL VIDEO que presenta la ubicación, clasificación y leyenda de las señales verticales observadas. Por otro lado, en este mismo anexo se entrega el Inventario Vial de la Red Piloto IV región actualizado y una monografía de cada camino.

5.6 EVALUACIÓN DE LA RETRORREFLECTANCIA EN SEÑALES VERTICALES

5.6.1 Metodología de evaluación

Las señales verticales deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados y se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflección. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. A modo de referencia, en el Cuadro N° 5.3 se presentan los parámetros mínimos de retrorreflección para señales verticales propuestos en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en su versión del año 2000.

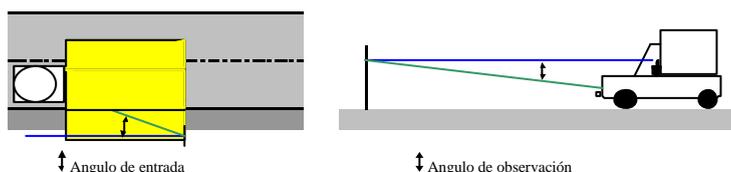
CUADRO N° 5.3: NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLECCIÓN (CD/LX/M²)

Ángulos*		Colores					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Café
-4	0.2	56.0	40.0	11.2	7.2	3.2	0.8

*Geometría del equipo Retro – Checker RC 01

El nivel de retrorreflexión requerido para una señal vertical depende fundamentalmente de su emplazamiento, por lo que en las señales ubicadas al costado izquierdo de la vía o sobre la calzada, los valores mínimos anteriores deben ser aumentados en un 50%. Lo anterior no se considerará para el caso de señales verticales ubicadas al costado izquierdo en calzadas únicas. La retrorreflexión de las señales verticales se ve muy afectada por el polvo que se adhiere a ellas, por lo que la mantención de los niveles especificados requiere de un programa de limpieza acorde con las características climáticas de cada zona en particular.

A partir de la apreciación del estado de las señales mediante el vídeo se realizó una planificación de un muestreo de las señales más representativas considerando un 10 % del total de señales. Para la medición de retrorreflección se utilizó el Retro-Checker RC 01, instrumento de medición recargable, muy conveniente para determinar valores específicos de reflexión de materiales retro-reflectivos (Visibilidad Nocturna). La geometría de medición en escala 1:20 del Retro – Checker RC 01 es la siguiente: ángulo de observación $\theta = 0.2^\circ$ y ángulo de entrada $\alpha = -4^\circ$, los que se esquematizan a continuación:



Para llevar a cabo una medición, el equipo se sitúa directamente sobre la señal de tráfico a ser examinada. A continuación, se selecciona el campo de medición y el color bajo inspección, y se efectúa la medición. Un difusor de luz integrado garantiza una evaluación perfecta durante el día o la noche, independientemente del entorno de luz o el tipo de recubrimiento que se esté evaluando. Su diseño robusto, su peso ligero y su facilidad de operación, garantizan un uso eficiente y conveniente, ver Figura 153.

FIGURA 153, RETRO-CHECKER RC 01



5.6.2 Resultados Retrorreflectancia en señales verticales

Las mediciones se realizaron a 304 señales verticales ubicadas en las rutas en estudio. En cada señal fueron realizadas dos mediciones en el color de texto y dos en el color de fondo, antes y después de limpiar la señal, con el objetivo de obtener un valor representativo de la señal en ambas condiciones de servicio. El detalle de las mediciones se presenta en el ANEXO N° 5.9 RETRORREFLECTANCIA.

En el ANEXO N° 5.10 FIGURAS DE RETRORREFLECTANCIA, se presentan gráficamente los valores obtenidos para las señales analizadas en las diferentes rutas, los resultados que se presentan son en estado sucio como en estado limpio. Se observa que algunas señales no estarían cumpliendo con los niveles mínimos exigidos.

Finalmente, cabe señalar que como durante las mediciones las señales fueron limpiadas y observados valores distintos entre las mediciones antes y después del proceso, debido a que la retrorreflexión se ve afectada por el "polvo" adherido a ellas.

Específicamente, en el ANEXO N° 5.10 se presentan las siguientes figuras:

- FIGURA 154. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B041 (sucia).
FIGURA 155. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B041 (limpia).
FIGURA 156. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B043 (sucia).
FIGURA 157. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B043 (limpia).
FIGURA 158. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B045 (sucia).
FIGURA 159. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B045 (limpia).
FIGURA 160. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C051 (sucia).
FIGURA 161. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C051 (limpia).
FIGURA 162. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C485 (sucia).
FIGURA 163. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C485 (limpia).
FIGURA 164. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C595 (sucia).
FIGURA 165. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C595 (limpia).
FIGURA 166. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D205 (sucia).
FIGURA 167. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D205 (limpia).
FIGURA 168. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D305 (sucia).
FIGURA 169. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D305 (limpia).
FIGURA 170. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D315 (sucia).
FIGURA 171. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D315 (limpia).
FIGURA 172. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D325 (sucia).
FIGURA 173. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D325 (limpia).
FIGURA 174. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D410 (sucia).
FIGURA 175. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D410 (limpia).
FIGURA 176. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D419 (sucia).
FIGURA 177. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D419 (limpia).
FIGURA 178. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D420 (sucia).
FIGURA 179. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D420 (limpia).
FIGURA 180. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D440 (sucia).
FIGURA 181. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D440 (limpia).
FIGURA 182. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D505 (sucia).
FIGURA 183. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64505 (limpia).

5.7 INSPECCIÓN DE PUENTES, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

5.7.1 Listado de Puentes Incluidos en esta Inspección

El total de puentes revisados en esta inspección se indica en el Cuadro N° 5.2 y corresponden a distintos caminos que forman parte de la red vial de la IV región considerada en este estudio.

CUADRO N° 5.2: TOTAL DE PUENTES INSPECCIONADOS

N°	Nombre ó Ubicación	Código Ruta	Km inicial ó eje	Longitud (m)	Tipo de Puente
1	Las Animas	64B041	15.960	26.7	Losa de Hormigón Armado
2	Quebrada de Talca	64B041	24.160	26.5	Losa de Hormigón Armado
3	El Arrayán	64B041	27.690	36.6	Losa de Hormigón Armado
4	Paso Superior Puclaro	64B041	42.000	8.8	Marco de Hormigón Armado
5	El Chape	64B041	44.000	15.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
6	La Polvada 1	64B041	46.120	6.8	Hormigón Armado
7	La Polvada 2	64B041	47.030	6.8	Hormigón Armado
8	Ingeniero Alfonso Díaz Ossa	64B041	62.700	62.3	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
9	Peralillo	64B041	67.200	26.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
10	Algarrobal	64B041	76.520	27.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
11	Rivadavia	64B041	80.020	36.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
12	Varillar	64B041	84.990	18.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
13	Bocalume	64B041	95.000	6.8	Losa de Hormigón Armado
14	Huanta	64B041	107.770	25.2	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
15	Balala	64B041	122.620	20.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
16	Las Terneras	64B041	130.760	20.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
17	Juntas 1	64B041	149.050	14.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
18	Juntas 2	64B041	149.610	15.8	Viga Metálica con Losa de H.A.
19	El Camarón	64B041	164.370	9.5	Vigas Metálicas con tablero de Madera
20	Recoleta	64B043	14.180	24.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
21	Panulcillo	64B043	18.830	10.0	Vigas de Hormigón Armado
22	Paso Superior Balmaceda	64B043	78.780	25.0	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
23	Socos	64B045	0.500	195	Vigas de Hormigón Armado
24	La Chimba	64B045	30.270	95.0	Vigas de Hormigón Armado
25	Paihuano	64C485	8.800	9.5	Vigas de Hormigón Armado
26	Gabriela Mistral	64C485	12.600	50.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
27	Recoleta	64C595	9.950	47.4	Viga Metálica con Losa de H.A.
28	Huampulla	64C595	26.170	60.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
29	Samo Alto	64C595	34.000	35.2	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
30	Morrillos	64C595	64.800	36.0	Vigas Metálicas con tablero de Madera
31	El Arenal	64C595	90.600	10.5	Vigas Metálicas con tablero de Madera
32	El Pangué	64C595	95.500	8.7	Vigas Metálicas con tablero de Madera
33	Estero Tongoy	64D420	11.000	35.5	Viga Metálica con Losa de H.A.
34	Altovalsol	64D315	0.298	126.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
35	Marquesa	64C215	0.620	36.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
36	Las Rojas	64D325	0.471	90.0	Viga Metálica con Losa de H.A.

5.7.2 Metodología de Inspección Visual Utilizada

La Inspección Visual consiste en la detección de los deterioros o fallas en forma visual utilizando instrumentos corrientes como binoculares, calibres de grietas y fisuras, etc. Las inspecciones se efectúan identificando en lo posible todos los daños dentro de los ítems considerados en la hoja de inspección, sin embargo, en caso que se registren deformaciones u otros problemas peculiares, éstos se anotan como comentarios especiales.

De esta forma, los puntos de interés a considerar en la inspección de puentes y estructuras a desnivel se incluyen en el Cuadro N° 5.3.

CUADRO N° 5.3: PUNTOS A CONSIDERAR EN LA INSPECCIÓN VISUAL DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

Puntos de inspección
Estado del pavimento
Estado de las barandas
Estado de las losas
Estado de las Vigas (Concreto y Metálicas)
Estado de los Travesaños
Estado de los Arriostramientos Metálicos
Estado de las juntas de expansión
Estado de los apoyos
Estado de los desagües
Estado de la pintura
Estado de las Rótulas y Apoyos en Vigas Gerber
Movimientos y ruidos del puente
Estado de la señalización
Estado de la infraestructura (Estribos y Cepas)

5.7.3 Resumen de la Inspección de Puentes. Estado de Cada Puente

A continuación en el Cuadro N° 5.4 se presenta un resumen de la inspección de cada puente y las mantenciones a realizar. En el ANEXO 5.11 INSPECCIÓN DE PUENTES se presentan las fichas de seguimiento de los puentes inspeccionados. Los trabajos a ejecutar se basan en los siguientes documentos oficiales:

- Manual de Carreteras, Volumen N° 3, Instrucciones y Criterios de Diseño
- Manual de Carreteras, Volumen N° 7, Mantenimiento Vial
- Especificaciones Técnicas Generales de Construcción de Puentes (E. T. G. C. P.)

La programación de dichos trabajos se ajusta de acuerdo a la experiencia de los consultores y del Ingeniero Especialista en Diseño y Seguimiento de Puentes especialmente contratado para estos propósitos.

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
1	64B041	15.960	Las Ánimas	Única	Puente	Pavimento con grietas tipo malla, sin evolución. Acumulación de sedimentos en el borde, calzada y pasillos. Crecimiento de matorrales en bermas de acceso frente a delineadores de pasillo. Cantoneras metélicas sin cubrejunta, selladas con asfalto.	Sana	Ninguno Limpiar bordes de calzada. Desmalezar zona de bermas. Reparar cantoneras	
2	64B041	24.160	Quebrada de Talca	Única	Puente	Daño local en recubrimiento de hormigón del extremo superior de muro frontal del estribo poniente (bajo apoyo losa). Armadura oxidada daño puntual en extremo inferior sur, cepa poniente. Nido de piedras en junta longitudinal de losa tramo central con armaduras visibles.	Daños menores, sin importancia estructural.	Reparar daños locales con mortero epóxico. Reparar daños puntuales con mortero epóxico. Colocar mortero epóxico sobre armaduras expuestas en fondo de losa.	
3	64B041	27.690	El Arrayan	Única	Puente	Grieta inclinada al centro del muro frontal del estribo poniente. Desprendimiento local del recubrimiento de hormigón bajo el apoyo de la losa. Armaduras puntualmente visibles presentan oxidación en extremo inferior de la cepa uno en lado	Daños menores	Sellar grieta con inyección epóxica. Reparar daño local estribo con mortero epóxico. Colocar mortero epóxico sobre armaduras expuestas extremo inferior cepas.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
						sur y la cepa tres en lado oriente. Fractura en el borde norte de losa en acceso poniente. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.		Sellar fractura losa acceso con asfalto. Limpiar bordes de calzada.	
4	64B041	42.000	Paso Superior Puclaro	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
5	64B041	44.000	El Chape	Única	Puente	Deformación puntual en brida inferior de viga metálica.	Sana	Ninguno.	
6	64B041	46.120	La Polvada 1	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
7	64B041	47.030	La Polvada 2	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
8	64B041	62.700	Ingeniero Alfonso Díaz Ossa	Única	Puente	Pavimento asfáltico de acceso al puente en encuentro con losas de acceso, deformado. Grieta de esquina losa acceso nor-oriente. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada	Sana	Sellar grieta en losa de acceso con asfalto y reparar deformaciones del pavimento. Limpiar borde de calzada.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
9	64B041	67.200	Perallillo	Única	Puente	Pintura de vigas metálicas deteriorada. Acumulación de sedimentos en extremos de mesas de apoyo del estribo norte. Pavimento de asfalto deteriorado a la entrada sur del puente y agrietado en la entrada norte (sin losas de acceso). Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.	Sana	Reparar pintura de vigas metálicas. Limpiar mesa de apoyo de estribo. Realizar bacheo de asfalto en pavimento de accesos. Limpiar bordes de calzada.	
10	64B041	76.520	Algarrobal	Única	Puente	Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada. Baranda poniente deformada. Pintura viga metálica oriente oxidada.	Sana	Limpiar bordes de calzada. Reparar baranda. Reparar pintura viga metálica.	
11	64B041	80.020	Rivadavia	Única	Puente	Bache en el borde norte de la losa de acceso poniente.	Sana	Reparar bache en losa de acceso.	
12	64B041	84.990	Varillar	Única	Puente	Delineadores del lado poniente en el suelo.	Sana	Colocar delineadores.	
13	64B041	95.000	Bocalume	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
14	64B041	107.770	Huanta	Única	Puente	Borde elastomérico de cantoneras del lado poniente se encuentran deterioradas.	Sana	Reparar cantoneras.	
15	64B041	122.620	Balala	Única	Puente	Sin observaciones.	En construcción		

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
16	64B041	130.760	Las Terneras	Única	Puente	Sin observaciones.	En construcción		
17	64B041	149.050	Juntas N°1	Única	Puente	Gran acumulación de sedimentos en borde de calzada.	Sana	Limpiar borde de calzada.	
18	64B041	149.610	Juntas N°2	Única	Puente	Aparentemente el escurrimiento en el cauce (del ancho del puente) habría producido abrasión en la superficie del hormigón del estribo a nivel del lecho. Pintura del borde inferior de vigas metálicas deteriorada en sector 3 m aproximadamente.	Sana	Reparar con mortero epóxico probable erosión del extremo inferior poniente estribo norte. Reparar pintura vigas metálicas en zona dañada.	
19	64B041	164.370	El Camarón	Única	Puente	Esgurrimiento del río puede erosionar o romper mallas de gaviones (sin estuco en la base) que conforman los estribos del puente. Sin indicación de limitación de carga.	Puente muy corto, estribos en el cauce podrían colapsar.	Se sugiere construir a la brevedad un puente de carácter definitivo.	
20	64B043	14.180	Recoleta	Única	Puente	Cantonera sur sin angular.	Sana	Reparar cantoneras.	
21	64B043	18.830	Panulcillo	Única	Puente	Cantonera norte sin cubrejunta, sellada con asfalto. Delineador destruido.	Sana	Reparar cubrejunta. Reponer delineador.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
22	64B043	78.780	Paso Superior Balmaceda	Ambas ³	Puente	Pintura de las barandas en regular estado. Grietas longitudinales o de orilla en pavimento de berma poniente por probable fractura del terraplén del acceso norte.	Sana	Repara pintura de barandas. Hacer seguimiento de la estabilidad del terraplén de acceso.	
23	64B045	0.500	Socos	Única	Puente	Apoyos de vigas Gerber en tramos 5 y 7 con grietas y fracturas. Algunas cantoneras metálicas se encuentran sin cubrejuntas, otras selladas con asfalto.	Con daños en apoyos de vigas tramos Gerber.	Hacer seguimiento evolución daños de apoyo y postergar su reparación. Reparar cantoneras.	
24	64B045	30.270	La Chimba	Única	Puente	Pavimento asfalto deformado, sin cantoneras en juntas. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.	Sana	Reparar pavimento. Limpiar borde de calzada.	
25	64C485	8.800	Paihuano	Única	Puente	Solera pasillos en regular estado, con algunas armaduras a la vista.	Sana	Reparar borde solera.	
26	64C485	12.600	Gabriela Mistral	Única	Puente	Algunas cantoneras metálicas sin cubrejuntas. Perfiles baranda acceso nor-oriente rotos y deformados	Sana	Colocar cubrejuntas metálicas. Reparar baranda metálica.	

³ Ambas: Calzada Poniente y Oriente.

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
27	64C595	9.950	Recoleta	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
28	64C595	26.170	Huampulla	Única	Puente	Cantoneras elastoméricas con bordes dañados.	Sana	Reparar cantoneras.	
29	64C595	34.000	Samo Alto	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
30	64C595	64.800	Morrillos	Única	Puente	Sin observaciones.	Buen estado		
31	64C595	90.600	El Arenal	Única	Puente	Ubicación en vértice curva horizontal muy cerrada y salida puente en pendiente vertical. Tablones de rodado en mal estado. Sin barandas.	Buen estado	Reemplazar tablones de rodado. Colocar barandas.	
32	64C595	95.500	El Pangué	Única	Puente	Ubicación en vértice de curva horizontal muy cerrada. Tablones de rodado en mal estado.	Buen estado	Reemplazar tablones de rodado.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
33	64D420	11.000	Estero Tongoy	Única	Puente	<p>Barandas de hormigón y barrotes metálicos con oxidación y deterioro.</p> <p>Pavimento deteriorado con baches.</p> <p>Vigas con oxidamiento.</p> <p>Cubrejuntas de las cantoneras cubiertas con asfalto o con oxidamiento.</p> <p>Acumulación de sedimento en el borde de la calzada. Crecimiento de vegetación en bermas.</p> <p>Socavación en berma oriente, pilar de defensa caminera arrancado en acceso sur.</p>	Sana	<p>Reparar barandas.</p> <p>Reparar pavimento.</p> <p>Reparar pintura de vigas metálicas.</p> <p>Reemplazar por cantoneras tipo elastoméricas.</p> <p>Limpiar bordes de calzada.</p> <p>Reparar defensa caminera.</p>	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
34	64D315	0.298	Altovalsol	Única	Puente	<p>Cantoneras metálicas en mal estado, angulares sueltos o arrancados.</p> <p>Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada, algunas barbacanas se encuentran obstruidas.</p> <p>Barandas metálicas muy bajas (50cm).</p> <p>Sello desprendido en junta sur en encuentro con pavimento asfáltico de acceso.</p> <p>Acumulación de sedimentos en extremo de mesas de apoyo cepas.</p> <p>Nidos de piedra aislados en fondo de losa y en juntas de construcción de cepas y estribos, algunas armaduras expuestas.</p> <p>Vigas y arriostramientos metálicos con pintura deteriorada y señales de oxidamiento.</p> <p>Socavación de ambas bermas a la salida de los pasillos.</p>	Con daños menores	<p>Reemplazar cantoneras metálicas por tipo elastomérico.</p> <p>Limpiar bordes de calzada.</p> <p>Reemplazar barandas por tipo antiimpacto.</p> <p>Reparar.</p> <p>Limpiar mesas de apoyo.</p> <p>Reparar con mortero epóxico daños puntuales con armaduras expuestas.</p> <p>Reparar pintura de vigas metálicas.</p> <p>Rellonar socavaciones bermas.</p>	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
35	64D325	0.471	Las Rojas	Única	Puente	<p>Baranda en mal estado, pintura deteriorada y perfiles oxidados o perforados por corrosión avanzada, paño en el lado oriente deformado por colisión.</p> <p>Cantoneras metálicas sin cubrejuntas permiten acumulación de sedimentos en la junta y filtraciones de la calzada a los apoyos de vigas metálicas.</p> <p>Daño puntual en recubrimiento de hormigón estribo norte bajo apoyo de viga, sin importancia</p>	Con daños menores	<p>Reemplazar barandas.</p> <p>Reemplazar cantoneras metálicas por tipo elastomérico.</p> <p>Reparar con mortero epóxico.</p>	
36	64C215	0.620	Marquesa	Única	Puente	<p>Puntales metálicos de cepa a vigas usados aparentemente en alzaprimado provisorio.</p> <p>Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada, algunas barbancas obstruidas.</p> <p>Barandas metálicas livianas con dos paños deformados (dos en lado oriente y dos en lado poniente) en sector centro-norte.</p> <p>Delineadores lado oriente en mal estado (uno arrancado y el otro sin reflectante)</p>	Sana	<p>Retirar puntales.</p> <p>Limpiar bordes calzada.</p> <p>Reparar barandas.</p> <p>Reparar delineadores.</p>	

5.7.4 Comentarios

De la inspección visual realizada a 36 puentes ubicados en caminos de la 4^{ta} región, cabe señalar lo siguiente:

PUENTES DE UNA VIA

Cuatro de los puentes de una vía corresponden a puentes de vigas metálicas con tablero de madera, es decir, de carácter no definitivo sujetos a trabajos de mantención mas frecuentes.

Todos estos puentes pertenecen a caminos de tierra angostos y de trazado muy sinuoso y de hecho están emplazados en sectores de curvas muy cerradas y/o pendientes muy fuertes de los accesos.

Aunque sus estructuras están sanas requieren trabajos de mantención menores (cambio de tablones de rodado) o de mejoramiento y seguridad (colocación de barandas).

Es aconsejable que los puentes El Camarón, El Arenal y El Pangue sean reemplazados por estructuras nuevas, una vez que el trazado de los caminos sea rectificado.

El puente El Camarón es un caso crítico, ya que se trata de un puente muy corto, con estribos construidos sobre terraplenes protegidos por gaviones que llegan hasta los bordes del cauce en donde quedan expuestos a la acción abrasiva del escurrimiento, tipo torrente. No es descartable un colapso de la estructura.

Además, dos de éstos puentes, Altovalsol y Las Rojas, presentan daños en las cantoneras con pérdida de angulares y cubrejuntas, barandas metálicas livianas, deformadas y corroídas en el caso del puente Las Rojas, y vigas y riostras metálicas oxidadas en el caso del puente Altovalsol y deterioros de origen constructivo en el hormigón de las estructuras.

PUENTES DE DOS VIAS

A excepción de los puentes juntas N°1 y N°2, el resto pertenece a caminos pavimentados con trazados bien definidos.

Solo 3 de éstos puentes presentan observaciones o daños menores en su estructura, a saber:

- Puente Tongoy, emplazado próximo a la desembocadura del río en el mar, y conformado por un tablero de vigas metálicas con losa colaborante de hormigón armado.

Se observa el efecto de la corrosión en barandas, cantoneras y también en vigas metálicas. Estas últimas no es posible realizar una inspección detallada, pero la pintura se observa fuertemente deteriorada. Debe repararse la pintura de vigas en forma urgente.

- Puente Socos, estructurada en base a una sucesión de tramos continuos sobre las cepas y tramos rotulados intermedios conformados por vigas T de hormigón armado.

Presenta los daños típicos de estos puentes, fracturas y grietas en apoyos de vigas generados por corrosión debido a filtraciones desde la calzada a través de juntas de dilatación abiertas o no selladas.

Deben reemplazarse las cantoneras existentes por juntas elastoméricas estancas.

- Puente El Arrayán, puente de 4 tramos continuos de losa de hormigón armado que presenta daños menores que no afectan la estabilidad de la estructura, grieta en muro frontal de estribo y desprendimientos locales del hormigón y defectos de origen constructivo, nidos de piedra con armaduras expuestas localmente.

Debe señalarse que la mayoría de los puentes inspeccionados presentan barandas metálicas livianas o mixtas, hormigón – acero, de baja altura que no se ajustan a los actuales estándares de seguridad.

5.7.5 Resultados de Inspección de Obras de Arte

Entre los días 07 y 16 de Enero de 2004, se inspeccionaron 562 Obras de Arte Transversales y 30 Vados ó Badenes en las distintas rutas contempladas en este estudio. En el Cuadro N° 5.5 se incluye un resumen de las Obras de Arte y Vados ó Badenes inspeccionados en cada una de las rutas.

Debido a la dificultad que presentan algunas zonas de los caminos (sectores de cuesta con quebradas profundas, laderas con fuertes pendientes, zonas emboscadas y de difícil acceso en las orillas, bermas angostas en zonas complicadas, etc.) no fue posible inspeccionar el total de obras de arte transversales.

En esta inspección se revisó principalmente las bocas de entrada y salida de las obras de arte, el estado de los cauces de entrada y salida y el nivel de sedimentación que éstas

presentan. Esto se debe a que la mayoría de las obras de arte de los caminos son imposibles de revisar en su interior, ya que el acceso a las bocas es muy dificultoso (cubiertas con vegetación o se encuentran en zonas de laderas con pendientes fuertes, ó se encuentran dentro de un recinto privado) y/ó la sección que cruza bajo el camino es muy pequeña para poder circular por ella. En todas aquellas de sección mayor y bocas accesibles, se recorrió la obra de arte en su interior.

Del total de obras de arte inspeccionadas, se puede decir que la gran mayoría se encuentra en buen estado estructural, salvo algunos casos puntuales de obras de arte de hormigón armado que presentan grietas de gran longitud y espesor y cuyo estado debe ser revisado exhaustivamente. Alrededor de un 30% de las obras de arte, necesita algún trabajo de mantención rutinaria que consiste básicamente en la limpieza y despeje de las bocas de entrada y salida tapadas con abundante vegetación ó con un alto porcentaje de sedimentación provocado por el arrastre de materiales tales como piedras o arena o por la acumulación de basura.

CUADRO N° 5.5: TOTAL DE OBRAS DE ARTE INSPECCIONADAS

<i>Rol Ruta</i>	<i>Inicio - Fin</i>	<i>N° OA transversales inspeccionadas</i>	<i>N° Vados o Badenes inspeccionados</i>
41-Ch	La Serena - Juntas del Toro	242	6
D485	Rivadavia - Pisco Elqui	32	3
D43	Ovalle - La Serena	125	3
D595	Ovalle - Samo Alto	42	4
D205 - D305	La Serena - Altovalsol	46	3
D45	Socos - Ovalle	44	0
D505	Quebrada Seca - Ovalle	42	8
D305 - D315 - D325	41 Ch - Altovalsol, Las Rojas, Marquesa	4	0
D410 - D420 - D440	Ruta 5 - Guanaqueros - Tongoy - Ruta 5	12	1
D51	El Peñón – Andacollo	34	2
Total		623	30

Finalmente, cabe hacer notar que en esta inspección no se contemplan las obras de arte longitudinales debido a que en cantidad no son superiores al 5% de las obras de arte transversales y que estructuralmente no se encuentran solicitadas por el mismo nivel de tránsito ni la misma sollicitación estática (suelo + pavimento), ya que éstas se ubican principalmente en ingresos a recintos privados y casas particulares, y caminos secundarios de muy bajo tránsito.

En el ANEXO 5.12 INSPECCIÓN DE OBRAS DE ARTE se entrega un resumen del estado de cada una de las obras de arte inspeccionada acompañado por fotografías representativas del tipo y condición de estas estructuras que se encontró durante la inspección.

5.8 LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DEL EJE LONGITUDINAL, CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

5.8.1 Metodología de Obtención del Eje

Para la evaluación de los costos de operación de los vehículos, el modelo HDM-4 requiere de algunos indicadores que representan la geometría del camino: curvatura horizontal en [deg/km], pendientes en subidas más bajadas [m/km], número de subidas más bajadas [Nº/km] y altura promedio [msnm].

A partir de del levantamiento con GPS se obtienen todos los parámetros de diseño en alzado y en planta. El GPS está compuesto por una unidad receptora Pro XRS con 12 canales, antena combinada L1 GPS/MSK Beacon/ Satélite diferencial, y giroscopio. El sistema montado a bordo de un vehículo nos permite recoger la información del eje del camino en forma continua. En la figura siguiente se presentan los distintos componentes del equipo utilizado.

FIGURA 184, GPS, TRIMBLE PRO XRS

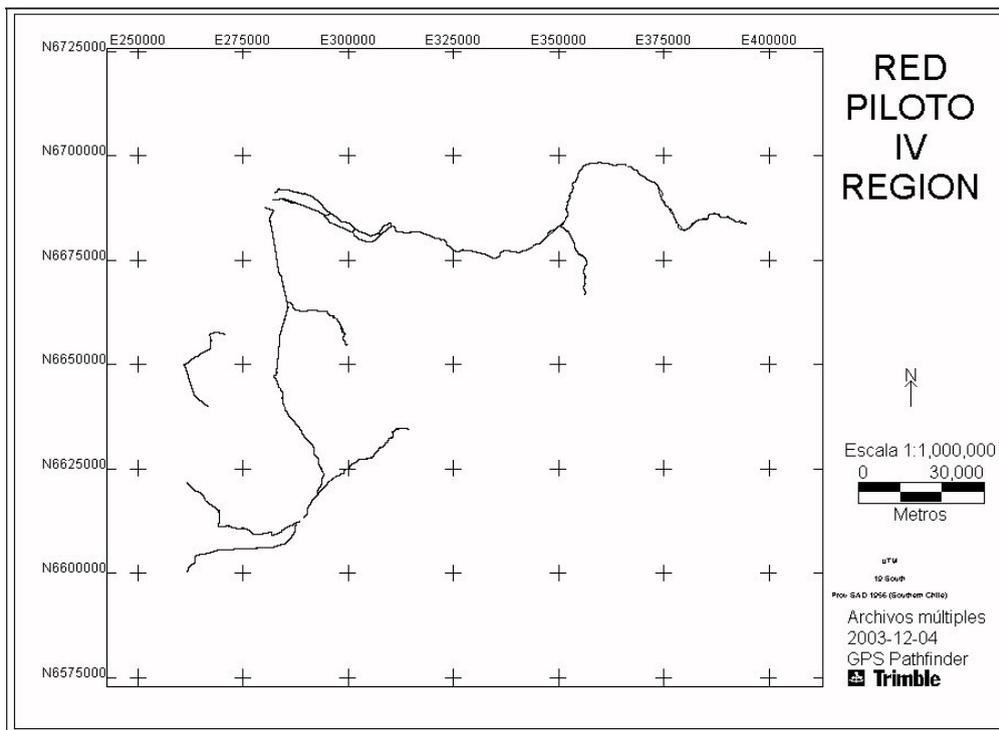


5.8.2 Resultados Obtenidos

Uno de los principales resultados con el sistema es la adquisición del eje del camino, los cuales son directamente descargados en un computador personal.

En la Figura 185 se muestra el alineamiento obtenido del levantamiento de los ejes de las rutas en estudio. El detalle de las coordenadas obtenidas se presentan en el ANEXO N° 5.13 COORDENADAS GEODÉSICAS Y GEOMETRÍA.

FIGURA 185. LEVANTAMIENTO DEL EJE LONGITUDINAL DE LAS RUTAS.



Junto con la obtención de los ejes de las vías recorridas, se procesó su alineamiento con el propósito de obtener los parámetros necesarios para el diseño como lo son la curvatura horizontal por kilómetro recorrido, la acumulación de subidas mas bajadas por kilómetro recorrido y la altura media. Esta información se entrega también en el ANEXO N° 5.13 COORDENADAS GEODÉSICAS Y GEOMETRÍA.

5	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN	5-1
5.1	EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LOS PAVIMENTOS	5-1
5.1.1	<i>Metodología para la obtención del IRI (m/km)</i>	5-1
5.1.2	<i>Resultados IRI (m/km)</i>	5-3
5.1.3	<i>Metodología para la obtención de la Macrotextura, SMTD (mm)</i>	5-3
5.1.4	<i>Resultados Macrotextura, SMTD (mm)</i>	5-4
5.2	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO	5-4
5.2.1	<i>Metodología del Deflectómetro de Impacto</i>	5-4
5.2.2	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento de Hormigón</i>	5-7
5.2.3	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento Asfáltico</i>	5-8
5.3	AUSCULTACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS (MONOGRAFÍA DE PAVIMENTOS)	5-10
5.3.1	<i>Metodología de Auscultación</i>	5-10
5.3.2	<i>Resultados de los Deterioros Superficiales</i>	5-11
5.3.3	<i>Metodología para la obtención del Ahuellamiento</i>	5-11
5.3.4	<i>Resultados Obtenidos de Ahuellamiento</i>	5-12
5.3.5	<i>Metodología para la Obtención del Escalonamiento</i>	5-12
5.3.6	<i>Resultados Obtenidos de Escalonamiento</i>	5-13
5.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA	5-14
5.5	VERIFICACIÓN DE INVENTARIO VIAL Y CUBICACIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE UN VIDEO REFERENCIADO KILOMÉTRICAMENTE DE LAS RUTAS	5-20
5.5.1	<i>Resultados obtenidos</i>	5-20
5.6	EVALUACIÓN DE LA RETRORREFLECTANCIA EN SEÑALES VERTICALES	5-21
5.6.1	<i>Metodología de evaluación</i>	5-21
5.6.2	<i>Resultados Retrorreflectancia en señales verticales</i>	5-22
5.7	INSPECCIÓN DE PUENTES, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE.....	5-24
5.7.1	<i>Listado de Puentes Incluidos en esta Inspección</i>	5-24
5.7.2	<i>Metodología de Inspección Visual Utilizada</i>	5-25
5.7.3	<i>Resumen de la Inspección de Puentes. Estado de Cada Puente</i>	5-25
5.7.4	<i>Comentarios</i>	5-35
5.7.5	<i>Resultados de Inspección de Obras de Arte</i>	5-36
5.8	LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DEL EJE LONGITUDINAL, CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.	5-38
5.8.1	<i>Metodología de Obtención del Eje</i>	5-38
5.8.2	<i>Resultados Obtenidos</i>	5-38