



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

EXPERIENCIAS Y ACTIVIDADES EN LOS SERVICIOS DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DE UNA CARRETERA EN EL PERÚ

Miguel Ramos-Casiano

Lima, junio de 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA

Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial

Ramos, M. (2014). *Experiencias y actividades en los servicios de gestión y conservación por niveles de servicio de una carretera en el Perú*. Tesis de Master en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Lima, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA MÁSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON
MENCION EN INGENIERÍA VIAL**



**“EXPERIENCIAS Y ACTIVIDADES EN LOS SERVICIOS DE GESTIÓN Y
CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DE UNA CARRETERA EN
EL PERÚ”**

Tesis para optar el grado de máster en Ingeniería Civil
con mención en Ingeniería Vial

Ing. Miguel Augusto Ramos Casiano

Asesor: Ing. Germán Gallardo Zevallos

Lima, junio del 2014

**A mis padres, hermanos y abuelos,
por el gran sacrificio realizado
para hacer de mí un profesional.**

**A mi esposa Pamela y a mi hija
Martha Fabiola, a quienes
agradezco y prometo dedicar más
tiempo.**

Prólogo

El gobierno peruano ha iniciado una política de mantenimiento de las diferentes carreteras que conforman las redes viales nacionales y en atención a esta política de estado ha desarrollado el proyecto Perú.

Mediante este proyecto, por medio de un proceso de licitación pública, el estado hace entrega de una determinada red vial nacional a una empresa contratista, para que se encargue de realizar las actividades necesarias, a fin de dotar a la misma de una transitabilidad tal, que permita al usuario el poder contar con una red vial segura. Asimismo, la empresa deberá evaluar la condición del tráfico en el tiempo, con miras a que estos aspectos sean considerados, de ser necesario, en la etapa de inversión.

El trabajo que a continuación se presenta, está basado en las experiencias adquiridas durante la gestión de cumplimiento de las diferentes etapas que comprende el contrato de conservación por niveles de servicio de la carretera: puente Reither – Villa Rica – San Juan de Cacazu – puerto Bermúdez – Sungaro – Von Humbolt.

Según este acuerdo en el cual el estado entrega al contratista conservador una red nacional totalmente colapsada, en cumplimiento al monto presupuestado, éste se compromete a llevar a cabo la puesta a punto y así dotar de una correcta transitabilidad la vía, bajo ciertas consideraciones de proyección de tráfico.

Resumen

El presente trabajo describe las diferentes actividades que se realizan en el día a día en el mantenimiento de una red vial, creo que es importante relatarlas detalladamente para poder comprender el ámbito de la gestión de la conservación de carreteras. Por tal motivo, he creído interesante exponer los procesos que se desarrollan a lo largo de la ejecución del contrato bajo la modalidad de niveles de servicios en la cual se puede entender el concepto de la construcción asociado a la gestión de la conservación.

Como profesional que he participado en las diferentes etapas a nivel de construcción y rehabilitación de carreteras, considero que esta investigación aportará en el conocimiento de los parámetros de gestión de conservación que es un área totalmente distinta al de gestión de construcción en obras viales.

El trabajo desarrollado se basa puntualmente, en la experiencia adquirida en el proyecto de conservación por niveles de servicio de la carretera: puente Reither – Villa Rica – San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez – Sungaro – Von Humboldt.

Índice

	Pág.
Introducción	11
Capítulo 1.- Carretera EMP. PE – 22B (puente Raither) Puente Paucartambo –Villa Rica – puente Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa	13
1.1 Antecedentes	13
1.2 Datos generales	13
1.3 Objetivos	14
1.4 Ubicación	15
1.4.1 Tramo I: puente Raither y puente Paucartambo a Villa Rica	16
1.4.2 Tramo II: puente Paucartambo –Oxapampa	17
1.4.3 Tramo III: Villa Rica-San Juan de Cacazu	18
1.4.4 Tramo IV: Centro poblado menor San Juan de Cacazu-puerto Bermúdez	20
1.4.5 Tramo V: puerto Bermúdez-Von Humboldt	21
1.5 Clima de la zona	24
1.6 Presupuesto	24
Capítulo 2.- Mantenimiento rutinario: situación anterior a la Intervención	27
2.1 Topografía	27
2.2 Estado situacional del pavimento	29
2.2.1 Erosión del talud inferior	30
2.2.2 Deslizamientos	31
2.2.3 Asentamientos	32
2.2.4 Baches	33
2.2.5 Ahuellamientos	38
Capítulo 3.- Conservación periódica	55
3.1 Definición	55
3.2 Actividades propuestas para la conservación periódica	55
3.2.1 Estrategia de trabajo	55
3.2.2 Equipo mínimo, herramientas, equipo de seguridad y otros recursos Necesarios	56
3.3 Actividades por ejecutarse	57
3.4 Desarrollo de actividades de conservación periódica	58
3.4.1 Bacheo profundo	58
3.4.2 Estabilización de material granular con tecnología PROES	60
3.4.3 Protección con mortero asfáltico	75

3.4.4	Construcción de badenes	77
3.4.5	Construcción de alcantarilla	78
3.4.6	Señalización	80
3.5	Comparativo del estado anterior y actual de la carretera	85
Capítulo 4.- Control de niveles de servicio en una carretera		91
4.1.	Control de niveles de servicio de la conservación rutinaria	91
4.1.1	Cálculo de nivel de servicio	92
Conclusiones y recomendaciones		93
Bibliografía		95

Introducción

El presente trabajo resume la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos de conservación vial por niveles de servicio de la carretera puente Paucartambo – Von Humbolt, carretera que une los departamentos de Cerro de Pasco, Huánuco, que tiene por finalidad asegurar la transitabilidad de las carreteras de la red vial.

Esta nueva modalidad de contratación de la conservación vial de carreteras que está impulsando el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, permite que la inversión realizada por el estado peruano en construir las mismas sea conservada, trasladando la responsabilidad de un mantenimiento adecuado, rápido y eficiente a la empresa privada, quien tendrá la obligación de atender, además, cualquier evento que comprometa la seguridad del usuario de la vía.

El desarrollo de este trabajo se ha dividido en cuatro capítulos. El capítulo primero, indica la descripción del proyecto, sectores que comprende y los departamentos de influencia. El capítulo segundo, continúa con la descripción de la condición de la carretera en su estado inicial, es decir antes de la intervención del contratista. Es en este capítulo donde reconocemos y definimos los puntos críticos de la carretera. El capítulo tercero está referido a los trabajos de conservación periódica que el contratista conservador propone como solución de conservación. En este capítulo se desarrollan los trabajos que se propone ejecutar para mejorar la condición actual de la carretera. Finalmente en el capítulo cuarto se describen los niveles de servicio con el cual se controla la serviciabilidad de la vía.

Capítulo 1

Carretera EMP. PE – 22B (puente Reither) – puente Paucartambo – Villa Rica – Puente Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa

1.1 Antecedentes

El “Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio” que se describe, constituye un modelo de contratación piloto, siendo este contrato el primero en su clase, involucra nuevos conceptos de conservación contenidos en las “Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras”, aprobado por Resolución Directoral N° 051-2007-MTC/14, del 27 de agosto de 2007, de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del MTC y publicada en el diario oficial “El Peruano” el 27 de setiembre de 2007.

De esta forma se busca mantener las vías nacionales con una adecuada serviciabilidad, interviniendo la carretera en forma oportuna y metódica mediante actividades de conservación rutinaria, conservación periódica, reparaciones menores y atención de emergencias viales. Todas las actividades están previstas para su desarrollo bajo los lineamientos de las correspondientes especificaciones técnicas y con las normas actualmente vigentes.

En ese contexto, PROVIAS NACIONAL- MTC convocó el concurso público N° 050-2009-MTC/20 “Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Emp PE-22B (puente Raither) – puente Paucartambo – Villa Rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa

Bajo este sistema, se pretende desarrollar una cultura preventiva que evita el deterioro prematuro de las vías, mediante intervenciones rutinarias y periódicas de manera oportuna, esto significa en la práctica, actuar permanentemente para mantener la carretera en óptimas condiciones de transitabilidad.

1.2 Datos generales

- **Entidad** : Proyecto especial de infraestructura de transporte nacional – PROVIAS NACIONAL

- **Contrato de servicios** : N° 042-2010-MTC/20
- **Fecha de inicio** : 25 de marzo del 2010
- **Plazo de ejecución** : 05 años
- **- Fecha de término** : 24 de marzo del 2015
- **Contratista – conservador** : Consorcio servicios viales
- **Modalidad de contratación** : Precios unitarios

1.3 Objetivos

Los objetivos principales del presente trabajo de tesis son:

- Dar a conocer la nueva modalidad de contratación de servicios de conservación vial adoptada por el Ministerio de Transporte para viabilizar futuros ejes viales, tomando sectores muestrales como planes piloto, que permitan evaluar en corto tiempo la posibilidad de ser considerados rutas de primer orden.
- Informar la forma de evaluar el servicio de conservación y los parámetros aceptados para su evaluación como trabajos definidos en el marco de la transitabilidad.
- Fomentar una política de mantenimiento vial, que en nuestro país recién se está implementando.
- Ser un documento de consulta para personal técnico o estudiantil en lo que se refiere a servicios de conservación vial por niveles de servicio.

1.4 Ubicación

Aquí podemos apreciar un plano clave con la ubicación de los tramos que forman parte del servicio.

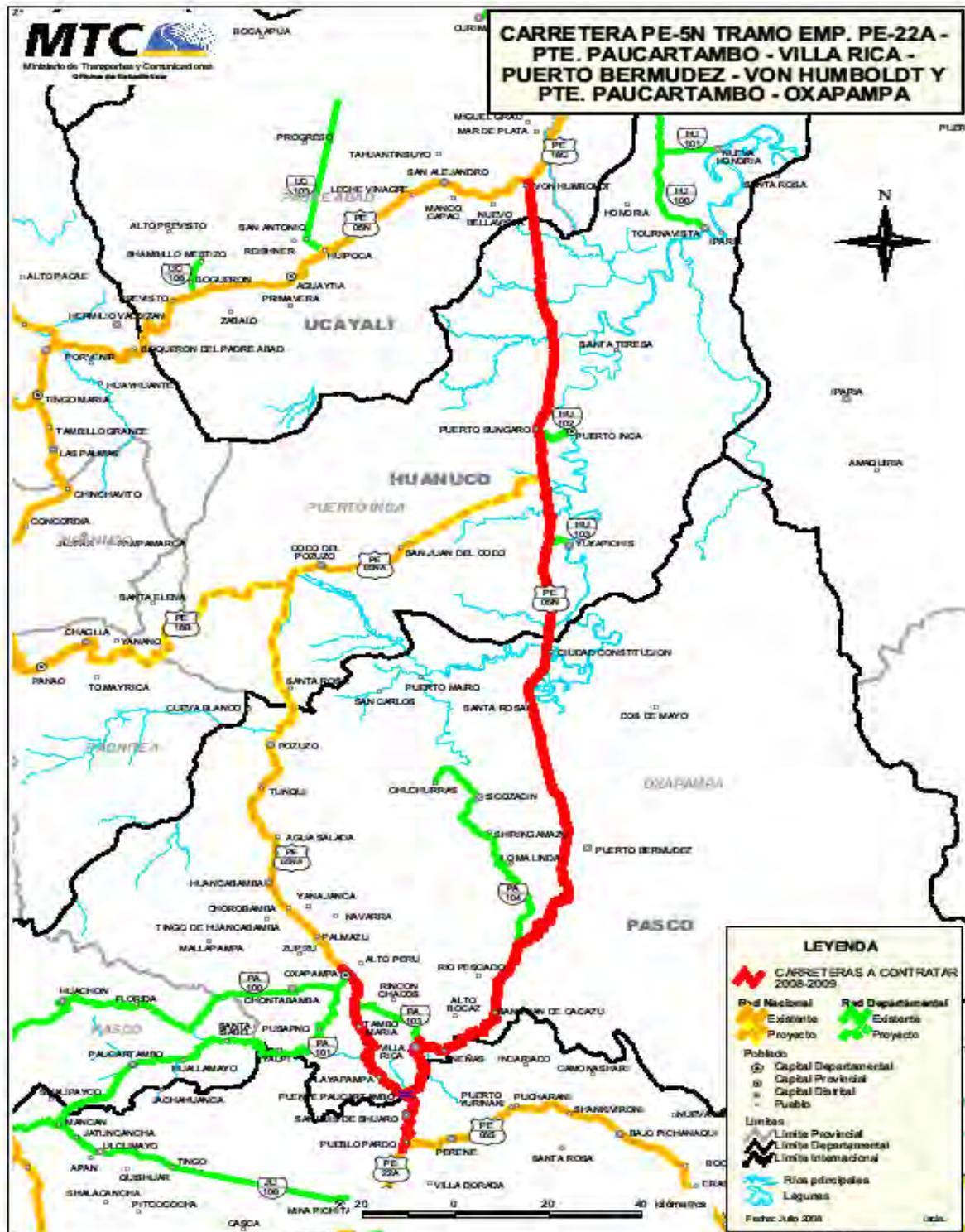


Fig. 1.1 Plano clave

B. Accesibilidad a la zona de estudio

El acceso a la vía a partir de la ciudad de Lima es a través de la carretera central pasando Tarma, San Ramón hasta la Merced. El inicio está 200 m. antes del puente Reither, en vía asfaltada. El tramo continúa a través de la margen izquierda por una vía afirmada, pasando por San Luis de Shuaro, Puente Paucartambo y llega hasta Villa Rica donde se encuentra el final del tramo.

1.4.2 Tramo II: puente Paucartambo-Oxapampa

A. Ubicación

La carretera Puente Paucartambo - Oxapampa se ubica en el departamento de Pasco. El inicio de esta carretera es en el departamento de Junín, abarcando las provincias de Oxapampa y Chanchamayo, en los distritos de Villa Rica, Oxapampa y San Luis de Shuaro respectivamente.

Esta carretera está ubicada en ceja de selva alta, presentando una topografía accidentada con una altitud comprendida entre los 786.569 a 1832.289 msnm.

El kilómetro. 0+000 en ubica en el estribo izquierdo del puente Paucartambo, con coordenadas Norte 8°801,734.074, E 467,894.095 y una cota de BM-1: 786.569 m.s.n.m. Termina en las coordenadas Norte 8°831,029.835, E 455,731.724, kilómetro 44+176.766, en el inicio de la zona urbana de la ciudad de Oxapampa, departamento de Pasco, con una cota de BM-(OXA): 1806.2629 m.s.n.m.

Este tramo se encuentra a nivel de tratamiento superficial bicapa.

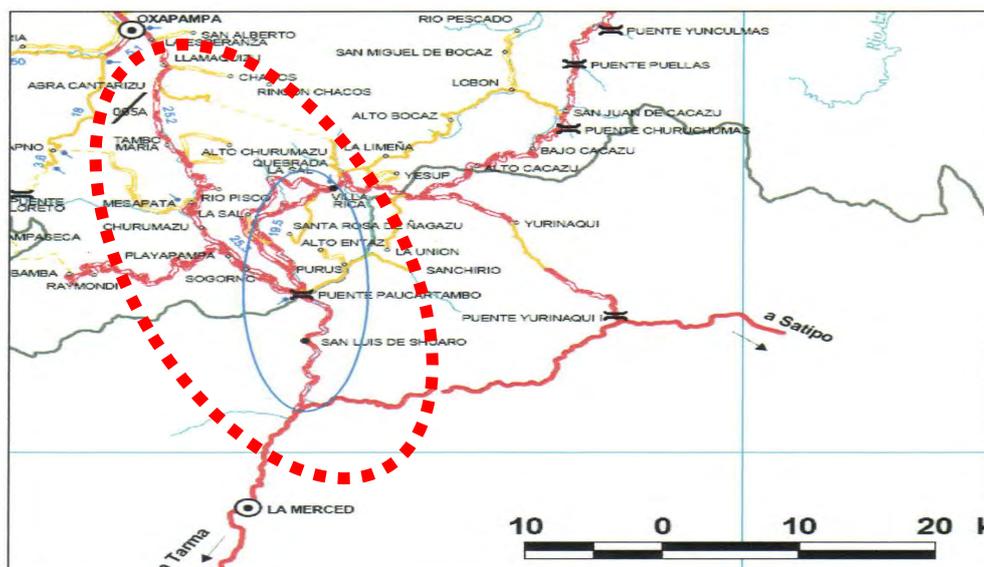


Fig. 1.4: Tramo puente Reither – Villa Rica



Figura 1.5 Tramo puente Reither-Villa Rica

1.4.3 Tramo III: Villa Rica – San Juan de Cacazú

A. Ubicación

El inicio de este tramo coincide con el final del tramo I. Se inicia en la progresiva km 39+401.00, en el del asfalto de la avenida principal Leopoldo Krause con coordenadas N 8812867.01, E 470349.47. Continúa por la zona urbana de Villa Rica en una longitud de 2,405.23 m. y termina al final de la zona urbana en el estribo izquierdo del puente Colorado, Km. 41+806.23. Este tramo termina en las coordenadas Norte 8'822,402.258, E 487,639.6605, Km. 77+240, en el Río Cacazú, con una cota de BM-(CAKA3): 864.291 m.s.n.m.

Este tramo recorre La zona urbana de Eneñas en una longitud de 1150 m, entre los km. 49+950 a 51+100 y la de San Juan de Cacazú en una longitud de 1540 m. entre los km. 75+650 a km. 77+190.

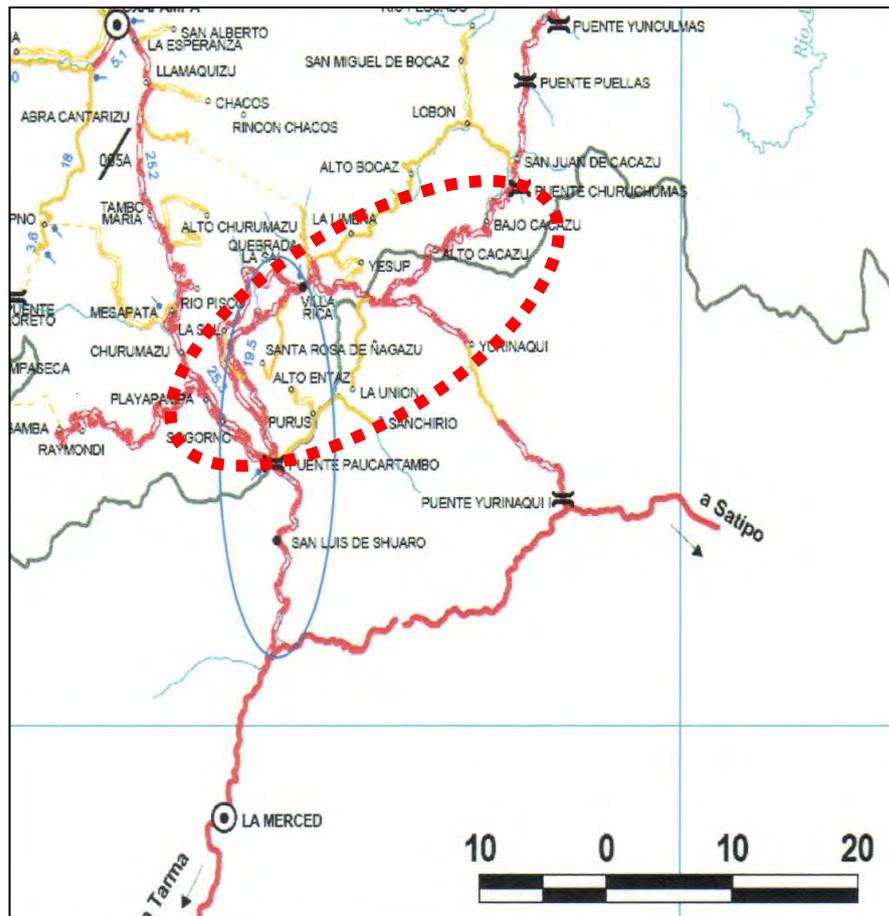


Fig.1.6 Tramo Villa Rica – San Juan de Cacazú



Fig. 1.7 Inicio del tramo, vista de la morfología de la zona

B. Accesibilidad a la zona

El acceso a esta carretera a partir de la ciudad de Lima es por la carretera central, pasando la ciudad de Tarma, San Ramón y La Merced hasta llegar a la ciudad de Villa Rica.

El tramo se encuentra afirmado y pasa por Eneñas, Alto Cacazú y llega hasta el centro poblado menor de San Juan de Cacazú, donde se encuentra el final del tramo.

1.4.4 Tramo IV: Centro poblado menor San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez

A. Ubicación

Se inicia a continuación del tramo III, en el Río Cacazú - kilómetro. 77+240 y termina en el kilómetro 143+600 a la entrada de Puerto Bermúdez, en las coordenadas Norte 8°58,542.25, E 501,540.032, con una cota de 263.818 m.s.n.m.

Tiene una longitud total de 66.36 km, y atraviesa las siguientes zonas urbanas:

Centro Poblado Santa Rosa de Chivis	km. 141+371.43 – 141+910
Centro Poblado Pichanaz	km. 105+460 – 105+810
Centro Poblado Bella Esperanza	km. 96+100 – 96+500
Centro Poblado Puellas	km. 82+200 – 82+360



Figura 1.8 San Juan de Cacazú-puerto Bermúdez

- Centro poblado Lorencillo	km. 183+993-184+900
- Centro poblado Porvenir	km. 190+430-191+000
- Ciudad Constitución	km. 198+340-200+425
- Centro poblado El Dorado	km. 203+637-204+020
- Centro poblado Las Palmas	km. 208+075-209+015
- Centro poblado Monterrico	km. 213+615-213+930
- Centro poblado Dantas	km. 219+660-220+342
- Centro poblado Nuevo Horizonte	km. 225+600-226+460
- Centro poblado Yanayacu	km. 232+790-233+100
- Centro poblado Nuevo Trujillo	km. 240+750-241+810
- Centro poblado 3 de Mayo	km. 246+148-246+385
- Centro poblado Navidad	km. 252+575-253+100
- Centro poblado Zungaro	km. 253+770-255+930
- Centro poblado Pueblo Libre	km. 271+700-274+200
- Centro poblado Nuevo Porvenir	km. 277+600-279+400
- Santa Rosa de Patas	km. 291+000-291+490
- Centro poblado Pueblo Nuevo	km. 298+100-298+500
- Centro poblado Macuya	km. 306+850-306+160
- Centro poblado Los Ángeles	km. 311+460-311+600
- Centro poblado Primavera	km. 314+850-315+180
- Von Humboldt	km. 317+000 – 319+132.84

1.5 Clima de la zona

1.5.1 Tramo I: puente Raither – puente Paucartambo – Villa Rica

En este tramo el clima es muy variado, siendo en los meses de mayo a octubre cálido y húmedo, con temperaturas de 22° a 30°C en el día, disminuyendo en las noches. En los meses de noviembre a abril se presentan intensas lluvias que fluctúan entre 3,000 y 8,000 mm. de precipitación

1.5.2 Tramo II: puente Paucartambo-Oxapampa

Las precipitaciones que caen en el ámbito de la carretera puente Paucartambo y Oxapampa son del tipo orográficas. Las masas de vapor se forman en la zona alto andina de Cerro de Pasco, específicamente en las planicies de Junín, donde existen fuentes de vapor de agua como Chinchaycocha, Punrun, Marcapomacocha, etc., con grandes espejos de agua propensos a fuertes evaporaciones.

Esto hace que durante el año existan siempre lluvias con variada intensidad en los meses de noviembre a marzo. La precipitación total anual es del orden de 600 a 2000 mm. , lo cual señala que las precipitaciones son de régimen permanente con descargas propias de un clima sub-tropical, alcanzando como total mensual en algunos casos hasta 400 mm.

1.5.3 Tramo III: Villa Rica – San Juan de Cacazú

El clima es predominantemente tropical, caracterizado por altas temperaturas, intensa humedad y ciclos de fuertes precipitaciones. La temperatura media anual varía entre 19°C a 26°C. En los meses de noviembre a abril las lluvias son intensas.

1.5.4 Tramo IV: Centro poblado menor de San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez

En este sector el clima es muy variado: entre mayo a octubre es cálido y húmedo, con temperaturas de 22° a 30°C en el día, disminuyendo en las noches hasta producir en las noches una cierta sensación de frío. En los meses de noviembre a abril las lluvias son intensas y fluctúan entre 3,000 y 8,000 mm.

1.5.5 Tramo V: puerto Bermúdez – Von Humboldt

El clima es húmedo, de templado a caluroso, propio de la selva alta y baja. En la estación invernal es eventualmente seco. La temperatura media anual varía entre 19°C en las partes altas de la cordillera San Carlos hasta unos 36°C en la llanura de la selva baja.

El promedio anual de precipitaciones es 1,729 mm. La temperatura media anual de 21.7°C. La humedad relativa de 89% en promedio.

1.6 Presupuesto

Contempla montos globales, los mismos que no varían y sirven para atender la totalidad de los trabajos requeridos para lograr los niveles de servicio exigidos.

Cuando se refiere a conservación, está referida a los trabajos netamente de mantenimiento y cuando se refiere a trabajos periódicos se trata de los trabajos de recuperación de los sectores, donde no se cumplen con los niveles exigidos.

Cuadro 1.1 Gestión y conservación vial por niveles de servicios de la carretera empresa. PE-22b (puente Reither) - puente Paucartambo - Villa rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo - Oxapampa

VALOR REFERENCIAL								
N	TRAMO	PARTIDA	UNI-DAD	CANTI-DAD	P.U S/.	PRESUPUESTO ANUAL S/.	PE-RIO-DO AÑOS	TOTAL S/.
1	Emp. PE-22A(puente Reither) – pte Paucartambo – Villa Rica	Conservación rutinaria en afirmado – antes del asfaltado	Km año	38.00	90,404.13	3,435,357.00	0.5	1,717,678.50
2	Emp. PE-22A (puente Reither) – pte Paucartambo – Villa Rica	Conservación rutinaria – después del asfaltado	Km año	38.00	51,980.77	1,975,269.09	3	5,925,807.27
3	Puente Paucartambo – Oxapampa	Conservación rutinaria – antes de la conservación periódica	Km año	44.00	8,964.77	394,449.90	1	394,449.90
4	Puente Paucartambo – Oxapampa	Conservación periódica – motero	Km	44.00	100,184.16	4,408,102.93	1	4,408,102.93
5	Puente Paucartambo – Oxapampa	Conservación rutinaria después de la conservación periódica	Km - año	44.00	17,651.28	776,656.21	4	3,106,624.84
6	Villa Rica – San Juan de Cacazú	Conservación rutinaria en afirmado antes de la conservación periódica	Km año	35.00	87,198.15	3,051,935.24	1	3,051,935.24
7	Villa Rica – San Juan de Cacazú	Conservación periódica – solución periódica	Km	35.00	405,560.03	14,194,601.19	1	14,194,601.19
8	Villa Rica – San Juan de Cacazú	Conservación rutinaria en solución básica	Km año	35.00	18,721.43	655,250.19	4	2,621,000.76
9	San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez	Conservación rutinaria en afirmado – antes de la conservación periódica	Km año	79.00	84,761.85	6,696,185.80	1	6,696,185.80
10	San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez	Conservación periódica en afirmado	Km	79.00	213,579.61	16,872,789.02	1	16,872,789.02
11	San Juan de Cacazú – puerto Bermúdez	Conservación rutinaria en afirmado – después de la conserv. periódica	Km año	79.00	10,242.36	809,146.51	4	3,236,586.04
12	Puerto Bermúdez – Von Humboldt	Conservación rutinaria en afirmado – antes de la conservación periódica	Km año	169.00	78,571.91	13,278,653.18	1	13,278,653.18
13	Puerto Bermúdez – Von Humboldt	Conservación periódica – solución básica	Km	169.00	365,589.02	61,836,258.27	1	61,836,258.27

VALOR REFERENCIAL								
N	TRAMO	PARTIDA	UNI-DAD	CANTI-DAD S/.	P.U S/.	PRESUPUESTO ANUAL S/.	PE-RIO-DO AÑOS	TOTAL
14	Puerto Bermúdez – Von Humboldt	Conservación rutinaria en solución básica – después de la conservación periódica	Km - año	169.00	13,132.28	2,219,354.49	4	8,877,417.96
15	EMP. PE – 22A (puente Reither) – puente Paucartambo – Villa Rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa	Conservación periódica de puentes	Unidad	67.00	177,813.47	11,913,502.38	1	11,913,502.38
16	EMP. PE – 22A (puente Reither) – puente Paucartambo – Villa Rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa	Relevamiento de información	Km	365.00	4,817.12	1,758,248.80	5	8,791,244.00
17	EMP. PE – 22A (puente Reither) – puente Paucartambo – Villa Rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo – Oxapampa	Emergencias	Glob	1.00	1,479,640.00	1,478,640.00	5	7,398,200.00
18	EMP. PE – 22A (puente Reither) – puente Paucartambo – Villa Rica – puerto Bermúdez – Von Humboldt y puente Paucartambo - Oxapampa	Gastos generales	Mes	12.00	534,284.09	6,411,409.08	5	32,057,045.38
TOTAL		CONSERVA-CIÓN					S/.	206,378,082.66

Capítulo 2

Situación de la carretera antes de la intervención del contratista

2.1 Topografía

Se ha realizado el levantamiento topográfico de la vía a fin de establecer las características técnicas de la misma: alineamientos, radios de curvas, pendientes, etc.

Se efectuó también los levantamientos topográficos de las zonas urbanas, canteras y depósitos de excedentes.

El levantamiento topográfico del eje vial se hizo respetando el trazo actual de la carretera, con la ayuda de un GPS DIFERENCIAL Garmin, GPSMAP 76CSx zona 18Sm y dos rover, GPS navegador y equipo de radio comunicación. Los trabajos se dividieron en las siguientes fases:

- 1.- Reconocimiento del trazo y monumentación.
- 2.- Enlace de punto de partida de orden B.
- 3.- Enlace geodésico de puntos de orden C.
- 4.- Post proceso.
- 5.- Levantamiento de la vía existente.- Este trabajo consistió en el levantamiento topográfico de la vía existente con el equipo GPS DIFERENCIAL con el método RTK, así como el levantamiento del cauce de las obras de drenaje, zonas urbanas y algunos puntos importantes como puentes y otros.
- 6.-Procesamiento y definición del eje existente.- Este trabajo se refiere básicamente al proceso en gabinete de los puntos topográficos obtenidos con el GPS, mediante el programa CIVIL 3D, trazando un eje central para la vía existente a fin de obtener progresivas y longitudes precisas de la vía.

HITO DE IGN UBICADO EN LA PLAZA DE ARMAS DE OXAPAMPA.

7.- Replanteo del eje y pintado de progresivas.- Una vez definido el eje se obtuvieron las coordenadas de las progresivas donde estos valores fueron cargados a los colectores para luego replantearlos y realizar el pintado de las progresivas.

HITO DE IGN UBICADO EN LA PLAZA DE ARMAS DE OXAPAMPA.



Fig. 2.1: Ubicación del hito del IGN en la plaza de armas de Oxapampa



Fig. 2.2: Ubicación del hitos del IGN

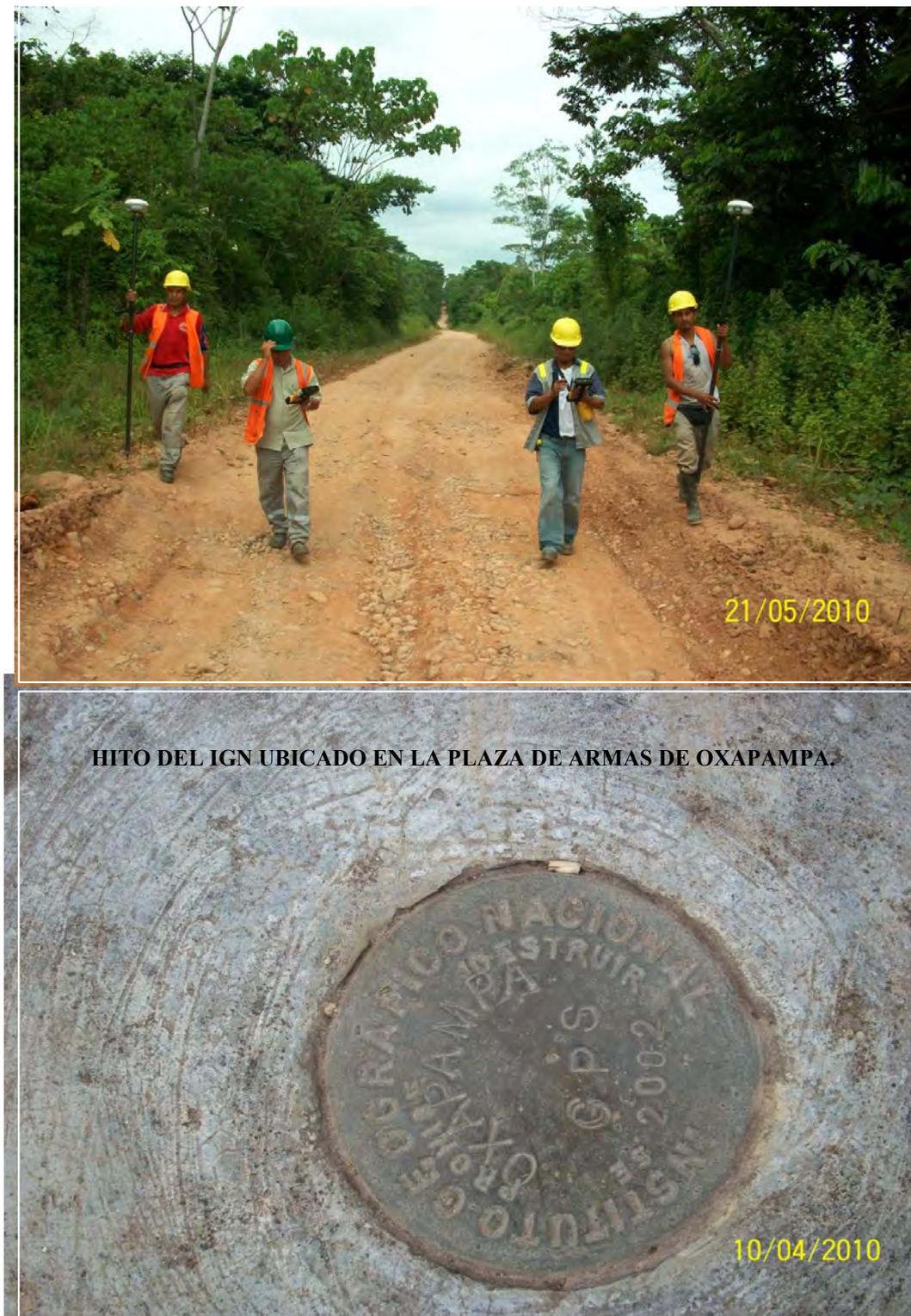


Fig. 2.3: Ubicación del hito de IGN ubicado en la plaza de armas de Oxapampa

2.2 Estado situacional del pavimento

Al inicio del servicio, se realizó la evaluación del estado inicial de la carretera. A la par se realizaron actividades de conservación rutinaria antes de la conservación periódica con la finalidad de mejorar la transitabilidad. Se evidenció y relevó la existencia de

varios sectores definidos como “críticos” contractualmente: problemas de geodinámica externa; derrumbes, desprendimientos y desplomes, asentamientos, baches, ahuellamientos, erosión de la plataforma de la carretera por acción del río.

2.2.1 Erosión del talud inferior de la carretera

Las fotografías 2.4 a 2.6 muestran un conjunto de afectaciones típicas de la vía antes de la intervención del contratista conservador. Muestra problemas de geodinámica externa que compromete la estabilidad del talud de la plataforma



Fig. 2.4: Progresiva km 15+260 – km 15+275: erosión de ribera



Fig. 2.5: Progresiva km 18+790 – 18+845: vista de plataforma por la presencia del río.



Fig. 2.6: Progresiva km 123+500 – km 125+500: plataforma deteriorada con huecos, agua y erosión

2.2.2 Deslizamientos

Las fotografías 2.7 al 2.8 muestran un conjunto de afectaciones de la carretera producto de deslizamientos originados por las lluvias.



Fig. 2.7: Progresiva km 44+360 – km 44+385. Deslizamiento del talud izquierdo de La carretera por filtraciones

Aquí hay una vista panorámica de deslizamiento de talud izquierdo por filtraciones que afectan la plataforma.



Fig. 2.8: Progresiva km 44+606 – km 44+636: deslizamiento del talud superior izquierdo, con asentamiento y saturación de plataforma.

Las fotografías 2.9 al 2.72 muestran las características del tramo; es un sector que representa una zona lluviosa y además su plataforma presenta suelos inadecuados de mediana a alta plasticidad, estas características ocasionan la aparición de los ahuellamientos, asentamientos y baches, con niveles de severidad altos, según podemos apreciar en las vistas fotográficas.

2.2.3 Asentamientos

Las fotografías 2.9 al 2.11, muestran sectores con asentamientos por baja capacidad portante del terreno natural ($CBR < 3\%$), materiales inadecuados que de ninguna manera pueden ser utilizados como fundación de la vía.



Fig. 2.9: Progresiva km 48+500 – km 49+000: asentamiento de la plataforma



Fig. 2.10: Progresiva km 50+500 – km 51+000 (eneñas): asentamiento de la plataforma



Fig.2.11: Progresiva km 56+406 – km 56+466. Plataforma saturada y con asentamientos

2.2.4 Baches

Las fotografías 2.12 a la 2.26 muestran sectores con suelos inadecuados de mediana a alta plasticidad, con baches profundos por pérdida de material de la plataforma existente en sectores puntuales, que van incrementando su severidad por falta de un mantenimiento y empozamientos de aguas de lluvia no drenadas.



Fig. 2.12: Progresiva km 49+050 – km 49+100. Plataforma saturada y depósitos de agua de filtraciones que dan origen a baches profundos



Fig. 2.13: Progresiva km 80+500 – km 82+000. Plataforma deteriorada con baches



Fig. 2.14: Progresiva km.83+000 – 84+000. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de agua



Fig. 2.15: Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamientos de aguas



Fig. 2.16: Progresiva km 89+500 - km. 90+500. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de agua



Fig. 2.17: plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig. 2.18: Progresiva km.90+500 – km. 92+000. Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig. 2.19: Progresiva km.92+000 – km. 93+500. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig. 2.20: Progresiva km 93+500 – km 95+000. Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamientos de aguas



Fig. 2.21: Progresiva km 95+000 – km 95+500. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamientos de aguas



Fig. 2.22: Progresiva km.114+500 – km. 115+500. Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig. 2.23: Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig. 2.24: Progresiva km 115+500 – km 117+000. Plataforma en mal estado, con baches profundos y empozamiento de agua



Fig. 2.25: Progresiva km 119+700 – km 119+780. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de aguas



Fig.2.26: Progresiva km 123+500 – km 125+500. Plataforma en mal estado con baches profundos y empozamiento de agua

2.2.5 Ahuellamientos

Las fotografías 2.27 al 2.72 muestran sectores de carretera con ahuellamientos profundos de alto grado de severidad, sectores colapsados con asentamientos y huellas profundas de más de 1.0 metro de profundidad, que impiden una adecuada transitabilidad de la carretera

Los ahuellamientos, son depresiones en la superficie de la carretera sobre huellas de las ruedas de los vehículos. En nuestro caso particular, al ser los ahuellamientos tan profundos, los vehículos buscan sectores mejor nivelados, pero por la mala calidad de los suelos se forman otros surcos y abultamientos por desplazamiento del material. En muchos casos, los surcos y ahuellamientos se llenan de agua incrementando el riesgo de accidentes.

El ahuellamiento es una deformación permanente que puede presentarse a nivel de capa de rodadura o involucrar la subrasante. Los ahuellamientos pueden conducir a una falla estructural considerable del pavimento haciendo colapsar el paquete estructural del pavimento hasta la subrasante.



Fig. 2.27: Progresiva km 125+500 – km 126+500. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.28: Progresiva km.126+500 – km. 127+500. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.29: Progresiva km.127+500 – km. 127+530. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.30: Progresiva km.127+530 – km. 129+500. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.31: Progresiva km.131+000 – km. 133+000 Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.32: Progresiva km.252+350 – km. 252+490. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.33: Progresiva km.267+400 – km. 267+480. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.34: Progresiva km.267+540 – km. 267+680. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.35: Progresiva km.268+300 – km. 268+350. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.36: Progresiva km.270+040 – km. 270+120. Plataforma deteriorada con ahuellamientos



Fig. 2.37: Progresiva km.272+040 – km. 272+180. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.38: Progresiva km.273+040 – km. 273+120. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.39: Progresiva Km. 286+600-Km 286+700 Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.40: Progresiva km.289+200 – km. 289+260. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.41: Progresiva km.290+900 – km. 290+980. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.42: Progresiva km.291+100 – km. 291+150. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.43: Progresiva km.292+200 – km. 292+250. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.44: Progresiva km.293+200 – km. 293+250. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.45: Progresiva km.294+300 – km. 294+350. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.46: Progresiva km.294+530 – km. 294+580. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.47: Progresiva km.294+850 – km. 294+900. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.48: Progresiva km.295+500 – km. 295+540. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.49: Progresiva km.296+200 – km. 296+280. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.50: Progresiva km.296+600 – km. 296+630. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.51: Progresiva km.297+300 – km. 297+350. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.52: Progresiva km.298+500 – km. 297+580. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.53: Progresiva Km. 299+600-km. 299+650. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.54: Progresiva km.300+800 – km. 300+830. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.55: Progresiva km.301+400 – km. 301+450. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.56: Progresiva km.301+400 – km. 301+450. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.57: Progresiva km.302+600 – km. 302+650. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.58: Progresiva km.302+900 – km. 302+960. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.59: Progresiva km.303+300 – km. 303+150. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.60: Progresiva km.312+480 – km. 312+520. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.61: Progresiva km.312+750 – km. 312+820. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.62: Progresiva km.313+080 – km. 313+250. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.63: Progresiva km.312+450 – km. 312+650. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.64: Progresiva Km. 313+150 313+280. Plataforma deteriorada con ahuellamiento profundo



Fig. 2.65: Progresiva km.313+600 – km. 313+750. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.66: Progresiva km.313+900 – km. 313+980. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.67: Progresiva km.314+200 – km. 314+350. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.68: Progresiva km.314+800 – km. 314+950. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.69: Progresiva km.315+200 – km. 315+400. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.70: Progresiva km.315+800 – km. 315+980. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.71: Progresiva km.316+500 – km. 316+650. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos



Fig. 2.72: Progresiva km.317+200 – km. 317+600. Plataforma deteriorada con ahuellamientos profundos

Capítulo 3

Conservación periódica

3.1 Definición

Es el conjunto de actividades a ejecutar sobre el alineamiento existente, sin realizar cortes ni ensanches ni modificar el trazo original, requerimiento contractual particular, que tiene por finalidad llevar a la carretera a una condición tal, que permita cumplir con los requerimientos de niveles de servicio exigidos contractualmente.

3.2 Actividades propuestas para la conservación periódica

La solución de conservación periódica que ha propuesto ejecutar el contratista conservador son las siguientes:

- Bacheo profundo
- Colocación de material granular estabilizado.
- Colocación de mortero asfáltico.
- Construcción de badenes
- Construcción de alcantarillas
- Reposición de señales reglamentarias, preventivas e informativas
- Reposición de guardavías
- Reposición de hitos kilométricos
- Reparaciones menores.

3.2.1 Estrategia de trabajo.

Como estrategia de trabajo se propuso mantener el siguiente orden:

- Sub tramo II : Puente Paucartambo-Oxapampa.
 - Sub tramo III : Villa Rica-San Juan de Cacazu.
 - Sub tramo IV : San Juan de Cacazu-Puerto Bermúdez
 - Sub tramo V : Puerto Bermúdez-Von Humboldt.
-
- En el sub tramo II, se propuso ejecutar la aplicación de una capa de 1.2 cm de *slurry seal* sobre la superficie ,

- En el sub tramo III, se propuso ejecutar la estabilización química de una capa de material granular superficial de 25 cm de espesor con la aplicación de la tecnología Proes y una capa de rodadura de 1.2 cm de espesor con *slurry seal*.
- En el sub tramo IV, se propuso ejecutar la estabilización química, aplicando ConAID, de una capa de material granular superficial de 15 cm de espesor.
- En el sub tramo V, se propuso ejecutar la estabilización química de una capa de material granular superficial de 25 cm de espesor con la aplicación de la tecnología Proes y una capa de rodadura de 1.2 cm de espesor con *Slurry Seal*.

3.2.2. Equipo mínimo, herramientas, equipo de seguridad y otros recursos necesarios

Sin ser limitativa se presenta la lista de equipo mínimo que se propuso para la ejecución del servicio de conservación periódica:

- Tres motoniveladoras de 140 hp
- Tres rodillos lisos vibratorios autopropulsados 10 toneladas
- Tres camiones cisterna de 5500 galones cada uno equipados con bomba de 4" para abastecimiento y regadera
- Dos cargadores frontales de 181 hp
- Seis camiones volquete de 15m³.
- Un camión cisterna de combustible de 4 toneladas.
- Una cama baja corta para el transporte interno de equipos
- 06 Minibús para transporte de personal
- 10 Camión de 4 toneladas para transporte de equipo menor.

En cuanto a equipo para la construcción de las obras de arte se propuso el siguiente equipo:

- 04 retroexcavadora 80HP
- 08 Mezcladoras de concreto tipo trompo de 9 pie³.
- 08 vibradores de concreto de 2",4HP.
- 10 vibroapisonadores 4HP
- 02 rodillos autopropulsado 1.50TN.

El equipo de seguridad personal y vial propuesto es el siguiente:

- Casco protector de cabeza
- Gafas o antiparras
- Respirador con filtro en áreas de mucho polvo
- Guantes de cuero reforzado
- Botas de cuero con punta de acero
- Mameluco color naranja
- Chaleco color naranja
- Botas de jebe cana corta para lluvias
- Capotín largo de PVC para lluvias
- Orejeras para trabajos en áreas de mucho ruido.
- Conos de seguridad naranjas, tranqueras, silbatos, paletas, señales de construcción.

Los servicios de terceros que excepcionalmente se contrataran son los siguientes:

- Servicio de voladura de rocas suelta a todo costo (en derrumbes o taludes inestables) y servicios de excavación en roca.
- Servicio de elaboración de señales de tránsito
- Servicios de colocación de concreto
- Servicios de producción de agregados y colocación de los mismos.

3.3 Actividades por ejecutarse.- Se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.1 Actividades a ejecutar

Descripción	Metrado				
	Und	Tramo II	Tramo III	Tramo IV	Tramo V
Movilización y desmovilización	gl		0.20	0.20	0.20
Cartel de contrato	und		2.00	2.00	2.00
Limpieza general	km	44.18			
Eliminación de pasivos ambientales	gl	1.00	1.00	1.00	1.00
Perfilado de cunetas no revestidas	ml				338,000.00
Material granular estabilizado			26,250.00	44,667.14	61,819.93
Base granular	m ³				62,400.00
Tratamiento superficial monocapa	m ²		175,000		797,400.00
Muro seco	m ³		237.00	164.00	160.50
Parchado y reposición de base	m ³	255.00			
Mortero asfáltico	m ²	290,400.00			
Colocación de señal preventiva	und	44.00	61.00	121.00	146.00
Colocación de señal reglamentaria	und	44.00	60.00	122.00	146.00
Colocación de señal informativa	ml	9.00	10.00	21.00	59.00
Colocación de guardavías	und	220.00		176.00	248.00
Colocación de hitos de kilómetros	und	8.00	35.00	79.00	169.00
Colocación de guardavías	ml		55.00		
Colocación de delineadores	m ²	62.00	320.00	280.00	405.00
Reductores de velocidad	und		23.00	44.00	91.00
Marcas en el pavimento	m ²	10,560.00	7,000.00		33,800.00
Pintado de muros y parapetos	m ²	60.00	75.00	280.00	80.00
Alcantarilla de 48"	und		147.00	302.00	107.00
Badén de concreto f'c= 140kg/cm ²	ml		13.00	236.00	18.00
Bajadas de agua	ml		23.00	180.00	28.00
Pontones de madera	und		0.00	9.00	9.00
Reparaciones menores	und	12.00	3.00	2.00	6.00
Encausamientos de agua	m ³		350.00	380.00	950.00

3.4 Desarrollo de actividades de conservación periódica

3.4.1 Bacheo profundo

Tienen por finalidad eliminar el material inapropiado para reemplazarlo por material de cantera.

Como se mencionó anteriormente, gran parte de la actual carretera presenta superficialmente un material arcilloso que genera severos hundimientos en la plataforma originando que esta se vuelva intransitable.

El proceso constructivo de esta actividad se ilustra en el conjunto de fotografías 3.1 a la fotografía 3.7 siguientes:



Fig.3.1: Excavación y eliminación de material inadecuado



Fig. 3.2: Transporte y colocación de material de cantera de reemplazo



Fig. 3.3 Acondicionamiento, conformación y compactación de material de Cantera de reemplazo

3.4.2 Estabilización de material granular con tecnología PROES

- **Introducción**

El presente informe resume la experiencia obtenida con la aplicación de la solución adoptada y utilizada para la puesta en servicio de la carretera Villarica- San Juan de

Cacazu, la misma que cumple con las exigencias del “Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Tránsito”, aplicando la “Metodología AASHTO 1993”, para un período de 05 años.

El paquete estructural resultante está conformado por una capa de 25 cm de espesor de material estabilizado con cemento y aditivo PROES, y una capa de rodadura consistente en un tratamiento superficial monocapa de 1.2 cm de espesor.

- **Descripción del método de evaluación y ensayos realizados**

Se han efectuado ensayos de campo y laboratorio, tales como:

- a. Estudio de puntos críticos: En este rubro se han considerado los fenómenos que afectan la transitabilidad de la vía, produciendo daños en la plataforma existente, debido a deslizamientos, derrumbes ocurridos, huaycos, erosión de la plataforma de la carretera por la acción del río; que se reactivarán en época de lluvias.
- b. Ensayo no destructivo consistente en la medición de la rugosidad, mediante el equipo “Merlín”, para determinar la rugosidad actual y saber en qué nivel de serviciabilidad se encuentra actualmente la vía.
- c. Ensayo no destructivo consistente en la medición de la deflectometría del tramo, con la utilización de la “Viga *Benkelman*”. De esta manera, determinaremos los respectivos módulos elásticos y CBR, de las capas conformantes de la estructura actual.
- d. También se ha realizado la evaluación de “daños en carretera no pavimentadas”, la cual es la metodología para la evaluación y calificación objetiva del pavimento, con la que se mostrarán los daños existentes en el actual pavimento.
- e. Ensayos de PDC para determinar los CBR “*in situ*”.
- f. Estudio de suelos para determinar las características físico mecánicas de las muestras obtenidas de las calicatas en la plataforma, realizado por la empresa consorcio Villa Rica
- g. Estudios de suelos para determinar características físico-mecánicas de las canteras colindantes en la zona y adoptar la más adecuada para realizar los trabajos especificados anteriormente.

a. Medición de la rugosidad (equipo – Merlín – IR: Índice de Rugosidad Internacional)

Se ha realizado la medición de la rugosidad de la superficie del pavimento en condiciones iniciales, con la finalidad de evaluar la capacidad de serviciabilidad inicial del camino. Es un factor clave para la determinación de los costos de operación vehicular.

En estas mediciones de los tramos se ha conseguido, u obtenido que el Índice de Rugosidad Internacional IRI característico de la plataforma actual. En resumen en las

zonas de afirmado, se han obtenido valores de los IRI característicos y huella externa (IRI_c =15.967m / Km) del lado derecho.

Se registraron las mediciones de rugosidad cada 450 metros en cada carril de tránsito. En cada sector evaluado se indicó los límites de cada tramo, así también se registraron a aquellos obstáculos, que de forma alguna, influyen en la determinación de la rugosidad (puentes, badenes, alcantarillas etc.)

De acuerdo al manual para carreteras no pavimentadas (afirmadas o superficies de tierra), define el IRI de valor 10 como:

“Manejo confortable entre 50-70 km./h (velocidad en recta y plano). Frecuentemente depresiones moderadas poco profundas o baches poco profundos (por ejemplo 20-30 mm/3-5 con frecuencia de 10-20 mm o 50 m), o depresiones ocasionales profundas o baches (por ejemplo 40 mm/3m con frecuencias menores a 5 en 50 m). Ondulaciones moderadas 8 por ejemplo 6-20 mm/ 0.7 -1.5 m)”

Los resultados son mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.2: Resumen de la evaluación de la rugosidad

ESTADÍSTICA	SERVICIABILIDAD – LADO DERECHO
	HUELLA EXTERNA
	IRI
NÚMERO DE ENSAYOS	76
MEDIA	12.7
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.6
IRI CARACTERÍSTICO	18.4
PSI CARACTERÍSTICO	0.175
MÁXIMO	22.49
MÍNIMO	8.17

b. Medición de la deflexión (equipo – viga *Benkelman* – método *Hogg*)

Se ha pasado la viga *Benkelman* en todo el tramo, este método determina básicamente el CBR de la subrasante, el espesor equivalente del material granular, el aporte estructural del pavimento existente y el requerido, para las condiciones de servicio en términos del número estructural AASHTO.

**Cuadro 3.3: Resumen de evaluación deflectométrica. Tramo III (lado derecho)
(equipo-viga *Benkelman*-método *Hogg*)**

ESTADÍSTICA	RADIO DE CURVATURA	DEFLEXIÓN CORREGIDA	CBR
MÁXIMA	781.3	240	35.7
MÍNIMA	26.9	8	1.4
PROMEDIO	514.3	60.2	10.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	291.5	48.4	9.1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	56.7	80.4	87.8

De acuerdo a los resultados, se han obtenido rangos de deflexiones y radios de curvatura aceptables, excepto de las zonas que presentan problemas de acolchonamientos y aquellas que están cercanas a problemas con estabilidad de taludes y/o filtraciones de agua.

c. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles, dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad.

Como se sabe el deterioro de la estructura de un pavimento está en función a los daños que éste presenta.

Los resultados de la evaluación se han comparado con los siguientes datos mostrados en el cuadro siguiente:

Cuadro 3.4: Resumen de la evaluación del índice de condición del pavimento – PCI

DAÑO	NIVEL	
DEFORMACIÓN	1	Huellas / hundimientos sensibles al usuario pero < 5cm (50mm.)
	2	Huellas / hundimientos entre 5cm (50 mm.) y 10cm (100 mm.)
	3	Huellas / hundimientos \geq 10cm (100 mm.)
EROSIÓN	1	Huellas / hundimientos sensibles al usuario pero < 5cm (50mm.)
	2	Huellas / hundimientos entre 5cm (50mm.) y 10cm (100mm.)
	3	Huellas / hundimientos \geq 10cm (100mm.)
HUECOS	1	Pueden repararse por mantenimiento rutinario
	2	Se necesita una capa de material adicional
	3	Se necesita una reconstrucción
ENCALAMINADO	1	Huellas / hundimientos sensibles al usuario pero < 5cm (50mm.)
	2	Huellas / hundimientos entre 5cm (50 mm.) y 10cm (100 mm.)
	3	Huellas / hundimientos \geq 10cm (100 mm.)
LODAZAL Y CRUCE DE AGUA	1	Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia
		No se definen niveles de gravedad

Del relevamiento de falla realizado se ha obtenido el siguiente cuadro resumen de los principales daños encontrados:

Cuadro 3.5: Resumen de fallas tramo II Villa Rica – San Juan de Cacazú

VALOR	DEFORMACIÓN		EROSIÓN		HUECOS		ENCALAMINADO		LODAZAL Y CRUCE DE AGUA		
	(mm)	Daño	Gravedad	Daño	Gravedad	Daño	Gravedad	Daño	Gravedad	Daño	Gravedad
MÁXIMO	160		78		109		85		105	-	
MINIMO	50		25		49		45		25	-	
PROMEDIO	76.2	2	54.7	2	70.4	2	45	1	54	1	

Conclusión se obtiene el siguiente cuadro resumen a nivel de toda la longitud del tramo “Villa Rica – San Juan de Cacazú”.

En resumen, para que la vía afirmada tenga una serviciabilidad adecuada, necesita con suma urgencia un mantenimiento rutinario, que incluye los trabajos de re-conformación del afirmado adicionando material nuevo en las zonas donde los requiera para darle el bombeo y el peralte respectivo, eliminando el encalaminado, los ahuellamientos, baches, la erosión del hombro del camino y el desprendimiento de los agregados, asimismo la reconstrucción de las cunetas de drenaje superficial y la limpieza de las alcantarillas y los derrumbes ocurridos.

Cuadro 3.6: Condición actual del pavimento – tramo III

CLASIFICACION SEGÚN PCI	% LONGITUD TOTAL
Severo	1.5
Malo a Fallado	98.5
Total	100

Con este porcentaje de 98.5% y con la clasificación que presenta la plataforma “malo a fallado”, es un indicativo del mal funcionamiento de la estructura del pavimento

d. Estudio de suelos e investigaciones geotécnicas

La exploración del subsuelo se realizó con un total de 24 calicatas o excavaciones a cielo abierto (C-1...C-24), ubicadas convenientemente, distribuidas dentro del ancho y largo de la vía; de tal manera que se pueda identificar el suelo de fundación y la capa de afirmado existente, para luego determinar el perfil de suelo.

En el siguiente cuadro 3.7 “Ubicación y Profundidad de Calicatas”, se detalla la ubicación y la profundidad alcanzada en cada una de las excavaciones.

Cuadro 3.7 Resumen estratigráfico de calicatas

CAL	UBICACIÓN	MATERIAL DE CAPA SUPERIOR		METRIAL DE TERRENO NATURAL	
	Km.				
C-1	42+400	00-0.10	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.10-1.00	Arcilla rosada, baja humedad, baja plasticidad y consistencia media.
C-2	42+600	-	-	0.00-0.40	Roca lutita, forma limos.
C-3	43+900	0.00-0.30	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.00-1.00	Arcilla rosada, baja plasticidad estable con bolonería.
C-4	44+700	-	-	0.00-1.20	Arcilla rosada, baja plasticidad y consistencia media.
C-5	45+000	-	-	0.00-1.20	Arcilla rosada, baja plasticidad. Sector ahuellado necesita mejorar.
C-6	46+200	0.00-0.20	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.00-0.80	Arcilla rosada compacta (roca frágil a la ficción) baja plasticidad estable.
C-7	46+900	0.00-0.15	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Nagazu)	0.00-0.80	Arcilla rosada compacta (roca frágil a la ficción) baja plasticidad estable.
C-8	48+100	0.00-0.15	Granular , grava arenosa, gris oscuro (BM)	0.00-0.80	Roca frágil a la ficción, arcilla dura, rosada, baja plasticidad y estable.
C-9	48+600	-	-	0.00-1.20	Arcilla rosada saturada inestable, se necesita mejorar, baja plasticidad.
C-10	49+400	0.00-0.30	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.00-1.20	Limo arcilloso, amarillo y de baja plasticidad con ligera humedad.
C-11	50+100	-	-	0.00-1.20	Arcilla limosa, anaranjada, ligeramente húmeda y sin gravas.
C-12	50+550	-	-	0.00-1.20	Limo arenoso, gris claro y ligeramente húmedo, con baja plasticidad.
C-13	50+900	-	-	0.00-1.20	Arcilla con limo negro sin gravas hay que mejorar

CAL	UBICACIÓN	MATERIAL DE CAPA SUPERIOR		METRIAL DE TERRENO NATURAL	
	Km.				
C-14	51+500	0.00-0.30	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.30-1.20	Arcilla amarilla claro, saturada y con baja plasticidad.
C-15	52+800	-	-	0.00-0.40	Roca gris clara, buena, estable y compacta.
C-16	53+200	-	-	0.00-1.20	Arcilla limosa anaranjada, baja plasticidad, ligeramente saturada y sin gravas.
C-17	54+000	0.00-0.70	Granular fragmentos de roca, grava 70%	-	-
C-18	55+000	0.00-0.15	Granular fragmentos de roca, grava 70%	0.00-1.20	Arcilla limosa de color amarillo saturado, baja plasticidad, sin gravas.
C-19	56+300	0.00-0.10	Granular fragmentos de roca, grava 60%	0.10-1.50	Arcilla limosa, rosada, saturada, baja plasticidad necesita mejorar.
C-20	58+500	0.00-0.40	Limo arenoso amarillo claro, no plástico (cantera Ñagazu)	0.00-1.50	Arcilla rosada saturada, suelta, no compacta con baja a media plasticidad.
C-21	61+400	0.00-0.20	Limo arenoso rosado y amarillo NP (cantera Nagazu)	0.20-1.40	Arcilla rosada, compacta estable, con fragmentos de roca, ligera humedad.
C-22	63+400	-	-	0.00-0.40	Roca gris oscura, estable, compacta y regular.

- **Canteras para el proyecto**

Las canteras de material granular disponibles se ubican en laderas de cerro y en el cauce de ríos y riachuelos.

La mayor parte son de fácil acceso por ubicarse a ambos lados de la misma carretera. En el plano clave del proyecto se detalla el inventario de canteras y fuentes de agua disponibles.

Se evaluaron las siguientes tres canteras de materiales granulares:

- Cantera Río Villa Rica (puente Colorado) km. 41+806, lado derecho
- Cantera Mellizos km. 56+650, lado derecho
- Cantera río Cacazú km. 76+650, lado izquierdo

Las canteras de materiales finos arcillosos más representativas se presentan en los taludes de carretera y son:

Cuadro 3.8 Canteras de materiales finos arcillosos

N°	CANTERA	UBICACIÓN	POTENCIA (m ³)	TIPO DE MATERIAL
1	GABANCHO-I	Km. 60+900	3,000.00	ARCILLA GRAVOSA
2	GABANCHO-II	Km. 67+380	4,000.00	ARCILLA GRAVOSA
3	S/NOMBRE	Km- 72+300	2,000.00	ARCILLA GRAVOSA

- **Fuentes de agua**

Con la finalidad de contar con fuentes de agua aptas para la fabricación de mezclas de concreto y uso en pavimentos se tomaron muestras para su respectivo análisis, siendo los resultados los siguientes:

Cuadro 3.9: Resumen de ensayos químicos de fuentes de agua

Ubicación	PH	CL-	SO _{≈4}	Sales solubles totales	Materia orgánica	Sólidos suspensión
Km		Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm
Río Entaz* km. 39+398 Acceso a 2.5 kms. carretera a Palcazu	7.2	6.38	0	21	7.7	628
Km. 51+000	7.75	14.18	4.8	210.8	0	0

Los límites permisibles de los anteriores parámetros son los siguientes:

PARÁMETROS	VALOR LÍMITE
• Cloruros	300 ppm (mg/L)
• Sulfatos	300 ppm (mg/L)
• Sales de magnesio	150 ppm (mg/L)
• Sales solubles notables	1500 ppm (mg/L)
• PH	≥ 7
• Solución de suspensión	5000 ppm (mg/L)
• Materia orgánica	10 ppm (mg/L)

- **Pavimento**

El diseño del espesor de la base estabilizada se basa en los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos ejecutado en la plataforma existente, así como en el conteo de tráfico llevado a cabo.

El método empleado para el dimensionamiento del espesor de la capa de estabilizada es el método AASHTO 93.

Este método contempla la utilización de una capa superficial de material estabilizado, permitiendo mantener un nivel de servicio adecuado cuando el volumen de tráfico proyectado es bajo, considerando un periodo de diseño de 5 años.

La magnitud de la carga y el volumen existente del tráfico juegan un papel importante en el diseño estructural del pavimento, por lo que se deben establecer datos realistas para este caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado será mayormente ligero y/o pesado.

En el proyecto, se ha realizado el conteo vehicular que se muestra a continuación:

Cuadro 3.10: Factor tráfico de diseño - Tramo III

SECTOR	ESAL	PERIODO DE DISEÑO (años)
Villa Rica-San Juan de Cacazú (km. 41+806 – km. 77+240)	1191821.66	5

Cuadro 3.11: Aproximación del análisis por capas

Datos	Espesor (cm)	SN por capa	SN acumulado
Tratamiento superficial (D1)	1.50	0.000	0.000
Base estabilizada (D2)	16.00	2.910	2.910
Sub-base granular (D3)	0.00	0.000	2.910

- **Aplicación de la tecnología PROES**

La Tecnología PROES se centra en generar **soluciones de pavimentación de alta calidad y durabilidad**, optimizando el uso de recursos y cuidando la sustentabilidad ambiental de los procesos, a partir de:

1. El suelo natural con plasticidad,
2. Un aditivo líquido PROES®, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo
3. Un aditivo sólido que cumple la función de aglomerante.

Se genera una base estabilizada que es:

- ✓ altamente resistente (CBR>100%; $M_r \approx 2.000$ MPa)
- ✓ impermeable y con comportamiento flexible

Se aplicará esta tecnología al suelo de la subrasante, constituido mayormente por suelos finos de plasticidad media y suelos granulares con finos, a fin de estabilizarlo.

Se construyó en el tramo III un “tramo de prueba”, mezclando y homogenizando el aditivo incorporado en los 15cm más superficiales de plataforma existente, a modo de estabilizarla:

La capa superior de terreno existente está constituida por material arenoso arcilloso de espesor variable.

Se utilizó en la estabilización aproximadamente 1.2 bolsas de cemento por metro lineal de carretera.

Se utilizó en la estabilización 0,30 litros de aditivo líquido PROES_{MR} por cada metro cúbico de suelo compacto.

- **Proceso constructivo de plataforma de prueba**

Paso 1: Se verifica el tipo de suelo mediante una calicata. Luego se escarifica la superficie de la carretera, remueve y mezcla hasta obtener una mezcla homogénea. Este proceso se ilustra en la figura 3.4



Fig. 3.4: Verificación del suelo mediante una calicata

- **Paso 2:**

Se remueve y venta con motoniveladora los 15 cm superficiales de la plataforma para bajar la humedad del material. Este proceso se realiza las veces necesarias hasta homogenizar el cemento agregado con el material superficial de la plataforma. Este proceso se ilustra en la figura 3.5



Fig. 3.5: Proceso para bajar humedad.

• **Paso 3:**

Se agrega el aditivo sólido y con una recicladora se homogeniza con el suelo natural. Este proceso se muestra en la fotografía 3.6 y 3.7.



Fig. 3.6 Proceso de colocación de aditivo y homogenización



Fig. 3.7 Proceso de colocación de aditivo y homogenización con recicladora

- **Paso 4**

Se conforma y compacta el material, humedeciendo previamente con el agua de la cisterna donde se ha disuelto el aditivo PROES, hasta alcanzar aproximadamente el óptimo contenido de humedad del próctor modificado.

Luego, se deja actuar 4 días para que actúe el aditivo. Este proceso se ilustra a continuación.



Fig. 3.8: Compactación de terreno

- **Paso 5:**

-

Se continúa con el proceso de compactación y se toman las densidades respectivas. Estas alcanzan el primer día aproximadamente el 90% de la máxima densidad seca del próctor modificado, hasta llegar a una densidad de 95% al quinto día de trabajado. Este proceso se ilustra en las siguientes imágenes.



Figura 3.9: Compactación y toma de densidades

A continuación, se presenta el cuadro resumen comparativo de muestras y resultados de ensayos en la plataforma de tramo III.

- **Panel fotográfico del tramo de prueba**

1. **Trazo.-** Demarcación de anchos y bordes de la plataforma, así como sectores intermedios por donde ingresará la recicladora. Este proceso se ilustra en las vistas siguientes.



Figura 3.10: Trazo para la estabilización



Figura 3.11: Proceso del tendido de cemento



Fig. 3.12 Continuación del proceso de tendido de cemento

2.- Proceso de tendido de cemento a través de camión esparcidor de finos

3.- **Estabilización.-** consiste en la combinación del aditivo sólido con el aditivo líquido, dando origen a la modificación química del terreno existente y modificando sus propiedades naturales.



Fig. 3.13 Proceso de estabilización

4.- Conformación y compactación de la plataforma estabilizada.- Se realiza con equipo convencional: motoniveladora y rodillo. Este proceso se ilustra en las fotografías

siguientes.



Figura 3.14: Conformación y compactación de plataforma estabilizada.



Fig. 3.15 Conformación y compactación de plataforma estabilizada (continuación)

3.4.3 Protección con mortero asfáltico

Los tipos de protección que se practicaron incluyen: riego con emulsión más lechada asfáltica, riego con emulsión más sello de arena-asfalto y riego con emulsión más tratamiento superficial monocapa.

El objetivo de su aplicación es la protección oportuna de la superficie asfáltica que tiene pequeñas fisuras y resquebrajamientos en la superficie, las cuales normalmente, son precursores de daños mayores cuando no hay una intervención a tiempo para la

recuperación de las condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas. Además, minimiza y/o retarda la formación de daños más severos en el pavimento.

El tamaño del agregado a utilizar se define técnicamente, según el objetivo para el cual se coloca la protección asfáltica. Estos procesos son ilustrados en las fotografías 3.16 y 3.17



Fig.3.16: Instalación de plantas industriales para el procesamiento de agregados



Fig. 3.17: Colocación de mortero asfáltico o *slurry seal*

3.4.4 Construcción de badenes

Los badenes son estructuras de concreto y/o mampostería de piedra sobre el de cruce a nivel del camino con quebradas y cuyos flujos de agua son de tipo estacional. De esta manera, los badenes sirven de plataforma del camino y de cauce para el paso del agua y de sus materiales de arrastre.

El mantenimiento periódico del camino incluye la reparación puntual de badenes existentes. El proceso de su construcción se ilustra en la fotografía 3.18



Figura 3.18 : Construcción de badenes

3.4.5 Construcción de alcantarillas

Consiste en la reposición, reemplazo, alargamiento y/o complementación de tuberías metálicas corrugadas existentes, así como en hacer las reparaciones complementarias en cabezales y elementos de entrada y salida de la alcantarilla. Asimismo, en la construcción e instalación de alcantarillas metálicas corrugadas nuevas en los sitios que se requieran.

Es objetivo es mantener y mejorar el drenaje de la vía con las alcantarillas trabajando eficientemente, permitiendo que el agua fluya libremente, evitando filtraciones y desvíos de agua perjudiciales para la vía. Este proceso se ilustra en las fotografías 3.19 a la 3.21.



Figura 3.19 : Armado de tuberías de TMC



Figura 3.20 : Colocación y relleno de tubería TMC



Fig.3.21 : Alcantarilla terminada

3.4.6 Señalización

Se instalaron señales con el propósito de contribuir a prevenir accidentes, reduciendo los riesgos, mediante dispositivos de información que contienen advertencias, prohibiciones o detalles de la vía o de los lugares por donde ella pasa. También se han empleado otros elementos, como guardavías o barreras de protección para disminuir la severidad de los accidentes.

En las actividades de conservación rutinaria se ha establecido mantener las señales y los elementos de seguridad siempre limpios, visibles, completos, situados correctamente y en la posición adecuada.

Se ha considerado también eliminar avisos y/o retirar paneles o avisos comerciales que distraigan a los conductores, produzcan contaminación visual y deterioren el paisaje natural.

Los trabajos ejecutados en este rubro son los que a continuación se describen:

Marcas en el pavimento.- demarcación de los bordes de la carretera así como la determinación de la línea central que separa cada carril, cuando corresponda. Este proceso se ilustra en las fotografías 3.22



Figura 3.22: Marcas en el pavimento

Postes delineadores.- La actividad de instalación y pintado de los postes delineadores se ilustra en las siguientes imágenes.



Fig. 3.23: Instalación de delineadores

- Pintura de parapetos de muros. - viene a ser el pintado de los bordes superiores de los muros de contención. Como se ve en las fig. 3.24



Fig. 3.24: Pintura de parapetos y muros

Señalización vertical.- instalación de señales preventivas, reglamentarias e informativas. Incluye la instalación y el pintado de los postes de concreto. Esta actividad se ilustra en la fig. 3.25 y fig. 3.26.



Figura 3.25: Señalización vertical



Figura 3.26: Señalización vertical preventiva e informativa

3.5 Comparativo estado anterior y actual de la carretera

Se presenta un conjunto de fotografías desde 3.27 hasta la fotografía 3.56; que muestran comparativamente el estado inicial, o el estado antes de la intervención del contratista conservador de la carretera y el estado actual o después de su intervención.

En las fotografías que se muestran, se puede observar que antes de la intervención del contratista conservador, la carretera presentaba una total intransitabilidad, a diferencia de su actual estado, donde se evidencia una plataforma transitable, conservada y más segura.



Fig. 3.27 Inicial



Fig. 3.28 Actual



Fig. 3.29 Inicial



Fig. 3.30 Actual



Fig. 3.31 Inicial



Fig.3.32 Actual



Fig. 3.33 Inicial



Fig. 3.34 Actual



Fig. 3.35 Inicial



Fig. 3.36 Actual



Fig. 3.37 Inicial



Fig. 3.38 Actual



Fig. 3.39 Inicial



Fig. 3.40 Actual



Fig. 3.41 Inicial



Fig. 3.42 Actual



Fig. 3.43 Inicial



Fig. 3.44 Actual



Fig. 3.45 Inicial



Fig. 3.46 Actual



Fig. 3.47 Inicial



Fig. 3.48 Actual



Fig. 3.49 Inicial



Fig. 3.50 Actual



Fig. 3.51 Inicial



Fig. 3.52 Actual



Fig. 3.53 Inicial



Fig. 3.54 Actual



Fig. 3.55 Inicial



Fig. 3.56 Actual

Capítulo 4 Control de niveles de servicio de la carretera

4.1 Control de los niveles de servicio de la conservación rutinaria

Contractualmente se define como nivel de servicio, al conjunto de exigencias parametrizadas que debe cumplir el contratista conservador para evitar tener incumplimientos que deriven en multas o penalidades. Los niveles de servicio son medidas mensuales.

La medición de estos niveles de servicio son realizadas por la supervisión del servicio conjuntamente con el representante del contratista, el último día de cada mes, procediendo para ello a evaluar, de acuerdo a la planilla de indicadores estableciendo contractualmente; la forma y tolerancia para cada elemento de la vía considerado controlar.

Tabla 4.1 Tabla de indicadores del nivel de de servicio

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	IRI	Instrumental	< 10 m/Km
Berna	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Baches	Visual	Sin baches
Drenaje	Cunetas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas.
	Alcantarillas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas
	Bajadas de Agua	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas
	Badenes	Visual	Siempre limpia libre de escombros
Señalización	Verticales	Visual	Limpias.
	Hitos	Visual	Limpios.
Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	Limpios
	Delineadores	Visual	Limpios
Estructuras Viales	Puentes	Visual	Limpios y libre de obstáculos, drenes abiertos
	Pontones	Visual	Limpios y libre de obstáculos, drenes abiertos
Zonas Laterales			
(Derecho de vía)	Roce	Visual	Altura Máxima. 0.30 M.
	Talud inferior	Visual	Solo erosión causada por naturaleza, no se aceptará erosión relacionada con el incumplimiento del nivel de servicio de la vía.

4.1.1 Cálculo del nivel de servicio

Para el cálculo del nivel de servicio de cada tramo de la carretera y determinar el monto de la penalidad correspondiente por su incumplimiento, se utiliza la tabla 4.2 prevista contractualmente. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- La evaluación se realizará cada 10 kilómetros para lo que se definirá por sorteo los sectores que serán evaluados.
- Los segmentos del 1 al 10 en el cuadro, representan cada uno 100 metros de carretera, permitiendo el cuadro evaluar 1 kilómetro.
- En cada celda se colocara una X cuando se verifique en la evaluación que existe algún incumplimiento.
- El supervisor calculará el porcentaje de incumplimiento de cada kilómetro evaluado, procediendo luego a obtener un promedio de todas las muestras, con lo cual se calcula finalmente el porcentaje de incumplimiento y penalidad por incumplimiento correspondiente.
- El pago mensual = cuota del mes * (100% - Porcentaje de incumplimiento)

4.2 Tabla de cálculo de nivel de servicio por tramo

ASPECTO INSPECCIONADO	VARIABLE											NUMERO DE FALLAS	FACTOR DE PESO	PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
												(1)	(2)	(3) = (1) * (2) / 10
Calzada	Limpieza												25	
Berma	Limpieza												10	
Drenaje	Cunetas												5	
	Alcantarillas												5	
	Bajadas de agua												5	
	Baden												5	
Señalización	Vertical												7.5	
	Hitos												7.5	
Elementos de seguridad	Guardavías												5	
	Delineadores												5	
Estructuras Viales	Puentes												5	
	Pontones												5	
Zonas Laterales	Roce												5	
(Derecho de vía)	Talud inferior												5	

Conclusiones y recomendaciones

Luego de participar como gerente de proyecto del servicio de conservación vial por niveles de servicio de la carretera Paucartambo – Oxapampa – Villa Rica – Von Humboldt, considero que mi apreciación sobre este tipo de contratos que viene desarrollando el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es de gran importancia para carreteras de primer y segundo orden pues aseguran preservar la inversión realizada en su construcción y también para carreteras de tercer orden y/o vecinales y/o rurales, generando un impacto socio-económico importante en la población servida mediante la mejora de la transitabilidad, seguridad de uso y comodidad de los usuarios de la vía. Sin embargo, considero que debe tenerse en cuenta exigencias y limitaciones pues este sistema marca notables exclusiones.

- El servicio de conservación vial contratado debe permitir realizar trabajos sin parametrizarse en el mantenimiento del trazo existente. Debe por el contrario, permitir al contratista conservador realizar actividades de construcción de subdrenajes, mejoramientos del terreno de fundación, modificación del alineamiento vial de ser necesario, etc., pues estas intervenciones de menor costo no permitidas contractualmente, redundarán en garantizar la inversión realizada en la conservación periódica de la vía.
- En sectores calificados como “ puntos críticos” donde la carretera presenta un gran deterioro y amerita realizar trabajos de mejoramientos de gran volumen, las actividades de conservación y por ende el control de niveles de servicio no deben focalizarse en la conservación de la superficie de rodadura de la carretera, pues es preferible mantener estos sectores en afirmado, reduciéndose la conservación de la calzada a actividades de bacheos y postergando la corrección de estos “puntos críticos” con el fin de ejecutarse como proyectos de rehabilitación en un futuro cercano.

- En el caso de la conservación de carreteras construidas como proyectos de inversión, este novedoso programa de conservación vial por niveles de servicio es un gran aporte, pues a través de éstos el estado logra preservar la inversión realizada en su construcción, trasladando al contratista conservador los costos de gestión, operación y administración requeridos para conservar la misma en un óptimo estado de conservación. Adicionalmente, el contratista como parte de sus obligaciones, deberá realizar el seguimiento del deterioro de la vía y las evaluaciones pertinentes, de modo que pueda advertir al propietario, de los posibles deterioros que tendrá la vía, sea por envejecimiento natural, crecimiento del tránsito vehicular, de carga o de algún agente externo que ponga en riesgo la vida útil de la carretera.

Bibliografía

- **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, “Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito”, 2008.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, Manual de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (EG-CBT), 2008.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIÓN, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE**, “Manual ambiental para el diseño y construcción de vías-TCC”
- **MINISTERIO DE FOMENTO: DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS**, “Recomendaciones de conservación de carreteras del Perú, 1952.
- **DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. OFICINA DE MANTENIMIENTO VIAL, UNIDAD DE NORMAS Y SISTEMAS, SECTOR TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, “Manual de mantenimiento vial para ingenieros”, Perú, 1979.
- **OBRAS DE INGENIERÍA**, “Plan de conservación de vial elaborado para la carretera Paucartambo – Von Humboldt”, 2010