

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA ENTRE LAS MODALIDADES  
EJECUTIVAS DE CONSERVACIÓN VIAL APLICANDO EL  
MODELO HDM- 4 EN LA CARRETERA PE-38  
TRAMO: TACNA – TARATA”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Juan Carlos Vargas León**

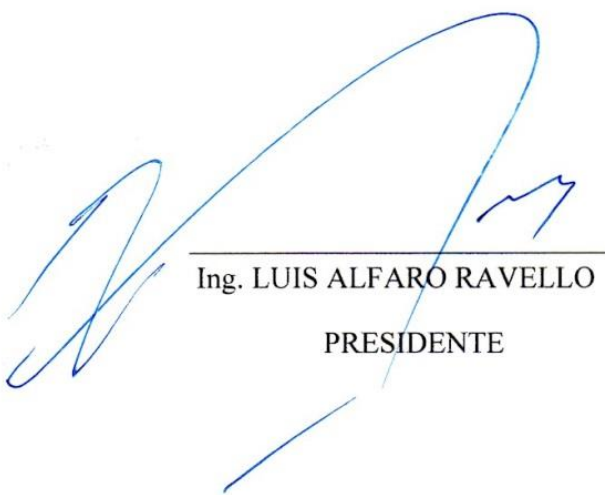
**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**TACNA - PERÚ**

**2017**

**PÁGINA DE JURADO**



A large, stylized handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the left.

---

Ing. LUIS ALFARO RAVELLO

PRESIDENTE



A smaller, more compact handwritten signature in blue ink, featuring a prominent circular loop at the top.

---

Ing. SAMUEL AMAR ANTEZANA

SECRETARIO



A handwritten signature in blue ink, enclosed within a circular scribble. The signature itself is somewhat abstract, with a vertical line and a horizontal line intersecting.

---

Ing. LUIS CHÁVEZ ORDINOLA

VOCAL

***Dedicatoria***

*A mi Abuelita Paula León que descansa en  
paz, gracias por darme a la mejor madre  
que un hijo puede tener.*

## **Agradecimiento**

El autor del presente trabajo de grado para la obtención del título profesional, expresa sus más sincero agradecimiento a: Mi familia, mi madre Doña Juana León Flores, mi hermana Yessenia Luz, mi sobrina Cristina Osco Vargas y en especial a mi Padre Don Guillermo Vargas Mendoza por su apoyo incondicional.

A mi asesor Ingeniero Omar Dueñas Rospigliosi, por su apoyo dirección en la elaboración de la presente Tesis y también al Ingeniero Oscar Llerena Alatrística, por todas sus enseñanzas que recibí de su persona durante mi estancia como practicante en la Zonal de Provias Nacional Tacna – Moquegua.

Al Dr. Ing. Marcelo Bustos por sus enseñanzas en el país de Argentina sobre el modelo HDM-4 y por conferirme tan valiosa herramienta desinteresadamente mi más sincero agradecimiento, gracias a todos por su valiosa colaboración para hacer posible la elaboración de este trabajo.

# ÍNDICE

Pág.

Resumen

Introducción

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES ..... 1

1.1 Problemática..... 1

1.2 Hipótesis..... 3

1.3 Importancia de la investigación..... 4

1.4 Objetivos ..... 4

1.4.1 Objetivo general..... 4

1.4.2 Objetivos específicos ..... 5

1.5 Variables..... 5

1.6 Matriz de consistencia ..... 6

1.7 Alcances y limitaciones del estudio ..... 7

1.7.1 Alcances..... 7

1.7.2 Limitaciones..... 7

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO ..... 8

2.1 Pavimentos ..... 8

2.1.1 Definición de pavimento..... 8

2.1.2 Elementos que conforman la estructura de un pavimento ..... 9

2.1.2.1 Sub rasante ..... 9

2.1.2.2 Sub base ..... 9

2.1.2.3 Base ..... 10

2.1.2.4 Capa de rodamiento ..... 11

2.1.3 Funciones de los pavimentos ..... 12

2.1.4 Tipos de pavimentos ..... 13

2.1.5 Pavimento flexible ..... 15

2.1.5.1 Mezcla asfáltica en caliente ..... 16

2.1.5.2 Mezcla asfáltica en frío ..... 16

2.1.5.3 Tratamiento superficial ..... 17

2.1.6	Los daños en los pavimentos .....	18
2.1.7	Clasificación de los daños.....	19
2.1.8	Importancia de la clase de daño .....	21
2.1.9	Utilidad del inventario de daños .....	22
2.1.10	Pavement condition index (PCI).....	25
2.1.10.1	Índice de condición del pavimento .....	25
2.1.10.2	Procedimiento de la evaluación .....	26
2.2	Gestión vial.....	28
2.2.1	Gestión de conservación vial .....	28
2.2.2	Sistema de gestión de pavimentos .....	30
2.2.3	Estructura típica de un sistema de gestión pavimentos .....	31
2.2.4	Concepción modular de un sistema de gestión de pavimentos.....	35
2.2.4.1	Módulo de base de datos .....	35
2.2.4.2	Módulo de métodos de análisis .....	37
2.2.4.3	Módulo de ejecución de obras y retroalimentación .....	40
2.2.5	Niveles de aplicación de la gestión vial.....	41
2.2.5.1	Nivel de proyecto .....	42
2.2.5.2	Nivel de red .....	43
2.2.6	Productos de un sistema de gestión de pavimentos .....	45
2.2.7	Beneficios de un sistema de gestión de pavimentos .....	46
2.2.8	Proceso de implementación de un SGP .....	47
2.2.8.1	Principales aspectos a considerar .....	48
2.2.8.2	Etapas sugeridas para la implementación .....	49
2.3	Conservación vial .....	54
2.3.1	Esquema óptimo de conservación vial.....	54
2.3.2	Ciclo de vida fatal de una carretera .....	54
2.3.3	Ciclo de vida deseable .....	58
2.3.4	Niveles de intervención en la conservación vial.....	61
2.4	Modalidades de ejecución en la conservación vial.....	68
2.4.1	Administración directa.....	70
2.4.2	Contratos por niveles de servicios .....	73
2.4.2.1	Contrato por resultados .....	75
2.4.2.2	Evaluación del nivel del servicio .....	76
2.4.2.3	Fases del servicio .....	76
2.4.2.4	Criterios de pago .....	79
2.4.2.5	Ahorro en los costos de operación vehicular .....	79
2.4.2.6	Incremento del volumen de tránsito de vehículos.....	80

2.4.2.7 Reducción de tiempo de viaje .....	80
2.4.3 Contratos de conservación vial con microempresas .....	83
2.4.3.1 Microempresas .....	84
2.4.3.2 Tipos de caminos bajo mantenimiento rutinario .....	85
2.4.3.3 Formación micro empresarial .....	85
2.4.3.4 Niveles de servicio e indicadores de desempeño .....	87
2.4.3.5 Supervisión de contratos .....	89
2.4.3.6 Conclusiones por contratos con microempresas .....	90
2.4.4 Contratos por concesión vial.....	91
2.4.4.1 Concesionamiento de una carretera .....	92
2.4.4.2 Concesiones viales en el Perú .....	94
2.4.4.3 Modalidades de inversión de infraestructura vial .....	96
2.4.4.4 Problemática y beneficios de las concesiones viales .....	97
2.4.4.5 Concesiones viales vigentes .....	101

### **CAPÍTULO III**

<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>102</b>
3.1 Antecedentes .....	102
3.2 Metodología de evaluación .....	103
3.2.1 Marco general .....	103
3.2.2 Uso del software HDM-4.....	104
3.2.3 Datos de entrada.....	105
3.2.4 Costos de inversión y de mantenimiento vial .....	106
3.2.5 Tipos de vehículo y costos de operación .....	106
3.2.6 Volúmenes de tránsito .....	107
3.2.7 Indicadores económicos.....	109
3.3 Procesos de gestión de carreteras .....	109
3.3.1 Planificación .....	110
3.3.2 Programación .....	111
3.3.3 Preparación .....	112
3.3.4 Operaciones .....	112
3.4 Ciclo de gestión .....	113
3.5 Ciclos dentro de las funciones de gestión .....	114
3.6 Soporte técnico de la investigación .....	115
3.7 Selección de variables .....	117
3.7.1 Modelos del HDM-4.....	117

3.8 HDM-4 (Highway Development and Management model).....	121
3.8.1 Generalidades.....	121
3.8.2 Componentes del HDM-4.....	123
3.8.3 Información que requiere.....	123
3.8.3.1 Geometría.....	124
3.8.3.2 Condición superficial del pavimento .....	124
3.8.3.2 Condición estructural del pavimento .....	125
3.8.3.3 Zona climática.....	127
3.8.3.4 Costos unitarios.....	128
3.8.3.5 Datos del tránsito.....	128
3.8.4 Tipos de trabajo que considera el HDM-4.....	130
3.8.5 Lógica empleada por el HDM-4 en la aplicación de trabajos.....	132
3.8.6 Elaboración de las estrategias de conservación a considerar.....	133
3.8.7 Modo en que el HDM-4 realiza el análisis económico.....	134
3.8.8 Caracterización del software.....	135

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LA CARRETERA RUTA PE-38**

<b>TRAMO: TACNA - TARATA.....</b>	<b>139</b>
4.1 Diagnóstico de la situación actual .....	139
4.1.1 Tacna – Alto de la Alianza (km 02+000 – km 22+000).....	139
4.1.2 Alto de la Alianza – Tarata (km 22+000 – km 86+500).....	144
4.1.3 Conclusiones de los trabajos a realizar .....	149
4.1.4 Climatología.....	150
4.1.5 Clasificación de la carretera.....	150
4.2 Topografía .....	151
4.3 Tránsito.....	153
4.3.1 Metodología del conteo .....	154
4.3.2 Resultado del punto de conteo .....	155

## **CAPÍTULO V**

### **EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PAVIMENTO..... 163**

5.1 Generalidades .....	163
5.2 Evaluación superficial del pavimento .....	164
5.3 Evaluación funcional del pavimento .....	166
5.3.1 Índice de rugosidad internacional (IRI).....	167

5.4 Evaluación estructural del pavimento .....	173
5.4.1 Deflexiones de la estructura del pavimento.....	174
5.5 Soluciones y alternativas técnicas .....	180
5.5.1 Estado situacional del pavimento sub tramo I .....	180
5.5.2 Estado situacional del pavimento sub tramo II.....	183
5.5.3 Justificación de propuesta de solución técnica alternativa II .....	186

## **CAPÍTULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA APLICANDO**

<b>EL MODELO HDM-4 .....</b>	<b>188</b>
6.1 Generalidades .....	188
6.2 Metodología.....	189
6.3 Características actuales de la vía .....	191
6.4 Tránsito.....	197
6.5 Costos del proyecto .....	198
6.5.1 Costos de operación vehicular .....	198
6.5.2 Costos de inversión en mantenimiento .....	202
6.5.3 Costos y alternativas de mantenimiento .....	203
6.5.3.1 Alternativas de solución.....	203
6.5.3.2 Presupuesto de mantenimiento rutinario anual .....	205
6.6 Evaluación económica de alternativas de mantenimiento.....	208
6.6.1 Beneficios del proyecto .....	208
6.6.2 Resultados de la evaluación.....	209
6.6.2.1 Indicadores económicos del proyecto .....	210
6.6.2.2 Beneficios económicos del usuario.....	210
6.6.2.3 Evolución de la rugosidad.....	212
6.6.2.4 Costes económicos del mantenimiento periódico.....	214

## **CAPÍTULO VII**

### **MODALIDAD DE EJECUCIÓN RECOMENDADA**

<b>PARA LA CONSERVACIÓN Y GESTIÓN VIAL .....</b>	<b>215</b>
7.1 Generalidades .....	215
7.2 Tipo de concesión APP .....	219
7.3 Esquema financiero .....	220
7.4 Cobro por uso de la infraestructura vial .....	221
7.4.1 Peaje.....	222

7.4.2 Objetivo del peaje en el Perú .....	223
7.4.3 Peajes en carreteras de bajo tránsito .....	223
7.4.4 Parámetros para fijar la tasa de peaje.....	224
7.4.5 Problemas con peajes caso “Puente Piedra” .....	225
7.5 Beneficios adicionales de la concesión .....	226
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>228</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>233</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 2.1. <i>Causas y soluciones a los daños más frecuentes.</i> .....	23
Tabla 2.2. <i>Rangos de calificación del PCI.</i> .....	26
Tabla 2.3. <i>Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.</i> .....	28
Tabla 2.4. <i>Niveles de servicios mínimos que debe garantizar el contratista.</i> .....	76
Tabla 2.5. <i>Ahorro en los costos de operación vehicular.</i> .....	80
Tabla 2.6. <i>Ejemplo incremento de tránsito por contratos de niveles de servicio.</i> 80	
Tabla 2.7. <i>Ejemplo de reducción de tiempos de viaje.</i> .....	80
Tabla 2.9. <i>Carreteras concesionadas en el Perú.</i> .....	101
Tabla 3.1. <i>Correspondencia entre tipos de vehículos.</i> .....	108
Tabla 3.2. <i>Cambios en los procesos de gestión.</i> .....	113
Tabla 3.3. <i>Funciones de gestión y sus aplicaciones en HDM-4.</i> .....	115
Tabla 3.4. <i>Relaciones de costos del HDM-4.</i> .....	116
Tabla 3.5. <i>Tipos de trabajos considerados en el HDM-4</i> .....	130
Tabla 4.1. <i>Ancho promedio de calzada y berma de la carpeta asfáltica.</i> .....	139
Tabla 4.2. <i>Relación de poblados sub tramo I.</i> .....	140
Tabla 4.3. <i>Relación de poblados sub tramo II.</i> .....	145
Tabla 4.4. <i>Estación de conteos.</i> .....	154
Tabla 4.5. <i>Tramificación a partir del punto de conteo.</i> .....	154
Tabla 4.6. <i>Resumen en punto de conteo salida Tarata km 02+000.</i> .....	156
Tabla 4.7. <i>Resumen en punto de conteo Tarata km 73+500.</i> .....	157
Tabla 4.8. <i>Abreviación del parque vehicular.</i> .....	158
Tabla 4.9. <i>Tipos de vehículos – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</i> ..	159
Tabla 4.10. <i>IMDA en punto de conteo salida Tarata km 02+000.</i> .....	161
Tabla 4.11. <i>IMDA en punto de conteo Tarata km 73+500.</i> .....	162
Tabla 5.1. <i>Fallas consideradas en PCI para pavimentos flexibles.</i> .....	164

Tabla 5.2. <i>Porcentaje y área de daños desde km 02+000 al km 86+500.</i> .....	165
Tabla 5.3. <i>Rango de calificación del IRI.</i> .....	169
Tabla 5.4. <i>Descripción de los tramos para el relevamiento del IRI.</i> .....	169
Tabla 5.5. <i>Resumen de los resultados de IRI.</i> .....	170
Tabla 5.6. <i>Resumen estadístico de las deflecciones.</i> .....	177
Tabla 5.7. <i>Descripción de las alternativas del km 02+000 al km 22+000.</i> .....	180
Tabla 5.8. <i>Descripción de las alternativas del km 22+000 al km 86+500.</i> .....	183
Tabla 6.1. <i>Resumen descriptivo.</i> .....	189
Tabla 6.2. <i>Configuración del proyecto.</i> .....	192
Tabla 6.3. <i>Tipo de velocidad y capacidad de la carretera.</i> .....	192
Tabla 6.4. <i>Zona climática.</i> .....	193
Tabla 6.5. <i>Tipo de moneda.</i> .....	193
Tabla 6.6. <i>Datos globales del tramo.</i> .....	193
Tabla 6.7. <i>Red de carreteras</i> .....	194
Tabla 6.8. <i>Proyectos alternativos de la carretera Tacna – Tarata.</i> .....	196
Tabla 6.9. <i>Tránsito del 22/11/2015 al 25/11/15 sub tramo I</i> .....	197
Tabla 6.10. <i>Tránsito del 26/11/2015 al 02/12/2015 sub tramo II</i> .....	197
Tabla 6.11. <i>Costos financieros de vehículos e insumos</i> .....	198
Tabla 6.12. <i>Costos económicos de vehículos e insumos</i> .....	199
Tabla 6.13. <i>Parques de vehículos</i> .....	200
Tabla 6.14. <i>Costos financieros de alternativas (tipo de cambio \$1=S/. 3,4).</i> .....	202
Tabla 6.15. <i>Costos económicos de alternativas (tipo de cambio \$1=S/. 3.4).</i> .....	203
Tabla 6.16. <i>Costos financieros de alternativas de mantenimiento periódico</i> .....	204
Tabla 6.17. <i>Costos económicos de alternativas de mantenimiento periódico</i> ....	205
Tabla 6.18. <i>Cuadro comparativo de las alternativas 0, I y II del sub tramo I.</i> ...	206
Tabla 6.19. <i>Cuadro comparativo de las alternativas 0, I y II del sub tramo II.</i> ..	207
Tabla 6.20. <i>Valores de los indicadores de rentabilidad</i> .....	209

Tabla 6.21. <i>Indicadores económicos del proyecto</i> .....	210
Tabla 6.22. <i>Beneficios económicos del usuario alternativa II</i> .....	211
Tabla 6.23. <i>Costos económicos del mantenimiento</i> .....	214
Tabla 7.1. <i>Tramos de la concesión recomendada</i> .....	217
Tabla 7.2. <i>Características del proyecto recomendado</i> .....	217
Tabla 7.3. <i>Distribución de los Riesgos</i> .....	220
Tabla 7.4. <i>Condiciones mínimas de servicio</i> .....	222

## Índice de figuras

<i>Figura 1.1.</i> Carretera PE-38 tramo: Tacna – Tarata .....	3
<i>Figura 2.1.</i> Muestra del impacto de las cargas en dos tipos de pavimentos.....	14
<i>Figura 2.2.</i> Sección típica de un pavimento asfáltico convencional.....	16
<i>Figura 2.3.</i> Formato de exploración de condición del pavimento asfáltico.....	27
<i>Figura 2.4.</i> Esquema del sistema de gestión vial y sus sub-sistemas. ....	29
<i>Figura 2.5.</i> Representación esquemática de los modelos de un SGP. ....	34
<i>Figura 2.6.</i> Estructura de un sistema de gestión de pavimentos.....	35
<i>Figura 2.7.</i> Interrelaciones entre niveles de decisión en un SGP. ....	41
<i>Figura 2.7.</i> Relación entre niveles de decisión. ....	45
<i>Figura 2.8.</i> Esquema de la implementación de un SGP .....	52
<i>Figura 2.9.</i> Condición de vía sin mantenimiento.....	55
<i>Figura 2.10.</i> Ciclo de vida fatal de los caminos. ....	58
<i>Figura 2.11.</i> Condición de vía con y sin mantenimiento.....	59
<i>Figura 2.12.</i> Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”. ....	60
<i>Figura 2.13.</i> Ciclo deseable de la conservación vial. ....	61
<i>Figura 2.14.</i> Limpieza de derrumbes Tacna –Tarata .....	64
<i>Figura 2.15.</i> Demarcación de pavimento Tacna – Tarata .....	64
<i>Figura 2.16.</i> Reposición y reparación de guardavía Tacna – Tarata . ....	65
<i>Figura 2.17.</i> Sello de arena Tacna – Tarata progresiva km 20+900.....	65
<i>Figura 2.18.</i> Bacheo profundo en calzada Tacna – Tarata. ....	66
<i>Figura 2.19.</i> Lechada asfáltica Tacna – Tarata progresiva km 20+000.....	67
<i>Figura 2.20.</i> Emergencia vial huayco tramo: Tacna – Tarata.....	72
<i>Figura 2.21.</i> Atención a la emergencia vial tramo: Tacna – Tarata. ....	73
<i>Figura 2.22.</i> Importancia de las acciones preventivas para conservar las vías.....	75
<i>Figura 2.23.</i> Evaluación del supervisor y contratista. ....	77

<i>Figura 2.24.</i> Medición de ahuellamiento. ....	77
<i>Figura 2.25.</i> Perfilometro laser para medir la rugosidad superficial. ....	78
<i>Figura 2.26.</i> Esquema de contratos de conservación por niveles de servicio. ....	79
<i>Figura 2.27.</i> Corredor vial: Cañete – Lunahuana – Pacaran – Chupaca.....	81
<i>Figura 2.28.</i> Corredor Vial: Huánuco – La Unión – Huallanca – Dv. Antamina. ....	81
<i>Figura 2.29.</i> Condición de pavimentos vs años de funcionamiento.....	83
<i>Figura 2.30.</i> Trabajos de bacheo en redes no pavimentadas. ....	87
<i>Figura 2.31.</i> Charlas de inducción a los trabajadores de microempresas .....	89
<i>Figura 2.32.</i> Jerarquía institucional del MTC.....	94
<i>Figura 2.33.</i> Dinámica del proceso de concesiones.....	96
<i>Figura 2.34.</i> Interferencias en concesiones.....	100
<i>Figura 3.1.</i> Ciclo de gestión de carreteras. ....	114
<i>Figura 3.2.</i> Arquitectura del sistema HDM-4.....	121
<i>Figura 4.1.</i> Inicio de la carretera Tacna – Tarata.....	141
<i>Figura 4.2.</i> Derrumbes debido al talud inestable.....	141
<i>Figura 4.3.</i> Carretera desgastada y con ahuellamiento.....	142
<i>Figura 4.4.</i> Berma ha erosionado y desgastado casi en su totalidad.....	142
<i>Figura 4.5.</i> Conservación de vía debidamente señalizada km 15+000. ....	143
<i>Figura 4.6.</i> Fisuras tratadas en forma longitudinal y transversal.....	143
<i>Figura 4.7.</i> En el km 26+000, ahuellamientos notorios de hasta 10mm. ....	146
<i>Figura 4.8.</i> La longitudinal se ha cuarteado y ha sido resanado km 26+700. ....	146
<i>Figura 4.9.</i> Se presentan fisuras de forma transversal km 23+000.....	147
<i>Figura 4.10.</i> Se presentan fisuras de forma transversal y fisuras resanadas.....	147
<i>Figura 4.11.</i> Bermas en mal estado carcomiendo la carpeta asfáltica.....	148
<i>Figura 4.12.</i> Nótese la carpeta asfáltica desgastada y con resane km 80+000... ..	148
<i>Figura 4.13.</i> Desvió al C.P de Capazo km 89+980 a nivel de sub rasante.....	149
<i>Figura 4.14.</i> Composición del tránsito sub tramo I. ....	161

<i>Figura 4.15.</i> Composición del Transito Sub tramo II.....	162
<i>Figura 5.1.</i> Estado de áreas de daños del pavimento.....	166
<i>Figura 5.2.</i> Modelo de cuarto de carro.....	168
<i>Figura 5.3.</i> Medición de IRI Tacna - Tarata km 00+000 a km 40+000.....	171
<i>Figura 5.4.</i> Medición de IRI Tacna - Tarata km 40+000 a km 86+500.....	172
<i>Figura 5.5.</i> Deflectometro de Impacto Dynatest.....	175
<i>Figura 5.6.</i> Componentes del Deflectometro de Impacto Dynatest.....	176
<i>Figura 5.7.</i> Deflexiones normalizadas (km 02+000 al km 40+000).....	178
<i>Figura 5.8.</i> Deflexiones normalizadas (km 40+000 al km 86+500).....	179
<i>Figura 5.9.</i> Solución alternativa I del sub tramo I.....	182
<i>Figura 5.10.</i> Solución alternativa II del sub tramo I.....	182
<i>Figura 5.11.</i> Solución alternativa I del sub tramo II.....	185
<i>Figura 5.12.</i> Solución alternativa II del sub tramo II.....	185
<i>Figura 6.1.</i> Regularidad media por alternativa de proyecto.....	212
<i>Figura 6.2.</i> Regularidad media sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza.....	213
<i>Figura 6.3.</i> Regularidad media sub tramo II: Alto de la Alianza - Tarata.....	213
<i>Figura 7.1.</i> Carretera ruta PE-38 tramo: Tacna – Tarata – Mazocruz.....	217
<i>Figura 7.2.</i> Carretera ruta PE-38-A tramo: Mazocruz – Ilave.....	218
<i>Figura 7.3.</i> Trayectoria Tacna hacia Puno propuesto.....	218

## **Lista de anexos**

- Anexo 1** Estudio de tránsito Tramo: Tacna – Tarata
- Anexo 2** Reporte de medición del IRI (Índice de Rugosidad Internacional)
- Anexo 3** Certificado del equipo RUGOSIMETRO III
- Anexo 4** Reporte de deflexiones
- Anexo 5** Certificado del equipo Deflectometro de Impacto
- Anexo 6** Presupuesto, Metrados y Análisis de precios unitarios.
- Anexo 7** Resumen de análisis económico
- Anexo. 8** Comparación de costos
- Anexo 9** Flujo de costos por tramo
- Anexo 10** Relación beneficio/Costo
- Anexo 11** Cronograma y calendario de actuaciones
- Anexo 12** Estado anual de la carretera
- Anexo 13** Interfaz del software HDM-4

## **Resumen**

En el presente trabajo de Tesis se presenta la evaluación técnica y económica de la carretera Tacna-Tarata que inicia desde el km 02+000 al km 86+500, con el fin de determinar la mejor alternativa de conservación para un mediano plazo. Esta carretera cuenta con dos carriles de circulación, según el estudio de tránsito brinda un servicio de 898 veh/día, con un 16% de vehículos pesados. La estructura del pavimento consta de una sub rasante, sub base, base y carpeta asfáltica, teniendo un total de 50 cm de espesor, y 5 cm de mezcla asfáltica. Al inspeccionar la superficie se observó que presenta daños como fisuras longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, ahuellamiento y baches. La carretera luego de más de 15 años de haberse construido, hace necesario proponer un plan de mejoras para evitar un colapso total, para ello se utilizó el procedimiento del Banco Mundial basado en el modelo HDM-4, requiriendo datos técnicos para el programa como la condición estructural, estado del pavimento por inspección visual, rugosidad (IRI), tránsito, composición de vehículos y crecimiento esperado y zona climática. De acuerdo a la aplicación la mejor alternativa es un recapeo asfáltico de 1,5" y trabajos correctivos con un mantenimiento rutinario, a su vez resulta rentable con un VAN de 34,702 Millones de soles y razón B/C de 1,44.

Palabras claves: Gestión vial; evaluación técnica-económica; HDM-4.

## **Introducción**

La red vial nacional es competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC, a través de su ejecutor Provias Nacional quien es la encargada de conservar y gestionar todas las redes a su cargo. A principios de los 90s, la infraestructura vial se encontraba sumamente deteriorada, y el país había alcanzado un nivel crítico de desarticulación e incomunicación, el Gobierno del Perú, a través del MTC, ejecuto un programa de urgencia destinado a recuperar la red vial nacional, generando confianza en los organismos financieros internacionales; lo que permitió iniciar luego un plan de rehabilitación más vasto (1994) con endeudamiento externo,<sup>1</sup> más adelante (2007) se creó el PROYECTO PERU que consistía en contratos por niveles de servicios, se realizaba en grandes corredores viales (entre 200 a 400 Km. de longitud).

A partir de ese momento se preocupó más por la conservación de las carreteras existentes debido a que la reconstrucción de la misma era cinco veces más caro que mantenerla, ello nos lleva a utilizar el modelo HDM-4 que nos permite gestionar a nivel de proyecto o tramo una carretera prediciendo los daños a futuro y sus respectivos trabajos correctivos, a su vez nos indica mediante indicadores técnicos y económicos si es rentable realizar dichos trabajos por un periodo de tiempo, complementando a eso se analiza que tipo de modalidad de ejecución para la conservación es la más conveniente para el tramo en estudio.

---

<sup>1</sup> Fuente: Torres Trujillo, R. (noviembre, 2012). Intervenciones en la Red Vial Nacional, Lima.

# CAPITULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Problemática

La carretera PE-38 tramo: Tacna – Tarata es una vía de mediana afluencia de vehículos, que presta gran servicio a los pobladores de la provincia de Tarata por el poco tiempo con el que llegan a la ciudad de Tacna, pero en los últimos años ha comenzado a deteriorarse en ciertos sectores, produciendo una baja calidad de servicio, que generan molestias a los usuarios y deterioro a los automotores. La carretera Tacna – Tarata se encuentra situada al oeste de la provincia de Tacna, dicha carretera fue construida por el Gobierno Regional de Tacna para que la vía sirva de nexo entre Tacna y Tarata y demás centros poblados aledaños. El propósito de la carretera es mejorar el desarrollo económico y social de todos los pobladores de la zona.

Asimismo existe un creciente intercambio comercial, donde los comerciantes tienen dificultades para traer sus mercancías (agrícolas y pecuarias) hasta la ciudad de Tacna. Donde también hay una demanda considerable de flujo de transportistas entre Tacna y Puno, por lo que un mantenimiento periódico de Tacna hacia Tarata continuando por Capazo – Masacruz acortaría la distancia de transporte, con lo cual habría una reducción en tiempo y costos para el usuario.

Se han identificado las dificultades que tiene el tramo: Tacna – Tarata que para la presente tesis se sub dividió en dos sub tramos, en el primer y segundo sub tramo donde se tiene evaluada 84,5 km, en general se requiere mantenimiento de derrumbes, peinado de taludes por desprendimientos de las rocas, tratamiento de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en carpeta en toda la plataforma a fin de borrar el desgaste y peladura del asfalto antiguo.

Por lo mencionado la carretera PE-38 tramo: Tacna – Tarata debe ser intervenida inmediatamente para evitar su daño total porque en las condiciones actuales y sin un plan de conservación a corto y largo plazo, la vía dejara de prestar el servicio para la cual fue construida y diseñada, pues los continuos flujos de vehículos entre ellos pesados y extra pesados, más la incidencia de las estaciones invernales, provocaran su total destrucción, y esto conllevaría a que el costo de rehabilitar y recuperar los niveles de servicio sea mucho mayor que el de intervenir a tiempo y realizar un plan de conservación vial.<sup>2</sup>

En la presente Tesis se aplica el modelo HDM-4 con la finalidad de establecer varias alternativas de conservación de la carretera en estudio; para lo cual, se efectuarán las estimaciones de los costos de inversión y mantenimiento a fin de compararlos con los beneficios que se derivan de su utilización. Con este análisis se contempla establecer la alternativa de mantenimiento más viable desde el punto

---

<sup>2</sup> Fuente: Osuna Ruiz, R. E. (2008). Propuesta para la Implementación de un Sistema de Administración de pavimentos para la Red Vial de la Ciudad de Mazatlán, SIN (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

técnico – económico.

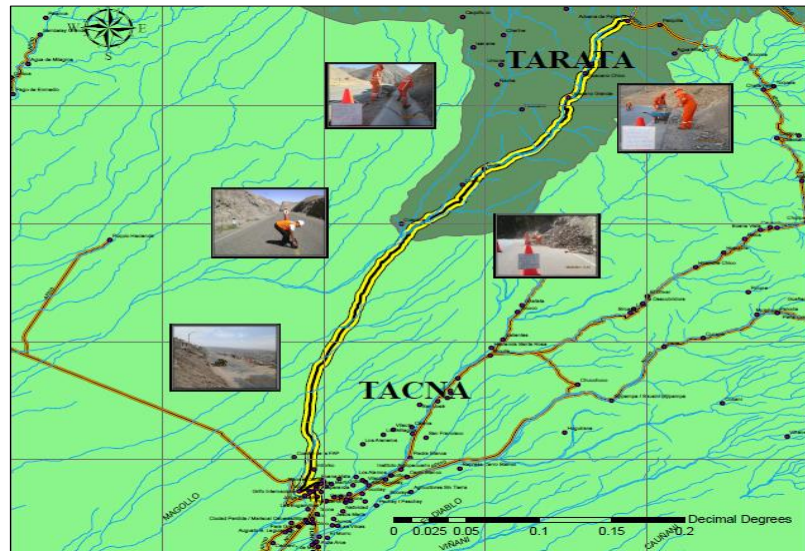


Figura 1.1. Carretera PE-38 tramo: Tacna – Tarata

Fuente: Elaboración propia

## 1.2 Hipótesis

- Realizar un mantenimiento periódico oportuno a la carretera con un recapeo asfáltico de 1" y 1.5" de espesor o capa de mortero asfáltico de 1,2 cm de espesor, mediante una adecuada modalidad de ejecución antes de que se deteriore la vía por completo.
- Alternativas de un plan de conservación vial acorde a la carretera mediante contratos por empresas privadas.
- La carretera a través de los años va deteriorándose rápidamente por el aumento de flujo vehicular y de carga pesada por lo que se tiene que rejuvenecer la carpeta asfáltica mediante un recapeo asfáltico o realizar un

tratamiento preventivo.

- Debido a las deficiencias que hay en la administración pública, se debe de implementar un sistema de gestión vial como una concesión.
- La instalación de peajes y pesajes administrados por el estado (MTC-Provias Nacional) o por una concesionaria, harán de la carretera más rentable y eficiente.

### **1.3 Importancia de la investigación**

La importancia de conservar en buen estado la infraestructura vial del tramo Tacna – Tarata, es evitar su deterioro progresivo, a su vez la necesidad que se tiene actualmente del transporte de un lugar a otro, tanto de personas como de materias de primera necesidad que se producen en Tarata, que satisfagan las necesidades de sus habitantes y de la ciudad de Tacna. Así como también toda obra de ingeniería, aun antes de ser terminada requiere una atención constante a su conservación, naturalmente las carreteras no son una excepción ya que por sus características especiales quedan expuestas al ataque permanente de agentes naturales y al efecto de cargas que soportan sus elementos estructurales.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

El objetivo general es determinar la mejor alternativa de solución técnica y

económica que garantice una adecuada conservación vial de la carretera Tacna - Tarata.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Implementar un sistema de gestión vial adecuado a la carretera Tacna-Tarata.
- Proporcionar las condiciones de seguridad y serviciabilidad para el traslado de pasajeros así como el tránsito de vehículos.
- Analizar y comparar los planes de mantenimiento y conservación para diversos escenarios presupuestarios que se pudieran presentar.
- Implementar eficientemente una modalidad de conservación vial con ayuda del software HDM-4.

#### **1.5 Variables**

##### **Variable independiente**

X= Alternativas de conservación vial para la carretera Tacna – Tarata.

##### **Variable dependiente**

Y= Evaluación técnica y económica para escoger la mejor modalidad de ejecución para la conservación vial.

## 1.6 Matriz de consistencia

TITULO		"EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA ENTRE LAS MODALIDADES EJECUTIVAS DE CONSERVACION VIAL APLICANDO EL MODELO HDM-4 EN LA CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA – TARATA"		
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Independiente</b>	
¿Cuál será la mejor alternativa Técnica - Económica para la conservación vial de la Carretera Tacna - Tarata aplicando el modelo HDM-4?	Determinar la mejor alternativa de solución técnica y económica que garantice una adecuada Conservación Vial de la Carretera Tacna - Tarata.	Realizar un mantenimiento periódico oportuno a la carretera con un recapeo asfáltico de 1", 1.5" de espesor o capa de mortero asfáltico de 1cm de espesor , mediante una adecuada modalidad de ejecución antes de que se deteriore la vía.	Alternativas de Conservación Vial para la Carretera Tacna - Tarata	Gestión de pavimentos
				Modelo HDM-4
<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivo Específicos</b>		<b>Dependiente</b>	
No hay una buena Gestión vial.	Implementar un Sistema de Gestión vial adecuado a la carretera Tacna-Tarata.	Alternativas de un plan de Conservación vial acorde a la carretera.		Diseño y gestión vial
Un bajo nivel de serviciabilidad de la carretera afecta a la pobladores y usuarios.	Proporcionar las condiciones de Seguridad y Serviabilidad para el traslado de pasajeros así como el transito de vehículos.	La carretera a través de los años va deteriorándose rápidamente por el aumento de flujo vehicular y de carga pesada por lo que se tiene que rejuvenecer la carpeta asfáltica mediante un recapeo asfáltico o realizar un tratamiento preventivo.		Efectos de una mala conservación vial
No interviene oportuno y periódico a la carretera Tacna - Tarata de la entidad competente que es el MTC a través de PROVIAS NACIONAL.	Analizar y comparar los planes de mantenimiento y conservación para diversos escenarios presupuestarios.	Los recursos del estado son mal gastados debido a las deficiencias de hay en la administración pública, se debe de implementar un sistema de gestión vial como una concesión o por niveles de servicio.	Evaluación Técnica y Económica para escoger la mejor modalidad de ejecución para la Conservación vial	Presupuesto
No se optimiza los recursos asignados por el Estado es necesario escoger una modalidad de ejecución que garantice un buen resultado.	Implementar una modalidad de ejecución para la conservación vial con ayuda del software HDM-4.	La Instalación de peajes y pesajes administrados por el estado (MTC-PROVIAS NACIONAL) o por una concesionaria, haran de la carretera mas rentable y eficiente.		Deficiencias en la Administración Pública

## **1.7 Alcances y limitaciones del estudio**

### **1.7.1 Alcances**

El proyecto en desarrollo tiene como alcance evaluar técnica y económicamente la carretera Tacna – Tarata, ubicada en la región de Tacna. Para un periodo de 15 años desde el 2016 al 2030, se tomara una longitud de 84,5 km del tramo PE-38: Tacna - Tarata, la amplitud de campos de aplicación del HDM-4 se limitaran a elementos tales como: modelación del tramo, planificación de políticas de mantenimiento y evaluación técnica-económica de alternativas.

### **1.7.2 Limitaciones**

Debido a la complejidad del software HDM-4 se omitió el análisis de sensibilidad del programa que consistía en calibrar variables como: estructura, tránsito, geometría y clima, colocándose para dichos parámetros el valor de 1. Con respecto a los datos técnicos que se utilizaron para la modelación se tomaron del informe elaborado por el consorcio GyM-CONCAR presentado a Provias Nacional, y los datos económicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como los costos de operación vehicular, precios unitarios, etc.

El uso del software HDM-4, es poco utilizado en el Perú por lo que ocasiona consultas sobre el manejo y utilización del mismo, lo que sea un tanto limitado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Pavimentos**

“Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por este. Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura”.<sup>3</sup>

##### **2.1.1 Definición de pavimento**

Un pavimento puede definirse también de este modo. “Estructura que aporta una superficie adecuada para operar un vehículo una velocidad determinada en forma cómoda y segura en cualquier circunstancia” (Yang, 1972); o bien, como lo plantea Celestino Ruiz: “Una estructura y como tal capaz de absorber, como energía elástica potencial, el trabajo de deformación impuesto por la carga

---

<sup>3</sup> Fuente: Pavimentos, División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín, 1997

circulante durante la vida útil” (Ruiz, 1964).<sup>4</sup>

### **2.1.2 Elementos que conforman la estructura de un pavimento**

La estructura de una pavimento se halla formada por diferentes capas las cuales son: la sub-rasante, sub-base, y capa de rodamiento y sello; sin embargo, es necesario aclarar que no siempre se encontraran todas las capas que se detallan. En tales casos, la ausencia de una o varias de ellas dependerá de factores como la capacidad de soporte del terreno de fundación, la clase de material a utilizarse, el tipo de pavimento, intensidad de tránsito, carga de diseño, etc.

#### **2.1.2.1 Sub rasante**

Es el suelo que sirve de fundación para todo el paquete estructural, se define como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura del pavimento; es decir, que es el terreno de cimentación del mismo. Puede ser también el suelo natural, pero si este es deficiente se debe seleccionar un material de buena calidad.

#### **2.1.2.2 Sub base**

Es una capa de materiales granulares de buena graduación construida sobre la sub-rasante, consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que puede ser obtenidas en forma natural o procesados, debidamente aprobados,

---

<sup>4</sup> Fuente: Vásquez Varela, L.C. (2002). Capítulo 8. “Los daños y los índices de condiciones”, Manizales.

que se colocan sobre una superficie preparada.<sup>5</sup> Las funciones que esta capa debe cumplir son:

- Atenuar o suavizar aquellas deformaciones perjudiciales para la subrasante, como por ejemplo los cambios volumétricos producidos por cambios de humedad, evitando que se reflejen en la superficie del pavimento.
- Lograr espesores menores de la capa base para pavimentos flexibles.
- Servir de drenaje al pavimento, esto quiere decir que debe ser capaz de desalojar el agua que se infiltra en la capa de rodadura.
- Transmitir los esfuerzos a la capa subrasante en forma adecuada y reducir el costo del pavimento, ya que es una capa que por estar bajo la base, queda sujeta a esfuerzos menores y requiere de especificaciones menos rígidas.<sup>6</sup>

### **2.1.2.3 Base**

Constituye la capa intermedia entre la subrasante y la subbase, generalmente se usa en los pavimentos flexibles y consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que puede ser obtenida en forma natural o procesados.<sup>5</sup>

Entre sus funciones tenemos:

---

<sup>5</sup> Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras, Lima, 2013.

<sup>6</sup> Fuente: Paul H. Wright y Radnor J. Paquette, INGENIERÍA DE CARRETERAS 5° Edic., Editorial LIMUSA (1993).

- Drenar el agua que se filtra a través de las carpetas y hombros.
- Resistir los cambios de temperatura, humedad y la desintegración por abrasión producida por el tránsito.
- Reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten a las capas inferiores.
- Proveer suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella, y transmitirla a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una sub-base o una sub-rasante.
- Función económica, permite reducir el espesor de la carpeta asfáltica, que es la más costosa.

#### **2.1.2.4 Capa de rodamiento**

Formada por una o varias que se colocan sobre la base, dichas capas consisten correspondientes a los trabajos de pavimentación flexible como riegos, sellos, tratamientos superficiales, emulsiones y morteros asfálticos, así como de concretos asfálticos en caliente y en frío.<sup>5</sup> Este es el elemento del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos y peatones.<sup>6</sup> Las funciones que esta capa debe cumplir son:

- Recibir y absorber en primera instancia el peso de los vehículos que circulan sobre la vía.
- Minimizar sensiblemente los esfuerzos que se transmiten hacia la terracería.

- Si la rodadura posee un espesor mayor o igual a cinco centímetros, se considera que trabaja junto al resto de capas para soportar las cargas y distribuir los esfuerzos, aunque esa no sea función desde el punto de vista estructural.
- Proveer una superficie estable para el tránsito, uniforme, prácticamente impermeable, con una textura y color convenientes y que a la vez sea capaz de resistir los efectos abrasivos del tráfico.

### **2.1.3 Funciones de los pavimentos**

El pavimento es el elemento primordial de la infraestructura vial, y como tal debe cumplir una serie de funciones para garantizar un servicio adecuado a los usuarios, dichas funciones se describen a continuación:

- Permitir el tránsito de los vehículos que circulen sobre él, respondiendo en forma adecuada estructuralmente y según como fue previsto en la etapa de diseño, esto es especialmente importante para los organismos de conservación vial, ya que de ello depende que las labores de conservación durante el periodo de servicio del pavimento, se lleven a cabo según una planificación elaborada con base en predicciones confiables.
- Mejorar la calidad de la superficie de rodadura de tal manera que los usuarios se desplacen de forma segura y cómoda, lo cual se logra mediante una adecuada regularidad superficial tanto transversal como longitudinal,

así como proporcionando una buena textura que brinde la resistencia al deslizamiento que se requiere para las velocidades de circulación previstas. Otro factor que también debe considerarse para el confort de los usuarios es el ruido producido por la interacción de las llantas de los vehículos y la superficie del pavimento, el cual se percibe tanto en el interior de los vehículos como en el exterior.

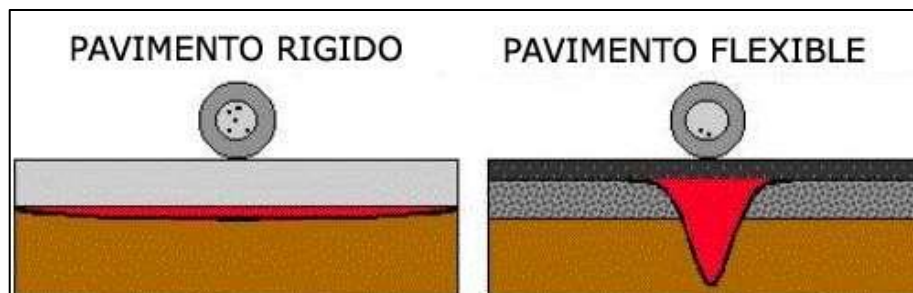
- Proteger la sub-rasante de los efectos del clima, evitando así el daño que eventos naturales como la lluvia pueden provocarle, lo cual a la larga puede derivar en asentamientos que lleven incomodidad o inseguridad al tránsito, llegando incluso a producir el colapso total de la estructura.
- Delimitar las áreas de circulación de los vehículos con el objeto de ordenar el tránsito, disminuyendo así la posibilidad de accidentes y retrasos debido a congestionamientos. Para cumplir plenamente con dicha función los pavimentos deben estar debidamente señalizados, y deben contar con una buena reflexión luminosa que ayude a la conducción nocturna minimizando la necesidad de obras de iluminación, esto último para efectos de economía.<sup>6</sup>

#### **2.1.4 Tipos de pavimentos**

Hoy en día los pavimentos pueden clasificarse de dos formas

- De acuerdo al material que compone su capa de rodadura y

- Según la forma en que la estructura de estos atiende y transmite las cargas aplicadas sobre su superficie.



*Figura 2.1.* Muestra del impacto de las cargas en dos tipos de pavimentos.

Fuente: [www. camineros.com](http://www.camineros.com)

Según el material que compone su capa de rodadura los pavimentos pueden ser:

- Pavimentos de tierra
- Pavimentos de piedra
- Pavimentos de adoquines
- Pavimentos de concreto hidráulico
- Pavimentos de concreto asfáltico

Por la forma en que la estructura del pavimento transmite las cargas aplicada sobre el esto se dividen así:

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos semirrígidos o semi-flexibles

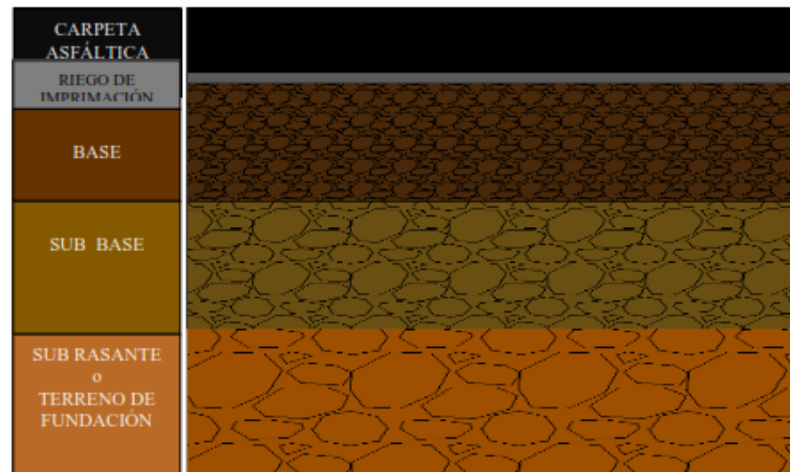
### **2.1.5 Pavimento flexible**

Una definición de uso común es la siguiente: “un pavimento flexible es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la sub-rasante, su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión”.<sup>6</sup> De modo que los pavimentos flexibles comprenden en primer lugar, a aquellos que están formados por una serie de capas granulares, rematadas por una capa de rodamiento asfáltica de alta calidad y relevamiento delgada, la cual es capaz de acomodarse a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

En este tipo de pavimentos la calidad de los materiales utilizados en cada una de las capas aumento conforme nos acercamos a la superficie, de modo de lograr una estructura competente ante las cargas esperadas y que a la vez resulte lo más económica posible. El espesor de la capa de rodadura de una pavimento asfáltico varia grandemente, desde menos de una pulgada en los tratamientos superficiales usados en caminos de transito liviano, hasta seis pulgadas o más de concreto asfáltico usado en caminos destinados al tránsito pesado. La carpeta de rodadura asfáltica puede ser de cuatro tipos:

- Mezcla asfáltica en caliente.
- Mezcla asfáltica en frio
- Tratamiento superficial simple o múltiple

- Macadam asfáltico



*Figura 2.2.* Sección típica de un pavimento asfáltico convencional

Fuente: El estado del arte de los pavimentos asfálticos, Huaman N. (2010)

### **2.1.5.1 Mezcla asfáltica en caliente**

Este trabajo consiste en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada. Está compuesta por agregados gruesos y finos unidos mediante un ligante bituminoso o, dichos materiales son procesados en plantas de mezclados especiales, donde son calentados, proporcionados y mezclados para lograr una adecuada homogeneidad. [MTC, Manual de Carreteras, 2013]

### **2.1.5.2 Mezcla asfáltica en frío**

Consiste en la fabricación de mezclas asfálticas en frío y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada. Teniendo en

consideración que esta tecnología es cada vez menos utilizada por razones técnicas y ambientales, se recomienda que su aplicación se limite solo a aquellos casos estrictamente indispensables, por razones de ubicación de las obras u otros factores como bajo volumen de tránsito. En estas mezclas se pueden utilizar ligantes bituminosos con menor viscosidad que las mezclas en caliente, betunes fluidificados, alquitranes fluidos o emulsiones asfálticas. [MTC, Manual de carretera, 2013] Las mezclas en frío pueden a su vez clasificarse como:

- Mezclas abiertas
- Mezclas densas

### **2.1.5.3 Tratamiento superficial**

Este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de tratamientos superficiales (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos) sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra y cuyo espesor por lo general es menor a una pulgada. [MTC, Manual de carretera, 2013]

Los tratamientos superficiales sellan y sirven para prolongar la vida de los caminos teniendo a la vez propósitos especiales según sea su tipo. Entre los diversos tratamientos existentes podemos mencionar:

- Tratamiento superficial simple y múltiple.
- Tratamiento superficial con aplicación única de asfalto.

- Riego de imprimación.
- Riego anti polvo.
- Lechadas asfálticas
- Micro-aglomerados en frío

### **2.1.6 Los daños en los pavimentos**

Los daños en los pavimentos informan sobre su condición y las causas posibles de la misma. El inventario de los daños de un pavimento representa una información fundamental en el proceso de evaluación del estado del pavimento. Existen múltiples catálogos de daños que presentan metodologías. Para establecer un diagnóstico sobre la patología de los pavimentos; algunos tienen sistemas de calificación cuantitativa del estado del pavimento permitiendo establecer índices. Al establecer los tipos de daños se puede determinar las causas posibles y las soluciones para la condición de deterioro.

Los daños se pueden jerarquizar de acuerdo con la prioridad de la reparación y con su efecto sobre la comodidad y seguridad para el usuario y sobre el estado del pavimento, lo cual permite planificar los recursos y las soluciones.

La información obtenida de los inventarios permite establecer tramos homogéneos de la vía de acuerdo con el estado del pavimento y la solución de construcción, y calcular las cantidades de obra correspondientes a los trabajos de reparación. Los daños tienen causas posibles que deben confirmarse para determinar las

reparaciones necesarias.

Para realizar un buen inventario de daños se requiere un catálogo de daños que permita realizar una evaluación del estado del pavimento en forma repetible y reproducible.<sup>4</sup>

### **2.1.7 Clasificación de los daños**

El daño de un pavimento es una condición, o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento.

La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad. Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objeto elegido.

- Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad de los usuarios de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.

- Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (transito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.
- Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversales o longitudinales).
- Según la capa en la cual se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interface capa granular – capa cementada, capas granulares o sub rasante.

Las fallas o daños se identifican por la apariencia o aspecto del área deteriorada, buscando que el término usado genere una imagen fácilmente identificable. En algunos casos se abusa de términos cuyo significado es de aplicación local lo cual dificulta el uso de la información de un inventario de daños. Para obtener una información transportable lo mejor es utilizar un catálogo de daños de amplia difusión que este en función del tipo, severidad y magnitud, el cual incluya la descripción de cada daño acompañada de fotografías y establezca niveles de severidad y forma de medirlos.

En la mayoría de los catálogos de daños las áreas deterioradas se agrupan en las siguientes clases de acuerdo con el tipo de pavimento:

- **Flexibles.** Grietas o fisuras, deformaciones longitudinales o transversales, huecos, parches y deficiencias de textura superficial.
- **Rígidos.** Agrietamiento, desniveles, daños de junta y deficiencias de textura superficial.

Para las actividades de gestión de pavimentos es muy importante establecer la extensión y severidad de los daños existentes para determinar las estrategias o medidas correctivas que eliminen la causa o causas que generaron la situación y formular una solución duradera y económica. El desarrollo e implementación de los sistemas de gestión de pavimentos en los últimos 20 años ha tenido un sustancial crecimiento, en especial un gran progreso en las áreas de identificación e inventario de daños.

### **2.1.8 Importancia de la clase de daño**

Como los daños afectan al usuario y a la estructura del pavimento se pueden jerarquizar por su importancia respecto a la prioridad de su reparación (usuario) y su información respecto a la condición estructural del pavimento.

- **Prioridad de la reparación:** Huecos, desprendimiento / desintegración, piel de cocodrilo, grietas parabólicas, grietas en bloque, grietas de borde, grietas de reflexión de junta, grietas transversales, grietas longitudinales, desnivel carril – berma, parche, depresión, ondulación, desplazamiento, ahuellamiento, exudación y pulimiento de agregados.

- Condición estructural de pavimento: piel de cocodrilo, ahuellamiento, huecos, parches, grietas en bloque, grietas longitudinales y otros.

Se puede observar que el ahuellamiento, el cual representa el resultado de la repetición de las deformaciones verticales y se usa en algunos métodos de diseño como parámetro de diseño, aparece en los últimos lugares de la lista de los daños que afectan al usuario los cual manifiesta el concepto de serviciabilidad que debe predominar en la operación de las carreteras. Se consideran como daños causados principalmente por el tránsito: la piel de cocodrilo o grietas de fatiga, parches, pulimento de agregados, huecos, bombeo o expulsión de agua y ahuellamiento.<sup>4</sup>

### **2.1.9 Utilidad del inventario de daños**

La información obtenida tiene aplicación en la determinación de zonas homogéneas por clase de daño o estado general de daño, elección de la estrategia de rehabilitación para la recuperación del pavimento y determinación de cantidades de obra para el proyecto.

Generalmente, un daño está relacionado con unas causas propias o particulares que comúnmente tienen soluciones generales aceptadas por la práctica constructiva, lo cual hace que los costos de reparación sean económicos. Sin embargo, siempre se debe contar con la información geotécnica y deflectométrica complementaria para establecer de forma clara y precisa el origen o causas de los

daños.<sup>4</sup> En la tabla 2.1 se puede ver las causas más comunes y las soluciones más frecuentes de los daños de pavimentos flexibles.

Tabla 2.1. *Causas y soluciones a los daños más frecuentes.*

<i>Clase de daño</i>	<i>Causas posibles</i>	<i>Alternativas de reparación</i>
Grietas piel de cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencia estructural</li> <li>• Excesivos vacíos de aire en la mezcla asfáltica</li> <li>• Propiedades del cemento asfáltico.</li> <li>• Desprendimiento del asfalto de los agregados.</li> <li>• Deficiencias de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego de sello</li> <li>• Sustitución (excavación y reemplazo en toda la profundidad con mezcla asfáltica).</li> <li>• Sobre carpetas con espesor variable con o sin tratamiento para control de reflexión de grietas.</li> <li>• Reciclado.</li> <li>• Reconstrucción</li> </ul>
Grietas longitudinales	<p>Asociadas a cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencia estructural</li> <li>• Vacíos excesivos en la mezcla asfáltica.</li> <li>• Propiedades del cemento asfáltico.</li> <li>• Desprendimiento del asfalto de los agregados.</li> <li>• Deficiencias de construcción.</li> </ul> <p>No asociados a las cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios volumétricos potenciales de los suelos de la sub rasante.</li> <li>• Estabilidad de los taludes.</li> <li>• Asentamiento de los terraplenes como consecuencia del incremento de las cargas.</li> <li>• Segregación debida al equipo de compactación.</li> <li>• Mala construcción de la junta.</li> <li>• Otras deficiencias constructivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego de sello</li> <li>• Riego de sello (aplicado a las áreas con grietas).</li> <li>• Sustitución (excavación y reemplazo de las áreas dañadas).</li> <li>• Sobre carpetas con espesor variable con o sin tratamiento para control de reflexión de grietas.</li> <li>• Aplicación película de asfalto caucho con sello con agregados o sobre carpeta delgada.</li> <li>• Escarificación en caliente y sobre carpeta delgada.</li> </ul>
Ahuellamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencia estructural</li> <li>• Diseño de la mezcla asfáltica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresado en frío incluyendo perfilado, con o sin sobre carpeta.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades del cemento asfáltico.</li> <li>• Estabilidad de las capas asfálticas</li> <li>• Compactación de las capas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escarificación en caliente con tratamiento superficial o sobre carpeta delgada.</li> <li>• Sustitución (corrugaciones en áreas localizadas).</li> </ul>
Desprendimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo contenido de asfalto</li> <li>• Excesivos vacíos de aire en la mezcla.</li> <li>• Endurecimiento del asfalto.</li> <li>• Susceptibilidad al agua (stripping).</li> <li>• Características de los agregados.</li> <li>• Dureza y durabilidad de los agregados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsión diluida (pobre) o sello “negro” rejuvenecedor.</li> <li>• Riego de sello con agregados.</li> <li>• Lechada asfáltica (slurry seal).</li> <li>• Sobre carpeta delgada.</li> </ul>
Exudación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto contenido de asfalto.</li> <li>• Densificación excesiva de la mezcla por el tránsito.</li> <li>• Bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla.</li> <li>• Susceptibilidad térmica del asfalto (asfalto blando en altas temperaturas).</li> <li>• Aplicación en exceso de “sello negro” o de rejuvenecimiento.</li> <li>• Susceptibilidad al agua de las capas subyacentes estabilizadas con asfalto, unida a la migración de asfalto a la superficie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre carpeta de gradación abierta.</li> <li>• Rego de sello (bien diseñado, con buen control de calidad durante la construcción).</li> <li>• Fresado en frío con o sin riego de sello o sobre carpeta delgada.</li> <li>• Escarificación en caliente con riego de sello o sobre carpeta delgada.</li> <li>• Calentamiento superficial y cilindrado con aplicación de agregado grueso.</li> </ul>
Grietas Transversales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endurecimiento del cemento asfáltico.</li> <li>• Rigidez (stiffness) de la mezcla.</li> <li>• Cambios volumétricos en la base y/o la sub-base.</li> <li>• Propiedades inusuales de la subrasante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sello de grietas.</li> <li>• Riego de sello.</li> <li>• Sobre carpeta con tratamiento especial para el sello de las grietas y minimizar la reflexión de las mismas.</li> <li>• Aplicación de película de asfalto – caucho con sello con agregados o sobre carpeta delgada.</li> <li>• Escarificación en caliente con sobre carpeta delgada.</li> </ul>

Rugosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de daños físicos (agrietamiento, ahuellamiento, corrugaciones, parches, huecos, etc.).</li> <li>• Cambios volumétricos en los terraplenes o en las sub rasantes.</li> <li>• Construcción no uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre carpeta.</li> <li>• Reciclado en frío con o sin sobre carpeta.</li> <li>• Escarificación en caliente con sobre carpeta especial para áreas con corrugaciones.</li> <li>• Reciclado (planta central o in situ).</li> </ul>
-----------	---	--

Fuente: “Los daños y los índices de condiciones”, Luis Carlos Vásquez Varela, 2002

Para la clasificación de los tipos de daños en los pavimentos flexibles nos basaremos en la metodología PCI (Pavement Condition Index).

### **2.1.10 Pavement condition index (PCI)**

El índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los “modelos de gestión vial” disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.<sup>7</sup>

#### **2.1.10.1 Índice de condición del pavimento**

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. La tabla 2.2 se presenta los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

<sup>7</sup> Fuente: Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, Manizales 2002.

Tabla 2.2. Rangos de calificación del PCI.

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

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos asfálticos y de concretos en carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, Abril del 2006.

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

#### **2.1.10.2 Procedimiento de la evaluación**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La figura 2.3. ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. La figura es ilustrativa en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.


INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA PCI - UNIDAD DE MUESTREO No.						
EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA ENTRE LAS MODALIDADES EJECUTIVAS DE CONSERVACION VIAL APLICANDO EL MODELO HDM-4 EN LA CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA						
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
CODIGO VIAL		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
ABSCISA FINAL			AREA MUESTREO (M2)			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
INSPECCIONADO POR					FECHA	
<input type="text"/>					<input type="text"/>	
No	Daño	No	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamiento y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel caril /berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas Long y transversales					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO

Figura 2.3. Formato de exploración de condición del pavimento asfáltico.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos asfálticos y de concretos en carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, Abril de 2006.

- **Unidades de Muestreo:**

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

- carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0 m<sup>2</sup>**.

La tabla 2.3 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 2.3. *Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.*

<i>Ancho de calzada (m)</i>	<i>Longitud de la unidad de muestreo (m)</i>
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos asfálticos y de concretos en carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, Abril de 2006.

## **2.2 Gestión vial**

La gestión vial es el conjunto de operaciones que tienen por objetivo conservar por un periodo de tiempo las condiciones de seguridad, comodidad, capacidad y niveles de servicio adecuados para la circulación, soportando las condiciones climáticas y del entorno de la zona donde se encuentra localizada la infraestructura en cuestión, minimizando los costos monetarios, sociales y ambientales.<sup>8</sup>

### **2.2.1 Gestión de conservación vial**

Consiste en la planificación, ejecución y control de acciones de mantenimiento aplicadas a lo largo del tiempo, con el objetivo de mantener un nivel de servicio adecuado tanto funcional como estructural. Es muy importante que estos tres

---

<sup>8</sup> Fuente: Salomón Emilio, Mantenimiento Rutinario de caminos con Microempresas – Guía Conceptual, Lima, Noviembre de 2003.

elementos: Planificación, Ejecución y Control estén presentes cualquiera sea el tipo de sistema de conservación empleado, porque si alguno de ellos falla, entonces el sistema se vuelve ineficiente y se desperdician grandes sumas que aporta la misma sociedad.<sup>9</sup>

En este capítulo se desarrollan aspectos del sistema de gestión vial. Así como también la definición de conservación vial y las diferentes modalidades ejecutivas que se pueden aplicar dentro de un sistema de gestión vial. Para el desarrollo de un buen sistema de gestión vial es necesario que este dividido en sub sistemas en los cuales se pueda apoyar para obtener así el mayor alcance posible, en cuanto a las acciones a tomar, ya que los elementos que forman parte de la infraestructura vial tiene diferente naturaleza y por lo mismo tienen diferentes criterios de medición y evaluación.

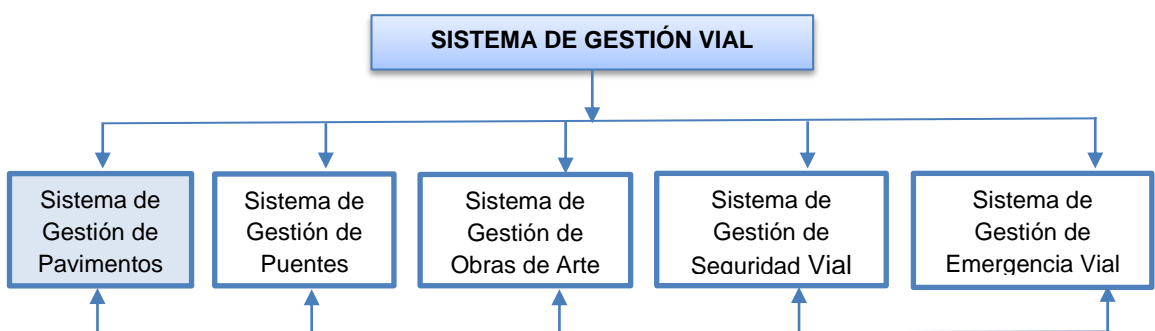


Figura 2.4. Esquema del sistema de gestión vial y sus sub-sistemas.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Provias Nacional

Siendo el más importante para este proyecto, el sistema de gestión de pavimentos.

<sup>9</sup> Fuente: Solminihac Hernan, Gestion de Infraestructura Vial, Santiago de Chile, 1998.

### **2.2.2 Sistema de gestión de pavimentos**

Durante las últimas décadas, buena parte de los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo alcanzó un estándar mínimamente suficiente de extensión de su red vial. De ahí que los esfuerzos destinados a la construcción de nuevos caminos se redujeron un poco, y las entidades viales debieron dedicar mayor énfasis en el diseño y perfeccionamiento de sistemas de administración de los pavimentos ya construidos. (AASHTO, 1990)

Dichos sistemas realizan el análisis de costos durante el ciclo de vida del camino, lo que permite al analista seleccionar la alternativa que proveerá el mejor comportamiento necesario y al menor costo. Pero para lograr esto se debe considerar todos los costos de la alternativa, es decir, el de construcción, de mantenimiento y de los usuarios.

La Federal Highway Administration ha definido a los SGP como “Conjunto de herramientas o métodos para asistir a los responsables de tomar decisiones a encontrar estrategias económicamente efectivas de proveer, evaluar y mantener pavimentos en condiciones de servicio”. Según la AASHTO (1990), estos procedimientos ayudan a tomar decisiones sobre:

- ¿Qué tratamiento es el más efectivo?
- ¿Dónde se necesita este tratamiento?
- ¿Cuándo debería aplicarse?

Y proveen una metodología sistemática para mejorar la eficiencia, incrementar el alcance y asegurar la coherencia de las decisiones tomadas por la repartición vial. Pero estos sistemas no solo pueden ser usados para evaluación social sino también para evaluación privada del negocio asociado a una concesión vial, dependiendo de las características del sistema. (Haas et al, 1993)

De un buen sistema de gestión de pavimento se espera lo siguiente:

- Uso sencillo, permitiendo un ingreso de datos y actualización de información sin complicaciones.
- Capacidad de considerar diversas alternativas al realizar una evaluación.
- Capacidad de identificar la alternativa óptima.
- Empleo de procedimientos para basar las decisiones.
- Evaluación permanente de eficiencia de actividades realizadas, mediante retroalimentación del sistema.

### **2.2.3 Estructura típica de un sistema de gestión pavimentos**

Los SGP se diseñan para responder a las necesidades de la administración vial que los utiliza; en muchos casos estas agencias tienen requerimientos muy específicos, ya sea por la política usual de trabajo, por influencias ambientales o por otras causas, y dichos requerimientos deben quedar reflejados en la conformación del SGP correspondiente. (AASHTO, 1990)

La estructura general es muy similar para todos los SGP, dado que la base conceptual es la misma; en cada SGP hay que recolectar datos confiables, procesarlos y evaluar los resultados para cumplir los fines propuestos. Y que son los siguientes (AASHTO, 1990):

- Conformación del *inventario* de la red vial
- Conocimiento actualizado de la *condición* o estado de los pavimentos.
- Definición de las *estrategias* de mantenimiento y rehabilitación a utilizar, y costos de la misma.
- Evaluación de las *necesidades* de la red mediante procesos de análisis.
- Determinación de *prioridades* para los distintos proyectos a realizar.
- Formulación de *programas* que definan que tratamientos se realizaran y cuando.
- Obtención de *presupuestos* que determinen las necesidades de financiamiento.
- Una vez realizadas las obras, se debe analizar los *Efectos de lo realizado* con datos de campo durante un periodo prefijado.

Estas etapas están incluidas en los módulos del SGP, que a grandes rasgos pueden ser diferenciados en tres:

- Base de datos: debe contener por lo menos los datos requeridos por el SGP a efectos del análisis (inventario, condición y estrategias).

- Método de análisis: Generan los productos útiles para la toma de decisiones (necesidades, prioridades, programas y presupuestos).
- Proceso de retroalimentación: Permite analizar los efectos de lo que se ejecutó, para realimentar la base de datos y mejorar progresivamente la confiabilidad del sistema.

La estructura del esquema global de un SGP genérico se muestra en la figura 6. En ella se pueden apreciar los posibles componentes de una base de datos y las variantes típicas en lo que se refiere a métodos de análisis.

Otra manera de esquematizar el funcionamiento de un sistema de gestión de pavimentos se presenta en la figura 2.6 en base a diferentes etapas que se describen brevemente a continuación (extractado de De Solminihac, 1998):

- Planificación: comprende las etapas de adquisición de información de tránsito, evaluación de deficiencias de la red, asignación de prioridades y programación para realizar los trabajos necesarios. En esta fase se toman las decisiones de inversión, reconociendo las restricciones presupuestarias.
- Diseño: adquisición de información sobre materiales, tránsito, costo, etc, y posterior desarrollo de alternativas de diseño; análisis y comparación de las mismas para seleccionar la que aparezca como más conveniente.

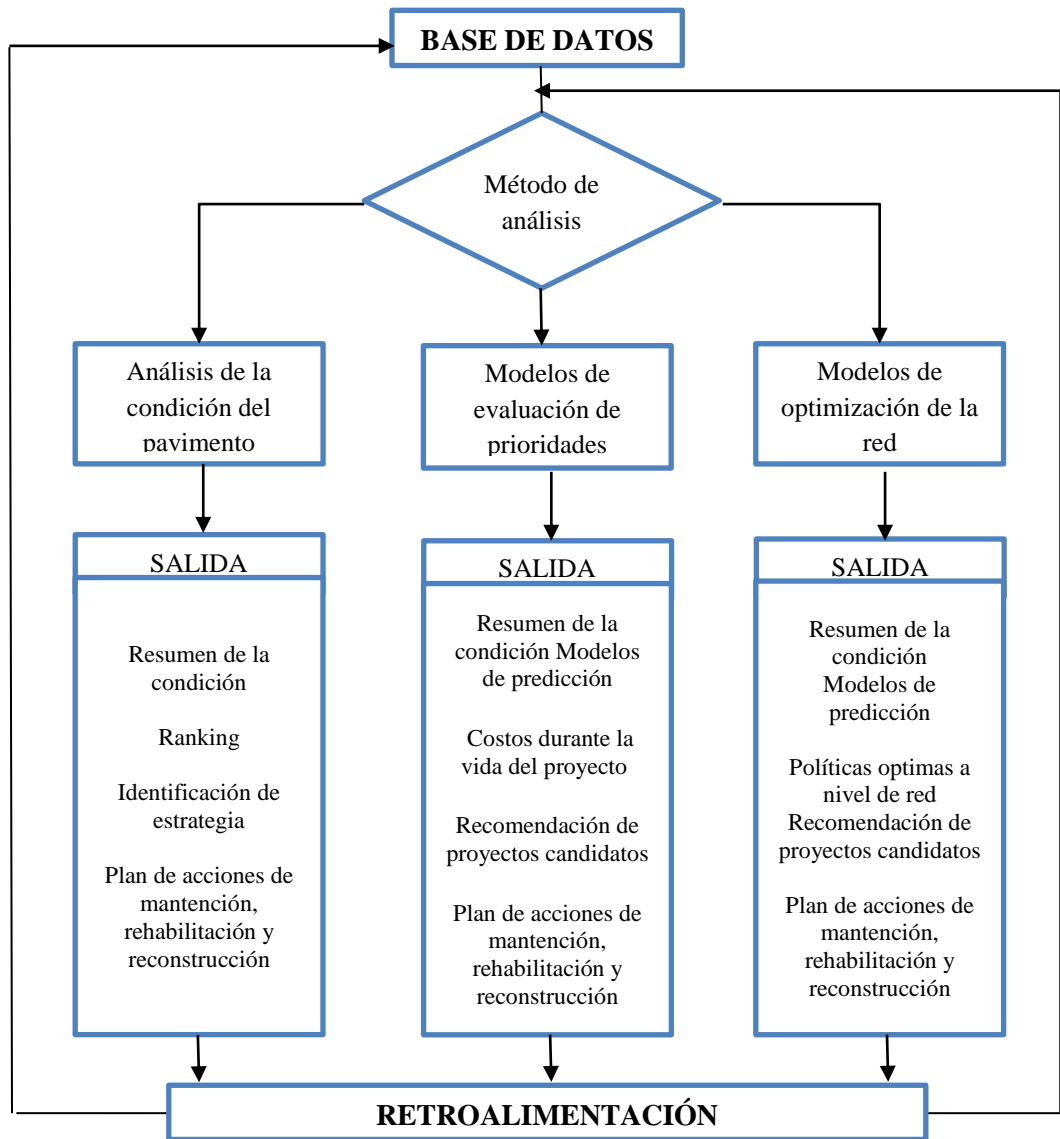


Figura 2.5. Representación esquemática de los modelos de un SGP.

Fuente: De Solminihac 1998

- **Construcción:** incluye actividades tales como la programación del trabajo, el desarrollo de operaciones de construcción y el control de calidad de las obras.

- Mantenimiento: se establece un programa de trabajo de mantenimiento en base al presupuesto y los niveles de deterioro.
- Evaluación: se establece una medición periódica de factores funcionales y estructurales ya mencionados anteriormente.

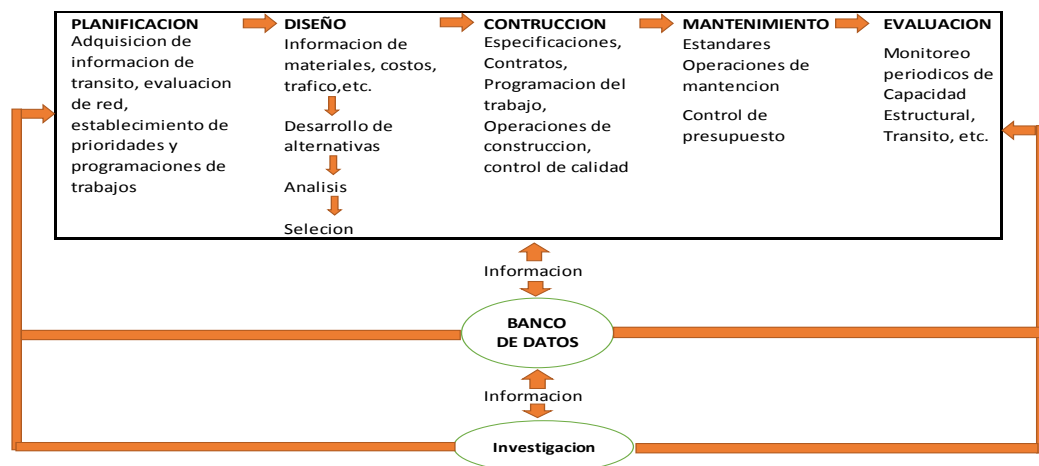


Figura 2.6. Estructura de un sistema de gestión de pavimentos.

Fuente: Estructura de un sistema de gestión de pavimentos según Haas et al, 1993

## 2.2.4 Concepción modular de un sistema de gestión de pavimentos

Un SGP, tal como se presentó en la sección anterior, está compuesto básicamente por tres módulos principales: Base de datos, Métodos de análisis y Retroalimentación.

### 2.2.4.1 Módulo de base de datos

Es el primer y fundamental bloque o módulo de todo SGP, ya que el análisis y las posteriores recomendaciones formuladas por este deben basarse en información que debe tener las siguientes características :

- **Confiable:** recopilada en terreno mediante procedimientos adecuados y con un grado comprobado de precisión y exactitud.
- **Objetiva:** que refleje la realidad de lo que hay terreno, no sujeta a apreciaciones subjetivas por parte del operador del sistema.
- **Actualizada:** que incorpore los cambios más recientes efectuados sobre la red.
- **Suficiente:** debe incorporarse la cantidad necesaria de datos, ni en exceso ni en defecto, de acuerdo a las características y datos requeridos por el sistema.

A grandes rasgos, los componentes de este módulo son los siguientes:

- **Inventario vial:** define características de la red de caminos y sus tramos componentes, incluye identificación, datos de diseño (planimetría) y datos de estructura de los tramos, como así también datos del tránsito (volumen, cargas, distribución por tipo de vehículos, etc.)
- **Condición del pavimento:** define calidad del pavimento en base a diversos indicadores. El seguimiento en el tiempo de los indicadores de condición es crucial para evaluar correctamente el estado real de los pavimentos y calibrar los modelos de predicción utilizados en los métodos de análisis. Para esto consideran indicadores de deterioro superficial (fisuras,

peladuras, deformaciones) e indicadores globales de calidad de rodadura (serviciabilidad, IRI).

- Estrategias de mantenimiento: son los tipos de acciones de mantenimiento y rehabilitación que usa la agencia, de acuerdo al estado de los pavimentos. Para poder seleccionar la estrategia correctiva más adecuada se debe definir previamente una serie de alternativas factibles, considerando los costos asociados y los efectos sobre la condición de pavimento. Esta lista de actividades dependerá de las capacidades de la administración vial (o concesionario privado) y de los mecanismos de conservación habitualmente utilizados. Las actividades pueden clasificarse en:
  - Preventivas: se aplican antes de que surja un deterioro mayor.
  - Correctivas: aplicadas para corregir, reducir o eliminar deterioro superficial.
  - Rehabilitación: conservación mayor, para resolver problemas funcionales y estructurales del pavimento.
  - Mejoramiento: suele incluir modificaciones en la planimetría del proyecto.

#### **2.2.4.2 Módulo de métodos de análisis**

Existen varios métodos disponibles para analizar el comportamiento del

pavimento y los datos de costos, e identificar las estrategias y los tratamientos más convenientes. Dichos métodos generan productos útiles para la toma de decisiones y pueden encuadrarse dentro de alguno de los tres siguientes, ya presentados esquemáticamente en la figura 2.7 (AASHTO, 1990):

- **Análisis de la Condición de Pavimentos:** es el procedimiento de análisis más simplificado y combina datos de indicadores de deterioro dentro de un índice que representa la condición global del pavimento. Dichos índices se llevan a un esquema prediseñado de asignación de alternativas basado en diferentes niveles de gravedad de la situación, obteniéndose la estrategia adecuada y pudiendo luego establecer ordenes de prioridad entre diferentes proyectos alternativos, de acuerdo al presupuesto disponible.
- **Modelos de asignación de prioridades:** estos procedimientos incluyen modelos matemáticos de predicción de indicadores de condición en función de variables tales como edad, condición actual, tránsito, factores climáticos, comportamiento histórico y tratamiento seleccionado. Los modelos pueden ser:
  - **Determinísticos:** cuando los modelos predicen un solo valor
  - **Probabilísticos:** cuando predicen un rango de valores probables

Las estrategias de conservación alternativas se evalúan para cada segmento y se comparan entre sí a lo largo del periodo de análisis considerando costos del ciclo de la vida, razón Beneficio/Costo o Costo/Efectividad, y

finalmente se identifica la estrategia con la máxima prioridad, es decir la que resulte más conveniente.

- Modelos de optimización: tienen la capacidad de realizar una evaluación simultánea de la red completa de pavimentos. El objetivo es identificar el conjunto de estrategia que maximice los beneficios totales o minimice los costos totales de la red, sujeto a restricciones presupuestarias. En una primera aproximación se determinan para cada proyecto individual teniendo en cuenta condiciones “in situ” y políticas administrativas vigentes. Los modelos de optimización son importantes de un SGP para analizar varias estrategias de gestión y sus combinaciones, a nivel de red.

Cualquiera sea el método de análisis adoptado en el SGP, debe incorporar la consideración de los siguientes componentes en el método:

- Necesidades: análisis de la condición de los pavimentos, para determinar las necesidades de conservación y las acciones que deberían ejecutarse. A tal efecto pueden utilizarse cualquiera de los métodos arriba mencionados.
- Prioridades: establece los factores que determinan la secuencia que seguirá la realización de los trabajos. Dichos factores pueden ser de orden económico o de otro tipo (estado de deterioro, niveles de tránsito, aspectos ambientales, etc.)
- Programas: define que tratamientos se aplicaran a que caminos, y cuando

se ejecutaran. La definición de los programas de conservación está muy asociada al esquema de definición de prioridades.

- Presupuestos: determinación de las necesidades anuales de financiamiento a lo largo del periodo de análisis. Las limitaciones presupuestarias también inciden sobre la definición de los programas.

#### **2.2.4.3 Módulo de ejecución de obras y retroalimentación**

Para ser creíbles, los SGP deben estar basados en la realidad; los procesos de realimentación son claves para aumentar su confiabilidad. Al inicio de la implementación de un SGP, usualmente se carece de datos históricos suficientes para calibrarlo; el ajuste y adecuación debe realizarse a través de la experiencia y buen juicio de ingenieros conocedores de las características principales de la red a evaluar. Con el tiempo, el SGP se va calibrando periódicamente usando datos de condición de pavimentos y archivos de construcción. [31]

El principal propósito de este módulo es permitir la evaluación de los resultados obtenidos luego de la realización de los trabajos. No obstante, la realimentación puede y debe servir también para ir ajustando las planificaciones de las agencias viales, evaluar la influencia de los métodos de construcción en el comportamiento de los caminos, y verificar la adecuación de los métodos de diseño de pavimentos nuevos y rehabilitados.

### 2.2.5 Niveles de aplicación de la gestión vial

El sistema de gestión puede aplicarse a nivel de red de caminos (comunal, provincial y regional) o para un proyecto específico (un punto tramo de una ruta o una calle vecinal determinada). Ambas son las instancias más importantes en la toma de decisiones, ya que las decisiones globales afectan de red caminera como un todo y las decisiones puntuales afectan a los proyectos individuales. La figura 8 presenta la interrelación que existe entre ambos niveles de decisión dentro de un SGP, junto con el módulo de retroalimentación (De Solminihaç, 1998)

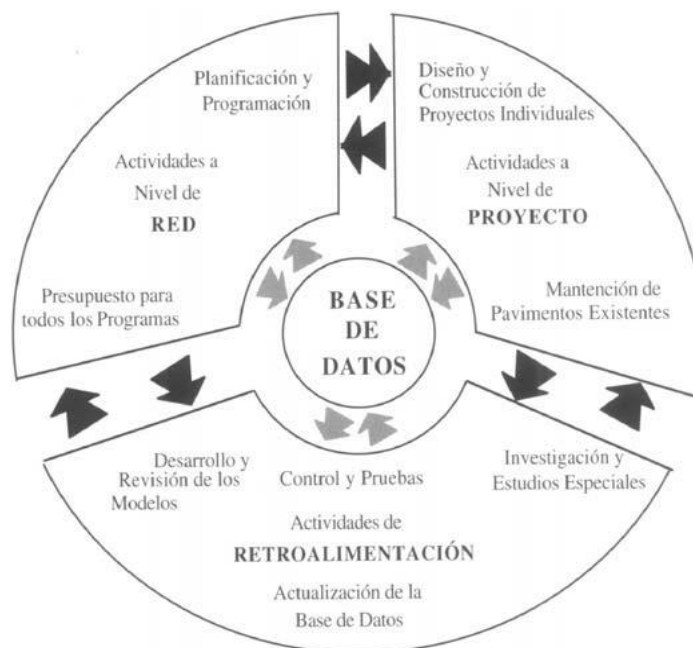


Figura 2.7. Interrelaciones entre niveles de decisión y retroalimentación en un SGP.

Fuente: Haas et al, 1993.

En general un sistema de gestión debe ser completo y eficiente, generando la información necesaria para apoyar la toma de decisiones en todos los niveles.

Dado que sus niveles son interactivos, no es sencillo delimitar con precisión lo que corresponde a cada uno; pero cada nivel tiene sus necesidades particulares de en cuanto a tipo y cantidad de información, usan diferentes criterios y poseen distintas limitaciones (de Solminihac, 1998).

La principal diferencia entre ambos niveles es la cantidad o grado de detalle de la información necesaria para formular la evaluación (Hass, Hudson y Zaniewski, 1994), pero también hay otras diferencias en cuanto al alcance de las decisiones, la forma de comunicarlas, y al procedimiento utilizado para optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles en cada caso.

#### **2.2.5.1 Nivel de proyecto**

Este nivel se aplica a un proyecto o camino determinado, requiriendo información detallada para generar decisiones específicas e individuales para cada proyecto. Los datos requeridos a este nivel suelen ser los siguientes (Haas, 1993):

- Volumen y cargas de tránsito que soporta el pavimento
- Factores ambientales que lo afectan
- Características de los materiales que lo forman (espesores, resistencias, drenaje, etc.)
- Variables de construcción e historial de conservación aplicada
- Costos

En este nivel se consideran las siguientes actividades (Haas, 1993):

- Definición de parámetros propios del análisis (periodo, tasa de descuento, umbrales de deterioro tolerables, etc.).
- Análisis técnico de diversas opciones de conservación considerando el comportamiento del pavimento.
- Análisis económico de las alternativas en función de costos y beneficios asociados al ciclo de vida.
- Selección del momento oportuno y de la actividad adecuada de conservación.

#### **2.2.5.2 Nivel de red**

Este nivel presupone un proceso continuo de observaciones del comportamiento de un grupo de pavimentos que integran una red vial, a efectos de planificar decisiones para todo el grupo o incluso para la red completa, con el propósito de optimizar la asignación de recursos.

En consecuencia, pueden presentarse dos sub-niveles: selección de proyecto, o programa. El nivel de selección de proyecto involucra decisiones de fondos para proyectos o grupos de ellos, en tanto que el nivel de programa involucra decisiones de asignación de presupuesto para la conservación o rehabilitación de una red entera de caminos.

Cuando ambos niveles coexisten en un SGP, las decisiones deben ser compatibles dentro de cada nivel. La figura 9 muestra un diagrama en que puede verse la correspondencia ente niveles, grado de detalle de la información requerida y complejidad de los modelos utilizados (de Solminihac, 1998). En función de estas variables, el grafico muestra dos sectores donde alguno de los dos niveles (proyecto o red) no puede utilizarse.

En la zona inferior izquierda no corresponde usar nivel de proyecto, ya que la formación disponible es reducida. Asimismo, en la zona superior derecha no es factible usar nivel de red, debido a la incompatibilidad práctica entre la complejidad de los modelos utilizados y el alto nivel de detalle en la formación, que requiere un trabajo excesivo de procesamiento y análisis de datos en relación al nivel relativamente más simple y conceptual que requieren los reportes a nivel de red. Entre ambos sectores se ubica el sub-nivel de selección de proyectos, que si bien pertenece al nivel de red requiere un grado intermedio para el detalle de la información.

Las actividades correspondientes al nivel de red siendo las siguientes:

- Procesamiento de datos y determinaciones de indicadores globales para toda la red.
- Análisis técnico y económico aplicado a grupos de caminos.
- Establecer un sistema de seguimiento y control.

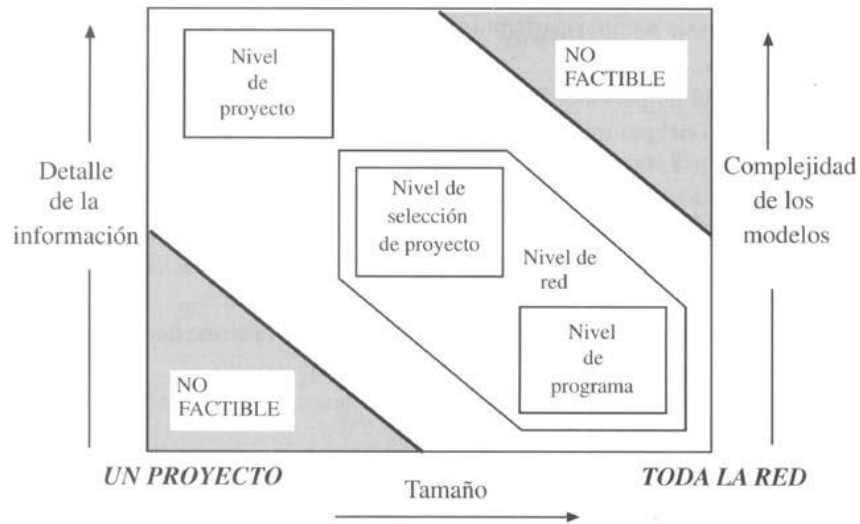


Figura 2.7. Relación entre niveles de decisión.

Fuente: Haas, 1993

- Optimización de recursos, estableciendo prioridades de actuación en función de criterios objetivos.
- Planificar decisiones y establecer programa de inversiones para grandes grupos de proyectos o para toda la red.

### 2.2.6 Productos de un sistema de gestión de pavimentos

La información generada por un SGP en sus reportes, dependiendo de su nivel de sofisticación y capacidad, puede incluir lo siguiente:

- Un inventario de pavimentos en la red con ubicación, tipo, clasificación funcional, kilometraje, superficie pavimentada, etc.
- Una amplia base de datos que posea información referida a la condición de los pavimentos, accidentes, tránsito, historial de construcción, etc.

- La condición actual de la red vial, en base a la obtención sistematizada de datos en terreno.
- La condición proyectada a través del tiempo, en función de los fondos disponibles.
- El presupuesto requerido para llevar a la red desde su estado actual hasta los estándares de condición deseados.
- Los requerimientos presupuestarios para mantener la red dentro de los niveles de servicio predefinidos de condición durante varios años.
- Programas específicos para planificaciones anuales o plurianuales.
- Métodos de priorización de gastos cuando los fondos no alcanzan para cumplir los objetivos deseables prefijados.
- Un procedimiento sistemático para las comunicaciones dentro de los grupos de la administración vial estatal, y hacia fuera de la misma (entidades de gobierno., medios de comunicación, grupos influyentes, etc.)
- Una base de comparación entre estrategias alternativas que pueden aplicarse a los pavimentos de la red.

### **2.2.7 Beneficios de un sistema de gestión de pavimentos**

Los beneficios que pueden esperarse de una SGP son múltiples, tanto para la organización a cargo de la gestión vial como para el gobierno y la sociedad, la que resulta evidentemente favorecida cuando los programa consiguen proveer un buen

nivel de servicio para la red en su conjunto con los fondos disponibles, usualmente insuficientes. Entre los principales beneficios pueden consignarse los siguientes:

- Buscar, organizar y guardar información referente a los pavimentos, evitando que los datos dependan de la memoria de pocas personas.
- Comprender mejor el comportamiento de los pavimentos de la red vial nacional, a partir de los datos de historial y modelos de predicción del deterioro.
- Lograr una mejor comunicación de la condición de los pavimentos, mostrando el impacto de la inversión en conservación sobre la condición global de la red.
- Determinación y cuantificación de los beneficios reales de los usuarios.
- Fundamentar mejor las decisiones de la agencia vial → reducir críticas.
- Preparación de programas y proyectos más racionales, de mediano y largo plazo.
- Priorizar proyectos, para lograr la optimización del uso de los recursos disponibles.

### **2.2.8 Proceso de implementación de un SGP**

Para un adecuado desarrollo e implementación de un SGP en el seno de una organización a cargo de la administración de una red vial, todo el personal de la

misma debe estar plenamente concientizado de su necesidad y conveniencia, comenzando por su conducción directiva (CD). Esta desempeña un papel central en dicho proceso, ya que es quien debe identificar los aspectos político-administrativos que puedan influir sobre la implementación, como ser estándares de comportamientos, políticas de planificación y distribución presupuestaria, impacto social y ambiental de sus decisiones, etc.

#### **2.2.8.1 Principales aspectos a considerar**

Según el libro de De Solminihaç (1998), una organización que pretenda establecer un SGP debe considerar como mínimo los siguientes aspectos (Videla, 1992):

- Estrategia: elaboración de un plan maestro que involucre a todos los elementos del sistema, tanto en la implementación como en la operación a lo largo del tiempo.
- Organización: que cubra todas las actividades del sistema, incluyendo el personal y estructura organizacional, desde la recolección de datos en campo hasta la toma de decisiones en el alto nivel.
- Equipamiento: debe ser apropiado para llevar a cabo los diferentes procesos que implica la gestión de pavimentos. Debe considerar el uso de computadoras, equipos de auscultación de caminos, programa de evaluación apropiados, etc.

- Investigación: es un aspecto fundamental para la fase inicial y el desarrollo global del sistema.

#### **2.2.8.2 Etapas sugeridas para la implementación**

La AASHTO (1990) recomienda siete pasos principales que deberían seguirse durante el desarrollo, implementación y operación de una SGP, los que pueden adaptarse a un nuevo sistema o bien para mejorar uno ya existente. El esquema general de ejecución de estas etapas se presenta en la figura 2.8.

- Inicio: La Conducción Directiva debe impulsar con la mayor decisión posible al SGP en sus comienzos, a fin de vencer la resistencia de los grupos conservadores (que siempre existen) dentro y fuera de la organización; el SGP debe estar adecuadamente coordinado dentro de los departamentos de la organización, que deben comprender bien la forma en que están ubicados dentro del esquema global. Si la CD aporta el grueso del esfuerzo inicial, consiguiendo personal especializado, equipamiento y fondos para llevar adelante desarrollo del SGP, todo el resto del proceso se simplifica
- Organización de un Comité Directivo: Es necesario para guiar y dirigir los esfuerzos, y debería estar conformado por personal directivo de los distintos departamentos involucrados dentro de este proceso. La CD debe especificar claramente al Comité sus objetivos y responsabilidades,

dándole plena autoridad en todo lo que importe al desarrollo del SGP. Entre las responsabilidades asignadas al Comité se tiene la definición clara de los objetivos del SGP, la evaluación de los procedimientos usuales en la organización, la identificación de los datos y reportes que se necesiten, y el sugerir los cambios que se juzguen más convenientes a fin de favorecer la implementación del SGP.

- Formar el personal del SGP: Este grupo humano debe prepararse para establecer y operar el SGP, trabajando a este fin con el Comité Directivo desde un principio. Es oportuno designar a una persona con dedicación exclusiva, que dirija y coordine la parte ingenieril del SGP. Con la autoridad suficiente para tomar las decisiones que correspondas. Esta persona debe estar en contacto permanente con los directivos de los departamentos involucrados en proceso de implementación.
- Selección y desarrollo del sistema: en esta etapa se debería identificar y evaluar los componentes que necesita el SGP, adoptando algunos de los siguientes criterios propuestos por Monismith et al. (AASHTO, 1990):
  - Definir la red que se incluirá en el análisis.
  - Dividir la red en unidades de gestión (sectores o tramos homogéneos que se manejaran como una única entidad, con características físicas consistentes), y recolectar datos necesarios sobre identificación, construcción y mantenimiento.

- Determinar la condición particular de cada unidad de gestión, y la condición colectiva de la red.
- Ingresar la información en una base de datos.
- Definir criterios de decisión, tipos de tratamiento a realizar, costos unitarios y el periodo de vida estimado para las distintas alternativas posibles.
- Determinar las estrategias más eficaces para las distintas categorías de condición, tipo de superficie de camino y nivel de tránsito.
- Definir las comunicaciones del sistema (reportes o salidas), y su flexibilidad.

Es importante en esta etapa delimitar los requerimientos del SGP, y compararlos con lo que la organización vial hace y/o necesita habitualmente. En definitiva, se trata de conseguir buena información, un buen análisis de la misma y una comunicación eficiente de los resultados obtenidos.

- Demostración a prueba del SGP (etapa piloto): es conveniente probar el funcionamiento del sistema a pequeña escala, a efectos de:
  - Corregir los problemas relacionados con recopilación de datos y calibrar métodos de análisis.
  - Análisis a fondo aquello que no esté claro.
  - Sugerir los cambios y mejoras pertinentes.

- Permitir a los potenciales usuarios irse familiarizando con el sistema.
- Asegurar, en definitiva, que el SGP responde adecuadamente a lo que se esperaba.

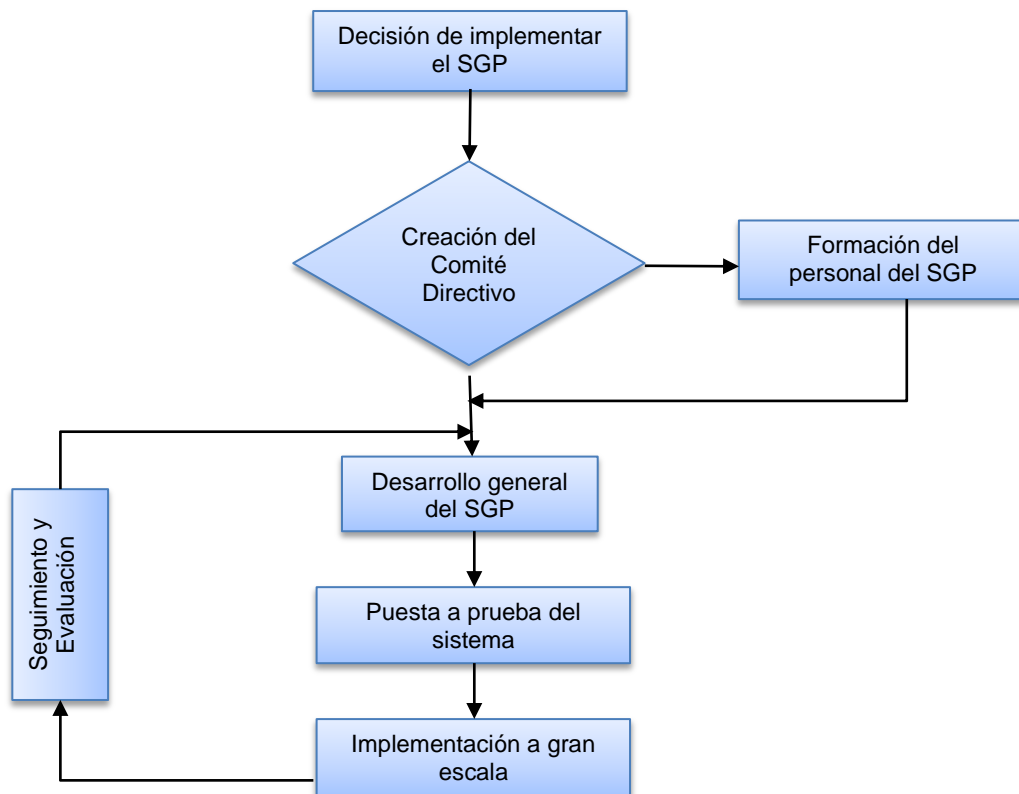


Figura 2.8. Esquema de la implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos

Fuente: AASHTO (1990)

- Implementación a gran escala: corresponde a la instauración generalizada de los diferentes componentes del sistema en cada uno de los estamentos que corresponda. A esta altura, el personal del SGP ya debe estar adecuadamente seleccionado, entrenado y listo para la operación del

mismo, contando con la apoyatura necesaria desde el Comité Directivo y la CD. No debe olvidarse que el factor humano es lo más importante para el éxito del sistema.

- Seguimiento del SGP: Esto es muy importante, a fin de poder realizar mejoras en el sistema. Pero no deben hacerse grandes cambios muy seguidos. Aquellos cambios o mejoras menores, que introducen mejoras o simplifican el procesamiento, pueden hacerse cuantas veces sea necesario. En cambio, las modificaciones de gran magnitud, que puedan afectar en forma significativa las bases de datos, los modelos de predicción o los tipos de reportes, no es conveniente efectuarlos con una periodicidad inferior a los 5 años. De esta manera se puede evaluar más completamente el comportamiento del SGP e identificar con mayor claridad las mejoras necesarias; los grandes cambios deben realizarse solo cuando el personal del SGP, con el aval del Comité Directivo, lo que imprescindible.

Para el éxito de todo este proceso es imprescindible afinar las comunicaciones dentro y fuera de la organización vial. Solo si los resultados son comunicados de manera eficaz a los distintos departamentos de la repartición, a los organismos gubernamentales y legislativos, y al público, podrá aprovechar integralmente la capacidad potencial del sistema.

## **2.3 Conservación vial**

Se entiende por conservación vial al conjunto de actividades técnicas, de naturaleza periódica o rutinaria que deben realizar los organismos responsables de la gestión vial para cuidar las vías y mantenerlas en estado óptimo de operación.<sup>8</sup>

Estas acciones tienen como propósito inmediato brindar fluidez al tránsito vehicular en todas las épocas del año, pero también en un sentido más amplio buscan proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios y preservar las inversiones efectuadas en la construcción o rehabilitación de los caminos.

### **2.3.1 Esquema óptimo de conservación vial**

Un esquema óptimo de conservación vial es el que opera cumpliendo con las siguientes condiciones básicas:

- La red debe mantenerse en buen estado no solo ocasionalmente sino de manera permanente con criterio preventivo y dentro de una perspectiva de largo plazo.
- La conservación de la red debe proyectarse a un costo razonable, optimizando la relación costo – beneficio (C/B).

### **2.3.2 Ciclo de vida fatal de una carretera**

La carretera luego de ser construida a lo largo de los años y debido a varios factores como: el agua, el tráfico, la inestabilidad de taludes, sobrecargas, etc.

Sufren un proceso de deterioro de su estructura que puede llegar hasta tal punto que lo puede convertir en intransitable.<sup>10</sup>

El deterioro de una carretera es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total.

Por lo tanto el mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre la carretera, extendiendo el mayor tiempo posible su vida útil y reduciendo las inversiones requerida a largo plazo.

Ese ciclo consta de cuatro fases las cuales se describen a continuación:

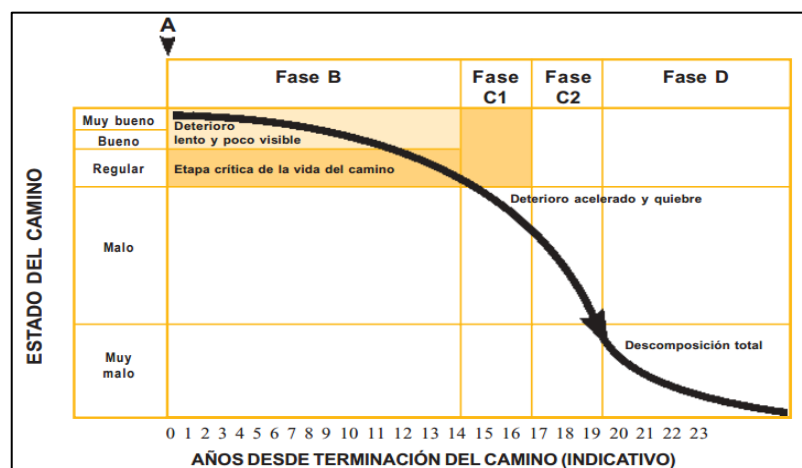


Figura 2.9. Condición de vía sin mantenimiento

Fuente: Salomón Emilio, 2003.

<sup>10</sup> Fuente: Menéndez José Rafael, Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas – Manual Técnico, Organización Internacional del Trabajo, Lima, Diciembre de 2003.

### **Fase A: Construcción**

La carretera puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración. (Punto A del gráfico)

### **Fase B: Deterioro lento y poco visible**

Durante un cierto número de años, la carretera va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y calidad de la construcción. (Menéndez, 2003)

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

En épocas anteriores, la conservación de las vías durante esta fase era prácticamente nula, debido a la no asignación de recursos o a que los recursos eran asignados a los caminos que se encontraban en muy mal estado. Pero también ha actuado en contra el mal entendido concepto del diseño del camino

para un determinado número de años. En la fase B la carretera se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. La carretera sigue sirviendo bien a los usuarios en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término.

### **Fase C: Deterioro acelerado**

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos de la carretera están cada vez más “agotados; la carretera entra en un periodo de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Al inicio de esta fase, la estructura básica de la carretera aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se puede observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible.

En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada. Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

### **Fase D: Descomposición total**

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este periodo el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a solo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis.

En general los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y solo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

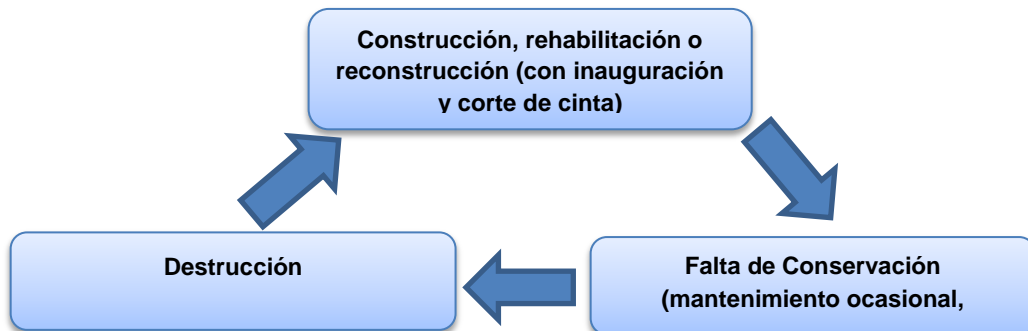


Figura 2.10. Ciclo de vida fatal de los caminos.

Fuente: Salomón Emilio, 2003.

### 2.3.3 Ciclo de vida deseable

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema

de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura.<sup>10</sup>

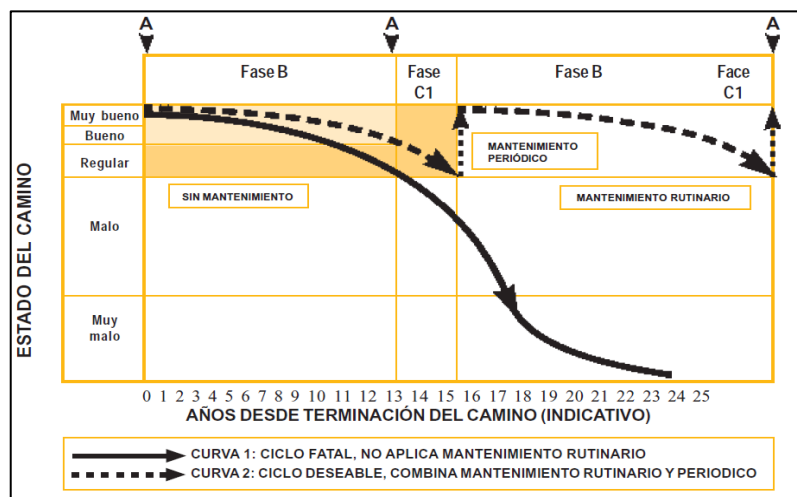


Figura 2.11. Condición de vía con y sin mantenimiento.

Fuente: Salomón Emilio, 2003.

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que siga un camino sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falla de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del camino, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario, solo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico.

Se considera que es posible lograr una adecuada conservación de los caminos, estableciendo un ciclo deseable de vida del camino. Así, si el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, este se encontrara en un estado óptimo de servicio.

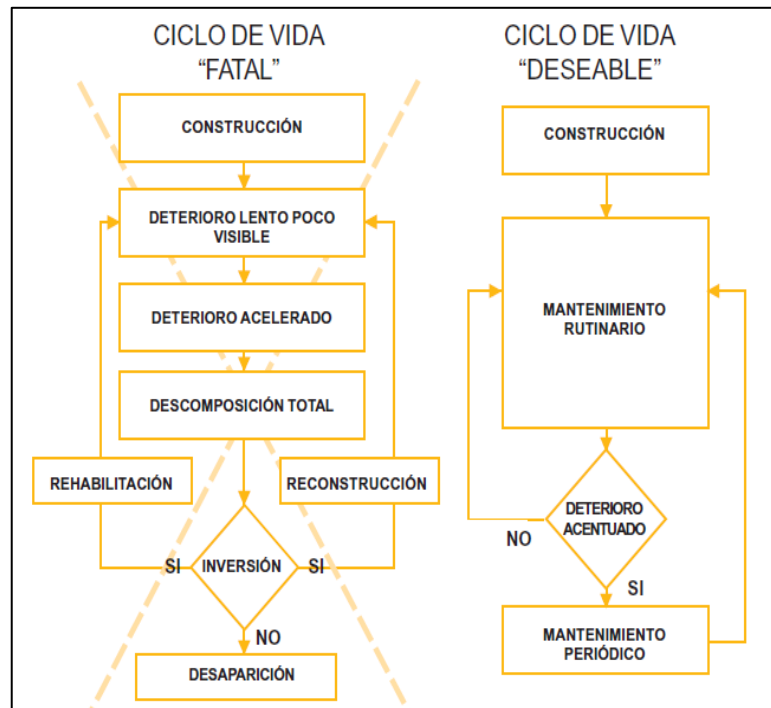


Figura 2.12. Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”.

Fuente: Salomón Emilio, 2003.

Pero el uso del camino va generando un desgaste natural del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos. Si la autoridad competente desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tendra a ser más lento y prolongara en el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento periódico.

De esta manera, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación con los beneficios consiguientes para el transporte: menores tiempos de circulación, ahorro en combustible y repuestos de vehículos, menores costos de

operación y tarifas más baratas de transporte de carga y pasajeros, acceso a vehículos livianos, mayor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

Un camino no mantenido, en cambio, después del segundo año empieza a dar dificultades para el transporte: mayores tiempos de circulación, mayor consumo de combustible y repuestos, mayores costos de operación del transporte, acceso solo a vehículos pesados, tarifas más altas del transporte menor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.<sup>10</sup>

#### 2.3.4 Niveles de intervención en la conservación vial

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación).

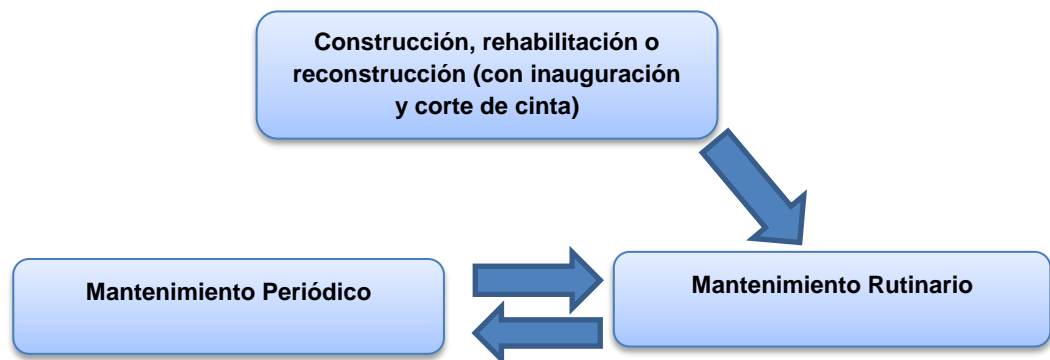


Figura 2.13. Ciclo deseable de la conservación vial.

Fuente: Salomón Emilio, 2003.

Uno de los objetivos primordiales de la conservación vial es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción. La conservación constituye, por tanto en actividades o tareas que no impliquen modificar la estructura existente la vía.

#### **a) Conservación Rutinaria**

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud, así como limpieza o reparación de señales y elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura, drenaje, etc. Debe ser de carácter preventivo.<sup>11</sup> Las actividades en general son:

- Conservación de Plataformas y Taludes
  - Limpieza de calzada, bermas
  - Remoción de arena (desarenado).
  - Limpieza de derrumbes y huaycos menores
- Conservación de Pavimentos flexibles en calzada y bermas

---

<sup>11</sup> Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras – Conservación Vial, Lima, 2013

- Sellado de fisuras y grietas en calzada
- Parchado superficial en calzada
- Conservación de drenaje Superficial
  - Limpieza de alcantarillas
  - Limpieza de cunetas
  - Reconformación de cunetas no revestidas
- Conservación de señales verticales
  - Limpieza de señales preventivas, reglamentarias e informativas
  - Repintado de postes de concreto en señales verticales
  - Reposición de panel de señales, postes verticales y pórticos metálicos.
- Conservación de postes de kilometraje
  - Limpieza y repintado de postes kilométricos
  - Reposición de postes kilométricos y guardavías metálicas.
  - Limpieza y repintado de guardavías metálicas
- Conservación de marcas en el pavimento
  - Repintado de marcas en el pavimento
- Conservación de otros elementos de seguridad vial
  - Reposición de tachas bidireccionales y postes delineadores.

Estas actividades que por su naturaleza son intensivas en el uso de mano de obra, pueden ser encomendadas a micro y pequeñas empresas que se constituyen específicamente con este propósito.



*Figura 2.14.* Limpieza de derrumbes Tacna –Tarata progresiva km 56+900.

Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua



*Figura 2.15.* Demarcación de pavimento Tacna – Tarata progresiva km 51+450.

Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua



*Figura 2.16.* Reposición y reparación de guardavía Tacna – Tarata progresiva km 69+200.  
Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua



*Figura 2.17.* Sello de arena Tacna – Tarata progresiva km 20+900.  
Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua



*Figura 2.18.* Bacheo profundo en calzada Tacna – Tarata progresiva km 73+950.

Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua

### **b) Conservación Periódica**

Es el conjunto de actividades cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimentos, reparación o reconstrucción puntual de túneles, etc.<sup>11</sup> Las actividades de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación de obras de arte.



*Figura 2.19. Lechada asfáltica Tacna – Tarata progresiva km 20+000.*

Fuente: Provias Nacional zonal Tacna-Moquegua

### **c) Rehabilitación**

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. Procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

### **d) Mejoramiento**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los

trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación. El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad, así como la seguridad de los vehículos que el transitan. En estricto sentido, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie.

#### **2.4 Modalidades de ejecución en la conservación vial**

La conservación vial de las carreteras o caminos públicos es básicamente una materia de responsabilidad de las entidades competentes en el sector vial, esto es: el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (red vial nacional), los Gobiernos Regionales (redes viales troncales) y las Municipalidades (redes viales vecinales). Para su ejecución cada una de estas entidades en uso de su autonomía en su responsabilidad frente a las leyes y a su respectiva reglamentación nacional, puede realizar la conservación vial bajo las siguientes modalidades, según juzgue y justifiquen adecuadamente, como lograr mayor eficacia con los recursos que dispone, en el cumplimiento de su responsabilidad de conservar en un buen nivel de operatividad los caminos bajo su competencia:

- Administración directa
- Convenios con otros organismos públicos
- Contratos con empresas o entidades privadas mediante licitaciones públicas de conformidad a la legislación respectiva.

En el caso de los contratos con empresas o entidades privadas, puede optarse por aplicar modalidades permitidas por leyes, como son por ejemplo:

- Concesiones viales.
- Contratos convencionales por programas y ejecución de cantidades de obras o actividades similares.
- Contratos por “niveles de servicio” referidos a la condición operativa del camino en sus diversos componentes, que de mantener el contratista.
- Contratos por “Asociación Público-Privada” que tiene mucha aplicación internacional en el mundo; otros tipos de contratos de conservación que sean convenientes, tal el caso de la aplicación de la modalidad establecida en el “Proyecto Perú” y otros similares que pueden diseñarse o crearse posiblemente como producto de las experiencias exitosas y que finalmente se plasman en las respectivas especificaciones técnicas en los contrato.

Para su ejecución la entidad competente, puede realizar la conservación vial bajo las siguientes modalidades mencionadas, según se justifique adecuadamente, como lograr mayor eficiencia con los recursos que dispone, en el cumplimiento de su responsabilidad de conservar en un buen nivel de operatividad los caminos bajo su competencia.

### **2.4.1 Administración directa**

El programa de conservación por administración directa es una modalidad de mantenimiento de caminos que se caracteriza por ser efectuada con maquinaria y personal propio de las agencias viales del estado (MTC-Provias Nacional).<sup>12</sup> Es decir es el encargado de la planificación, ejecución y control de las operaciones con sus propios recursos los cuales en ocasiones son insuficientes y no son las más adecuadas para conseguir un nivel de servicio requerido.

Es muy sabido y cuestionado que la administración pública tenga la capacidad de manejar eficientemente los recursos del estado, en diversos escenarios y entre ellos las redes viales nacionales que no están ajenos a la mala administración. Esto debido a muchos factores como:

- No hay incentivos reales que la obliguen a alcanzar metas altas en cuanto al estado de los caminos o concluir la obra, no se paga la productividad.
- El personal no está suficientemente motivado como las bajas remuneraciones, falta de incentivos, ausencia de sanciones por los errores cometidos lo que conlleva a conspirar en contra de un buen desempeño.
- Procedimientos burocráticos interminables y agotadores no hacen de la administración pública el órgano más ágil y eficaz en materia de gestión.
- La supervisión es interna, generalmente dependiente del mismo

---

<sup>12</sup> Fuente: Romero Baca A. Mario, Contratos por Resultados: La implementación de los contratos de gestión vial por niveles de servicio del programa “Proyecto Perú”, Lima.

“proyecto” esto quiere decir que ellos mismos se supervisan.

Los mantenimientos periódicos tradicionales se ejecutan como Obra, ya sea por administración directa o por contrata. En los casos de AD se formaban proyectos con un jefe, administración, equipo de ingenieros, equipo propio (y/o alquilado) y obreros contratados, los insumos de la obra se contrataban mediante procesos de selección regulares, lo que afectaba el plazo de la obra.<sup>12</sup>

En los casos de obras por contrata:

- Se requerían estudios definitivos de ingeniería (expedientes técnicos) para licitarse.
- La obra se ejecuta de acuerdo al Expediente Técnico, los errores o deficiencias de este corresponden a la Entidad y se transforman en adicionales y ampliaciones de plazo.
- Entregada la obra, la responsabilidad de su mantenimiento compete a PROVIAS.
- Las fallas constructivas a corto plazo eran asumidas por la Entidad.

En los casos del tratamiento de las emergencias viales como los derrumbes o erosión de plataforma:

- Eran atendidos directamente por la Entidad, con sus propios recursos.
- Se contrataban obras, servicios y bienes directamente, exonerándose de los procesos (situación de emergencia).

- Falta de oportunidad en la atención de la emergencia.
- Contrataciones exoneradas a costos distorsionados por la emergencia.



*Figura 2.20.* Emergencia vial huayco progresiva km 46+500 tramo: Tacna – Tarata.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las fotografías se dan emergencias viales como huaycos que son atendidos a duras penas por Provias Nacional debido a que en muchos casos no cuenta con maquinaria pesada propia y eficiente, a lo que recurre a realizar pactos con los municipios aledaños para atender dichas emergencias, y que en muchos casos podría demorar días afectando a los usuarios.

Otro problema que existe es que la movilización de cada equipo demanda la provisión de insumos permanentes: combustible, lubricantes, repuestos, y mantenimiento de vehículos. Si los procesos fallaban el equipo se paralizaba.



Figura 2.21. Atención a la emergencia vial progresiva km 46+500 tramo: Tacna – Tarata.

Fuente: Elaboración propia

Ahora la conservación vial es distinta de una obra tradicional, más distinta aun si se incluyen conceptos de niveles de servicio y transferencia de riesgos. La idea es transferir los riesgos al contratista, es exigirle innovación y resultados permanentes, bajo determinados niveles de servicio y durante toda la vigencia del contrato, encargándole la gestión de extensos corredores viales. Cabe recalcar que Provias Nacional nomino las actividades de contrato como *servicios*, cuando propiamente eran de *gestión* de la conservación vial.<sup>12</sup>

#### **2.4.2 Contratos por niveles de servicios**

Los contratos por niveles de servicio de conservación vial nace a través de la del proyecto Perú que viene a ser implementado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de Provias Nacional mediante el programa de

infraestructura vial proyecto Perú, se realiza en grandes corredores viales (entre 200 a 400 Km. de longitud). Los niveles de servicio son estándares mínimos que la vía tiene que tener y de no cumplirse con estos estándares, se castiga en los pagos mensuales que se realizan a los contratistas, siendo las evaluaciones de forma mensual y aleatoria.

**Definición:** Es un mecanismo de tercerización a aplicar preferentemente en vías pavimentadas con altos volúmenes de tránsito, con un Índice Medio Anual – IMDA mayor de 400 vehículos, para que una empresa privada asuman toda la responsabilidad de la conservación de la carretera con unas condiciones de servicio establecidas mediante índices o niveles de servicio, durante un plazo establecido de varios años. Además, se encargan de labores operativas de la vía como son el control de pesos y dimensiones vehiculares, la seguridad vial, la atención a los usuarios y las emergencias viales. Algunos puntos claves son:<sup>13</sup>

- Los contratos por niveles de servicio están relacionados a un estado permanente que las vías deben ofrecer a los usuarios de acuerdo a un estándar de calidad, el cual se traduce en carretera en óptimo estado de conservación durante el plazo del contrato.
- Se ha tercerizado las actividades de gestión y conservación vial, permitiendo mantener las vías en buen estado y de manera permanente.
- Transfieren el riesgo del Estado al Contratista.

- Impulsan el uso de nuevas tecnologías para la conservación periódica.
- Impulsan el uso de pavimentos ecológicos:
  - En caminos de bajo volumen de tránsito, con pavimentos básicos.
  - En caminos de alto volumen de tránsito, con reciclado de pavimentos.<sup>13</sup>

#### 2.4.2.1 Contrato por resultados

Los pagos por la gestión y mantenimiento de los activos viales están relacionados al cumplimiento de indicadores de niveles de servicio y no por cantidad de actividades ejecutadas (precios unitarios). Significan una innovación, que se aplica desde hace varios años en Latinoamérica y que tiene significativo impacto sobre el estado de las vías y los costos de conservación.

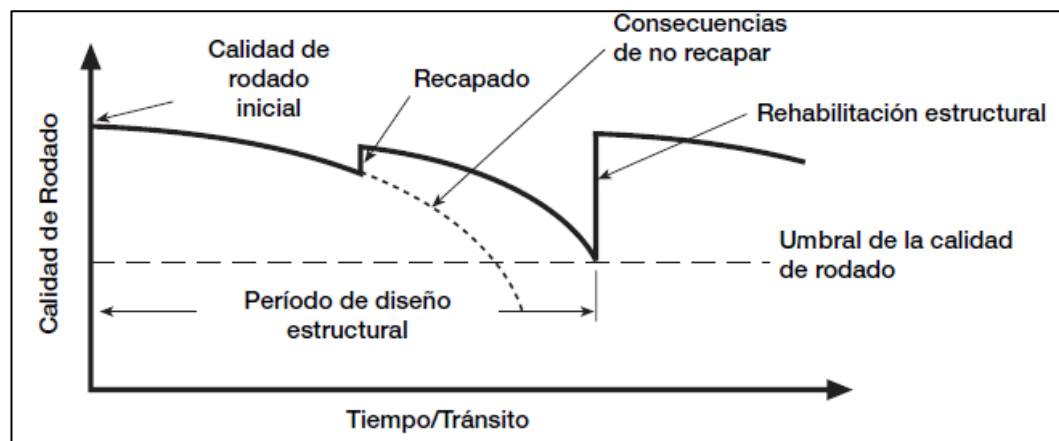


Figura 2.22. Importancia de las acciones preventivas para conservar las vías.

Fuente: Wirtgen, Manual de Reciclado en Frio

<sup>13</sup> Fuente: Vega Vásquez John, "PROYECTO PERÚ" Contratos de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio, Lima, Julio del 2011.

### 2.4.2.2 Evaluación del nivel del servicio

Se definen como las características físicas que debe presentar una carretera para garantizar al usuario una circulación segura, confortable, económica y fluida. Son aceptables si cumplen los requisitos mínimos establecidos objetivamente mediante referentes o estándares.

Tabla 2.4. Niveles de servicios mínimos que debe garantizar el contratista.

<i>Variable</i>	<i>Indicador</i>	<i>Medición</i>	<i>Tolerancia (nivel de servicio)</i>
Calzada	Limpieza	Insp. Visual	Libre de escombros
	Baches	Insp. Visual	Cero huecos
	Fisuras	Insp. Visual	20% de tolerancia - Área
	IRI	Perfilometro	IRI=2.5 capa nivelante IRI=3.2 conservación
Bermas	Limpieza	Insp. Visual	Libre de escombros
	Baches		Cero huecos
Drenaje	Cunetas	Inspección Visual	Libre de residuos sólidos, vegetación y cualquier otro elemento que cause obstáculo.
	Alcantarillas		
	Bajada de agua		
	Badenes		
Señalización	Verticales	Insp. Visual	Completas y limpias
	Horizontales	Retroreflexometría	Mayor a 150 mcd/lux-1/m <sup>2</sup>
	Hitos		
	Kilométricos	Insp. Visual	Completas y limpias
	Guarda Vías	Insp. Visual	Completas y limpias

Fuente: Términos de referencia. CP-0015-2006-MTC/20

### 2.4.2.3 Fases del servicio

Son las actividades que desarrollara el Contratista

#### a) Fase pre operativa

Diseño y elaboración del programa de conservación vial



*Figura 2.23.* Evaluación del supervisor y contratista.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



*Figura 2.24.* Medición de ahuellamiento.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



Figura 2.25. Perfilometro laser para medir la rugosidad superficial.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Elaboración del plan de conservación vial
- Elaboración del plan de manejo socio ambiental
- Elaboración del inventario vial de la situación inicial de las rutas
- Elaboración del plan de calidad para la ejecución de los servicios.

#### b) Fase Operativa

Implementación y puesta en marcha del programa de conservación vial

- Conservación rutinaria
- Conservación periódica y/o puesta a punto
- Atención de emergencias viales
- Relevamiento de información

### 2.3.2.4 Criterios de pago

El criterio para el pago a diferencia de los contratos a precios unitarios no es la cantidad de actividades ejecutadas, sino al cumplimiento de niveles de servicios, establecidos para los diferentes elementos de la vía. Estos se efectúan periódicamente, son de monto fijo y uniforme y están afectos a reajustes (formulas polinomicas) y deducciones por penalidades observadas en los periodos de inspección, con órdenes de servicio incumplidas o por incumplimiento de evaluación de niveles de servicio por muestreo a fin de mes.

AÑO	1	2	3	4
PLAZO INICIAL				
PLAZO MANTE.				
Plazo inicial	Actividades iniciales Obligatorias: puesta a punto y reparaciones puntuales		Actividades de Mantenimiento Rutinario	
Plazo de Mantenimiento				

Figura 2.26. Esquema de contratos de conservación por niveles de servicio.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### 2.4.2.5 Ahorro en los costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular para carretera de bajo volumen de tránsito, se reducen considerablemente en un promedio del 38%, tanto para ligeros, como pesados, esto por las mejores condiciones de transitabilidad. Los vehículos ligeros ahorran en promedio \$ 17 por cada 100 km y los pesados \$81. [MTC]

Tabla 2.5. Ahorro en los costos de operación vehicular.

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Costos de operación vehicular s/proyecto (US\$/Veh/km)</i>	<i>Costos de operación vehicular c/proyecto (US\$/Veh/km)</i>	<i>Reducción de costo de operación vehicular</i>	
Ligero	0,44	0,27	0,17	38,64%
Pesado	2,13	1,32	0,81	38,03%

Fuente: Unidad Gerencial de Estudios – Provias Nacional

#### 2.4.2.6 Incremento del volumen de tránsito de vehículos

En casos intervenidos de conservación vial por niveles de servicio, donde se han aplicado pavimentos económicos, el volumen de tráfico de vehículos ligeros y pesados, se han incrementado a casos de 750%.

Tabla 2.6. Ejemplo incremento de tránsito por contratos de niveles de servicio.

<i>Corredor vial</i>	<i>IMD</i>	
	<i>antes</i>	<i>ahora</i>
Cañete - Chupaca	35	300
Huánuco - La Unión	120	380

Fuente: Unidad Gerencial de Conservación Vial – Provias Nacional

#### 2.4.2.7 Reducción de tiempo de viaje

Tabla 2.7. Ejemplo de reducción de tiempos de viaje.

<i>Corredor vial</i>	<i>Longitud (km)</i>	<i>Tiempo recorrido (h)</i>		<i>Reducción (%)</i>
		<i>Antes</i>	<i>Actual</i>	
Cajamarca - Celendin - Balzas - Dv. Chachapoyas y Pedro Ruiz	372,26	14	10	28,57
Cañete - Lunahuana - Pacara - Zuñiga - Dv. Yaugos - Ronchas - Chupaca	281,73	12	8.5	29,17

Juliaca - Putina - Sandia - San Ignacio/Emp. PE-34G - Moho - Tilali	438	17	10.5	38,24
IIRSA Sur: Cusco - Pto. Maldonado	533,05	20	8	60

Fuente: Unidad Gerencial de Conservación – Provias Nacional



Figura 2.27. Corredor vial: Cañete – Lunahuana – Pacaran – Chupaca.

Fuente: Contrato N° 288-2007-MTC/20 (Proyecto Perú)



Figura 2.28. Corredor Vial: Huánuco – La Unión – Huallanca – Dv. Antamina.

Fuente: Contrato N° 255-2007-MTC/20 (Proyecto Perú)

## **Resultados**

- Se asegura la conservación de las vías, por periodos de 05 años con satisfacción de los usuarios, al tener un servicio rápido, económico y seguro.
- Ayuda a bajar los costos de operación vehicular.
- Se crean oportunidades de aplicación de nuevas técnicas
- En estos contratos de conservación vial, el contratista se encarga la gestión a nivel de corredores viales. Se transfieren los riesgos, se incentiva la innovación tecnológica.
- Los pagos de los contratistas está vinculado al cumplimiento de niveles de servicio y no a la cantidad de actividades.
- La vía conservada, permiten reducir los costos de operación vehicular, los tiempos y costos de viaje, beneficiando a los usuarios así como en la logística de bienes, que influye en el sistema económico.
- Los contratos son en promedio de 5 años.
- Estos contratos permiten una mejor relación con la comunidad. Se promueve la cultura preventiva y la mejora continua, que es parte de los principios de la calidad.

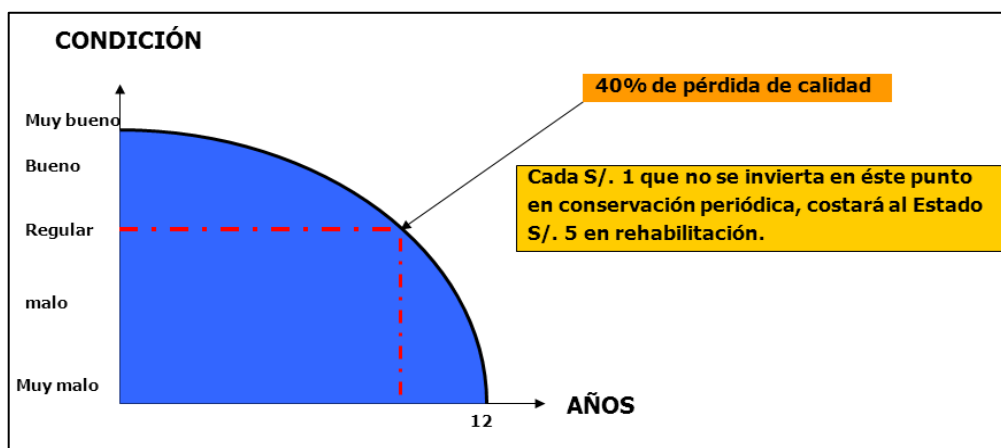


Figura 2.29. Condición de pavimentos vs años de funcionamiento.

Fuente: Torres Trujillo Raúl, Intervenciones en la red vial nacional - MTC

### 2.4.3 Contratos de conservación vial con microempresas

Con el objetivo de mejorar la calidad de sus carreteras y disminuir los costos relacionados con el mantenimiento, en las décadas de los 80's y 90's, las agencias de caminos de muchos países en Latinoamérica empezaron a cambiar el mantenimiento de las mismas, pasaron de realizarlo por funcionarios de la agencia de caminos (Administración), a contratar del mantenimiento rutinario de su red de caminos.

En el Perú se viene utilizando esta modalidad desde el año 1995 a cargo de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a través del Programa Caminos Rurales, hoy Provias Descentralizado viene desarrollando un conjunto de acciones para mejorar la infraestructura de transporte rural y departamental y hacerla sostenible en el tiempo. Con la finalidad de contribuir a la superación de la

pobreza y el desarrollo del país.<sup>14</sup>

Este movimiento fue parte de todo un proceso de reforma para modernizar al sector público y privado. Uno de los alcances adoptados ha sido la promoción y creación de microempresas (pymes) basados en la labor rutinaria del mantenimiento de carreteras. Tanto en la red de caminos pavimentados como en la de no pavimentados.

#### **2.4.3.1 Microempresas**

Una microempresa de conservación vial es una entidad del sector privado, habitualmente de bajo capital y uso intensivo de mano de obra, típicamente consiste entre 10 y 15 trabajadores, con el fin de mejorar y mantener el estándar de una carretera relativamente estrecha entre 15 km y 80 km, y con un costo promedio anual de \$800 USD y \$1000 USD por kilómetro. Se usan contratos basados en el desempeño de una serie de indicadores de calidad, en lugar de una cantidad de insumos (costos unitarios).<sup>16</sup>

En los países con programas más maduros, la cobertura ha sido difundida a través de los años, esto ha resultado en un mantenimiento rutinario de redes de carreteras extremadamente grandes por numerosas microempresas. Perú posee 15 000 km de carretera sin pavimentar mantenidas por alrededor de 600 microempresas y

---

<sup>14</sup> Fuente: Valdivia Minaya G. (2005), Experiencia del Mantenimiento Vial rutinario mediante procesos participativos – MTC, Lima.

Colombia tiene 14 000 km de carreteras pavimentadas mantenidas por 300 microempresas.

#### **2.4.3.2 Tipos de caminos bajo mantenimiento rutinario**

En Latinoamérica, el modelo ha sido aplicado a todos los tipos de carreteras, como única excepción, las pistas multi - carriles y autopistas. En las redes no pavimentadas, reparaciones menores en la superficie de la carretera (ejemplo, el relleno de baches) han sido generalmente incluidas en las actividades de las microempresas. En las redes pavimentadas, esto ha permanecido como la responsabilidad de la agencia que contrata o compañías más grandes, debido a los requerimientos técnicos que conlleva reparar, carreteras de asfalto. Sin embargo, en algunos países (Colombia, Ecuador y recientemente Perú), las microempresas también han sido responsable del mantenimiento de la superficie de las carreteras, con el material provisto por la agencia contratante.<sup>16</sup>

#### **2.4.3.3 Formación micro empresarial**

La promoción y la formación de microempresas se ejecutan generalmente por la agencia contratante. En el proceso promocional, el concepto de mantenimiento de caminos micro empresarial, es primeramente presentado a las comunidades que viven cerca de los caminos que van a ser puestos bajo el mantenimiento rutinario. Generalmente esta promoción inicial es realizada con las autoridades municipales y los líderes comunitarios.

Subsecuentemente, los miembros de la microempresa son seleccionados entre candidatos interesados bajo varios criterios. Los principales criterios son que los candidatos se encuentren entre los más pobres de la comunidad, vivan cerca de la carretera, o tengan empleo recientemente y sean cabezas de familia. Dada la preferencia a los bajos niveles de educación encontrados en muchas comunidades, especialmente en las áreas rurales.

- a) Modalidad de contratación: La mayoría de los programas de mantenimiento en Latinoamérica comenzaron con un financiamiento externo (usualmente proveniente del Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo). El Perú financio en dos periodos de cinco años con préstamos del BID y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF).<sup>15</sup> Una vez que las microempresas ha madurado y hay suficientes candidatos alternativos con la experiencia necesaria y las habilidades existente en las comunidades, los contratos pueden ser abiertos para ofertas competitivas.
- b) Herramientas y maquinaria: Las actividades de mantenimiento rutinario se realizan por miembros de las microempresas, usando herramientas manuales básicas. En muy pocas ocasiones, se usa maquinaria liviana, la cual es provista por las agencias contratantes.

---

<sup>15</sup> Fuente: Torres Trujillo R. (2006), Programa de Caminos Rurales – Balance y Perspectivas, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima.

- c) Actividades de mantenimiento: En general las microempresas son responsables de las actividades de mantenimiento relacionadas con carreteras pavimentadas, el derecho de vía, el sistema de drenaje, los trabajos viales y la señalización de las carreteras y las medidas de seguridad.

#### 2.4.3.4 Niveles de servicio e indicadores de desempeño

Los contratos basados en el desempeño son aplicados, en donde los pagos por el mantenimiento de los activos de las carreteras, no son hechos basados en cantidad de ingresos y trabajos llevados a cabo, pero explícitamente ligados al desempeño mínimo definido por indicadores o niveles de servicio claramente establecido en la siguiente tabla.<sup>16</sup>



Figura 2.30. Trabajos de bacheo en redes no pavimentadas.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Provias descentralizado

<sup>16</sup> Fuente: “Mantenimiento rutinario de carreteras basado en Micro-Empresas: La experiencia en Latinoamérica (Serge Cartier Van Dissel)” Routes- Rods 20140 – No. 346, AIPCR/PIARC.

Tabla 2.8. *Indicadores de desempeño.*

<i>Actividad</i>	<i>Indicador de estado</i>
Limpieza reparación de alcantarillas y sus cabeceras	Limpias para permitir libre escurrimiento y estructuralmente sanas
Limpieza y reparación de drenajes superficiales	Limpias para permitir libre escurrimiento y estructuralmente sanas
Limpieza de letreros y demarcación	Letreros y demarcación limpios
Limpieza de puentes	Estructuras limpias
Corte de vegetación	Altura inferior a 30cm
Limpieza de derecho de vía	Libre de basuras y escombros
Remoción de derrumbes menores	Calzada libre de obstáculos
Bacheo en calzada y hombros pavimentados	No debe existir baches
Sellado de fisuras y grietas	Fisuras y grietas de más de 3mm; selladas
Actividades esporádicas, como apoyo en los conteos de tránsito y otras mediciones	Prestar apoyo según se solicite

Fuente: Salomón Emilio, Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas

Cada contrato basado en el desempeño, consecuentemente resulta en el ahorro de costos en su administración, debido a que solo los indicadores de desempeño definidos necesitan ser inspeccionados. Como resultado, menor cantidad de recursos humano es querido para el manejo y la supervisión de contratos. [28]

- a) Penalidades: En caso de no cumplirse con los indicadores de desempeño, se aplican sanciones. Estas penalizaciones pueden ser cantidades establecidas, para ser retenidas del pago de cada día si el indicador no cumple, o una deducción general del pago mensual (generalmente del 5% al 20%), si no es corregido en un periodo de tiempo específico.
- b) Acompañamiento y entrenamiento: Muchas microempresas requieren

entrenamiento antes de empezar a trabajar. Las microempresas formadas por miembros de la comunidad generalmente reciben entrenamiento técnico y empresarial, mientras que en los casos que las microempresas formadas por el equipo formador de la agencia vial, el énfasis descansa en el entrenamiento empresarial. El entrenamiento se enfoca en las diferentes actividades y elementos viales, además del desarrollo de los planos de trabajo y la administración general de la microempresa.<sup>17</sup>



*Figura 2.31.* Charlas de inducción a los trabajadores de microempresas

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Provias descentralizado

#### **2.4.3.5 Supervisión de contratos**

La supervisión de microempresas implica evaluaciones para revisar si ellas han

---

<sup>17</sup> Fuente: Salomón Emilio y González María, *Mantenimiento de Caminos con Microempresas – Manual de Promoción*, Organización Internacional del Trabajo, Lima, Noviembre de 2003.

reunido los indicadores de desempeño y las tolerancias relacionadas que han sido definidas. Estas tareas son usualmente realizadas por la agencia contratante, a menudo a través de subcontratos con consultores privadas, debiendo asumir en lo posible las siguientes funciones:<sup>17</sup>

- Inspección regular de las condiciones de la vía.
- Programación de las actividades
- Supervisión de los trabajos y sus resultados
- Disposición de los pagos
- Capacitación en el puesto de trabajo.

#### **2.4.3.6 Conclusiones por contratos con microempresas**

El mantenimiento rutinario basado en microempresas ha resultado ser una opción económica y técnicamente viable para la conservación de carreteras por parte de las autoridades gubernamentales nacionales y regionales en la macro región latinoamericana. Adicionalmente, esta estrategia ha demostrado tener una importante influencia positiva en economía locales y la capacidad constructiva local, esto ha resultado en la generación de ingresos y empleos para las comunidades a lo largo de las carreteras beneficiadas.

La implementación de dicha modalidad tiene la necesidad de realizar una intervención estratégica adecuada, donde diferentes aspectos de las microempresas basados en el sistema de mantenimiento rutinario, necesitan ser

adoptadas para el contexto nacional y local. Aspectos claves en ese sentido, son la constitución de la microempresa y la selección de sus miembros, junto con su entrenamiento. Este proceso influye enormemente la efectividad y la eficiencia de la microempresa, su aceptación por las comunidades y su sostenibilidad. Otros aspectos son la determinación de actividades de mantenimiento y los respectivos indicadores de desempeño, para ser incluida en el contrato, junto con el cálculo de los costos estandarizados por kilómetro y la identificación de métodos adecuados de contratación y mecanismos de supervisión.<sup>16</sup>

#### **2.4.4 Contratos por concesión vial**

El sistema de concesiones, en el campo de los proyectos viales, se desarrolla cuando un ente privado (persona natural o jurídica o grupo de ellas) se hace cargo de todos o algunos de los costos del proyecto (diseño, construcción, explotación y conservación, además del financiamiento) a cambio de un periodo de concesión para la explotación del proyecto y, en algunos casos de un subsidio estatal.

En este periodo el privado recuperaría su inversión y generaría sus utilidades, siempre que el proyecto se desarrolle de acuerdo a las expectativas previstas mediante el cobro de un peaje por la utilización de la carretera o camino construido. Pasando este tiempo, el proyecto debe ser entregado al estado en las condiciones estipuladas en el contrato para que pase al servicio público o sea

entregado a una concesión de otro tipo.<sup>18</sup>

#### **2.4.4.1 Concesionamiento de una carretera**

Se trata de un acto administrativo mediante el cual el Estado otorga a un particular o personas jurídicas nacionales/extranjeras el derecho a prestar un servicio público y a explotar bienes del dominio público, durante un tiempo determinado (desde 15 años hasta 30 años), sujeto a diversas condiciones que pretenden preservar el interés público. El nuevo esquema de concesionamiento otorga a los particulares el derecho a construir, operar, conservar, mantener y explotar una carretera.

Al concluir el plazo de concesión, tanto la carretera como los derechos que fueron concesionados regresan al control directo del Estado. Art. 3° Decreto Supremo N° 060-96-PCM, Reglamento del TUO de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos.<sup>19</sup>

##### a) Conceptos de Concesión

- Procedimiento de selección: las concesiones se otorgan a través de Licitaciones Públicas Especiales o concursos de Proyectos Integrales nacionales o Internacionales y se formalizan con la suscripción de un

---

<sup>18</sup> Fuente: Yancan Torres Roberto Carlos, Modalidades Ejecutivas para Conservación de Carreteras y su Aplicación a la carreteras Piura – Sechura (Tesis de grado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. 2007.

<sup>19</sup> Fuente: Montoya Hernández Pedro, Exposición: Concesiones de Infraestructura Vial, MTC - Dirección General de Concesiones en Transportes.

contrato de naturaleza administrativa.

- el contrato de concesión otorga al Concesionario la ejecución y explotación de determinadas obras publicas de infraestructura o la prestación de servicios públicos por un plazo establecido.
- El contrato de concesión establece los mecanismos que aseguren al Concesionario la percepción de los ingresos por tarifas, precios, peajes u otros sistemas de recuperación de las inversiones y el concesionario no podrá establecer exenciones a favor de otros usuarios.

b) Características de la Concesión

- Tiene una naturaleza compleja: contractual y reglamentario.
- Es intuitu personae<sup>i</sup> (en atención a la persona).
- Es constitutiva de derechos y obligaciones para ambas partes (el Estado y el particular).
- Tiene un régimen jurídico particular, con inclusión de cláusulas exorbitantes a favor del Estado (*ius variandi*, derecho de reversión, intervención de la concesión)
- No supone transferencia de activos o infraestructura, solo se cede su explotación y uso por un tiempo determinado. Una vez terminada o caduca la concesión, los bienes integrantes de la misma revierten al

---

<sup>i</sup> Intuitu Personae: es un término usado en derecho para describir contratos por obligación. Proviene del latín y significa "Atención a la persona", es usado para describir aquellos contratos hechos entre dos partes y el cual se debe cumplir a cabalidad.

Estado.

#### 2.4.4.2 Concesiones viales en el Perú

La Dirección General de Concesiones en Transporte es un órgano de línea de ámbito nacional a cargo de la promoción de la inversión privada en infraestructura de transportes y potenciar el programa de concesiones de infraestructura de transportes. En la siguiente figura se aprecia la jerarquía Institucional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones entidad encargada de la Conservación de caminos en el Perú.<sup>20</sup>

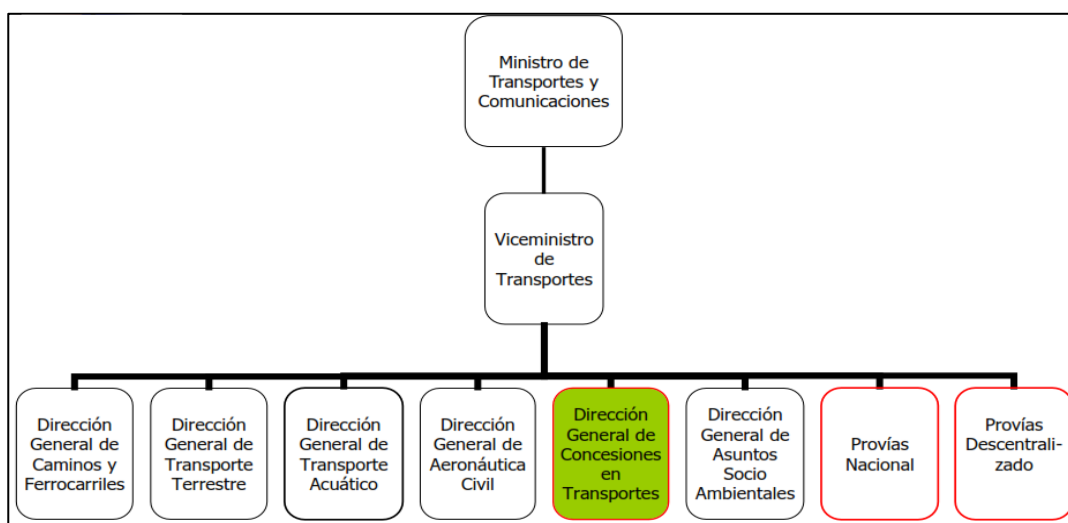


Figura 2.32. Jerarquía institucional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Fuente: [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe) (2016)

#### Principales participantes en la Concesión

- Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSION):

<sup>20</sup> Fuente: [www.mtc.gob.pe/portal/home/concesiones](http://www.mtc.gob.pe/portal/home/concesiones) (2016)

Encargada de elaborar y promover los proyectos de inversión que el Estado ofrece a los inversionistas privados.<sup>21</sup>

- Ministerio de transportes y Comunicaciones: que actúa como Concedente en representación del Estado, quien es el titular de los servicios y bienes públicos.
- Provias Nacional: Ve los aspectos técnicos de las concesiones viales y liberación de predios dentro del derecho de vía.
- Concesionario: Es la persona jurídica que celebra el contrato de concesión con el Estado Peruano y que asume el compromiso de prestar el servicio de operar la obra pública de infraestructura por un plazo determinado y a cambio del cobro de una contraprestación que se carga a los usuarios, denominada tarifa.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN): Regula los mercados en los que actúan las empresas que explotan la infraestructura de transporte, fiscaliza y supervisa los contratos de concesión, en resguardo de los intereses de los usuarios, los inversionistas y del Estado.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Fuente: [www.proinversion.gob.pe](http://www.proinversion.gob.pe) (2016)

<sup>22</sup> Fuente: [www.ositran.gob.pe](http://www.ositran.gob.pe) (2016)

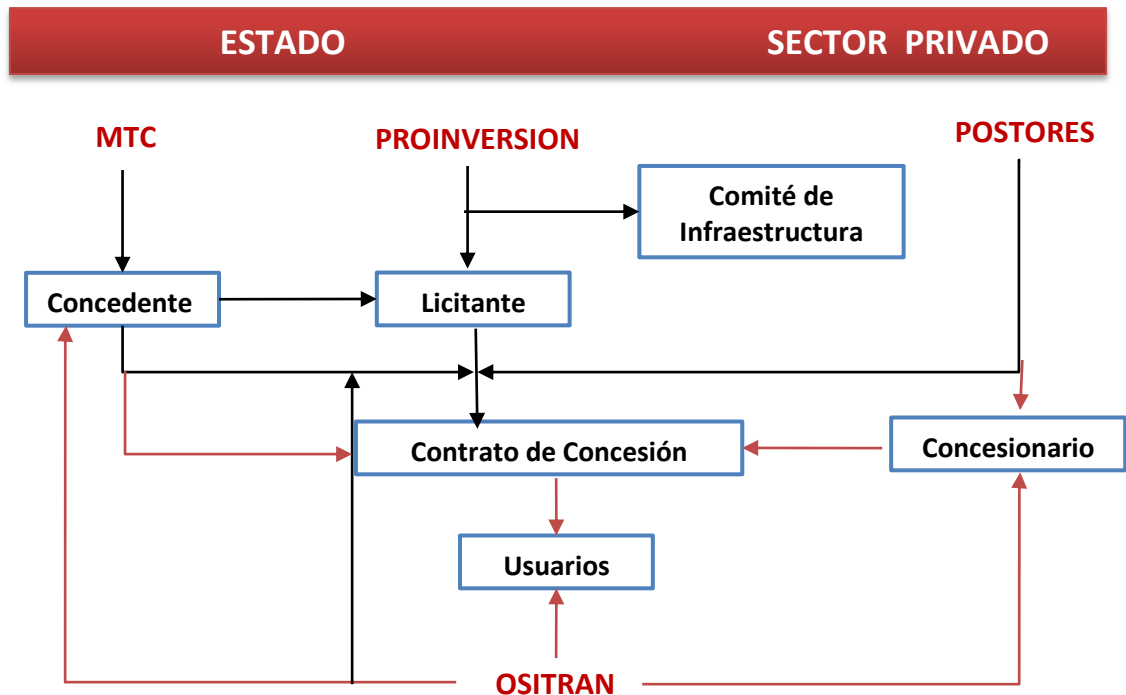


Figura 2.33. Dinámica del proceso de concesiones de infraestructura de transporte.

Fuente: [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe) (2016)

#### 2.4.4.3 Modalidades de inversión de infraestructura vial

**Por Inversión Privada:** Asociación Público Privado (APPs y SNIP)

Es una modalidad de participación de la Inversión privada. Se plasma en una relación jurídica de derecho público (Contrato de Concesión). Con cofinanciamiento del Estado, puesto que la recaudación de peaje es insuficiente para cubrir la ejecución de las inversiones.

Algunas características de la Asociación Publico Privado son:

- Los ingresos correspondientes al cobro de las tarifas de peaje a los usuarios de la carretera, serán destinados al concedente para minimiza el aporte de cofinanciamiento.
- Traslada riesgos de la construcción y calidad del servicio al concesionario.
- Sector público asume los riesgos de demanda o del nivel de ingresos.
- Los pagos por operación y mantenimiento de la carretera se fija en la fecha de la licitación.
- La obligación de pago por los servicio de operación y mantenimiento está sujeta al cumplimiento de los índices de calidad y eficiencia establecidas en el contrato.
- El Concesionario deberá operar y ejecutar las tareas de conservación, mantenimiento rutinario, periódico y de emergencia de las carreteras.

**Por Obra Pública:** Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

#### **2.4.4.4 Problemática y beneficios de las concesiones viales**

El programa de concesiones se encuentra articulado a los objetivos del plan de desarrollo de la infraestructura de transporte público y se orienta a garantizar el mantenimiento y desarrollo de las infraestructuras. Con la finalidad de dar impulso a la promoción de la inversión privada en infraestructura de transportes, el MTC ha potenciado el programa de concesiones de infraestructura de transportes, el cual tiene como objetivo entregar al sector privado la ejecución

(construcción, mejoramiento y/o rehabilitación) de obras de infraestructura de transporte público y la explotación de dicha infraestructura por un período de tiempo determinado.<sup>22</sup> Con la entrega en concesión de la infraestructura de transporte al sector privado, se busca evitar los problemas que anteriormente no permitían al Estado la realización de las obras, como por ejemplo:

- Insuficiente asignación de recursos financieros.
- Excesiva dependencia del presupuesto.
- Las tarifas cobradas por el uso de la infraestructura no son calculadas en base a los costos de mantenimiento.
- Los ingresos por explotación de infraestructura no son destinados a la conservación de la misma.
- Escasez de criterios técnicos en la realización de las inversiones, etc.

En manejo de expropiaciones y liberaciones de predios

- Las adquisiciones de predios incrementan el costo de las concesiones.
  - Por la inclusión del costo de la expropiación.
  - Por la revaluación de los predios ubicados a los lados de la vía.
- Los procesos de expropiación son largos, creando conflictos entre la población y el Estado.
- La población afectada (comercio, industria, rurales) no acepta el valor de tasado, exigiendo mayor compensación por lucro cesante.

- El proceso de compra de terrenos es utilizado por los pobladores como un medio para obtener beneficios colaterales por parte del Estado.

#### En manejo de conflictos sociales

- Las poblaciones y comunidades ven en las vías un medio para mostrar sus descontentos, incluso con fines políticos (toma de carreteras).
- Las poblaciones ubicadas en las cercanías de carreteras buscan mantener costumbres de uso de vías rurales, cuando lo que tiene son nuevas vías rápidas.
  - Utilizan vehículos menores en las vías.
  - Tránsito de personas y animales por las vías.
  - Ignorancia / desconocimiento de las reglas de tránsito.
  - Exceso de velocidad.
- Las concesiones se excusan detrás de conflictos sociales para posponer el inicio de obras.
- Los Proyectos de Ingeniería de Detalle (PID) aprobados no contemplan soluciones técnicas a los requerimientos de las poblaciones afectadas (pasos peatonales y paso de vehículos menores).

#### **Beneficios de las Concesiones Viales**

Entre los principales beneficios que se lograrán con el programa tenemos:

- Descentralizar la asignación de los recursos generados por la recaudación.



*Figura 2.34.* Interferencias en concesiones como: canal de regadío y líneas de transmisión.

Fuente: MTC - Provias Nacional

- Independizar la gestión de la conservación y el mantenimiento de las decisiones políticas, evitando en casos de crisis fiscales la utilización de los recursos para fines diferentes a la conservación.
- Disminuir la presión sobre la caja fiscal por concepto de inversiones, reduciendo la exposición a nuevo endeudamiento.
- Atraer la participación privada hacia la infraestructura de transportes, llevando modernidad a los servicios que reciben los usuarios a través de las mejoras tecnológicas.
- Integrar zonas de difícil acceso a los principales centros económicos a través del mejoramiento y ampliación de la infraestructura, permitiendo reducir costos de transporte y ampliar los mercados.
- Incentivar la creación de instrumentos financieros que generarán un mayor dinamismo en el mercado de capitales.

- Elevar los niveles de seguridad en las infraestructuras de transporte, reduciendo la probabilidad de accidentes.

#### 2.4.4.5 Concesiones viales vigentes

Hasta la fecha se tienen concesionadas las carreteras que se mencionan en siguiente cuadro y aun muchas por concesionar que gracias a PROINVERSION se está atrayendo empresas para que con ayuda del Estado puedan concesionarse y en un periodo corto sean auto sostenible.<sup>22</sup>

Tabla 2.9. Carreteras concesionadas en el Perú.

N°	CONCESION	Entidad Prestadora	Ubicación	Plazo de Concesión	Modalidad	Km.
<b>Carreteras</b>						
1	IIRSA Norte: Paíta-Yurimaguas	Concesionaria IIRSA Norte S.A. (CINSA)	Piura, Lambayeque, Loreto, Cajamarca, Amazonas, San Martín	25 años	Cofinanciada	955.1
2	Autopista del Sol: Trujillo-Sullana	Concesionaria Vial del Sol S.A. (COVISOL)	La Libertad, Lambayeque, Piura	25 años	Autosostenible	475
3	Red Vial N° 4: Pativilca-Santa-Trujillo y Salaverry-Empalme R01N	Autopista del Norte S.A.C.	Lima, Ancash, La Libertad	25 años	Autosostenible	356.2
4	Red Vial N° 5: Ancón-Huacho-Pativilca	Norvial S.A.	Lima	25 años	Autosostenible	182.9
5	Empalme 1B-Buenos Aires-Canchaque	Concesión Canchaque S.A.	Piura	15 años	Cofinanciada	78.1
6	Óvalo Chancay / Dv. Variante Pasamayo-Huaral-Acos	Consorcio Chancay-Acos S.A.	Lima	15 años	Autosostenible	76.5
7	IIRSA Centro Tramo N° 2: Puente Ricardo Palma - La Oroya - Huancayo y La Oroya - Dv. Cerro de Pasco	Desarrollo Vial de Los Andes S.A.C. (DEVIANDES)	Lima, Junín, Cerro de Pasco	25 años	Cofinanciada	377
8	Nuevo Mocupe-Cayaltí-Oyotún	Obrainsa Concesión Valle del Zaña S.A.	Nuevo Mocupe Cayaltí - Oyotún	15 años	Cofinanciada	46.8
9	IIRSA Sur T1: San Juan de Marcona-Urcos	Survial S.A.	Ica, Cusco, Apurímac, Ayacucho	25 años	Cofinanciada	757.6
10	IIRSA Sur T2: Urcos-Inambari	Concesionaria IIRSA Sur - Tramo 2 S.A.	Cusco	25 años	Cofinanciada	300
11	IIRSA Sur T3: Inambari-Iñapari	Concesionaria IIRSA Sur - Tramo 3 S.A.	Madre de Dios	25 años	Cofinanciada	403.2
12	IIRSA Sur T4: Azángaro-Inambari	Intersur Concesiones S.A.	Puno	25 años	Cofinanciada	305.9
13	IIRSA Sur T5: Matarani-Azángaro e Ilo-Julíaca	Concesionaria Vial del Sur S.A. (COVISUR)	Arequipa, Moquegua, Puno	25 años	Cofinanciada	827.1
14	Red Vial N°6: Puente Pucosana-Cerro Azul-Ica	Concesionaria Vial del Perú S.A. (COVIPERU)	Lima, Ica	30 años	Autosostenible	221.7
15	Dv. Quilca-Dv Arequipa (Reparticion)-Dv. Matarani-Dv. Moquegua-Dv. Ilo Tacna-La Concordia	Concesionaria Peruana de Vías - COVINCA S.A.	Arequipa, Moquegua, Tacna	25 años	Autosostenible	74
16	Longitudinal de la Sierra Tramo 2: Ciudad de Dios-Cajamarca-Chiple, Cajamarca-Trujillo y Dv. Chilete-Emp. PE-3N	Concesionaria Vial Sierra Norte S.A.	La Libertad, Cajamarca	25 años	Cofinanciada	872

Fuente: <http://www.mtc.gob.pe/transportes/concesiones>

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Antecedentes**

Administrar los pavimentos, es una disciplina que engloba actividades en la planeación, diseño, construcción, evaluación y conservación de los pavimentos de una red de carreteras (AASHTO, 1993) . Por lo anterior mencionado, esta administración de pavimentos constituye una de las funciones más importantes para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de Provias Nacional que son las entidades del estado que realizan y gestionan dichas actividades.

En la búsqueda del mejor modelo a seguir para tener un adecuado sistema de gestión varios Países en Latinoamérica han implementado gracias a realizar investigaciones y recibir apoyo por parte de entidades internacionales como el Banco Mundial, determino enfocar sus proyectos hasta obtener un sistema similar al Highway Development and Management (HDM), que es el modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras desarrollado por el Banco Mundial, el cual se viene usando desde hace más décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de la red de carreteras.

## **3.2 Metodología de evaluación**

La metodología general de la evaluación se detallada en los capítulos posteriores tanto técnicamente como económicamente debidamente sustentada, los cálculos se realizan por medio del software HDM-4 (versión 1.3) desarrollado por el Banco Mundial, para escoger la mejor alternativa con un mayor beneficio a futuro optimizando los recursos del Estado.

### **3.2.1 Marco general**

La evaluación técnica - económica de los proyectos consiste en un análisis diferencial entre una situación de referencia “sin proyecto” con una situación “con proyecto” con el proyecto realizado. Ambas situaciones se proyectan de manera independiente durante todo el periodo de estudio, tanto del punto de vista técnico (evolución de las características de carretera) como económico (crecimiento del tránsito). Luego se comparan los costos correspondientes se estiman anualmente:

- Los costos adicionales: inversión y mantenimiento de la carretera.
- Los beneficios: ahorros de costos de operación vehicular y de tiempo, beneficios relacionados con el tránsito generado.

A partir de los flujos anuales de costos y beneficios se calculan los indicadores económicos siguientes:

- El valor actual neto (VAN)

- La tasa interna de retorno (TIR).
- La razón beneficio anual/Costos (B/C)

En la parte técnica según el modelo utilizado HDM-4 se verifica su serviciabilidad a través de indicadores como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

### **3.2.2 Uso del software hdm-4**

El sistema “Highway Development and Management” o por sus siglas en inglés HDM-4 (versión 1.3) del Banco Mundial es una herramienta informática diseñada para la evaluación de los aspectos técnicos y económicos de proyectos de inversión vial. Permite tres niveles de análisis: proyecto, programa y estrategia. Aquí se utiliza el primer nivel, el de proyectos, para evaluar los proyectos viales seleccionados.

Otro software “RED” (Versión 3.2), también desarrollado por el Banco Mundial, es una versión *ligera* del HDM-4 especialmente diseñada para el estudio de carreteras no pavimentadas con niveles bajos de tráfico. No incluye el módulo técnico del HDM-4 y por lo tanto no requiere tantos datos de entrada; en particular no se describe en detalle la carretera actual, ni siquiera las operaciones de mantenimiento. El software calcula solamente los costos de transporte y los indicadores económicos sintéticos.

Para el presente proyecto de tesis, se utilizó el software:

- El HDM-4 (Versión 1.3) para carreteras pavimentadas.

### **3.2.3 Datos de entrada**

HDM-4 requiere datos de entrada de varios tipos:

- Datos comunes a todos los proyectos: definición y costos unitarios de las operaciones de mantenimiento, definición de los tipos de vehículo y costos unitarios.
- Datos específicos de las carreteras existentes: descripción general (geometría), descripción de su estructura de pavimento y de su condición, tránsito.

Todos los datos se proporcionan a nivel de sub-tramo, el elemento homogéneo de la red. Los datos comunes se describen a continuación. Los datos específicos resultan del inventario vial y de la elaboración de los proyectos.

Los datos relativos para el proyecto son:

- Geometría: longitud, número de carriles, anchos de calzada y de bermas, terreno (pendiente, curvatura).
- Pavimento: estructura por capa, espesores, historia de construcción y mantenimiento.
- Condición: rugosidad, defectos.
- Medio ambiente: zona climática, altitud, entorno (rural, semi-urbano,

urbano).

- Tránsito: volumen por tipo de vehículo, crecimiento futuro.

### **3.2.4 Costos de inversión y de mantenimiento vial**

Los costos de inversión resultan de los estudios técnicos. Para su uso en HDM-4, se convirtieron a costos unitarios por kilómetro. Los costos utilizados se presentan en el capítulo VI por sub - tramo para el proyecto en mención.

Los tipos de operaciones de mantenimiento aplicables se escogen entre las operaciones predefinidas por HDM-4; para cada uno se indican los detalles que permiten una simulación técnica del deterioro futuro y la evaluación económica, por ejemplo:

- La prioridad de la operación o los criterios que la justifican.
- Sus características técnicas, por ejemplo el espesor de una capa de pavimento nuevo.
- Los costos unitarios, financieros y económicos.

Las operaciones de mantenimiento seleccionadas y sus respectivos costos unitarios se presentan en el capítulo VI.

### **3.2.5 Tipos de vehículo y costos de operación**

El tránsito fue distribuido entre siete tipos de vehículos:

1. Automóvil
2. Pick-up
3. Ómnibus
4. Camión liviano
5. Camión mediano
6. Camión pesado
7. Camión articulado

Sus características técnicas y de operación, así como los costos unitarios se presentan en el capítulo VI. Cabe destacar que estos datos fueron proporcionados por la Dirección de Inversión de la Oficina de Presupuesto y Planificación del MTC.

### **3.2.6 Volúmenes de tránsito**

Los datos de tránsito utilizados para el análisis con el HDM-4 son producto del trabajo de campo realizado en el año 2015 entre los meses de noviembre y diciembre (ver tabla 4.4). Los volúmenes de tránsito son proporcionados para el modelo HDM-4 en años-horizonte del estudio (2016,2030); a partir de estos datos, se interpolan los tránsitos entre horizontes de forma geométrica y se calculan tasas de crecimiento por periodo. El modelo trabaja con tres categorías de vehículos: vehículos livianos (VL), transporte público (TP) y transporte de carga (TC).

Para este proyecto se identificó dos conteos representativos que permitieron

distribuir el tránsito entre los siete tipos de vehículos; en general, el número de tipos de vehículos utilizados durante los conteos es mayor que los siete tipos seleccionados para el estudio y los tres tipos del modelo; la correspondencia entre tipos se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. *Correspondencia entre tipos de vehículos.*

<i>Tipos de los conteos</i>	<i>Tipo del Estudio</i>	<i>Tipos del modelo</i>
Automóvil	Automóvil	VL
Camioneta	Pick-up	VL
Camioneta rural	Pick-up	VL
Microbús	Pick-up	VL
Ómnibus 2 ejes	Bus	TP
Ómnibus 3 ejes	Bus	TP
Camión 2 ejes	Camión ligero	TC
Camión 3 ejes	Camión mediano	TC
Camión 4 ejes	Camión pesado	TC
Semi tráiler	Camión articulado	TC
Tráiler	Camión articulado	TC

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El procedimiento es el siguiente:

- El volumen total es el tránsito normal del modelo en la situación de referencia (sin proyecto).
- La distribución entre los siete tipos de vehículos es la de los conteos.
- Las tasas de crecimiento son calculadas a partir de los datos del modelo.

Los datos de tránsito se presentan en el Capítulo IV.

### **3.2.7 Indicadores económicos**

Con HDM-4, los flujos de costos y beneficios se calcularon a lo largo de un periodo de 15 años a partir de la puesta en servicio de la carretera. Generalmente en otros proyectos el periodo de 15 años incluye el periodo de construcción. La duración de las obras puede variar entre 1 y 3 años dependiendo de la naturaleza y el tamaño de las obras. Por ejemplo, las obras de rehabilitación de carreteras de grava duran un año; las obras de pavimentación de tramos largos duran tres años.

Los siguientes indicadores económicos se calculan:

- El valor actual neto (VAN) del proyecto se calcula con la tasa de descuento oficial de 11% y tiene que ser mayor a cero.
- Se calcula también la tasa interna de retorno (TIR), que es la tasa de descuento que anula el VAN, la cual tiene que ser mayor a 11%.
- La razón beneficio anual/costos (B/C) se calcula cada año del periodo de análisis y tiene que ser mayor a uno.

### **3.3 Procesos de gestión de carreteras**

El HDM-4 es un software que contempla el proceso de gestión de carreteras en cuanto a las siguientes funciones:<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Fuente: Pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4 en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de transportes, Ministerio de Economía y Finanzas, Lima, Febrero 2015.

- Planificación
- Programación
- Preparación
- Operaciones

Cada una de estas funciones se realiza como una secuencia de actividades conocida como el ciclo de gestión (Robinson et al, 1998). Para llevar a cabo cada una de estas cuatro funciones de gestión se recomienda un análisis integrado del sistema. El ciclo proporciona una serie de pasos bien definidos que ayudan a tomar las decisiones del proceso de gestión.

El ciclo de gestión se realiza típicamente una vez al año o en un periodo presupuestario. El proceso de gestión de carreteras en su conjunto puede, por lo tanto, considerarse como un ciclo de actividades que se realizan dentro de cada una de las funciones de gestión: planificación, programación, preparación y operación.

### **3.3.1 Planificación**

La planificación representa el análisis del sistema vial como un todo, lo que normalmente requiere la estimación de los gastos de mediano a largo plazo o de los gastos estratégicos para desarrollar y conservar carreteras bajo distintos escenarios presupuestales y económicos.<sup>24</sup> Es posible hacer predicciones no solo de las condiciones de la red de carreteras por diversos niveles de financiamiento

---

<sup>24</sup> Fuente: Robinson et al. (1998)

con base en indicadores claves, sino también del gasto necesario bajo partidas presupuestales específicas. Por lo regular, durante la etapa de planificación el sistema físico de carreteras se define por:

- Características de la flota vehicular que circula por la red.
- Características de la red.

Estas se agrupan en varias categorías que se definen tomando como base algunos parámetros, como:

- Tipo o jerarquía de carretera
- Flujo vehicular/carga/congestionamiento vehicular
- Tipo de pavimentos
- Condición del pavimento

### **3.3.2 Programación**

La programación involucra preparar programas plurianuales de trabajos y gasto, sujetos a restricciones presupuestales, en los que se identifican y analizan los tramos de la red que probablemente necesiten conservación, mejora o construcción nueva. Se trata de planificación táctica. Es recomendable llevar a cabo un análisis costo-beneficio para determinar la rentabilidad económica.

En la etapa de programación, la red de carreteras se evalúa ruta por ruta, y se divide cada una de estas en tramos homogéneos de pavimento, en función de sus

atributos físicos. Por medio de la programación se generan estimaciones de gastos anuales, bajo partidas presupuestales definidas, para distintos tipos de trabajos y para cada tramo carretero. En la mayoría de las ocasiones, los presupuestos están restringidos, y un aspecto fundamental de la programación es organizar los trabajos por nivel de prioridad, para aprovechar al máximo los recursos limitados.

### **3.3.3 Preparación**

Esta es la etapa de planificación a corto plazo en la cual se agrupan los proyectos para su implementación. En esta fase, los diseños se preparan y afinan con mayor precisión; se elaboran los listados de cantidades de obra y las cotizaciones, así como las órdenes de trabajo y contratos necesarios para efectuar los trabajos.

Por lo regular se formulan especificaciones y cotizaciones detalladas, y puede ejecutarse un análisis costo-beneficio pormenorizando para confirmar la viabilidad.

### **3.3.4 Operaciones**

Son tareas que se refieren al trabajo cotidiano de una organización. Por lo regular, las decisiones relacionadas con la gestión de operaciones se toman de manera diaria o semanal, e incluyen la programación del trabajo que se planea realizar, la supervisión de la mano de obra, el equipo y los materiales, el registro del trabajo y el uso de esta información con fines de seguimiento y control.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Fuente: Paterson y Scullion (1990); Paterson y Robinson (1991)

Tabla 3.2. *Cambios en los procesos de gestión.*

<i>Actividad</i>	<i>Horizonte de tiempo</i>	<i>Personal responsable</i>	<i>Cobertura espacial</i>	<i>Nivel de detalle de los datos</i>	<i>Modo de operación modelo</i>
Planificación	Largo plazo (estratégico)	Altos funcionarios y nivel de formulación de políticas	Toda la red	Resumen general	Automática
Programación	Mediano plazo (Táctico)	Profesionales de nivel medio	Red o subred	Resumen general	Automática
Preparación	Año presupuestal	Profesionales subalternos	Nivel esquemático/sub tramos	Resumen general	Automática
Operaciones	Inmediata/muy corto plazo	Técnicos/personal no profesional	Nivel esquemático/sub tramos	Fino/detallado	Automática

Fuente: Paterson y Scullion (1990); Paterson y Robinson (1991)

### 3.4 Ciclo de gestión

Tradicionalmente, en muchas organizaciones los presupuestos y los programas para hacer trabajos en carreteras se preparan a partir de información histórica, utilizando el presupuesto del año anterior como base para el presupuesto del año en curso, con un ajuste para reflejar la inflación. Con una práctica semejante, no hay manera de saber si los niveles de financiamiento o la distribución detallada del financiamiento son adecuados o justos.<sup>24</sup>

“Es necesario adoptar un enfoque objetivo, basado en las necesidades que emplee la información disponible sobre el inventario, la estructura y el estado de las vías en cuestión. Así se evidenciara que las funciones de planificación, programación,

preparación y operaciones ofrecen un marco adecuado para aplicar un enfoque basado en las necesidades” (Robinson et al, 1998).

Para que se puedan desempeñar estas cuatro funciones se recomiendan contar con un sistema integrado. Un enfoque apropiado sería utilizar el concepto de ciclo de gestión que se presenta la figura 3.1 (Robinson et al, 1998). Este ciclo establece pasos que facilitan el proceso de gestión mediante la toma de decisiones.

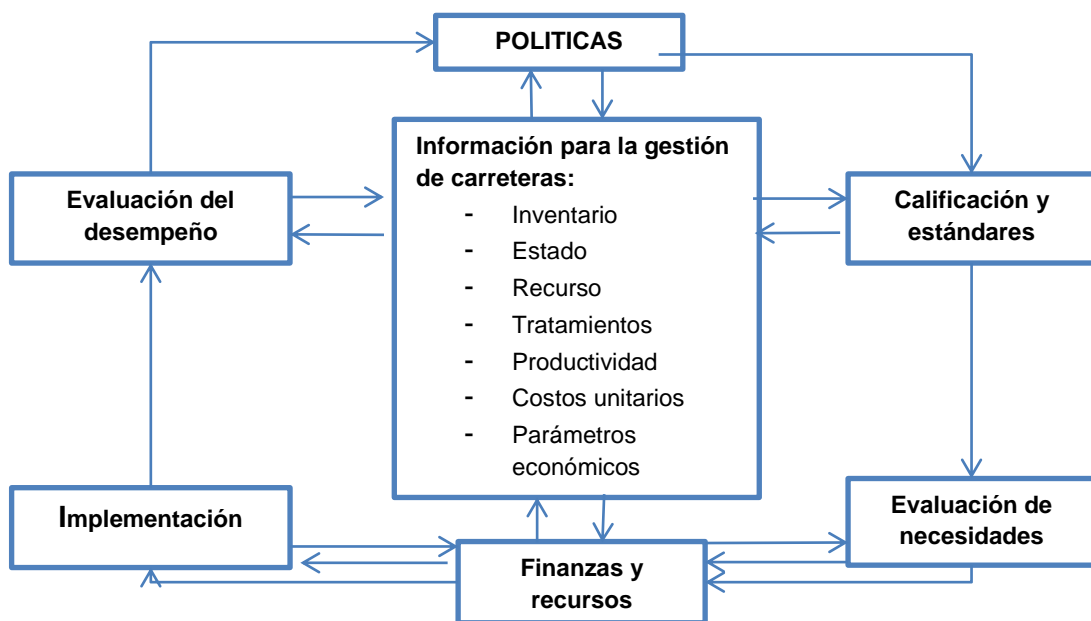


Figura 3.1. Ciclo de gestión de carreteras.

Fuente: Robinson et al. (1998)

### 3.5 Ciclos dentro de las funciones de gestión

Por lo expuesto se puede entender el proceso de gestión de carreteras, en conjunto, como un ciclo de actividades que se hacen como parte de cada una de las funciones de gestión: planificación, programación, preparación y operaciones. La

tabla 3.3 ilustra este concepto y proporciona un marco en el cual el HDM-4 satisface las necesidades de una administración de carreteras.<sup>26</sup>

Tabla 3.3. *Funciones de gestión y sus aplicaciones correspondientes en HDM-4.*

<i>Función de gestión</i>	<i>Descripciones comunes</i>	<i>Aplicaciones de HDM-4</i>
Planificación	Sistema de análisis de estrategias Sistema de planeación de redes Sistema de gestión de pavimentos	HDM-4 análisis de estrategias
Programación	Sistema de análisis de programas Sistema de gestión de pavimentos Sistema de presupuesto	HDM-4 análisis de programas
Preparación	Sistema de análisis de proyectos Sistema de gestión de pavimentos Sistema de gestión de puentes Diseño de pavimentos/recapado Sistema de contrataciones	HDM-4 análisis de proyectos
Operaciones	Sistema de gestión de proyectos Sistema de gestión de conservación Sistema de gestión de equipos Gestión financiera/contabilidad	(No incluidos en HDM-4)

Fuente: Kerali, Paterson y Robinson et al. (1998)

### **3.6 Soporte técnico de la investigación**

El concepto amplio del HDM-4, es bastante simple. Tres conjuntos interactuantes de relaciones de costo se agregan simultáneamente a través del tiempo en valores presentes descontados, de donde los costos se determinan por una primera predicción de cantidades físicas de recursos consumidos, los cuales se multiplican por los costos unitarios o precios.

<sup>26</sup> Fuente: Kerali, Paterson y Robinson et al. (1998)

Tabla 3.4. *Relaciones de costos del HDM-4.*

<i>Tipo de costos</i>	<i>Aspectos considerados por el modelo HDM - 4</i>
Costos de construcción	= f1 [ Terreno, suelos, precipitaciones, diseño geométrico, diseño de pavimentos, costos unitarios.
Costos de mantenimiento	= f1 [ Deterioro de la vía, diseño de pavimentos, clima, tráfico tiempo; Normas de mantenimiento, costos unitarios.
Costos del usuario de la vía	= f1 [ Diseño Geométrico, condición de superficie, velocidad tipo de vehículo; costo unitarios.

Fuente: Highway Development Model

La velocidad del vehículo es determinada principalmente en los costos de operación el cual se relaciona a través de un conjunto complejo de funciones probabilísticos al diseño geométrico de la carretera, condición de la superficie, tipo de vehículo y comportamiento del conjunto.

El modelo HDM-4 se usa para hacer estimativos y comparaciones de costos y evaluaciones económicas de diferentes opciones de políticas incluyendo las diferentes estrategias constructivas por etapas ya sea para una carretera de alineamiento específico o para grupos de tramos de una red completa. Los costos totales estimados por el modelo año a año, descontando los costos futuros, si se desea a tasas diferentes, de manera que el usuario pueda buscar la alternativa a menor costo total descontando o si se prefiere comparaciones en términos de tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN) y relación beneficio-costo(B/C).

La optimización de gastos bajo restricciones presupuestales, se evalúan en un conjunto de opciones de diseño y mantenimiento que minimizaran los costos totales descontados. Adicionalmente, el modelo puede analizar la sensibilidad de

los resultados a cambios en supuestos a cerca de las variables claves como costos de inversión, costos de mantenimiento, costos de operación vehicular y el valor del tiempo.

### **3.7 Selección de variables**

#### **3.7.1 Modelos del HDM-4**

La estructura general del HDM-4 se ilustra en la figura 3.2. Las tres herramientas de análisis (estrategia, programa y proyecto) operan sobre datos definidos en uno de cuatro gestores de datos:<sup>27</sup>

- Red de carreteras: Define las características físicas de tramos de carreteras en una red o sub red que se va a analizar.
- Parque de vehículos: Define las características del parque de vehículos que operan en la red de carreteras que se va a analizar.
- Obras: Define estándares de conservación y mejoras, junto con sus costes unitarios que serán aplicados a los distintos tramos de la carretera a analizar.

El análisis técnico en el HDM-4 se realiza cuatro modelos:

- RD (Deterioro de la carretera): El deterioro de una carretera es generalmente una función del diseño original, de los tipos de materiales de

---

<sup>27</sup> Fuente: Henry G. R. Kerali, Visión General del HDM-4, Birmingham, 2000.

la calidad de la construcción, del volumen del tráfico, de las características de cargas de ejes, de la geometría, de las condiciones medioambientales, de la edad del pavimento y de las políticas de conservación definida. HDM-4 incluye relaciones para la modelización de Deterioro de la carretera y efectos de los trabajos de la carretera. El modelo de deterioro se utiliza con el propósito de predecir condiciones anuales de la carretera y para la evaluación de estrategias de trabajos, es decir, estima la evolución del deterioro de los pavimentos a futuro, permitiendo establecer planos de conservación que optimicen los recursos disponibles y minimicen los costos de operación de la red.

- WE (Efecto de las obras): El sistema HDM-4 incluye relaciones para la modelización del Deterioro de la carretera y de los Efectos de los trabajos (WE). El módulo WE se usa para estimar la fuente de financiación de la Administración de la carretera necesaria para el desarrollo y conservación de la misma. Estas necesidades se expresan en términos de cantidades físicas y costos monetarios de los trabajos que se realizaran. El modulo simula los efectos de las obras en el estado del pavimento y determina los costos correspondientes. Describe los tipos de trabajo y sus efectos en los pavimentos incluyendo el cálculo de sus cantidades físicas y sus correspondientes costos. Los trabajos se agrupan en las siguientes clases:
  - Rutina de conservación

- Conservación periódica
  - Trabajos especiales
  - Trabajos de mejora
  - Trabajos de construcción
- RUE (Efectos para los usuarios): La modelización de los efectos sobre los usuarios en HDM-4 comprende el análisis de lo siguiente:
    - Velocidad del vehículo motorizado
    - Costos de su circulación
    - Tiempo de trayecto
    - Velocidad del transporte no motorizado
    - Costos de circulación
    - Seguridad en la carretera

El modelo determina los costos totales sobre usuarios de la carretera, los cuales comprenden:

- Costos de circulación de vehículos de transporte motorizado TM.
  - Costos de tiempo de trayecto del TM.
  - Costos de circulación de vehículos de transporte no motorizado TNM.
  - Costos de accidentes.
- SEE (Efectos sociales y medioambientales): Determina los efectos de las emisiones de vehículos y el consumo de energía. Los modelos evalúan separadamente el consumo global y nacional de energía no renovable

usada por vehículos motorizados, el consumo de energía renovable usada por los vehículos no motorizados y la energía usada en los trabajos de la carretera. Respecto a la parte medioambiental, el modelo analiza las emisiones junto con los parámetros para los tipos de vehículos estándar.

- **Análisis económico:** Adicionalmente el HDM-4 realiza un análisis económico de alternativas mediante el análisis de los flujos de costos anuales calculados para cada uno de los componentes, los cuales se comparan para determinar los beneficios y los costos asociados a la inversión de la carretera. Con este módulo se determina los beneficios y costos asociados a la inversión y se aplica el análisis económico y los procedimientos de optimización con el fin de dar el mejor uso a los recursos existentes.

A continuación se realiza una breve explicación del funcionamiento del modelo HDM-4:

El modelo simula, para cada tramo de carretera, año a año condiciones de la misma y los recursos utilizados para conservación con cada estrategia, así como las velocidades de los vehículos y los recursos físicos consumidos por la operación de vehículos. Una vez estimadas las cantidades físicas necesarias para construcción, las obras y operación de vehículos, se aplican los precios y costos unitarios especificados por los usuarios para determinar los costos financieros y

económicos. Luego se hace el cálculo de los beneficios relativos de las diferentes alternativas, seguido del cálculo del valor actual y de la tasa de rentabilidad.

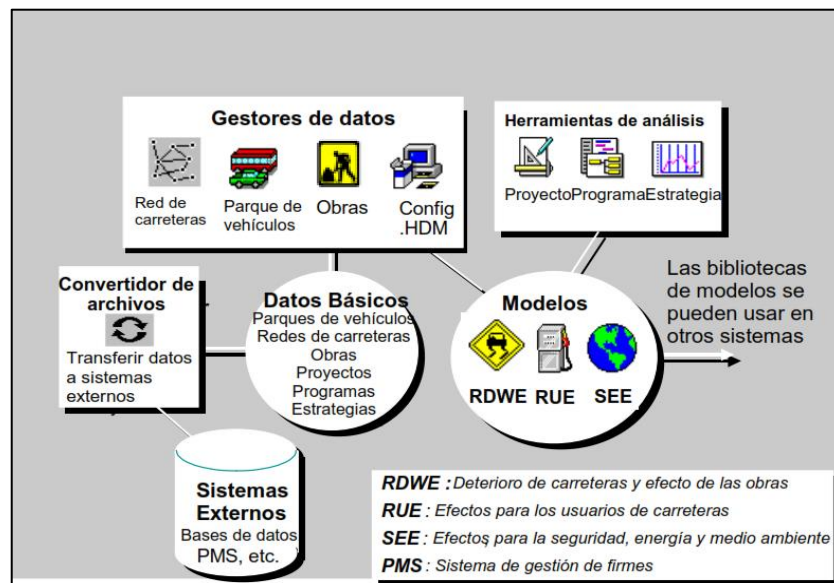


Figura 3.2. Arquitectura del sistema HDM-4

Fuente: Henry G. R. Kerali, Visión General del HDM-4, Birmingham, 2000

### 3.8 HDM-4 (Highway Development and Management model)

#### 3.8.1 Generalidades

El propósito del HDM-4 (Highway Design and Management model), como sistema de gestión de conservación de carreteras, consiste, en última instancia, en optimizar el empleo de los recursos destinados al desarrollo y conservación de las carreteras, para lo cual simula el estado de las mismas durante su ciclo de vida, el que se ve determinado por las condiciones de tráfico, clima, tipo y calidad de los trabajos de conservación y mejoras que se ejecutan, calidad de la construcción e

historial de la carretera, estima los costos totales de esas actividades y los provocados sobre los usuarios de las vías, así como los efectos medioambientales de tales trabajos y de la circulación vehicular. Estos aspectos los estima para cada alternativa de conservación y/o mejores propuestas para el periodo de análisis que se considere y selecciona la mejor, según un criterio económico (máxima relación VAN/COSTO por ejemplo), donde los beneficios de cada variante se estiman como los ahorros que esta ocasiona en los gastos de los usuarios. Esta selección lleva implícito un programa de actividades de conservación y mejoras, para el periodo de análisis, en los diferentes tramos de la red objeto de estudio, que respaldan la elección de tal variante como la mejor.<sup>28</sup>

La descripción anterior viene a explicar la manera en que el HDM-4 trabaja para cualquiera de sus tres niveles de análisis: nivel estratégico (planificación a largo plazo), nivel de programa (elaboración programa de conservación a mediano o largo plazo) y nivel de proyecto (análisis de alternativas de proyectos de conservación). Como quiera que en este trabajo se utilizara el nivel de programa, debe puntualizarse que sus rasgos distintivos con relación a los otros niveles de análisis son:

- Los datos de entrada deben ser más específicos que para el caso estratégico.

---

<sup>28</sup> Fuente: Vera Artega, L.D. (2011), Uso del Modelo HDM-4 para la selección de alternativas de conservación de la autopista “Manabi – Guillem” (Tesis de maestría), Ecuador.

- Los tramos homogéneos deben corresponderse con unidades físicas identificables en la carretera.
- El objeto del análisis a nivel de programa es específico para esta opción y consiste en que su aplicación va dirigida a seleccionar aquella combinación de opciones de tratamiento que maximiza el VAN para todo el conjunto de tramos, sujeta a que la suma de costes de tales tratamientos sea inferior al presupuesto disponible.

### **3.8.2 Componentes del HDM-4**

El sistema HDM-4 (software y documentación) ha dejado de ser un procedimiento “caja negra” para convertirse en algo perfectamente manejable y entendible a partir de la edición de manuales de apoyo, que conforman una serie de 7 volúmenes donde aparecen las explicaciones y formulaciones que amparan los conceptos y procedimientos utilizados por el sistema. Los cálculos se realizan mediante un software, bastante amigable, sobre plataforma Windows que ha venido teniendo mejoras y que ya aparece comercializado en la versión 2.08.

### **3.8.3 Información que requiere**

El programa HDM requiere bastante información que exige para un buen desarrollo del trabajo. No obstante, ofrece una base de datos que permite emplear, por omisión, valores de ciertos parámetros que han sido establecidos a partir de una amplia investigación llevada a cabo durante varios años, en países

subdesarrollados, que ofrecen cierta confianza al usuario del programa<sup>29</sup> A continuación, se describirán los datos fundamentales que demanda el HDM y que para el caso de este trabajo de tesis se han obtenido de estudios específicos en la carretera PE-38 Tacna-Tarata como se describirá en el Capítulo V.

### **3.8.3.1 Geometría**

Son varios los factores geométricos que interesan, pues ellos influyen marcadamente en los costos provocados a los usuarios de las carreteras y en los costos medioambientales. Entre estos están: la declividad, curvatura, superelevación promedio, ancho de calzada y número de carriles.<sup>29</sup>

La declividad es el término que sintetiza los desniveles geométricos en el trazado vertical del tramo. Se expresa de dos formas, como un desnivel promedio (m/km) y un número/km de subidas y bajadas.

La información relativa a la geometría de la carretera (en cada tramo homogéneo) puede tomarse del proyecto construido de la misma, de lo contrario habrá que desarrollar un costoso trabajo topográfico para obtenerla.

### **3.8.3.2 Condición superficial del pavimento**

El HDM requiere de información acerca del estado del pavimento y del drenaje en el comienzo del primer año de análisis. Los deterioros en pavimentos bituminosos

---

<sup>29</sup> Fuente: The Highway Development and Management Series Collection. Volumen 2 "Guía de aplicaciones", Versión 1.0 en Español. PIARC – Word Bank Publications. 2000

que contempla el sistema son:

- Deterioros de superficie
  - Grietas
  - Desprendimiento
  - Baches
  - Fallo de borde
- Deterioros de deformación
  - Roderas
  - Regularidad
- Textura de la superficie
  - Profundidad de textura
  - Resistencia al deslizamiento (fricción transversal)

Esta información requiere de una inspección lo más detallada posible de las condiciones del pavimento de cada tramo, lo cual fue ejecutado en el pavimento de la carretera Tacna – Tarata.

### **3.8.3.2 Condición estructural del pavimento**

Para el caso de los pavimentos bituminosos, la resistencia del pavimento se modela por el HDM-4 mediante el número estructural ajustado (SNP), el que toma en cuenta, no solo las características resistentes de las capas de superficie y de base, sino también considera el aporte de la sub base y la sub rasante mediante

factores que van disminuyendo con la profundidad, para evitar sobre estimación en el caso de pavimentos profundos.<sup>29</sup>

Como la resistencia de los pavimentos varia por los efectos de la humedad el HDM recoge los efectos estacionales y del drenaje en la modelación del deterioro del pavimento, empleando entonces una resistencia promedio que toma en cuenta la resistencia en la temporada seca y en la húmeda de acuerdo a la duración de cada una de estas dos estaciones.

La resistencia del pavimento correspondiente a cada tramo se introduce al sistema mediante una de las formas siguientes:

1. El numero estructural directamente (SNP) de una de las estaciones.
2. Deflexión característica medida con viga benkelman, corregida para carga por eje estándar de 80 KN, presión de inflado de 520 kPa y temperatura promedio del pavimento de 30°C en la estación en cuestión (mm).
3. Deflexión central medida con el FWD para una carga de 700 kPa.
4. Espesores de las diferentes capas, coeficientes de resistencia y CBR de la sub rasante.

Por la información disponible en el caso de este trabajo se adoptó la forma 3.

El HDM-4 dispone de modelos para ir estimando, en cada año del periodo de análisis, el SNP medio anual, el que depende de los espesores y tipo de material de las capas del pavimento y la precipitación media mensual. Un elemento muy

importante para esa estimación lo es, además, el llamado “factor de drenaje” (DF), cuyo valor entre 1(excelente) y 5 (muy pobre). Al introducir la información del tipo de drenaje y su estado (excelente, bueno, adecuado, pobre y muy pobre), el sistema interpola, de ser necesario, entre los valores extremos de DF que corresponden a este tipo de drenaje y le otorga un valor. A la vez, el HDM calcula el deterioro anual de DF, lo que está relacionado con el mantenimiento que reciben los elementos de drenaje, según el tipo de terreno y el tipo de clima, de manera de utilizar un valor razonable de este factor para estimar la resistencia del pavimento en cada año de análisis.

### **3.8.3.3 Zona climática**

El clima donde se encuentra la vía tiene un impacto importante en la razón de deterioro de la misma así como en ciertos aspectos de los costos para los usuarios. Por esa razón el HDM-4 requiere se clasifiquen las características climáticas de la región donde se ubica la carretera, atendiendo a sus particularidades de humedad y temperatura, según uno de los términos siguientes:

- Para la humedad
  - Árido
  - Semiárido
  - Sub – húmedo
  - Húmedo

- Per – húmedo
- Para la temperatura
  - Tropical
  - Subtropical – caliente
  - Subtropical – fresco

#### **3.8.3.4 Costos unitarios**

Son los que multiplicamos por las cantidades físicas y operaciones permiten estimar los costos de la administración y de los usuarios. Los costos unitarios “económicos” se emplean para el análisis económico, representan el valor o costo de oportunidad del recurso en cuestión y se determinan como el costo que tiene el recurso en el mercado descontando el impuesto o sumando el subsidio que pueda contener que distorsione su valor real. El costo unitario financiero es el costo de mercado del recurso.<sup>28</sup>

El usuario del sistema debe especificar los costos unitarios de los trabajos de desarrollo, mantenimiento y los de fuera de la calzada, así como los de los recursos consumidos por los vehículos y valor del tiempo de viaje.

#### **3.8.3.5 Datos del tránsito**

Se debe especificar, para cada tramo de carretera homogéneo y su composición por tipo de vehículo, lo cual proviene de un conteo parcial o total del mismo, que

permita u estimación. Como quiera que no existe en la región de estudio patrones establecidos ni posibilidades de utilizar conteo automatizado por largo tiempo, se apeló a un estudio de tráfico durante 12 horas en 7 días de la semana y 12 horas nocturnas de uno de los días. Con ello se hizo la estimación de un promedio diario de tráfico que se empleó entonces en el programa HDM-4.

También se debe señalar al programa como crece el tráfico, de manera que se pueda estimar el tráfico futuro en cada tramo homogéneo. Este crecimiento, que se da para tipo de vehículo considerando, se puede indicar como un incremento porcentual anual o un crecimiento en volumen anual (o señalando los volúmenes diarios que se esperan en determinados periodos futuros. En el caso de este estudio en particular se definió una razón de crecimiento porcentual anual.

Así mismo debe preverse el tránsito desviado al tramo y el generado por este una vez que se concluya su mejora.

Con relación a las cargas de tránsito el sistema admite que el usuario señale el factor de equivalencia de ejes estándar por tipo de vehículo o lo calcula internamente a partir de la información de carga en la carpeta “flota vehicular”. Ese factor de equivalencia de ejes estándar recoge un promedio general de ejes estándar por tipo de vehículo, cargando y descargando en ambas direcciones de la sección homogénea en consideración.

### 3.8.4 Tipos de trabajo que considera el HDM-4

El sistema HDM-4 incluye no solo relaciones para modelar el deterioro de los pavimentos sino también para modelar el efecto de los trabajos de conservación y mejoras. En el programa del HDM-4 existe un módulo, llamado “Especificar estándares de trabajo”, que comprende toda una gama de tipos de trabajos de conservación y mejoras con los cuales se conforman las diferentes alternativas a analizar, los que se aplicados por el programa en virtud de lo que el usuario señale, si de forma programa o correctiva.

El programa calcula las cantidades físicas de trabajo a ejecutar, sus efectos y estima entonces de acuerdo a los costos unitarios, los costos totales de estos trabajos lo cual es utilizado en los análisis económicos y preparación del presupuesto. Es decir parte del módulo mencionado es utilizado para estimar la cantidad de recursos de los que debe disponer la entidad que administra las carreteras para la conservación y mejoras de las vías bajo su jurisdicción.<sup>28</sup> La clasificación a que atiende el sistema se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. *Tipos de trabajos considerados en el HDM-4*

<i>Categoría de los trabajos</i>	<i>Clases de trabajo</i>	<i>Tipos de trabajo</i>	<i>Actividades u operaciones posibles</i>
Conservación	Mantenimiento Rutinario	De rutina sobre el pavimento (trabajos para deterioros menores causados por el tráfico y el medioambiente)	Bacheo, reparación del borde, sellado de grietas, reparación de paseos, reparación de carriles.

		Drenaje	reparación de cunetas, limpieza de cunetas y otros elementos de drenaje, etc.
		De rutina varios (el resto que no son modelados por el HDM)	Control de la vegetación, señalización, etc.
	Mantenimiento Periódico	Tratamiento preventivo (adición de una capa fina para mejorar integridad de la superficie y su impermeabilización pero no aumenta resistencia del pavimento)	Riego en negro, rejuvenecimiento de la superficie.
		Restauración de la superficie /capa fina con similar efecto al tipo anterior y/o con el objeto de mejorar resistencia al deslizamiento)	Lechada asfáltica, capa de sellado.
		Rehabilitación o refuerzo (para mejorar la integridad estructural y resistencia del pavimento)	Capa gruesa fresado y remplazo de capa
		Reconstrucción	Reconstrucción parcial, reconstrucción total del pavimento
	Especial	Emergencias	Despejar la vía de obstrucciones accidentales.

Fuente: Vera Artega L., Tesis Magistral, Uso del Modelo HDM-4 para la selección de alternativas de conservación de la autopista “Manabi – Guillem”, Ecuador, 2011

La categoría de *conservación* de los pavimentos existentes comprende aquellos trabajos dirigidos a detener el deterioro o llevar la superficie a un estado similar al nuevo con el objeto de proveer una superficie uniforme que reduzca los costos de los usuarios. La categoría de *Desarrollo* comprende aquellos trabajos dirigidos a incrementar la capacidad de la vía, proveer pavimentos más resistentes y mejorar las características geométricas con el fin de minimizar los costos totales de

transportación y mitigar el impacto ambiental.

La clase de trabajos llamados *Mantenimiento de rutina* comprende actividades que pueden resultar necesarios en cada año, mientras que la clase “Mantenimiento periódico” encierra aquellas actividades de conservación que se planifican para ser desarrolladas en intervalos de algunos años. La clase *Especial* comprende aquella cuya frecuencia no puede estimarse con certeza.

Las tareas de Desarrollo se dividen en:

- Mejoras, que son trabajos destinados a incrementar la capacidad de circulación cuando la vía está cerca del fin de su vida de diseño o ha habido un cambio inusitado en su uso. Con ellos se mejora la calidad del servicio en tales vías, sea reduciendo el nivel de congestión o incrementando la seguridad y fluidez de la circulación.
- Construcción, trabajos para crear un nuevo pavimento.

### **3.8.5 Lógica empleada por el HDM-4 en la aplicación de trabajos**

El procedimiento general mediante el cual se modela la aplicación de los trabajos en cada año de análisis sigue los pasos siguientes:<sup>28</sup>

- Determinación de los estándares que son aplicables en cada año dado del periodo de análisis. Solo un estándar de mantenimiento y/o mejora puede ser aplicado a una sección de carretera en un mismo año.

- Chequear para los trabajos de mejora primero y los de mantenimiento después, los criterios de intervención y los límites señalados para los mismos. La operación programa tiene prioridad sobre una correctiva del mismo tipo.
- Aplicar los trabajos de drenaje en caso que se indiquen.
- Identificar y aplicar las actividades que tienen la mayor jerarquía.
- Computar las cantidades físicas de trabajo.
- Computar los efectos de los trabajos y recalcular los parámetros resultantes de la modelación para reflejar la geometría, estructura del pavimento, su resistencia, estado, historia y su uso de la carretera después de los mismos.
- Aplicar cualquier otro trabajo cuyos efectos en el comportamiento del pavimento no puedan ser modelados (por ejemplo trabajos varios de rutina).
- Calcular el costo de los trabajos mediante el producto de los costos unitarios por las cantidades físicas de los mismos.
- Guardar los resultados para emplearlos en el análisis económico y en el próximo año de análisis.

### **3.8.6 Elaboración de las estrategias de conservación a considerar**

Las estrategias de conservación se elaboran a partir de asignar diferentes

estándares de trabajos de conservación, de forma programa o correctiva, para los tramos bajo estudio en el horizonte de planificación.

Para trabajar el programa HDM-4 de forma correctiva debe definirse los límites de intervención, que son aquellos topes de determinados indicadores operacionales, del estado superficial o estructural del firme (fricción, regularidad, agrietamiento, etc.) que le indican al programa la ejecución de una determinada acción de conservación o mejora.

### **3.8.7 Modo en que el HDM-4 realiza el análisis económico**

El HDM-4 utiliza el análisis económico de las partidas de costos y beneficios a través del tiempo para comparar la viabilidad de las diferentes alternativas y brindar así los criterios que se necesitan para tomar las decisiones económicas. Estas decisiones, cuando se trabaja a nivel de programa, van dirigidas a seleccionar la opción a ejecutar y cuando es el mejor momento para implementarla.

El programa HDM-4 estima los costos, año por año durante el periodo de análisis especificado, en los que incurre la administración de carreteras y los añade a los de los usuarios, descontando todos a un valor presente.

Los beneficios económicos se determinan mediante la comparación de la corriente de costos totales, para varias alternativas de conservación y desarrollo, con la alternativa base (*no hacer nada o hacer lo mínimo*), representada comúnmente por

la alternativa de mantenimiento de rutina. De acuerdo al enfoque del HDM-4 el análisis económico comprende las tareas siguientes:

- La identificación del problema a resolver y la formulación de alternativas.
- Identificación y cuantificación de los costos y beneficios durante el ciclo de vida de la carretera comprendido dentro del periodo de análisis.
- Modelación del impacto futuro de las diferentes alternativas propuestas en el comportamiento de la vía y el flujo vehicular.
- Comparación económica de las alternativas, lo que comprende:
  - a. Actualización de las corrientes anuales de costos y beneficios a un año base.
  - b. Comparación de las corrientes de costos para cada par de alternativas.
  - c. Calculo de los indicadores económicos como valor actualizado neto (VAN), razón o tasa interna de retorno (TIR) razón beneficio –costo (B/C) y beneficios en el primer año de explotación (BPA).

### **3.8.8 Caracterización del software**

Para la implementación del HDM-4 se sigue la arquitectura concebida por el sistema, la que se muestra en la figura 3.2.

Las tres herramientas de análisis (estrategia, programa y proyecto) operan sobre datos definidos en unos de cuatro gestores de datos:

- Red de carreteras: Define las características físicas de tramos de carreteras en una red o sobre que se va analizar.
- Parque de vehículos: Define las características del parque de vehículos que operan en la red de carreteras que se va analizar.
- Obras: Define estándares de conservación y mejora, junto con sus costos unitarios que serán aplicados a los distintos tramos de la carretera a analizar.
- Configuración del HDM-4: Define los datos por defecto que se usaran en las aplicaciones. Al instalar HDM-4 por primera vez, se suministra un conjunto de datos predefinidos, pero los usuarios deben modificarlos para adecuarlos a los entornos y circunstancias locales.

El análisis técnico en el HDM-4 se realiza usando cuatro modelos:

- RD (Deterioro de la carretera): Predice el deterioro del firme en carreteras asfaltadas, de hormigón y no pavimentadas.
- WE (Efecto de las obras): Simula los efectos de las obras en el estado del firme y determina los costos correspondientes.
- RUE (Efectos para los usuarios): Determina los costos de operación de vehículos, accidentes y tiempo de viaje.
- SEE (Efectos sociales y medioambientales): Determina los efectos de las emisiones de vehículos y el consumo de energía.

El modelo simula, para cada tramo de carretera, año a año, las condiciones de la misma y los recursos utilizados para conservación con cada estrategia, así como las velocidades de los vehículos y de los recursos físicos consumidos por la operación vehículos. Una vez estimadas las cantidades físicas necesarias para construcción, las obras y operación de vehículos, se aplican los precios y costos unitarios especificados por los usuarios para determinar los costos unitarios económicos. Luego se hace el cálculo de los beneficios relativos de las diferentes alternativas, seguido del cálculo del valor actual y de la tasa de rentabilidad.

El sistema HDM-4 está diseñado para interactuar con sistemas externos como:

- Bases de datos: Sistemas de información de redes de carreteras, sistemas de gestión de firmas, etc. A través de archivos intermedios de importación/exportación.
- Modelos técnicos: Accedidos directamente por sistemas externos para aplicaciones de investigación u otros estudios.

El diseño del sistema tiene una estructura modular para permitir a los usuarios implantar independientemente los módulos HDM-4 en sus sistemas de gestión de carreteras. Los parámetros técnicos, además de los datos por defecto específicos del país se pueden calibrar fácilmente para ajustarlas a las condiciones locales usando configuración HDM-4. La metodología de estos modelos contempla la interacción entre los componentes de costos de transporte (estudios y diseños,

construcción, operación, mantenimiento, expansión, y de los usuarios de los vehículos), para obtener el menor costo total. Estos costos no son independientes, tienen una relación que es determinante al calcularlos.

El costo de los usuarios se compone por los de operación de los vehículos (VOC, por sus siglas en inglés) y del tiempo de viaje, seguridad y accidentes, y comodidad. Al seleccionar la mejor alternativa de inversión los costos de los usuarios son cerca del 90% del costo total de transporte en carreteras de dos carriles con pocos miles de vehículos diarios. El costo de operación de los vehículos es el asociado con la propiedad, operación y mantenimiento de los vehículos, e incluye el costo por consumo de combustible y lubricantes, desgaste de neumáticos, repuestos, mano de obra en mantenimiento, depreciación e interés, licencias, seguros y salario de la tripulación, entre otros.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Fuente: T. Watanatada, A. M. Dhareshwar, and P. Rezende, "Vehicle speeds and operating costs: Models for road planning and management," World Bank-International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC. 1987

## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DE LA CARRETERA RUTA PE-38

#### TRAMO: TACNA - TARATA

En el presente capítulo tiene por objeto exponer la carretera ruta PE-38 tramo Tacna - Tarata perteneciente a la red vial nacional como una carretera de segundo orden, en que fue desarrollado el proyecto de Tesis, junto con sus características de mayor relevancia. Para este fin, el capítulo de ha subdividido en diagnóstico de la situación actual, topografía y tránsito.

#### 4.1 Diagnóstico de la situación actual

La carretera está comprendida entre los distritos del Alto de la Alianza, Estique y Tarata. Está ubicado en las provincias de Tacna y Tarata, Departamento de Tacna.

Tabla 4.1. *Ancho promedio de calzada y berma de la carpeta asfáltica.*

<i>Tipo de pavimento</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Ancho calzada</i>	<i>Espesor carpeta</i>	<i>Ancho de berma</i>
Pavimento asfaltado (Carpeta asfáltica)	km 02+000 – km 22+000	6,7 m	5 cm	0,50 m
Pavimento asfaltado (Carpeta asfáltica)	km 22+000 – km 86+500	7,5 m	5 cm	1,00 m

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1 Tacna – Alto de la Alianza (km 02+000 – km 22+000)

Inicia en el distrito del Alto de la Alianza sobre la carretera asfaltada de doble

vía, pero debido a superposiciones de entidades y consultando con Provías Nacional se iniciara desde el hito kilométrico 02+000, se continua por la misma vía recorriendo en ascenso con dos curvas de desarrollo por una topografía a media ladera cuya berma lateral derecha se encuentran con acumulación de derrumbes entre la progresivas km 02+500 al km 03+500, para luego ascender con una curva de vuelta a las antenas y proseguir con tangentes largas donde la superficie de rodadura se encuentra desgastada a la altura de la chanchería, notándose tramos sin bermas como el km 06+000 al km 07+000, la ruta cuenta con señalización horizontal y vertical en buenas condiciones y se cruza la zona de Intiorco en el km 11+000 y km. 12+000. A partir de este punto la topografía del terreno se hace más ondulada.

En el sector del km 13+000 al km 22+000, la superficie de rodadura presenta fisuras cuarteaduras sobre una plataforma desgastada, y también se observa pequeños ahuellamientos 4 a 6 mm, siendo necesarios su mantenimiento por el alto tránsito que presenta en la longitud de 20 km, hasta la zona de Quilla. En este sub tramo se cuenta con 2 Obras de arte; un pontón km 18+960 y una alcantarilla abovedada km 19+770.

Tabla 4.2. *Relación de Poblados sub tramo I.*

<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Poblado</b>
1	00+000	Alto de la Alianza
2	11+400	Intiorco

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.1.* Inicio de la carretera Tacna – Tarata.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.2.* A la altura del km 02+500 se observa derrumbes debido al talud inestable, lo que produce que no se tenga berma.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.3.* Se observa la carretera desgastada y con ahuellamiento. (bermas carcomidas)

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.4.* Entre el km 05+000 al km 06+000, se observa como la Berma ha erosionado y desgastado casi en su totalidad.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.5.* Se mantiene la Conservación de vía debidamente señalizada km 15+000.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.6.* Se aprecia las fisuras tratadas en forma longitudinal y transversal km 12 + 000 al km 13+000.

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2 Alto de la Alianza – Tarata (km 22+000 – km 86+500)**

Prosiguiendo por la ruta, en el km 22+000 lado derecho existe un botadero, continuando se observa ahuellamientos de 2 a 6 mm y fisuras en forma longitudinal y transversal. Del km 22+000 al km 30+000 existe botaderos de basura que van entre 50 a 100 m, lo cual necesita limpieza, continua la superficie de rodadura desgastada con peladuras y se aprecia el material grueso del asfalto.

A partir del km 30+000 se aprecia tratamiento de fisuras y resanes de la plataforma en forma longitudinal y transversal de formas diferentes y tamaños pero estas se han ampliado y aparecido otras en las franjas de carril derecho e izquierdo. A partir del km 45+000 se presentan varios tramos de derrumbes menores a 15 m<sup>3</sup>.

Entre el km 51+000 al km 52+000 se presenta tres desarrollos en ascenso, se aprecia fisuras nuevas y tratadas sobre la plataforma desgastada, en algunos tramos se aprecia el mantenimiento de la vía con sello asfáltico, en el km 58+500 se desvía a la localidad de Estique. Entre el km 60+000 al km 80+000, la cuneta es rectangular y mantiene sus características en cuanto a las fisuras longitudinales y transversales de diferentes tamaños tratadas y ampliadas, necesita limpieza de derrumbes de la berma y cuneta revestida rectangular, se desciende hasta el puente Estique km 75+650, cabe señalar que a la fecha se encuentra sin terminar el puente estructural a nivel de infraestructura. A partir del cual se asciende con

desarrollos y en la progresiva km 78+500 se desvía hacia el poblado de Tarucachi.

Prosiguiendo con el diagnostico tenemos el tramo del km 80+000 al km 90+000, final de la vía asfaltada, desde donde se desvía el tramo afirmado hacia Capazo y Mazocruz. En este último tramo asfaltado se encuentra Tarata entre el km 86+500 al km 88+000.

Tabla 4.3. *Relación de poblados sub tramo II.*

<i>N°</i>	<i>Progresiva</i>	<i>Poblado</i>
1	75+000	Estique
2	78+500	Tarucachi
3	86+500	Tarata

Fuente: Elaboración propia

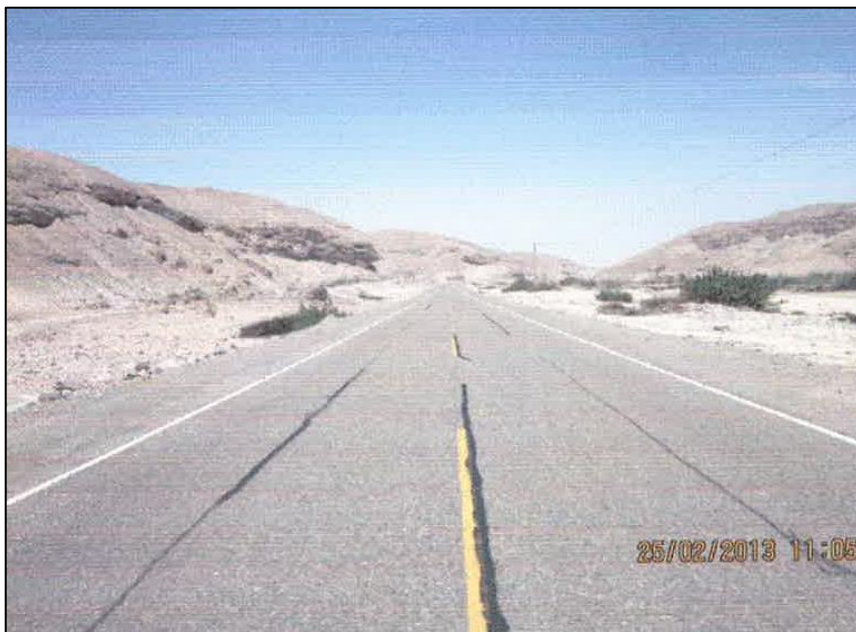
En este sub tramo se cuenta con 216 obras de arte y seis puentes: Pte. s/n km 41+680, Pte. s/n km 47+360, Pte. s/n km 56+877, Pte. Estique km 76+082, Pte. Tarucachi km 77+100 y Pte. Pucara km 82+560.

En las figuras de abajo se aprecian los daños que presenta el pavimento como: la poca adherencia del asfalto, el agregado se encuentra sin la película de asfalto se observa nuevas fisuras transversales, baches, ahuellamiento, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales.



*Figura 4.7.* En el km 26+000, se presentan ahuellamientos notorios de hasta 10mm.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones



*Figura 4.8.* La longitudinal se ha cuarteado y ha sido resanado km 26+700.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones



*Figura 4.9.* Se presentan fisuras de forma transversal km 23+000.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.10.* Se presentan fisuras de forma transversal y fisuras resnadas km 28+500.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.11. Bermas en mal estado carcomiendo la carpeta asfáltica km 51+500.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.12. Nótese la carpeta asfáltica desgastada y con resane km 80+000. (Derrumbes menores)

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4.13.* Desvió al C.P de Capazo km 89+980 a nivel de sub rasante.

Fuente: Elaboración propia

### **4.1.3 Conclusiones de los trabajos a realizar**

En el primer y segundo sub tramo se tiene la ruta a nivel de carpeta asfáltica desde Tacna hasta Tarata con una longitud de 84,500 km, en este primer sub tramo se requiere el mantenimiento de bermas y el segundo mantenimiento de derrumbes acumulados en las bermas y peinado de taludes para evitar la erosión y desprendimiento de rocas, en lo que respecta a la carpeta asfáltica que venía siendo conservada por Provías Nacional, se necesita atender con el resane de fisuras y complementar con la aplicación de un sello asfáltico o recapeo asfáltico en toda la plataforma a fin de borrar el desgaste y peladura del asfalto antiguo bastante notorio.

Se recomienda según las observaciones en campo que desde el km 02+000 al km 22+000, se debería aplicar una protección con carpeta asfáltica en caliente de una (1" ó 1,5") pulgada de espesor por el alto tráfico que presenta, para el sub tramo II; del km 22+000 al km 86+500, solo necesitaría una capa de protección con un mortero asfáltico (modificado con polímeros  $e=1,2$  cm) o si se quiere un refuerzo de 1" ó 1,5".

#### **4.1.4 Climatología**

En cuanto al clima en la carretera Tacna – Tarata, es variado como en la zona de Tacna es caluroso, su clima es cálido, predomina el calor seco cuya temperatura promedio es de 20°C .Desde Estique hasta Tarata es zona de Sierra donde la temperatura baja a 15°C. [Fuente: SENAMHI]

Las precipitaciones anuales que se registran en esta zona son las siguientes:

- De mayo a agosto, escasas precipitaciones.
- De setiembre a noviembre, presencia de pequeñas lluvias.
- De diciembre a abril, presencia de lluvias extraordinarias y temporales.

#### **4.1.5 Clasificación de la carretera**

- a) Clasificación de la vía según su función: La carretera materia del presente proyecto de Tesis constituye parte de la red vial secundaria (Departamental) porque es parte del tramo que une los departamentos de

Tacna y Puno.

- b) Clasificación de la vía según a su demanda: En el tramo de Tacna y Tarata, según el Índice Medio Diario (I.M.D) se tiene un promedio de 898 vehículos diarios, por lo tanto se clasifica como carretera de Segunda Clase (2000 a 400 veh/día).
- c) Clasificación de la vía según condiciones orográficas: De acuerdo a sus condiciones orográficas se clasifica como del tipo 2. Debido a que es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativas por debajo de los pasajeros, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10% y 50%.

## **4.2 Topografía**

### **Sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza (Long. 20 km)**

- El punto de inicio del sub tramo I, es a la salida de la ciudad de Tacna, en el Distrito de Alto de la Alianza en donde se ubica el km 00+000 (sobre el hito kilométrico 02+000), en la cota 652 m.s.n.m; y finaliza en el km 22+000, se ubica en las siguientes coordenadas WGS-84 y Geográficas:
  - Norte            8'010,842
  - Este             367,781

- Latitud 17°59'09" Sur
- Longitud 70°14'66" Oeste

**Sub tramo II: Alto de la Alianza – Tarata (Long. 64,5 km)**

- En el inicio del sub tramo II, es en el km 20+000 (sobre el hito kilométrico 22+000), distrito del Alto de la Alianza, en la cota de 1,268 m.s.n.m y finaliza en el km 86+500, se ubica en las siguientes coordenadas WGS-84 y Geográficas.
  - Norte 8'026,849
  - Este 370,073
  - Latitud 17°50'84" Sur
  - Longitud 70°13'16" Oeste

En el primer sub tramo I empieza en el km 00+000, se ubica la salida de la ciudad de Tacna en la carretera nacional PE-38 (Tacna-Tarata-Capazo-Mazocruz), en el distrito del Alto de la Alianza, Cota 520 m.s.n.m., luego se continua por esta carretera asfaltada recorriendo en ascenso con dos curvas de desarrollo por una topografía a media ladera cuya berma lateral derecha se encuentran con acumulación de derrumbes entre la progresiva km 02+500 al km 03+500, para luego ascender con una curva de volteo y proseguir con tangentes largas donde la superficie de rodadura asfaltada, se encuentra desgastada a la altura del km 05+000, en la zona de Antiorco ubicado entre los km 11+000 - km 12+000 el

terreno se hace más ondulado.

En el segundo sub tramo II que inicia en el km 22+000, en la cota de 1 268 m.s.n.m. distrito del Alto de la Alianza y finaliza en el distrito de Tarata km 86+500 en la cota 3 129 m.s.n.m.

#### 4.2.1 Características técnicas

<i>Características técnicas</i>	
IMD	898 vehículos/día (promedio)
Clasificación de la vía	
Por su función	Carretera del sistema departamental
de acuerdo a la demanda	Segunda clase
según condiciones orográficas	Carretera tipo 2
Velocidad directriz (m/s)	50 KPH
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
Radio mínimo (m)	85,00 m
ALINEAMIENTO VERTICAL	
Pendiente mínima	0,50%
Pendiente máxima	8,00%
SECCION TRANSVERSAL	
Número de carriles	2
Ancho del carril (m)	3,3 m
Ancho de superficie de rodadura	6,60 m
Ancho de Berma existente	0,90 m
Bombeo	2,00%
Sobre ancho	de 0,40 m a 1,00 m
Peralte	Máximo 8,00 %
Derecho de vía	20 m(10,00 m a cada lado del eje)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3 Tránsito

El estudio de tránsito se ubica geográficamente en la región de Tacna, provincias

de Tacna y Tarata. El tramo inicia en el km 02+000 en el distrito del Alto de la Alianza en Tacna y recorre por una carretera asfaltada con presencia de fisuras, ahuellamientos se cruza el distrito de Tarata en el km 86+500, continua pasando por el desvío a Capazo km 89+987 y luego termina el tramo asfaltado en la progresiva km 90+000, siendo una longitud asfalta de 90 km. El volumen de tránsito del tramo de Tacna a Tarata tiene un IMDA promedio de 898 vehículos.

#### 4.3.1 Metodología del conteo

Para realizar este estudio de tránsito se definió dos puntos estratégicos a lo largo del tramo, en donde se contabilizaron los vehículos durante once días seguidos en el mes de noviembre y diciembre del 2015, clasificándolo por sentido, hora y tipo.

Tabla 4.4. *Estación de conteos.*

<i>Descripción</i>	<i>Carretera</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Progresiva (km)</i>	<i>Período de conteo</i>
Punto de conteo	PE-38	Tacna	02+000	22 de Noviembre al 25 de Noviembre.
Punto de conteo	PE-38	Tarata	73+500	26 de Noviembre al 02 de Diciembre

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5. *Tramificación a partir del punto de conteo.*

<b>N°</b>	<b>Carretera</b>	<b>Ubicación tramo</b>	<b>Progresiva (km)</b>	<b>Punto de conteo</b>
1	PE-38	Tacna – Alto de la Alianza	02+000	Salida Tarata
2	PE-38	Alto de la Alianza – Tarata	73+500	Tarata

Fuente: Elaboración propia

### **4.3.2 Resultado del punto de conteo**

Para los puntos de conteo, que representa el volumen de tránsito vehicular que circula por los sub tramos definidos según su ubicación indicada en la tabla 4.4 y 4.5, se calcularon los parámetros principales de un estudio de tránsito, los cuales se citan a continuación:

- Volumen de tránsito vehicular
- Índice medio diario anual (IMDA)

#### **Volumen de tránsito vehicular**

El conteo y clasificación vehicular corresponde en los puntos de conteo ubicado en Tarata progresiva km 73+500 y en el distrito del Alto de la Alianza en dirección a salida Tarata km 02+000.

Las evaluaciones se efectuaron interrumpidamente durante la semana comprendida entre los días 22 de noviembre al 02 de diciembre del 2015, en los puntos señalados en el párrafo anterior. En los siguientes cuadros se muestra el resumen del volumen de tránsito contabilizado en el punto de conteo, clasificación según el tipo de vehículo, día y sentido de circulación. Y en las tablas 4.10 y 4.11 se muestra el resumen del promedio así como el porcentaje de incidencia de los tipos de vehículos. Para más detalle del sustento del IMDA (ver **Anexo 01**).

Tabla 4.6. Resumen en punto de conteo salida Tarata km 02+000.

DOMINGO 22 HASTA MIÉRCOLES 25 DE NOVIEMBRE 2015 (KM. 02+000)																		
DIAS	SENTIDO	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	
		Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microbuses	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	
DOMINGO	D	341	515	82	66	10	0	0	0	61	0	13	0	0	0	0	0	1088
	I	369	555	88	102	10	5	0	0	37	0	18	0	0	0	0	0	1184
	AMBOS	710	1070	170	168	20	5	0	0	98	0	31	0	0	0	0	0	2272
LUNES	D	189	247	93	40	2	6	0	0	30	0	3	0	0	0	1	1	612
	I	174	229	93	31	3	6	0	0	30	0	10	0	0	0	1	1	578
	AMBOS	363	476	186	71	5	12	0	0	60	0	13	0	0	0	2	2	1190
MARTES	D	198	249	65	34	6	6	0	0	23	0	3	0	0	0	1	1	586
	I	118	29	87	34	5	7	0	0	25	0	0	0	0	0	1	1	307
	AMBOS	316	278	152	68	11	13	0	0	48	0	3	0	0	0	2	2	893
MIÉRCOLES	D	159	250	97	49	6	2	0	0	18	0	2	0	0	0	1	1	585
	I	173	230	63	36	7	3	0	0	25	0	3	0	0	0	1	1	542
	AMBOS	332	480	160	85	13	5	0	0	43	0	5	0	0	0	2	2	1127
TOTAL	D	887	1261	337	189	24	14	0	0	132	0	21	0	0	0	3	3	2871
	I	834	1043	331	203	25	21	0	0	117	0	31	0	0	0	3	3	2611
	AMBOS	1721	2304	668	392	49	35	0	0	249	0	52	0	0	0	6	6	5482

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.7. Resumen en punto de conteo Tarata km 73+500.

JUEVES 26 DE NOVIEMBRE HASTA MIERCOLES 02 DE DICIEMBRE DEL 201 5 (KM. 73+500)																		
DIAS	SENTIDO	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	
		Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Micro bus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes		4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	
JUEVES	D	40	42	29	5	1	1			6	7	13	0	0	1	1	2	148
	I	38	44	42	9	2	1			3	5	57	0	0	0	0	2	203
	AMBOS	78	86	71	14	3	2	0	0	9	12	70	0	0	1	1	4	351
VIERNES	D	51	48	35	0	0	1			5	10	55	0	0	0	1	1	207
	I	43	56	32	6	0	0			5	8	58	0	0	0	0	1	209
	AMBOS	94	104	67	6	0	1	0	0	10	18	113	0	0	0	1	2	416
SÁBADO	D	47	48	39	13	1	2			0	7	69	1	0	0	0	0	227
	I	39	56	39	17	1	0			0	5	61	0	0	0	0	0	218
	AMBOS	86	104	78	30	2	2	0	0	0	12	130	1	0	0	0	0	445
DOMINGO	D	56	32	42	14	1	1			0	12	32	0	0	1	1	1	193
	I	53	35	47	18	2	2			0	17	55	0	0	1	1	1	232
	AMBOS	109	67	89	32	3	3	0	0	0	29	87	0	0	2	2	2	425
LUNES	D	65	47	29	16	1	0			5	6	21	0	0	0	0	1	191
	I	52	56	25	16	1	0			6	8	20	0	0	0	0	1	185
	AMBOS	117	103	54	32	2	0	0	0	11	14	41	0	0	0	0	2	376
MARTES	D	73	48	30	20	0	6			5	6	24	0	0	0	1	1	214
	I	70	39	38	17	0	1			6	8	21	0	0	0	0	1	201
	AMBOS	143	87	68	37	0	7	0	0	11	14	45	0	0	0	1	2	415
MIERCOLES	D	50	68	65	24	0	1			4	4	58	0	1	1	1	1	278
	I	52	65	54	23	0	1			2	2	50	0	1	1	2	1	254
	AMBOS	102	133	119	47	0	2	0	0	6	6	108	0	2	2	3	2	532
TOTAL	D	382	333	269	92	4	12	0	0	25	52	272	1	1	3	5	7	1458
	I	347	351	277	106	6	5	0	0	22	53	322	0	1	2	3	7	1502
	AMBOS	729	684	546	198	10	17	0	0	47	105	594	1	2	5	8	14	2960

Fuente: Elaboración propia

En donde, las abreviaciones en la tabla anterior tiene el siguiente significado:



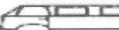
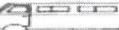













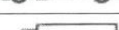





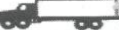



Tabla 4.8. *Abreviación del parque vehicular.*

Sentido	Ambos	Conteo en ambos sentidos
	D	Conteo en el carril Derecho
	I	Conteo en el carril Izquierdo
Vehículos livianos	AU	Automóviles
	CM	Camionetas
	CR	Camioneta rural (combi)
Buses de 2 ejes	MB	Microbús
	B2	Ómnibus de 2 ejes
Buses de más de 2 ejes	B3	Ómnibus de 3
	B4	Ómnibus de 4 o más ejes
Camión de 2 ejes	C2 chico	Camión de 2 ejes
	C2 grande	Camión de 2 ejes
Camión de más de 2 ejes	C3	Camión de 3 ejes
	C4	Camión de 4 ejes
	2S2	Semi trayler de 4 ejes
	2S3	Semi trayler de 5 ejes
	3S2	Semi trayler de 5 ejes
	3S3	Semi trayler de 6 ejes
	2T2	Trayler de 4 ejes
	2T3	Trayler de 5 ejes
	3T2	Trayler de 5 ejes
	3T3	Trayler de 6 ejes

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

En la siguiente figura se muestran los esquemas de vehículos según su clasificación, extraída del manual de tránsito del sistema de gestión de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 4.9. Tipos de vehículos – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Asociación BCEOM - OIST.		Sistema de Gestión de Carreteras				
TIPOS DE VEHICULOS						
CODIGO	DEFINICIONES	MODELOS	Nº DE EJES	PBV ML TM	DIAGRAMAS	SIMBOLOS
<b>AU</b>	AUTO Vehículo motorizado de 4 ruedas. Transporte de personas. Tiene hasta 06 asientos	Automovil	02			<b>AU</b>
		Auto S.W	02			<b>AU</b>
<b>CM</b>	CAMIONETA Vehículo motorizado de 4 ruedas. Transporta personas y/o carga.	Pick Up	02			<b>CM</b>
		Sub Urbana	02			<b>CM</b>
		Panel	02			<b>CM</b>
		Otros	02		Ambulancia, patrullero	<b>CM</b>
<b>CR</b>	CAMIONETA RURAL (COMBI) Vehículo motorizado para transporte de pasajeros. De 7 a 12 asientos.	Camioneta Rural (Combi)	02			<b>CR</b>
<b>MB</b>	MICROBUS (CUSTER) Vehículo motorizado para transporte de pasajero. De 13 a 30 asientos.	Microbus	02			<b>MB</b>
<b>B</b>	OMNIBUS Vehículo motorizado para transporte de pasajeros. Tiene más de 30 asientos.  Modelos: Bus convencional y bus articulado.	B2	02	18		<b>B2</b>
		B3	03	25		<b>B3</b>
		B4	04	32		<b>B3</b>
		BA	04	36		<b>B3</b>
<b>C</b>	CAMION SIMPLE Vehículo motorizado auto propulsado para transporte de carga. Su peso bruto vehicular (PBV) es igual o mayor a las 04 TM. C2ch : Camión pequeño con 2 ejes y 6 ruedas (aros # 16), PB <= 9 ton. C2gr : Camión grande con 2 ejes y 6 ruedas (aros # 20, 22.5 y/o 24.5). PB > 9 ton.  También se incluye Cargador Frontal, Motoniveladora, Tractor agrícola y Rodillo, con el símbolo C2 gr.  Modelos: plataforma, baranda, volquete, cisterna, furgon, otros.	C2 ch	02	9 (*)		<b>C2 ch</b>
		C2 gr	02	18		<b>C2 gr</b>
		C3	03	25		<b>C3</b>
		C4	04	32		<b>C3</b>
		8 X 4	04	32		<b>C3</b>
<b>A</b>	CAMION ARTICULADO Vehículos acoplados, siendo uno de ellos motorizado  a) Semi trayler (S) --> Tractor camión más Semiremolque  b) Trayler (T) --> Camion simple más Remolque	2S1	03	29		<b>2S2</b>
		2S2	04	36		<b>2S2</b>
		2S3	05	43		<b>2S3</b>
		3S1	04	36		<b>3S2</b>
		3S2	05	43		<b>3S2</b>
		3S3	06	48		<b>3S3</b>
		2T2	04	40		<b>2T2</b>
		2T3	05	47		<b>2T3</b>
		3T2	05	47		<b>3T2</b>
		4T2	06	48		<b>3T2</b>
		4T2	06	48		<b>3T2</b>
		3T3	06	48		<b>3T3</b>
		3T4	07	48		<b>3T3</b>
		4T3	07	48		<b>3T3</b>
4T3	07	48		<b>3T3</b>		

### **Índice medio diario anual (IMDA)**

Cabe mencionar que el IMDA para el presente proyecto de Tesis, representa el tránsito promedio diario anual, que se determina como el promedio aritmético del volumen de tránsito de los siete días y cuatro días para cada sub tramo (tránsito promedio), para los cuales se realizó el conteo, multiplicando por el factor de corrección estacional (FCE).<sup>31</sup>

Como en este caso no se tiene una serie histórica permanente, se asumen el factor de corrección estacional (FCE) igual a 1, es decir, no se usa el FCE. De esta forma el IMDA, queda definido como el promedio aritmético del volumen del tránsito de los siete días y cuatro días de evaluación y se presenta en las tablas 4.10 y 4.11 respectivamente. Cabe mencionar también que para el tramo Tacna - Tarata del proyecto sería el promedio aritmético del IMDA del sub tramo I y el IMDA del sub tramo II, lo cual sería 898.

En las tablas 4.6 y 4.7 se muestran el IMDA para cada tipo de vehículo contabilizado, en las tablas 4.10 y 4.11 se muestra un resumen para los vehículos clasificados según las categorías de livianos y pesados, además de su porcentaje de participación del total de vehículos.

---

<sup>31</sup> Referencia: Informe Inventario vial final Consorcio GyM – CONCAR S.A. con Nro. de contrato N° 243-2007-MTC/20.

Tabla 4.10. *IMDA en punto de conteo salida Tarata km 02+000.*

SENTIDO	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	
	Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microbuses	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	
ENTRADA	222	315	84	47	6	4	0	0	33	0	5	0	0	0	0.75	0.75	718
SALIDA	209	261	83	51	6	5	0	0	29	0	8	0	0	0	0.75	0.75	653
AMBOS	430	576	167	98	12	9	0	0	62	0	13	0	0	0	1.5	1.5	<b>1371</b>
%	31.39%	42.03%	12.19%	7.15%	0.89%	0.64%	0.00%	0.00%	4.54%	0.00%	0.95%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.11%	<b>100%</b>
	<b>92.76%</b>				<b>1.53%</b>				<b>5.71%</b>								
Tasa crecimiento	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	

Fuente: Elaboración propia

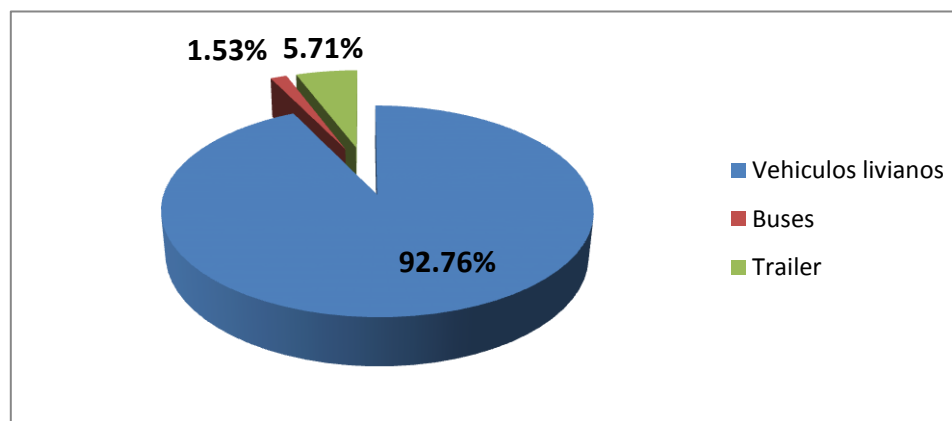


Figura 4.14. Composición del tránsito sub tramo I.

Tabla 4.11. *IMDA en punto de conteo Tarata km 73+500.*

SENTIDO	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	
	Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	
ENTRADA	55	48	38	13	1	2	0	0	4	7	39	1	1	1	1	1	211
SALIDA	50	50	40	15	1	1	0	0	3	8	46	0	0	1	0	1	215
AMBOS	104	98	78	28	1	2	0	0	7	15	85	1	1	2	1	2	<b>426</b>
%	24.45%	22.95%	18.32%	6.64%	0.34%	0.57%	0.00%	0.00%	1.58%	3.52%	19.93%	0.23%	0.27%	0.47%	0.27%	0.47%	<b>100%</b>
	<b>72.36%</b>				<b>0.91%</b>				<b>26.74%</b>								
Tasa crecimiento	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	

Fuente: Elaboración propia

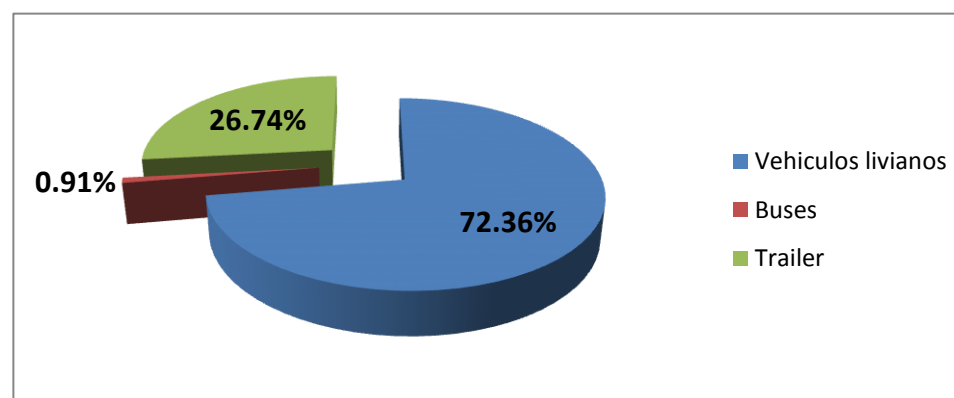


Figura 4.15. Composición del Transito Sub tramo II.

## **CAPÍTULO V**

### **EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PAVIMENTO**

#### **5.1 Generalidades**

En el presente proyecto de Tesis se realizó tres tipos de evaluación del pavimento superficial, funcional y estructural para ser procesadas en el modelo HDM-4. Para medir la funcionalidad de la carretera se utiliza como indicador el IRI (Índice de Rugosidad Internacional) para la evaluación estructural se utilizó el Deflectómetro de Impacto que determina las deflexiones del pavimento. A través de este análisis se obtiene información de la rigidez de la estructura y su suelo de fundación, lo cual es fundamental para evaluar actividades relacionadas con la rehabilitación, mantención o control de actividades.

Para obtener una evaluación objetiva del estado del pavimento en que se encuentra el tramo en estudio del presente proyecto de Tesis, se requirió información del inventario vial que Provías Nacional quien encargo realizar al consorcio GYM CONCAR S.A., el cual finalizo con tal labor el año 2014, dicho inventario de la carretera tramo Tacna - Tarata ruta PE-38 de la red vial nacional pavimentada, se me fue concedido desinteresadamente a manera de colaboración para el desarrollo de la presente Tesis, por parte de la unidad zonal Tacna – Moquegua de Provias Nacional.

## 5.2 Evaluación superficial del pavimento

El objetivo de esta evaluación es determinar el estado superficial en que se encuentra el pavimento, para definir las alternativas de intervención que requiere el pavimento. La evaluación superficial es en general la que define las diferentes obras a realizar superficialmente (tratamientos de fisuras, parchados y sellados asfálticos) y te da indicios para una solución estructural de acuerdo a su magnitud, que va complementado con las evaluación estructurales (refuerzos asfálticos, repotenciación de la base granular, etc.),

El procedimiento de evaluación que consiste mediante un inventario visual de los diferentes tipos de daños que presenta, para este diagnóstico se empleó la metodología PCI la cual se menciona en el marco teórico. En la siguiente tabla se listarán los tipos de falla en el pavimento evaluado según la metodología PCI.

Tabla 5.1. *Fallas consideradas en PCI para pavimentos flexibles.*

<i>Falla N°</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>
1	Grieta piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones - Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada -hombrillo	m
10	Grietas longitudinal y/ó transversal	m <sup>2</sup>
11	Baches y zanjas reparadas	m <sup>2</sup>
12	Agregado pulidos	N°
13	Huecos	m <sup>2</sup>

14	Cruce de rieles	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
17	Grietas de deslizamiento	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Disgregación y desintegración	m <sup>2</sup>

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, Manizales 2002

En los 86,5 km de trayectoria de la vía se presentaron los siguientes daños representativos aplicando la metodología PCI.

Tabla 5.2. Porcentaje y área de daños desde km 02+000 al km 86+500.

<i>Carretera ruta PE-38 tramo: Tacna - Tarata km 02+000 al km 86+500</i>						
<i>Tipo de daño</i>		<i>Und.</i>	<i>Área</i>	<i>Severidad</i>	<i>%Área total</i>	<i>%Área daños</i>
1	Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	26 700	L	4,63%	19,61%
6	Depresión	m <sup>2</sup>	43 925	L	7,62%	32,26%
7	Grieta de Borde	m <sup>2</sup>	22 250	L	3,86%	16,34%
10	Grieta Longitudinal y transversal	m <sup>2</sup>	5 340	L	0,93%	3,92%
12	Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	26 700	L	4,63%	19,61%
15	Ahuellamiento	m	11 000	L	1,91%	8,08%
11	Bacheo	m <sup>2</sup>	250	L	0,04%	0,18%
Total daños			<b>136 165</b>		<b>23,63%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Informe de Inventario vial GyM-CONCAR Nro. Contrato N° 243-2007-MTC/20

El daño se da en forma superficial y estructural en los 86,5 km de la vía donde en mayor porcentaje es la depresión de baja severidad, con un 7,62% sobre el total de área y un porcentaje de 32,26% entre las áreas de daños. Luego el daño por piel de cocodrilo y pulimento de agregados con un porcentaje de 4,63% sobre el total del área y un porcentaje del 19,61% entre las áreas de daños. También se tiene grietas

longitudinales y transversales y ahuellamiento con 0,93% y 1,91% respectivamente. En la siguiente figura se presenta el estado de daños según la metodología PCI que clasifica en 19 tipos de fallas en pavimentos flexibles.

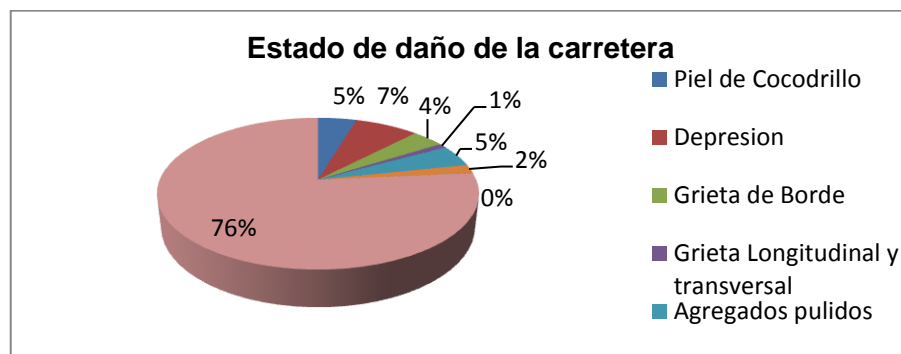


Figura 5.1. Estado de áreas de daños del pavimento.

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Evaluación funcional del pavimento

La evaluación funcional del pavimento está relacionada a la superficie del pavimento y a las características subterráneas y las propiedades que definen la suavidad de la calzada o aquellas características de la superficie que definen la resistencia de fricción u otras características de seguridad de la superficie del pavimento. La funcionalidad del pavimento está en función de parámetros indicadores de servicio como lo son la serviciabilidad y seguridad.

Serviciabilidad: Según la AASHO 1993 define la serviciabilidad a través de los siguientes puntos:

- El pavimento debe proporcionar confort y seguridad al usuario.

- El confort y la calidad de rodado es un aspecto subjetivo o de opinión del usuario.
- La serviciabilidad puede determinarse a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios.
- Hay características físicas del pavimento que pueden medirse objetivamente y pueden relacionarse con evaluaciones. Este procedimiento permite obtener un índice objetivo denominado Present Serviciability index (PSI).
- El comportamiento del pavimento puede ser representado por la historia de la serviciabilidad de dicho pavimento.

### **5.3.1 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**

La rugosidad superficial es una medida del comportamiento funcional de una pavimento, a veces la única característica que percibe el usuario de la carretera, fundamentalmente, a través de la sensación de mayor o menor comodidad en la circulación. Se puede definir como el conjunto de efectos causados en los vehículos por las variaciones en el perfil real de la calzada respecto de teórico del proyecto.<sup>32</sup>

El índice de rugosidad internacional (IRI) es una medida de referencia para la rugosidad superficial de la carretera en cuanto a deformaciones, mide la influencia

---

<sup>32</sup> Fuente: Sanchez Sabogal F. y Murgueito Valencia A., Guía Metodológica para el diseño de obras de Rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras, Colombia, 2010.

del perfil longitudinal en la calidad de rodadura, expresada por la respuesta dinámica de un vehículo en movimiento. El IRI se cuantifica en metros por kilómetros, que es la medida de los desplazamientos verticales por unidad de distancia.<sup>33</sup>

Este modelo se desarrolló a través de un conjunto de masa ligadas entre sí, las cuales generan un movimiento vertical al ser desplazadas por el camino, de esta forma se permite reducir el análisis de una superficie de una línea que representa el perfil longitudinal, es decir, de una análisis bidimensional o un unidimensional.

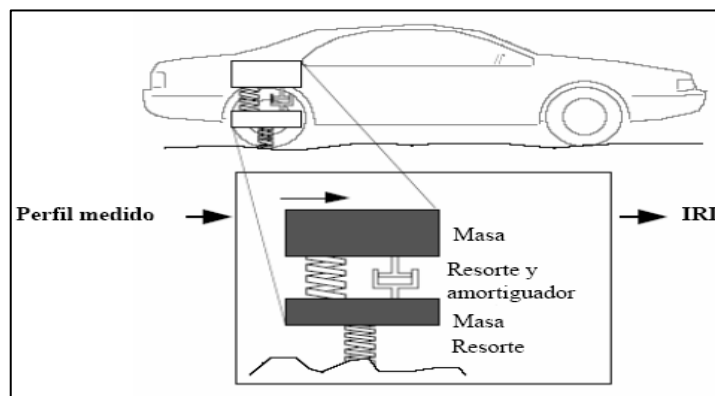


Figura 5.2. Modelo de cuarto de carro.

Fuente: Adaptado de “The Little Book of Profiling”

Dicho valor es medida en unidades de m/km, mm/m e in/m; no existiendo límite superior en su valor. Algunas propiedades del análisis del IRI son:

- El IRI es un indicador independiente del equipo de medida, lo que depende

<sup>33</sup> Fuente: Revista de Ingeniería de Construcción N° 6, Enero - Junio 1989, “El IRI: un indicador de la regularidad superficial”.

del equipo de medida son los datos de entrada o cotas de perfil.

- La escala del IRI es linealmente proporcional con la rugosidad.

Para el presente trabajo se tomó la información elaborada por el consorcio GyM - CONCAR, de los informes presentados a Provias Nacional en marzo del 2014, cuyo objeto es la conservación por niveles de servicio de la red vial de la región de Tacna.

Las mediciones de la rugosidad se efectuaron de manera continua y se presenta cada 100 m por medio del uso del *Roughometer II*, con el fin de obtener los valores en términos de IRI cuya unidad de medida es el m/km.

Tabla 5.3. *Rango de calificación del IRI.*

<i>Variable</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>	<i>Malo</i>
IRI	<3	3-5	>=5

Fuente: Informe de Inventario vial Consorcio GyM-CONCAR

El relevamiento de IRI se realizó en el mes de marzo del 2014 en la carretera ruta PE 38 tramo: Tacna (km 02+000) – Tarata (km 86+500); según los hitos kilométricos de la red vial de la región de Tacna.

Tabla 5.4. *Descripción de los tramos para el relevamiento del IRI.*

<i>Tramo</i>	<i>Ruta</i>	<i>Localidad</i>		<i>Progresiva (km)</i>		<i>Longitud (km)</i>
		<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	
1	PE-38	Tacna	Alto de la Alianza	02+000	22+000	20
2	PE-38	Alto de la Alianza	Tarata	22+000	86+500	64,5
				<b>Total</b>	<b>km.</b>	<b>84,5</b>

Fuente: Informe de Inventario vial Consorcio GyM-CONCAR

## Resultados de la evaluación funcional

Analizada la información, se procedió al procesamiento de la misma para obtener un diagnóstico del estado superficial en que se encuentra el tramo en estudio. Al realizarse el relevamiento de IRI en ambos carriles obteniéndose los siguientes valores promedio de IRI de cada carril.

- km 2 + 000 – 86 + 500 carril derecho IRI promedio = 2,2
- km 2 + 000 – 86 + 500 carril izquierdo IRI promedio = 2,1

Tabla 5.5. Resumen de los resultados de IRI.

Tramo		Faja	IRI (m/km)		
			< 2,1	2,1 – 3,2	> 3,2
Tacna	Tarata	Derecho	55%	33%	12%
		Izquierdo	55%	35%	10%

Fuente: Informe de Inventario vial Consorcio GyM-CONCAR

Las siguientes figuras se muestran los valores de IRI obtenidos en cada carril.

En el **Anexo 02** se presentan los valores obtenidos cada 100 m, de los valores registrados en la medición, sin considerar los valores con puntos singulares (gibas, cruces de zonas urbanas, semáforo, etc.) y en el **Anexo 03** el certificado del equipo utilizado *Rugosimetro III*.

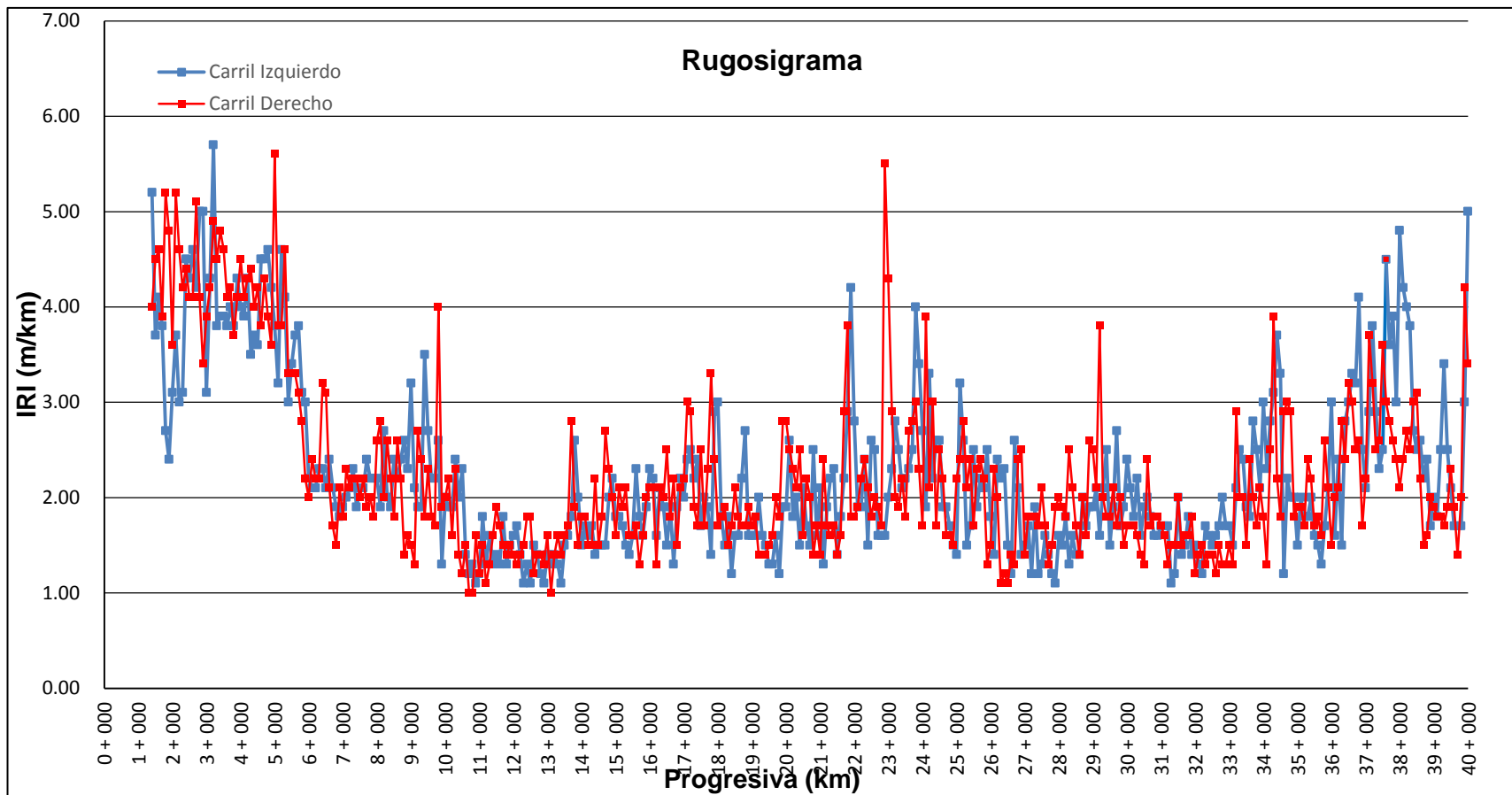


Figura 5.3. Medición de IRI Tacna - Tarata km 00+000 a km 40+000.

Fuente: Elaboración propia

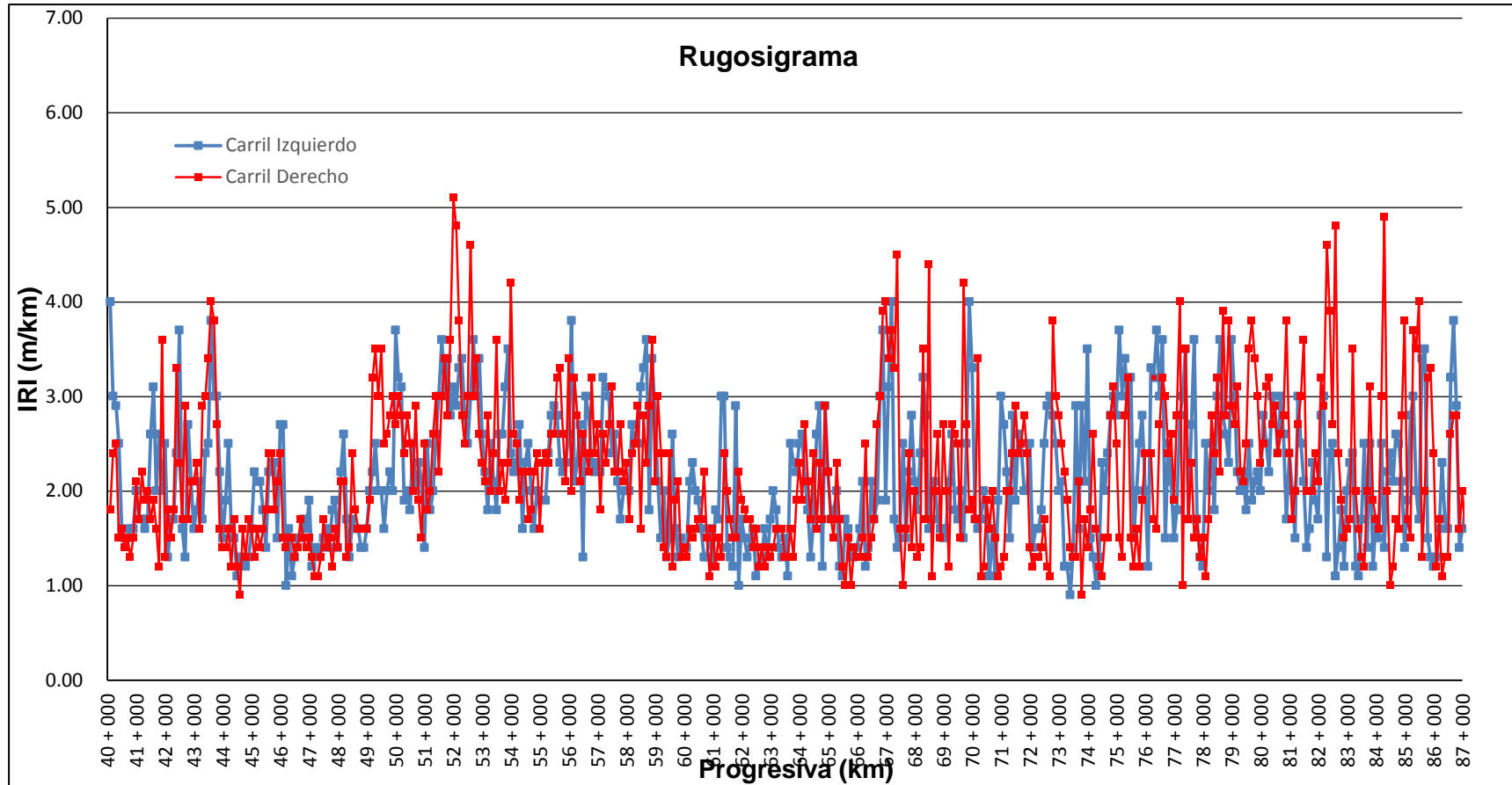


Figura 5.4. Medición de IRI Tacna - Tarata km 40+000 a km 86+500.

Fuente: Elaboración propia

#### **5.4 Evaluación estructural del pavimento**

La condición estructural de pavimento se evaluó mediante mediciones de curvas de deflexión o deformada del pavimento, las cuales permiten efectuar modelación y cálculos de parámetros elásticos a través de teorías mecanicistas.

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

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

- Evaluar la capacidad de soporte.
- Parámetros de resistencia de diversas capas
  - Modulo elástico de las capas
  - Propiedades de fatiga
  - Propiedades de fatiga

- Propiedades de deformación
- Evaluar la condición de estructura del pavimento.
  - Realizar predicciones realistas de la vida remanente de los pavimentos.
  - Diseño de mantenimiento y reconstrucciones

#### **5.4.1 Deflexiones de la estructura del pavimento**

La deflexión de un pavimento asfáltico representa una respuesta total del sistema constituido por la estructura y la sub rasante, ante la aplicación de una carga externa. Cuando esta se aplica en la superficie, todas las capas se reflejan, desarrollándose esfuerzos y deformaciones en cada capa.

La manera como un pavimento responde a las cargas que se aplican, tiene una incidencia significativa en el comportamiento de la estructura. La sección de pavimento fuerte podrá soportar la acción de un número mucho mayor de cargas pesadas que la del pavimento débil.

Para el presente trabajo se tomó la información elaborada por el consorcio GyM - CONCAR, de los informes presentados a Provias Nacional en marzo del 2014, cuyo objeto es la conservación por niveles de servicio de la red vial de la región de Tacna.

## Deflectómetro de Impacto

El Deflectómetro de Impacto (modelo Dynatest 8082 – 023 HWD), es un equipo que aplica una carga de impacto a la superficie del pavimento, determinando las deflexiones 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.



Figura 5.5. Deflectómetro de Impacto Dynatest.

Fuente: Informe de Inventario vial consorcio GyM - CONCAR S.A.

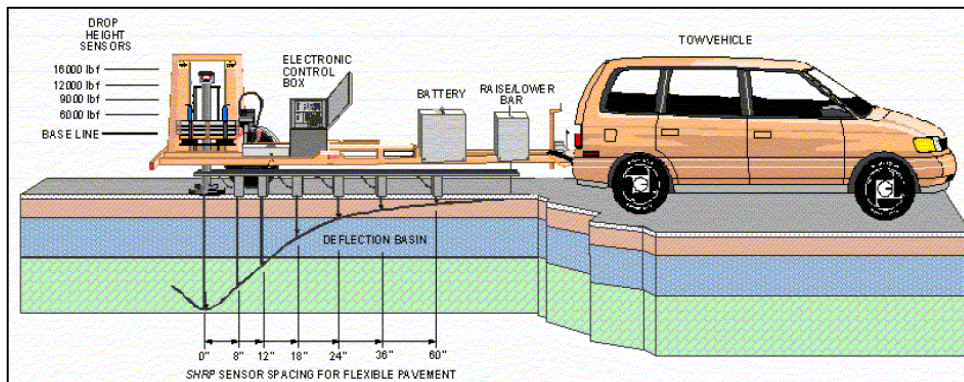


Figura 5.6. Componentes del Deflectometro de Impacto Dynatest.

Fuente: Informe de Inventario vial Consorcio GyM CONCAR S.A.

Una placa circular se apoya sobre el pavimento. La fuerza dinámica se aplica mediante un sistema generador compuesto de dos masas. Una masa pesante se deja caer desde una altura determinada (HWD) produciendo un impacto de muy breve duración cuyo valor de pico define la magnitud de la fuerza, el valor se establece con anterioridad y se mide durante la ejecución del ensayo.

El equipo de medida registra el pico o valor máximo de la deflexión en el punto de aplicación de la carga y en una serie de puntos separados secuencialmente para obtener el cuenco de deflexiones.

### Resultados de la evaluación estructural

Los resultados de las deflexiones dadas debido a una carga de 40 KN del deflectometro de impacto, representa la deflexión vertical de la superficie del pavimento, bajo el punto donde se aplica la carga dinámica. Este parámetro es un indicador general de la condición estructural, cuyo principal uso es definir

sectores que representen diferentes características estructurales.

En los Anexos, se muestra el detalle los resultados obtenidos de las deflexiones máximas (D) normalizadas a una carga de 40 KN. En el siguiente cuadro se presenta un resumen estadístico de los resultados obtenidos para la deflexión máxima (D0 máx.) evaluada en el tramo:

Tabla 5.6. *Resumen estadístico de las defecciones.*

<i>D0 (Promedio) (<math>\mu</math>m)</i>	<i>Máximo (MPa)</i>	<i>Mínimo (MPa)</i>	<i>Desviación estándar (MPa)</i>	<i>Coficiente variación (%)</i>
Carril derecho				
341	858	110	131	38
Carril izquierdo				
330	1140	102	131	40

Fuente: procesamiento de la Evaluación Estructural por GyM CONCAR S.A.

De los resultados obtenidos y del proceso de toma de datos es importante destacar el comportamiento que presenta:

- Presenta una dispersión alta de la información. Al ser las mediciones sobre carpeta asfáltica, el origen de esta dispersión podría deberse a las capas superiores (granulares + asfálticas).

Ver **Anexo 04**. Reporte de deflexiones

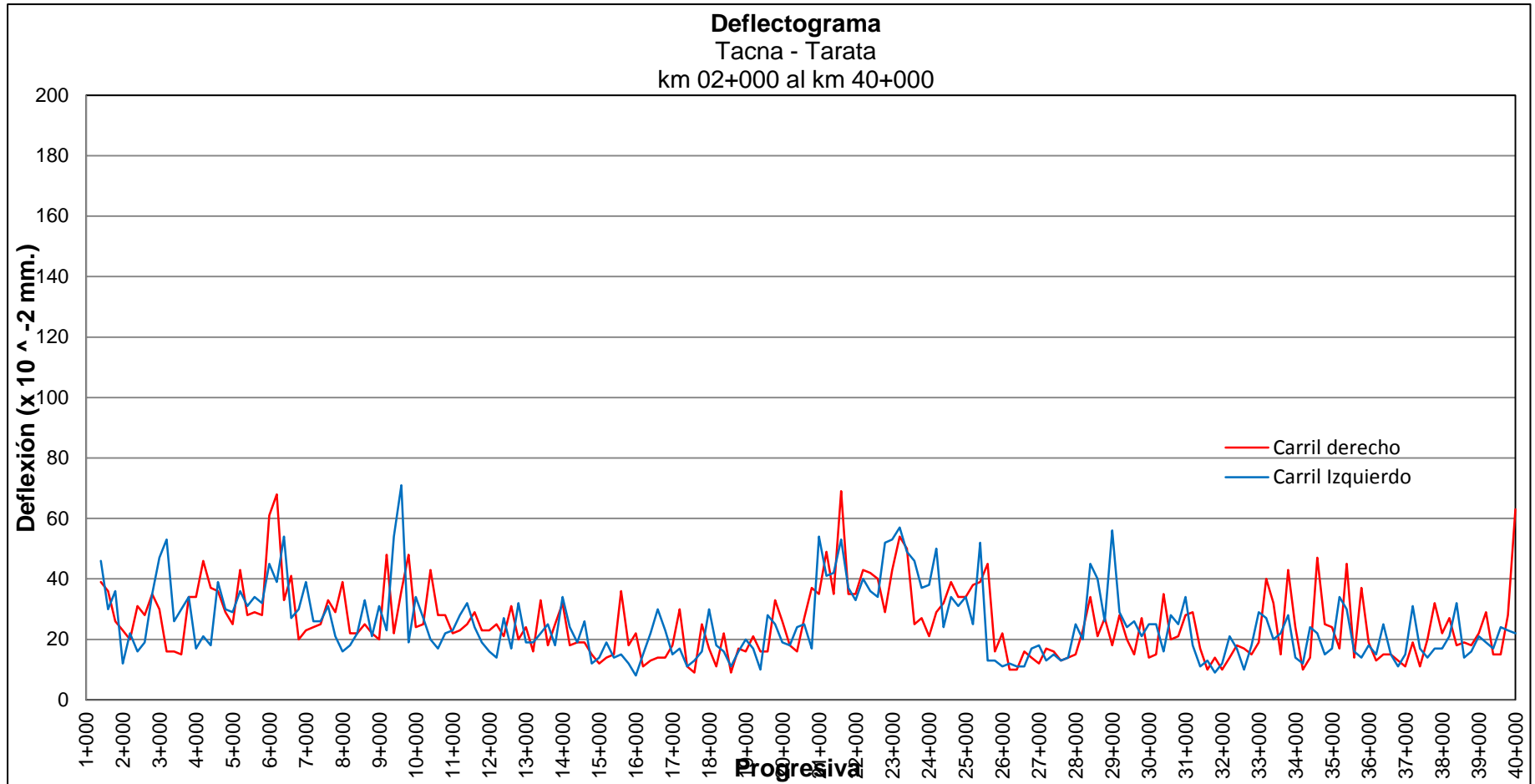


Figura 5.7. Deflexiones normalizadas Tramo: Tacna – Tarata. (km 02+000 al km 40+000)

Fuente: Elaboración propia

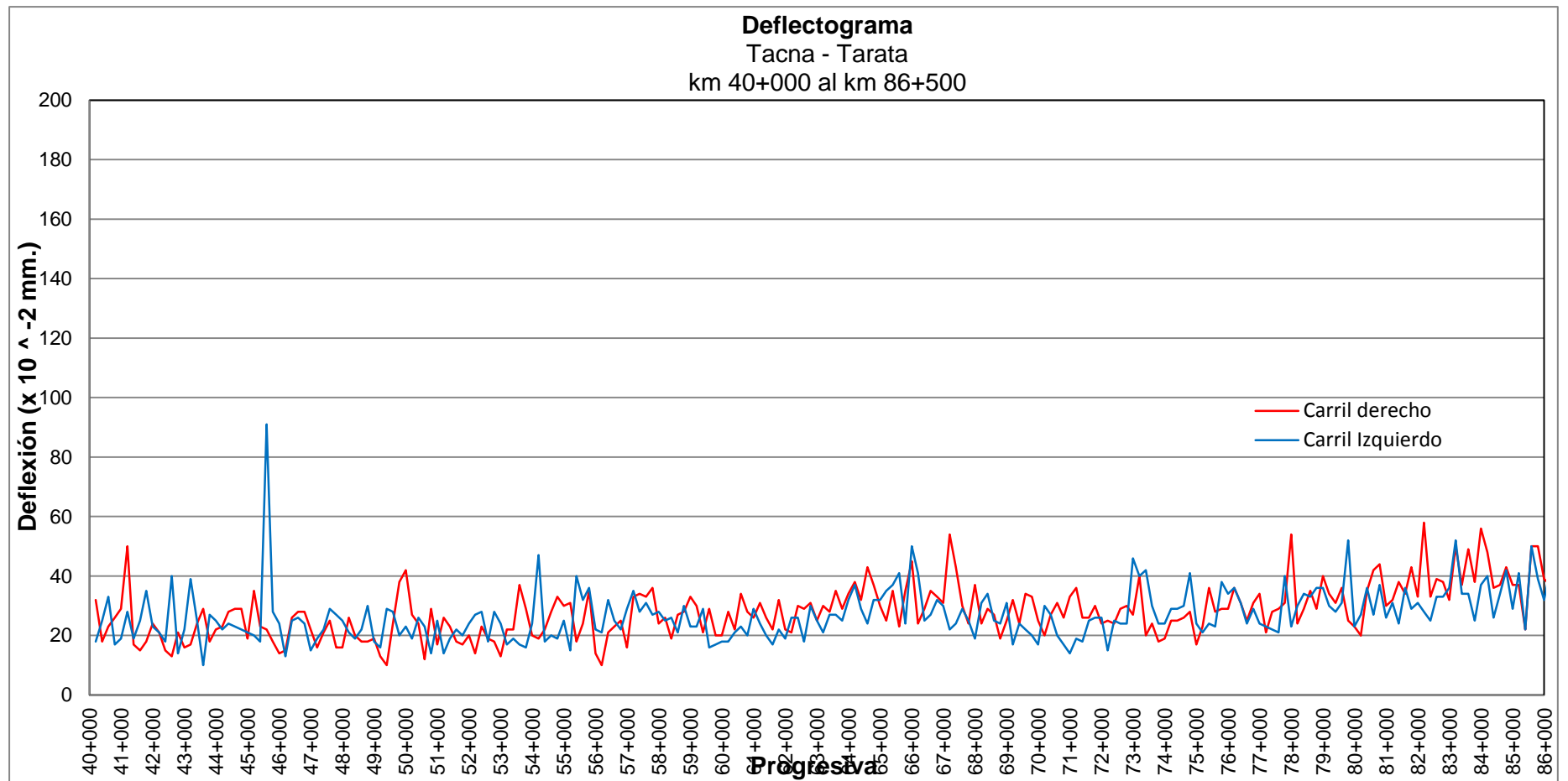


Figura 5.8. Deflexiones normalizadas Tramo: Tacna – Tarata (km 40+000 al km 86+500).

Fuente: Elaboración propia

## 5.5 Soluciones y alternativas técnicas

Las soluciones técnica recomendada para el sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza y el sub tramo II: Alto de la Alianza - Tarata para una conservación periódica cada 05 y 10 años según la situación actual del pavimento se mencionan en las siguientes figuras y tablas.

Tabla 5.7. Descripción de las alternativas del km 02+000 al km 22+000.

<i>Estructura</i>	<i>02+000 - 22+000</i>	<i>Alternativa "I"</i>	<i>02+000 - 22+000</i>	<i>Alternativa "II"</i>	<i>02+000 - 22+000</i>
Capa de rodadura (cm)		Refuerzo asfáltico	2,5	Refuerzo asfáltico	4,0
Carpeta asfáltica existente (cm)	5,0	Sellado de fisuras y grietas, parchado	5,0	Sellado de fisuras y grietas, parchado	5,0
Capa de base granular (cm)	20,0	Base granular existente	20,0	Base Granular Existente	20,0
Capa de sub base granular (cm)	25,0	Sub base granular existente	25,0	Sub base Granular Existente	25,0

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.1 Estado situacional del pavimento sub tramo I

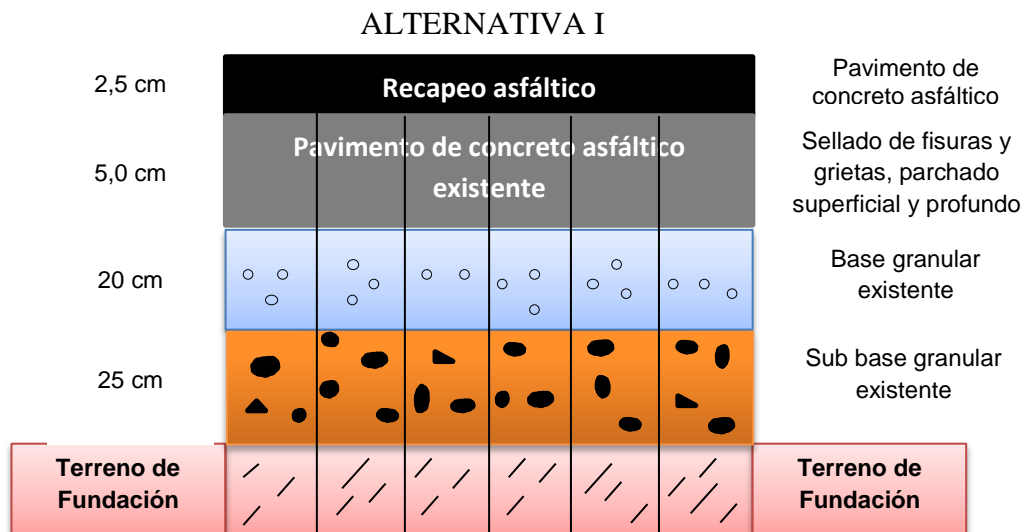
El sub tramo I, de Tacna – Alto de la Alianza, su inicio es el hito kilométrico 02+000, se observa una estructura de pavimento de carpeta asfáltica de  $e= 5$  cm, así como la base granular existente de espesor variable entre 0,15 a 0,20 m, y la sub base granular existente entre 0,20 m a 0,25 m, de espesor la carpeta asfáltica se encuentra en regular estado por la presencia de fisuras, rajaduras aisladas, siendo necesario realizar el sellado de fisuras y grietas, parchado superficiales y

profundo en calzada para luego colocar un recapeo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico. Este sub tramo de 20 km, se encuentra ubicado en la región natural “Yunga Marítima”, con altitudes que van desde los 600 a los 1 200 m.s.n.m, el clima de este sub tramo es cálido moderado, con temperatura media anual de 18°C y mínimas de 12°C, con precipitaciones escasas. Bajo estas características climáticas de este sub tramo para el empleo de pavimento de concreto asfáltico, se recomienda utilizar un cemento asfáltico tipo PEN 60-70 y sus requisitos de calidad estarán conforme a los señalados en las tablas 415-02, 415-03 de las especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras.

#### **Solución y alternativas para el sub tramo I**

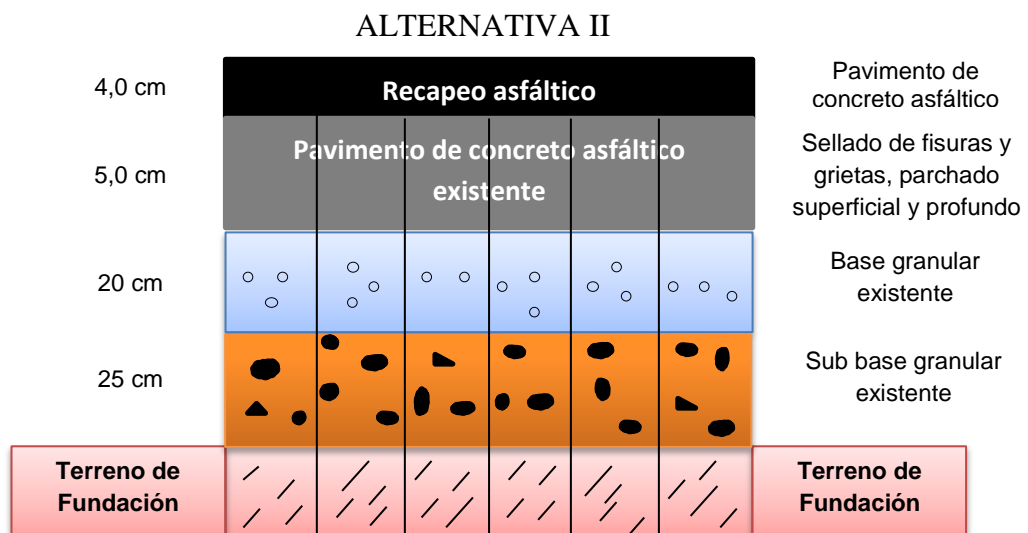
Alternativa de solución “I”	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1", complementándose con el mantenimiento rutinario
Alternativa de solución “II”	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1,5", complementándose con el mantenimiento rutinario.

En el presente sub tramo I de Tacna – Alto de la Alianza en base a la evaluación técnica, se recomienda la alternativa “II”, por cuanto se tiene que realizar una conservación óptima con el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e= 4,0 cm, en toda la longitud del sub tramo.



*Figura 5.9.* Solución alternativa I del sub tramo I. Sección estructural del pavimento, sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y colocación de un refuerzo asfáltico (pavimento de concreto asfáltico de  $e=1,0''$ )

Fuente: Elaboración propia



*Figura 5.10.* Solución alternativa II del sub tramo I. Sección estructural del pavimento, sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y colocación de un refuerzo asfáltico (pavimento de concreto asfáltico de  $e=1,5''$ )

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones técnicas recomendadas para el sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza y sub tramo II: Alto de la Alianza – Tarata, para un mantenimiento periódico cada 5 y 10 años se muestra en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Descripción de las alternativas del km 22+000 al km 86+500.

Estructura	22+000 - 86+500	Alternativa "I"	22+000 - 86+500	Alternativa "II"	22+000 - 86+500
Capa de rodadura (cm)		Mortero asfáltico modificado	1,2	Refuerzo asfáltico	4,0
Carpeta asfáltica existente (cm)	5,0	Sellado de fisuras y grietas, parchado	5,0	Sellado de fisuras y grietas, parchado	5,0
Capa de base Granular (cm)	20,0	Base granular existente	20,0	Base granular existente	20,0
Capa de sub base granular (cm)	25,0	Sub base granular existente	25,0	Sub base granular existente	25,0

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2 Estado situacional del pavimento sub tramo II

El sub tramo II, de Alto de la Alianza – Tarata, se observa una estructura de pavimento de carpeta asfáltica de  $e=5$  cm, así como la base granular existente de espesor variable entre 0,15 m, a 0,20 m y la sub base granular existente entre 0,20 m a 0,25 m, de espesor, la carpeta asfáltica se encuentra en regular estado por la presencia de fisuras, rajaduras aisladas, ahuellamientos, siendo necesario realizar el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, para luego colocar un sello asfáltico tipo mortero asfáltico modificado o un recapeo asfáltico. Este Sub tramo de 64,5 km, se encuentra ubicado entre las regiones naturales “Yunga y Quechua”, con altitudes que van desde los 1 200 a los 3 200

de m.s.n.m, el clima de este sub tramo es variado; cálido moderado en la zona de “Yunga”, con temperatura media anual de 18° y mínimas de 12°C, y templado – frío en la zona “Quechua” de temperatura media de 12°C y mínimas de 5°C, con precipitaciones leves a moderadas. Bajo estas características climáticas de este sub tramo, para el empleo del pavimento de concreto asfáltico, se recomienda utilizar un cemento asfáltico tipo PEN 60-70, en los sectores que tengan una temperatura media de 15°C, y asfalto PEN 85-100 en los sectores que tengan una temperatura media inferior de 15°C, los requisitos de calidad estarán conforme a los señalados en las tablas 415-02, 415-03 de las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG – 2013).

### **Solución y alternativas para el sub tramo II**

Alternativa de solución “I”	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un sello asfáltico tipo mortero asfáltico modificado de e=1,2 cm, complementándose con el mantenimiento rutinario.
Alternativa de solución “II”	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1,5”, complementándose con el mantenimiento rutinario.

En el presente sub tramo II de Alto de la Alianza – Tarata, en base a la evaluación técnica, se recomienda la alternativa “II”, por cuanto se tiene que realizar una conservación optima con el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y la colocación de un refuerzo asfáltico de e= 4,0 cm, en toda

la longitud del sub tramo.

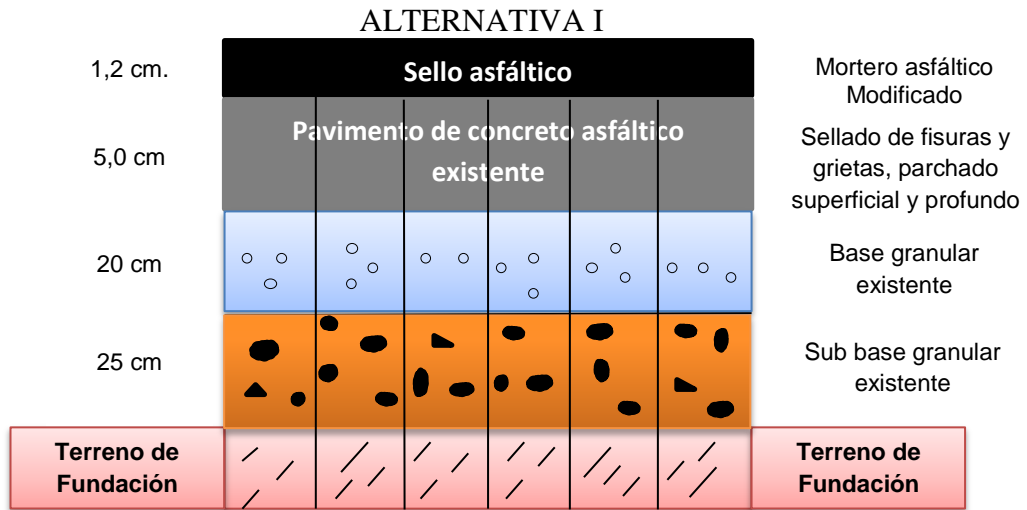


Figura 5.11. Solución alternativa I del sub tramo II. Sección estructural del pavimento, sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y colocación de un mortero asfáltico modificado de  $e=1,2$  cm.

Fuente: Elaboración propia

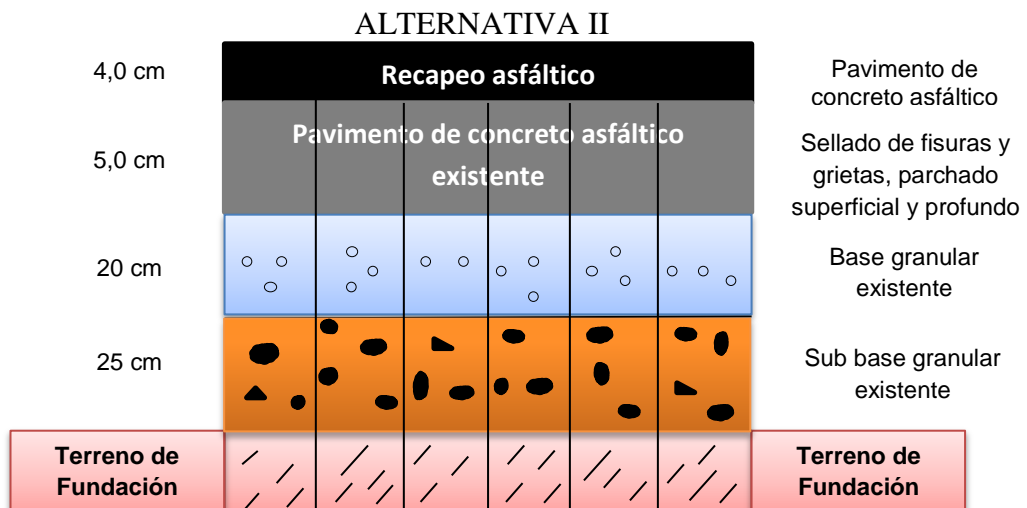


Figura 5.12. Solución alternativa II del sub tramo II. Sección estructural del pavimento, sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y colocación de un recapeo asfáltico (pavimento de concreto asfáltico de  $e=1,5$ " )

Fuente: Elaboración propia

### **5.5.3 Justificación de propuesta de solución técnica alternativa II**

Durante muchos años se ha tenido un mal concepto sobre el diseño de pavimentos de un camino, por lo general el periodo de vida con que se diseña el pavimento asfáltico es entre 15 y 20 años, esperando luego de que cumpla ese periodo de vida “reconstruir” todo el camino de nuevo, pero eso no es lo más recomendable y viable para países en desarrollo con bajo presupuesto, debido a que si se realiza un mantenimiento periódico oportuno ahorraríamos cinco veces más de lo que costaría reconstruir el camino de nuevo. Bajo esa premisa es que para la carretera Tacna – Tarata se propone como alternativa de solución técnica la “Alternativa II” no siendo necesario reconstruir debido a que la evaluación funcional del pavimento nos da como resultado un IRI = 2,2 promedio menor a tres ( $IRI < 3$ ) lo cual clasifica a la carretera en estudio como “Bueno”, a pesar que está en un progreso de deterioro rápido presentando daños como: piel de cocodrilo, fisuras y grietas longitudinales y transversales.

Por lo cual la Alternativa II contempla los trabajos de sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada para luego proseguir con un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de  $e=1,5"$  (4,0 cm), rejuveneciendo la carretera en la toda su longitud, dándole un SN (Numero Estructural) aun mayor a la del diseño antiguo soportando mayores tránsitos de vehículos pesados. A su vez se realiza un mantenimiento rutinario de la carretera con partidas como conservación de plataforma y taludes, de calzada, drenaje superficial, señales

verticales, postes kilométricos, marcas en el pavimento y otros elementos de seguridad. Cabe mencionar que la partida de conservación de taludes no se está considerada la actividad de estabilización de talud debido a que los derrumbes que se presentan en la carretera son menores a 15 m<sup>3</sup> por mes por lo cual no amerita dicha partida tan costosa.

## **CAPÍTULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA APLICANDO EL MODELO HDM-4**

#### **6.1 Generalidades**

En el presente proyecto de Tesis se efectuó el estudio técnico – económico para determinar la rentabilidad económica del proyecto y también poder elegir la mejor alternativa para conservar la carretera Tacna – Tarata. Para la evaluación se aplica el programa computacional desarrollado por el Banco Mundial en conjunto con la University of Birmingham, denominado HDM-4 el cual permite realizar evaluaciones tanto en pavimentos de hormigón como de asfalto, siendo para el presente proyecto pavimento de concreto asfáltico.

El tramo que comprende la vía en estudio de la presente tesis ha sido seleccionado por su importancia al formar parte de la red vial nacional (ruta PE-38), que vincula las provincias de Tacna y Tarata que a su vez es parte del tramo que conecta con la ciudad de Puno.

Los antecedentes de la situación actual y tránsito se presentan en el Capítulo V, lo cual demuestra la necesidad de conservar la vía actual. Por tanto, para la presente evaluación se realiza un análisis para determinar beneficios y costos determinando su factibilidad en función de los indicadores obtenidos.

La longitud del tramo en estudio carretera Tacna – Tarata empieza en el km 02+000 al km 86+500 que es de 84,5km.

Tabla 6.1. *Resumen descriptivo.*

<i>Tramo</i>	<i>km</i>	<i>% Ruta</i>	<i>IMDA (2015)</i>
Tacna - Alto de la Alianza	20,00	24%	1 371
Alto de la Alianza - Tarata	64,50	76%	426
<b>Total ruta PE-38 tramo: Tacna - Tarata</b>	84,50	100%	898

Fuente: Capítulo V del Ítem 5.3 – Transito

## 6.2 Metodología

La evaluación efectuada, en términos económicos o precios de eficiencia, se realiza para seleccionar la mejor alternativa de conservación vial de la carretera Tacna – Tarata, por lo cual en este caso de estudio se consideraron los siguientes parámetros como datos para la modelación en el HDM-4.

- Tasa Social de Descuento : 11%
- Horizonte de análisis y evaluación : 15 años
- Año de inicio del proyecto : Año 2016
- Inicio de la construcción : Año 1999
- Apertura de la Carretera : Año 2000
- Estudio del Transito : Año 2015
- Moneda : Nuevos Soles
- Indicadores de evaluación : VAN, TIR y razón B/C

Los beneficios netos se obtienen por diferencia entre las alternativas propuestas y la alternativa base o de comparación. La alternativa base está definida bajo el concepto de una carretera pavimentada con mantenimiento rutinario anual, de acuerdo a los requerimientos mínimos de mantenimiento establecidos por Provias Nacional a los que ha denominado mantenimiento optimizado, para permitir su comparación.

Las alternativas consideradas como soluciones del proyecto, incluyen, en todos los casos, el inicio de las obras de mantenimiento en el año 2016 y se diferencian entre sí, en razón de la aplicación de diferentes políticas de mantenimiento o diferentes actividades de mantenimiento.

Para la presente evaluación, se utilizó el modelo HDM-4 del Banco Mundial (Modelo de análisis de inversiones viales o Highway Development And Management model) que permite simular el proceso de deterioro de la carretera año a año, considerando diferentes opciones de actividades viales. El modelo establece los flujos de costos e indicadores de rentabilidad para ponderar las variables que intervienen en la comparación de las alternativas.

El modelo facilita el cálculo de los costos totales de transporte de la carretera por tramo vial, considerando los costos en infraestructura que deben afrontar los organismos comprendidos con dicha actividad, como es en este caso el mantenimiento de la carretera y por otro lado, los costos de operación de los

vehículos que son afrontados por los usuarios de la vía y que la comparación entre la situación actual o “sin proyecto” en la que opera, con la situación “con proyecto” se puede establecer el nivel monetario de ahorro que obtiene este con el buen mantenimiento de la carretera por donde transita. Los costos son obtenidos de aplicar las políticas de conservación para cada año del periodo de análisis resultando de la simulación que efectúa el modelo haciendo intervenir las características de la carretera en sus dos situaciones y las características técnicas y de uso de los vehículos. La tasa de descuento anual a utilizar para la evaluación del proyecto se ha considerado 11% tal como lo establece el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Con los costos obtenidos para cada una de las alternativas establecidas para el proyecto y haciendo la comparación con la alternativa “sin proyecto” tomada como base, se obtienen el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

### **6.3 Características actuales de la vía**

Para evaluar cada sub tramo que comprende la carretera en estudio y seleccionar entre ellos la mejor alternativa de mantenimiento con la utilización del modelo HDM-4, se establecieron las características técnicas y las condiciones de cada uno de los sub tramos ya indicados, para la situación actual o sin proyecto.

Las características técnicas de la vía son el alineamiento horizontal y vertical, anchos de calzada y de bermas, condiciones de estado de la vía, entre otros.

En los siguientes cuadros se presenta la información que se necesita para insertarlo en el software HDM-4 como las características técnicas geométricas de la superficie, estructura de pavimento y condiciones actuales del proyecto.

Tabla 6.2. *Configuración del proyecto.*

<b>Configuración</b>	
<b>Modelo de tránsito</b>	
Nombre	Tacna - Tarata
Uso de la carretera	Interurbano
Intensidades horarias	HV

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3. *Tipo de velocidad y capacidad de la carretera.*

<b>Tipo de velocidad/capacidad</b>	
Nombre	Tacna - Tarata
<b>Capacidad</b>	
Tipo de carretera	Carretera de dos carriles
Capacidad ultima	1 400 (PCSE/carril/h)
Capacidad en tránsito libre	1 (valor entre 0 y 1)
Capacidad nominal	1 (valor entre 0 y 1)
Velocidad de atasco en capacidad	25 (km/h)
<b>Índice de accidentabilidad (en No./100 millones de vehículos - km)</b>	
Por composición	
Mortal	0
Heridos	0
Solo daños	0
<b>Datos relativos a la velocidad</b>	
Aceleración máxima (m/s)	0,65 (m/s <sup>2</sup> )
CALBFAC	1
Factor multiplicador velocidad deseada	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4. *Zona climática.*

<b>Zona Climática</b>	
<b>Clima</b>	
Nombre	Tacna - Tarata
Clasificación por humedad	Semiárido [SENAMHI]
Índice de humedad	-40
Duración estación seca	0,75
Precipitación media mensual (mm)	18
Clasificación temperatura	Subtropical - cálido
Temperatura media centígrados	22
Rango de temperatura media	18
Nro. de días con temperatura superior a 32°C	0 Días
Índice de helada	0 °C-día
<b>Porcentaje de tiempo que se conduce</b>	
Carretera cubierta de nieve	0 (0% a 100%)
Carretera cubierta de agua	0 (0% a 100%)

Fuente: <http://tacna.senamhi.gob.pe/>

Tabla 6.5. *Tipo de moneda.*

<b>Moneda</b>	
Tipo de moneda	Nuevos soles

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.6. *Datos globales del tramo.*

<b>Datos globales del tramo</b>	
Volumen del tránsito	Medio
Tipo de carretera	Secundaria
Tipo de geometría	Curvo y ondulada
Calidad de construcción	Regular
Adecuación estructural	Regular
Calidad de rodadura	Regular

Estado de la capa de rodadura	Regular
Textura superficial	Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.7. *Red de carreteras*

<b>Red de Carreteras</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Sub tramo I</b>	<b>Sub tramo II</b>
Identificación del tramo	km 02+000 – km 22+000	km 22+000 – km 86+500
Nombre de ruta	Tacna - Alto de la Alianza	Alto de la Alianza - Tarata
Identificación de ruta	PE-38	PE-38
Tipo de velocidad/capacidad	Tacna - Alto de la Alianza	Alto de la Alianza - Tarata
Modelo del tráfico	Tacna - Alto de la Alianza	Alto de la Alianza - Tarata
Clase de carretera	Secundaria	Secundaria
Tránsito	Medio	Medio
Geometría	Curvo y ondulado	Curvo y ondulado
Longitud (km)	20,00	64,50
Ancho de la calzada (m)	6,7	7,5
Ancho del arcén o berma (m)	1,00	1,00
Dirección del tránsito	Ambos sentidos	Ambos sentidos
Número de carriles	2	2
Última renovación superficial	2000	2000
Tipo de pavimento	Pavimento asfáltico	Pavimento asfáltico
<b><i>Si capa de rodadura bituminosa</i></b>		
Adecuación estructural	Regular	Regular
Calidad de construcción	Regular	Regular
Calidad rodadura	Regular	Regular
Estado de la capa de rodadura	Regular	Regular
Textura superficial	Regular	Regular
<b><i>Tránsito</i></b>		
Índice Medio Diario (IMD)	1 371	426
Año	2015	2015
Sentido	Ambos sentidos	Ambos sentidos
<b><i>Geometría</i></b>		

Velocidad limite (km/h)	50	50
Altitud (m)	652	3 500
Tipo de drenaje	Poco profundo - blando	Poco profundo - duro
<b><i>Pavimento</i></b>		
Tipo de material	Mezcla bituminosa en frio	Mezcla bituminosa en frio y parte en caliente
Espesor más reciente (mm)	50	50
Espesor anterior/antiguo (mm)	0	0
Numero Estructural SNE	-	-
Capacidad de soporte SPN	-	-
<b><i>Deflectometro de impacto</i></b>		
Estación seca o húmeda	Humedad	Seco
Deflexión en mm	0,336	0,336
<b><i>Trabajos previos (tipos de trabajos de HDM-4)</i></b>		
Ultima reconstrucción o nueva construcción (año)	2000	2000
Ultima rehabilitación de la capa de rodadura (año)	2000	2000
Ultimo repavimentado (resellado) (año)	2000	2000
Ultimo tratamiento preventivo (año)	2014	2014
<b><i>Estado del tramo (al año 2014)</i></b>		
<b><i>Pavimento</i></b>		
Estado al final del año	2014	2014
Regulación (IRI - m/km)	2,33	2,085
Área total fisurada (%)	2,22%	3,34%
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0,5	0,5
Drenaje	Regular	Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.8. *Proyectos alternativos de la carretera Tacna – Tarata*

<i>Proyectos alternativos</i>					
<i>Alternativas</i>	<i>Sub tramo I</i>	<i>Sub tramo II</i>	<i>Actividades</i>	<i>Tipo de intervención</i>	<i>Criterios de intervención</i>
ALTERNATIVA 0	X	X	Mantenimiento rutinario	Periódico	Cada año
ALTERNATIVA I	X	X	Mantenimiento rutinario	Periódico	Cada año
			Parchado	Periódico	Cada año
			Sellado de fisuras y grietas	Periódico	Cada año
			Refuerzo asfáltico (e=1")	Periódico	Cada 5 años
			Sello asfáltico (e=1,2 cm)	Periódico	Cada 5 años
ALTERNATIVA II	X	X	Mantenimiento rutinario	Periódico	Cada año
			Parchado	Periódico	Cada año
			Sellado de fisuras y grietas	Periódico	Cada año
			Refuerzo asfáltico (e=1,5")	Periódico	Cada 10 años

Fuente: Elaboración propia

## 6.4 Tránsito

En el estudio de tránsito se realizaron conteos con los que se determinó el tránsito normal con una tasa de crecimiento de 3% (INEI)

Tabla 6.9. Tránsito del 22/11/2015 al 25/11/15 sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza

SENTIDO	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes					TOTAL
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	2S2	2S3	3S2	3S3	
	Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	
ENTRADA	222	315	84	47	6	4	0	0	33	0	5	0	0	0.75	0.75	718
SALIDA	209	261	83	51	6	5	0	0	29	0	8	0	0	0.75	0.75	653
AMBOS	430	576	167	98	12	9	0	0	62	0	13	0	0	1.5	1.5	1371
%	31.39%	42.03%	12.19%	7.15%	0.89%	0.64%	0.00%	0.00%	4.54%	0.00%	0.95%	0.00%	0.00%	0.11%	0.11%	100%
	92.76%				1.53%				5.71%							
Tasa crecimiento	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	

Tabla 6.10. Tránsito del 26/11/2015 al 02/12/2015 sub tramo II: Alto de la Alianza – Tarata

SENTIDO	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes					TOTAL	
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2		3S3
	Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes		Semi Trayler 6 Ejes
ENTRADA	55	48	38	13	1	2	0	0	4	7	39	1	1	1	1	211	
SALIDA	50	50	40	15	1	1	0	0	3	8	46	0	0	1	0	215	
AMBOS	104	98	78	28	1	2	0	0	7	15	85	1	1	2	2	426	
%	24.45%	22.95%	18.32%	6.64%	0.34%	0.57%	0.00%	0.00%	1.58%	3.52%	19.93%	0.23%	0.27%	0.47%	0.27%	100%	
	72.36%				0.91%				26.74%								
Tasa crecimiento	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%		

Los datos de tránsito han sido preparados para ser utilizados en el análisis de la evaluación económica, de acuerdo a los niveles de información solicitados por el modelo HDM-4.

## 6.5 Costos del proyecto

Trata sobre los costos en que se ha de incurrir al hacer uso de la vía, comprende los costos de operación de los vehículos en sus dos condiciones, “sin proyecto” o sin la aplicación de alguna política de mantenimiento y con la rehabilitación de la vía o “con proyecto” con la aplicación de las alternativas de mantenimiento. De la diferencia se establecen los beneficios económicos del proyecto.

### 6.5.1 Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular son presentados al nivel de costos a precios de mercado o costos financieros y a precios económicos o de eficiencia.

**Costos financieros:** Comprende los costos que incluye las cargas tributarias de los vehículos como de los diversos insumos que utilizan para su operación y son presentados en el tabla 6.11, incluyendo la mano de obra de la tripulación y del mantenimiento vehicular.

Tabla 6.11. *Costos financieros de vehículos e insumos*

<b>RUBRO</b>		<b>Autos</b>	<b>Cmta</b>	<b>Cmta Rural</b>	<b>Micro</b>	<b>Bus</b>	<b>Cam 2E</b>	<b>Cam 3E</b>	<b>Artc.</b>
Vehículo	Und	17,181	28,308	28,302	51,900	150,000	125,000	150,000	175,000
Llantas	Und	44	55.2	55.2	130.5	322.5	322.5	407.5	407.5
Gasolina	Litro	0.94							

Diésel N° 2	Litro	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Lubricantes	Litro	3.47	3.47	3.47	3.47	2.64	2.64	2.64	2.64
M.O. Tripulación	Hora		0.88	0.88	1.05	3.06	2.36	2.54	2.54
Labor Mantenimiento	Hora	2.27	2.27	2.27	2.27	2.63	2.63	2.63	2.63

Fuente: Oficina de Planeamiento y Presupuesto - MTC

**Costos Económicos o de eficiencia:** Los costos económicos o de eficiencia se establecen deduciendo a los precios de mercado o de financieros las transferencias al Sector Público, tales como: impuestos, aranceles de aduana y otros derechos, así como los subsidios. En la tabla 45 muestra los costos económicos de operación vehicular puestos a precios de eficiencia.

Tabla 6.12. *Costos económicos de vehículos e insumos*

RUBRO		Autos	Cmta	Cmta Rural	Micro	Bus	Cam 2E	Cam 3E	Artc.
Vehículo	Und	11,855	19,532	19,528	35,811	103,500	86,250	103,500	120,750
Llantas	Und	37.4	46.92	47	110.9	274.1	274.1	346.4	346.4
Gasolina	Litro	0.59							
Diésel N° 2	Litro		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
Lubricantes	Litro	3.02	3.02	3.02	3.02	2.3	2.3	2.3	2.3
M.O. Tripulación	Litro		0.8	0.8	0.96	2.79	2.15	2.31	2.31
Labor Mantenimiento	Hora	2.07	2.07	2.07	2.07	2.39	2.39	2.39	2.39
Tiempo pasajero	Hora	1.22	1.22	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61

Fuente: Oficina de Planeamiento y Presupuesto -MTC

Según los requerimientos del HDM-4 se resume en la siguiente tabla la base de datos del Parque vehicular para procesarlos en el programa, siendo la fuente de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 6.13. *Parques de vehículos*

<i>Parques de vehículos</i>								
<i>Vehículos motorizados</i>	<i>Autos</i>	<i>Pick up</i>	<i>Cmta rural</i>	<i>uses</i>	<i>Camión ligero</i>	<i>Camión medio</i>	<i>Camión pesado</i>	<i>Camión articulado</i>
Método de vida	Constante	Optima	Optima	Optima	Optima	Optima	Optima	Optima
<b>Características básicas físicas</b>								
Peso Bruto vehicular (t)	1,368	2,18	3,18	13,625	6,856	15,4	23,05	38,35
No. Ejes equivalentes E4	0,00	0,00	0,00	5,788	0,75	1,654	4,893	8,904
Numero de ruedas	4	4	4	6	6	6	10	24
Numero de ejes	2	2	2	2	2	2	3	5
Número de pasajeros	3	3	3	40	1	1	1	1
<b>Neumáticos</b>								
Tipo de neumáticos	Radial	Radial	Radial	Diagonal	Diagonal	Diagonal	Diagonal	Diagonal
Numero de recauchutados	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Costo recauchutados (% del costos como nuevo)	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Utilización</b>								
Kilómetros anuales (km)	25 000,0	40 000,0	60,000,0	120 000,0	60 000,0	90 000,0	100 000,0	100 000,0
Horas de trabajo (h)	480	960	960	2 496	1 440	2 400	2 400	2 400
Vida útil (años)	10	8	8	10	8	10	10	10
Uso privado (%)	50	50	50	0	20	0	0	0
Pasajeros (personas)	5	5	15	40	2	2	2	2
Viajes de trabajo (%)	50	50	50	100	80	100	100	100
<b>Carga</b>								
ESALF								
Peso en marcha (t)	1,4	1,5	1,5	6	7,5	7,5	13	28

<b>Costos financieros unitarios de vehículos</b>								
Costo vehículo nuevo	17 181	28 308	28 302	150 000	89 000	125 000	150 000	175 000
Costo neumático nuevo (llanta)	44	55,2	55,2	322,5	274	322,5	407,5	407,5
Costo del combustible (unidades monetarias por litro)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Costo aceite lubricante (unidades monetarias por litro)	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
Costo diésel (unidades monetarias por litro)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Costo mantenimiento (unidades monetarias por hora)	2,27	2,27	2,27	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63
Costo tripulación (unidades monetarias por hora)		0,88	0,88	3,06	2,36	2,36	2,54	2,54
Gastos generales (suma global por año)								
Interés anual (%)	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>Valor del tiempo</b>								
Valor tiempo de trabajo pasajero (unidades monetarias por hora)	1,22	1,22	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Valor tiempo de ocio pasajero (unidades monetarias por hora)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor retraso carga (unidades monetarias por hora)	0,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Fuente: Oficina de Planeamiento y Presupuesto -MTC

### 6.5.2 Costos de inversión en mantenimiento

**Costos Financieros:** Como se trata de efectuar un análisis dirigido a seleccionar la mejor política de mantenimiento, se efectuó tomando en cuenta los beneficios que se obtiene al comparar los costos de mantenimiento, tanto rutinarios como periódicos, costos de operación vehicular y costos de tiempo de viaje de los usuarios. El indicador utilizados fueron el valor actual neto (VAN), donde se elegirá aquel que presente el mayor VAN. Lo que significa que con el mantenimiento seleccionado, se obtendrán los mayores beneficios en términos de ahorros. Las comparaciones se efectuaron con la situación actual de los tramos viales analizados con políticas de mantenimiento rutinarios en su condición “sin proyecto”. Los costos financieros de las tres alternativas de mantenimiento periódico se presentan en la tabla 6.14.

Tabla 6.14. *Costos financieros de alternativas (tipo de cambio \$1=S/. 3,4)*

<i>Moneda</i>	<i>Alternativa 0</i>	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>
En Soles	1 723 342,86	14 775 805,00	26 338,389,00
En U\$\$	506 865,55	4 345 825,00	7 746 585,00

Fuente: Elaboración propia

**Costos Económicos:** Para convertir los costos financieros de mantenimiento a costos económicos se consideró un factor de conversión de 0,75 valor considerado por la Oficina de Planeamiento y Presupuestos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Estos costos económicos se muestran en la tabla 6.15.

Tabla 6.15. *Costos económicos de alternativas (tipo de cambio \$1=S/. 3.4)*

<i>Moneda</i>	<i>Alternativa 0</i>	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>
En Soles	1,292,507.14	11,081,853.75	19,753,791.75
En U\$\$	380,149.159	3,259,368.75	5,809,938.75

Fuente: Elaboración propia

### 6.5.3 Costos y alternativas de mantenimiento

El cálculo de los costos de mantenimiento se efectúa cubriendo diferentes políticas de mantenimiento, combinando actividades de carácter rutinario y periódico. Para el presente análisis se definieron dos alternativas de mantenimiento “con proyecto” para ser aplicados en el año 2016, en forma diferenciada a los sectores evaluados y una para la situación “sin proyecto”.

#### 6.5.3.1 Alternativas de solución

Sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza (km 02+000 – km 22+000)

ALTERNATIVA 0	La cual consistirá en seguir realizando la actividad de mantenimiento rutinario y que se denomina “Alternativa base”.
ALTERNATIVA I	Que consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1", complementándose con el mantenimiento rutinario.
ALTERNATIVA II	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1,5", complementándose con el mantenimiento rutinario.

Sub tramo II: Alto de la Alianza - Tarata (km 22+000 – km 86+500)

ALTERNATIVA 0	La cual consistirá en seguir realizando la actividad de mantenimiento rutinario y que se denomina “Alternativa base”.
ALTERNATIVA I	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un sello asfáltico tipo mortero asfáltico modificado de e=1,2 cm, complementándose con el mantenimiento rutinario.
ALTERNATIVA II	Consiste en el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada, luego la colocación de un refuerzo asfáltico con pavimento de concreto asfáltico de e=1,5", complementándose con el mantenimiento rutinario.

**Costos financieros de mantenimiento:** Para introducir la información al modelo HDM-4, los costos de mantenimiento se calculan aplicando los costos unitarios de las actividades involucradas en cada política a las cantidades de obra que son proyectadas con las ecuaciones del sub-modelo de deterioro. Los costos unitarios considerados para la carretera del proyecto de tesis, se resumen en lo siguiente:

Tabla 6.16. *Costos financieros de alternativas de mantenimiento periódico (año 2016 referencial)*

<i>Descripción</i>	<i>Unidades</i>	<i>Precio unitario</i>
Mantenimiento rutinario	Soles/km-año	20 394,59
Lechada asfáltica (slurry seal)	Soles/m <sup>2</sup>	24,14
Refuerzo asfáltico de 25 mm	Soles/ m <sup>2</sup>	23,12
Refuerzo Asfaltico de 37,5 mm	Soles/ m <sup>2</sup>	42,64
Parchado superficial	Soles/ m <sup>2</sup>	56,78
Parchado profundo	Soles/m <sup>3</sup>	105,54
Sellado de fisuras y grietas	Soles/ m <sup>2</sup>	94,01

Fuente: Elaboración propia

**Costos económicos:** Para la conversión de costos financieros a económicos, se dedujeron los impuestos (IGV y derechos arancelarios según corresponda), aplicándose el factor de 0,75 ya mencionado anteriormente, obteniéndose los costos unitarios económicos que se presentan a continuación:

Tabla 6.17. Costos económicos de *alternativas de mantenimiento periódico (año 2016 referencial)*

<i>Descripción</i>	<i>Unidades</i>	<i>Precio unitario</i>
Mantenimiento rutinario	Soles/km-año	15 295,94
Lechada asfáltica (slurry seal)	Soles/m <sup>2</sup>	18,11
Refuerzo asfáltico de 25 mm	Soles/m <sup>2</sup>	17,34
Refuerzo asfáltico de 37,5 mm	Soles/m <sup>2</sup>	31,98
Parchado superficial	Soles/m <sup>2</sup>	42,59
Parchado profundo	Soles/m <sup>3</sup>	79,15
Sellado de fisuras y grietas	Soles/m <sup>2</sup>	70,51

Fuente: Elaboración propia

### **6.5.3.2 Presupuesto de mantenimiento rutinario anual tramo: Tacna – Tarata**

En toda carretera se debe dar un mantenimiento mínimo con las partidas esenciales para su conservación, para la evaluación económica de la presente tesis se propone una alternativa base o sin proyecto que solo contiene el mantenimiento rutinario y en las demás alternativas I y II contiene el mantenimiento periódico así como el mantenimiento rutinario, por lo cual en el **Anexo 06** se detalla el presupuesto anual, planilla de metrados que sustenta los metrados y análisis de precios unitarios que sustentan el mantenimiento rutinario. Cabe resaltar que es un monto referencial para la evaluación económica de la presente tesis, siendo un monto total de S/. 1 723 342,86 nuevos soles incluido IGV.

Tabla 6.18. Cuadro Comparativo de las Alternativas 0, I y II del sub tramo I: Tacna – Alto de la Alianza

<i>Estándares de conservación</i>							
<i>Nombre</i>	<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Código</i>	<i>Tipo Intervención</i>	<i>Criterio de Intervención</i>	<i>Costos Económicos</i>	<i>Costos Financieros</i>
Mantenimiento rutinario	TA-0	Mantenimiento rutinario	MR	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
Mantenimiento rutinario + Parchado + Sellado de fisuras y grietas +refuerzo asfáltico (e=1")	TA-1	Mantenimiento rutinario	MR	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
		Parchado	P	Periódico	Cada año	S/. 79,15	S/. 105,54
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	Periódico	Cada año	S/. 70,51	S/. 94,01
		Refuerzo asfáltico (e=1")	RA25	Periódico	Cada 5 años	S/. 17,34	S/. 23,12
Mantenimiento rutinario + Parchado + Sellado de fisuras y grietas +refuerzo asfáltico (e=1,5")	TA-2	Mantenimiento rutinario	MR	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
		Parchado	P	Periódico	Cada año	S/. 79,15	S/. 105,54
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	Periódico	Cada año	S/. 70,51	S/. 94,01
		Refuerzo asfáltico (e=1,5")	RA40	Periódico	Cada 10 años	S/. 31,98	S/. 42,64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.19. Cuadro comparativo de las alternativas 0, I y II del sub tramo II: Alto de la Alianza – Tarata

<i>Estándares de Conservación</i>							
<i>Nombre</i>	<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Código</i>	<i>Tipo Intervención</i>	<i>Criterio de Intervención</i>	<i>Costos Económicos</i>	<i>Costos Financieros</i>
Mantenimiento rutinario	ATa-0	Mantenimiento rutinario	MR	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
Mantenimiento rutinario + Parchado + Sellado de fisuras y grietas +Sello asfáltico (e=1,2cm)	ATa-1	Mantenimiento rutinario	MR	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
		Parchado	P	Periódico	Cada año	S/. 79,15	S/. 105,54
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	Periódico	Cada año	S/. 70,51	S/. 94,01
		Sello asfáltico (e=1,2 cm)	SA	Periódico	Cada 5 años	S/. 18,11	S/. 24,14
Mantenimiento rutinario + Parchado + Sellado de fisuras y grietas +refuerzo asfáltico (e=1,5")	ATa-2	Mantenimiento rutinario	MA	Periódico	Cada año	S/. 15 295,94	S/. 20 394,59
		Parchado	P	Periódico	Cada año	S/. 79,15	S/. 105,54
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	Periódico	Cada año	S/. 70,51	S/. 94,01
		Refuerzo asfáltico (e=1,5")	RA40	Periódico	Cada 10 años	S/. 31,98	S/. 42,64

Fuente: Elaboración propia

## **6.6 Evaluación económica de alternativas de mantenimiento**

### **6.6.1 Beneficios del proyecto**

Para efectuar la evaluación de las políticas de mantenimiento a seleccionar, se consideraron como beneficios a establecer en el análisis, las economías en *costos de operación vehicular, en costos de mantenimiento de carretera y en la reducción del tiempo de viaje de pasajeros*. No se consideran otros beneficios que no tengan que ver con la evolución de la superficie de rodadura del tramo en análisis.

El procedimiento del cálculo de los beneficios del proyecto, consiste en establecer, los costos totales por alternativa en lo correspondiente a los asumidos por quien administre el mantenimiento y los asumidos por los usuarios por transitar por el camino del proyecto como los correspondientes a los costos de operación de los vehículos y al tiempo de viaje de los usuarios tanto para la situación actual “sin proyecto” o alternativa básica, como la situación intervenida con mantenimiento o “con proyecto” ambas proyectadas y, luego, por diferencia entre los costos de cada alternativa de mantenimiento y la alternativa básica, se obtienen los flujos de beneficios netos correspondientes que actualizados permitirán definir la rentabilidad económica respectiva. El modelo actualiza dichos flujos a la tasa de descuento especificada, obteniéndose el valor actual neto; y por iteraciones haciendo uso de diversas tasas, calcula la tasa interna de

retorno.

Es importante hacer notar que este “análisis va orientado a seleccionar la mejor alternativa de mantenimiento a ser aplicada a una carretera ya existente, con niveles adecuados de servicio, por lo que la finalidad no es establecer la rentabilidad económica del proyecto en términos de hacer o no el proyecto sino, va orientado a seleccionar la alternativa que permita contar con la estrategia que contenga las actividades de mantenimiento que den a la administración del proyecto el mayor rendimiento al menor costo posible”.

Para los fines de evaluación de mantenimiento, de carácter económico, se adopta la tasa de descuento del 11% anual, tasa predefinida en la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, Anexo SNIP 09, aprobada por Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01 del Ministerio de Economía y Finanzas.

Tabla 6.20. *Valores de los indicadores de rentabilidad*

<i>Indicador de rentabilidad</i>	<i>Valor esperado</i>
TIR	> 11%
VAN O VPN	> 0.00
B/C	> 1,00

Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) - MEF

### **6.6.2 Resultados de la evaluación**

La evaluación efectuada mediante el empleo del modelo HDM-4, muestra los resultados alcanzados, en términos económicos, de las comparaciones realizadas entre las alternativas “con proyecto”, frente a la alternativa base “sin proyecto”.

### 6.6.2.1 Indicadores económicos del proyecto

El resumen de los resultados obtenidos de la evaluación de las políticas de mantenimiento consideradas se muestra en la tabla 6.21.

Tabla 6.21. *Indicadores económicos del proyecto*

<i>Alternativa</i>	<i>Valor Actual Neto (VAN)</i>	<i>Beneficio/Costo</i>	<i>Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)</i>
ALTERNATIVA 0	0,00	0,00	0,00
ALTERNATIVA I	33,582	1,728	28,60%
ALTERNATIVA II	34,702	1,442	25,55%

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento HDM-4

Como se puede observar la alternativa I y alternativa II del proyecto son económicamente rentables, siendo la **alternativa II** la de mayor rentabilidad, al mostrar el mayor VAN, por lo que esta alternativa de mantenimiento periódico es la recomendada. Los indicadores económicos que presenta esta alternativa son: VAN de 34,702 millones de Soles y TIR de 25,55%.

En los Anexos se presenta la salida del modelo HDM-4 correspondiente al resumen del análisis económico del proyecto de Tesis.

### 7.6.2.2 Beneficios económicos del usuario

Los beneficios económicos del usuario por concepto de ahorros en costos de operación vehicular y tiempo de viaje, en el caso de la alternativa II del mantenimiento periódico, se presentan en la tabla 6.22. Donde los parámetros se miden en función de costos de los usuarios los cuales incluyen:

- Costos de operación de vehículos: combustible, neumáticos, aceite, consumo de repuestos, depreciación y utilización del vehículo, etc.
- Costos del tiempo de viaje: para pasajeros y carga.
- Costos para la economía de los accidentes de tráfico: es decir, pérdida de vidas humanas, lesiones a los usuarios, daños a vehículos y otros componentes de la vía. (para la presente tesis no se consideró este punto)

Los beneficios económicos se determinan, al comparar los flujos totales de los costos de las distintas alternativas de conservación con un caso base, que es el estándar mínimo de mantenimiento rutinario en la situación sin proyecto. El HDM-4 está diseñado para ejecutar estimaciones de costos comparativos y análisis económicos de diferentes opciones de inversión y estima los costos.

Tabla 6.22. *Beneficios económicos del usuario alternativa II (Millones de Soles)*

<b>Beneficios económicos del usuario</b>			
<b>Año</b>	<b>Ahorros en costos de operación vehicular</b>	<b>Ahorros en tiempo de viaje</b>	<b>Beneficios económicos totales</b>
2016	26,44	4,51	30,96
2017	27,25	4,65	31,89
2018	28,06	4,79	32,84
2019	28,90	4,93	33,83
2020	29,78	5,11	34,88
2021	30,67	5,23	35,90
2022	31,60	5,39	36,99
2023	32,56	5,55	38,11
2024	33,54	5,72	39,26
2025	34,57	5,89	40,46
2026	35,63	6,07	41,69

2027	36,73	6,17	42,90
2028	37,12	6,43	43,55
2029	38,15	6,63	44,78
2030	40,02	6,83	46,85
<b>Total sin descontar</b>	<b>491,00</b>	<b>83,88</b>	<b>574,89</b>

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento HDM-4

Los beneficios económicos del usuario que presenta la alternativa II ascienden a un total de 574,89 millones de Soles a lo largo de 15 años de horizonte del proyecto.

### 6.6.2.3 Evolución de la rugosidad

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de la Rugosidad en los dos sub tramos y para cada una de las Alternativas que comprende el presente proyecto de tesis.

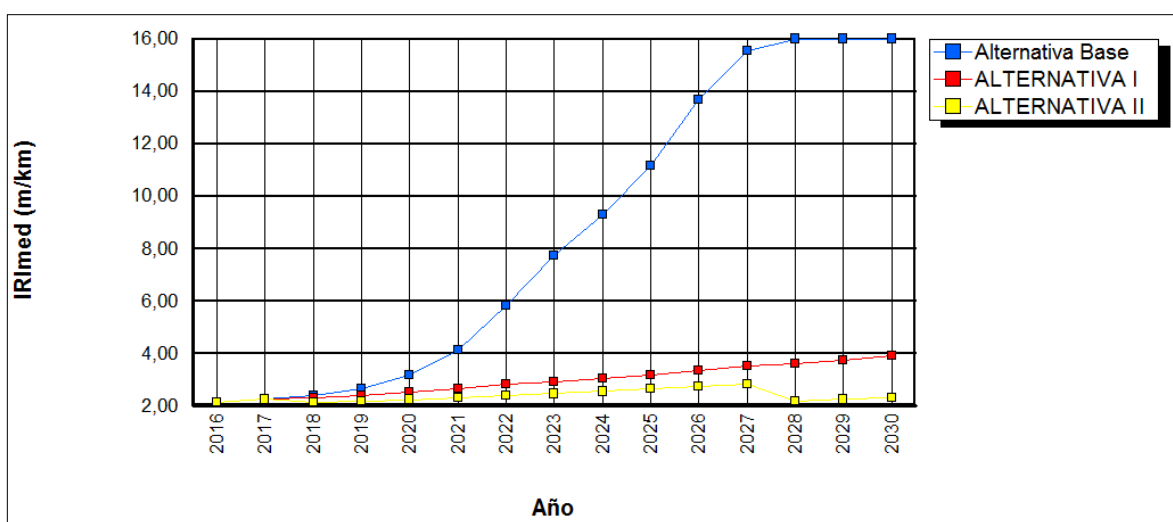


Figura 6.1. Regularidad media por alternativa de proyecto

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento de HDM-4

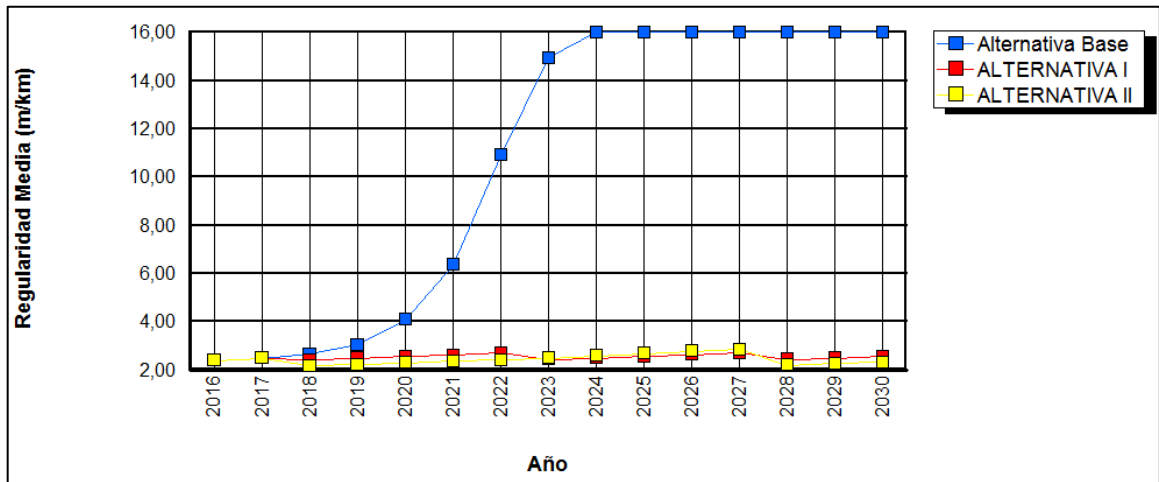


Figura 6.2. Regularidad media sub tramo: Tacna – Alto de la Alianza

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento de HDM-4

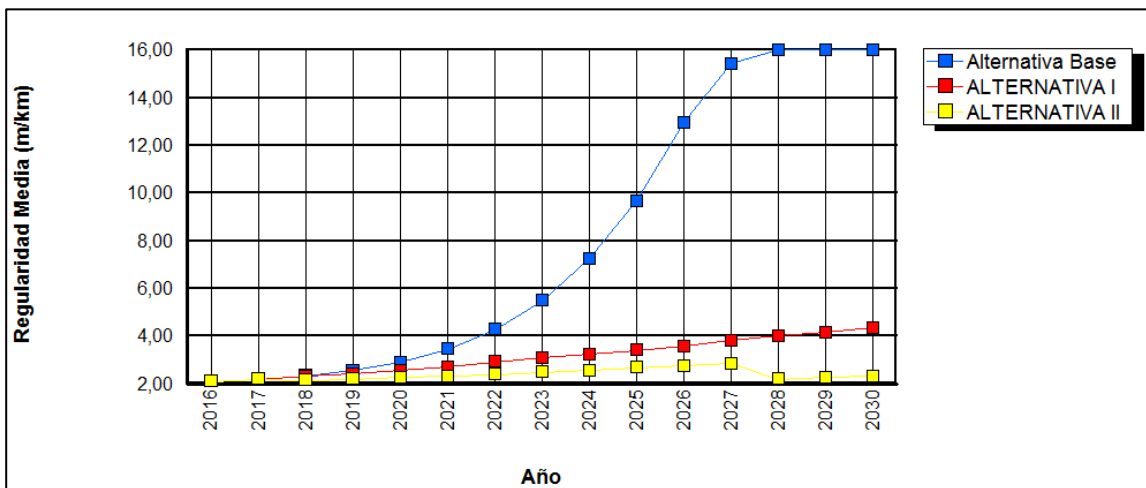


Figura 6.3. Regularidad media sub tramo: Alto de la Alianza - Tarata

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento de HDM-4

Como se puede apreciar, en las figuras se aprecian las máximas rugosidades cuando se tiene a la carretera solo con mantenimiento rutinario (Alternativa 0) y cuando se tiene a la carretera con un proyecto de mantenimiento periódico que inicia en el año 2016 y finaliza en el 2030 con un horizonte de 15 años.

En los Anexos se presentan las condiciones anuales a través del horizonte de 15 años, para cada una de las alternativas.

#### 6.6.2.4 Costes económicos del mantenimiento periódico

Los costos financieros por alternativa de mantenimiento periódico, en el horizonte de los 15 años de evaluación, se presenta en la tabla 56. (Ver Anexos del 8 al 12)

Tabla 6.23. *Costos económicos del mantenimiento periódico y rutinario con un horizonte de 15 años (Millones de nuevos Soles)*

Año	Alternativa Base		Alternativa I		Alternativa II	
	Operación	Costo	Operación	Costo	Operación	Costo
2017	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Periódico	12 153 788,25	Mant. Periódico	20 826 556,45
2018	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2019	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2020	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	3 135 670,88	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2021	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	3 274 349,75	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2022	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Periódico	12 147 162,99	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2023	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2024	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2025	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	3 274 349,75	Mant. Rutinario	2 300 121,88
2026	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	3 274 349,75	Mant. Rutinario	2 642 158,22
2027	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Periódico	12 147 436,61	Mant. Periódico	20 819 590,10
2028	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2029	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	1 062 094,50	Mant. Rutinario	1 062 080,50
2030	Mant. Rutinario	1 062 094,30	Mant. Rutinario	3 274 349,75	Mant. Rutinario	1 062 080,50
<b>TOTAL</b>		<b>14 869 320,20</b>		<b>59 054 024,73</b>		<b>57 209 231,65</b>

Fuente: Elaboración propia - Procesamiento HDM-4

## CAPÍTULO VII

### MODALIDAD DE EJECUCIÓN RECOMENDADA PARA LA CONSERVACIÓN Y GESTIÓN VIAL

#### 7.1 Generalidades

Si bien es cierto el tramo en estudio no presenta muchos problemas de daños superficiales y estructurales, pero es necesario hacer un mantenimiento correctivo y periódico que permita rejuvenecer la estructura del pavimento más en los sectores donde más hay afluencia de tránsito (km 02+000 hasta el km 22+000). Ahora el tramo en estudio es parte de la ruta PE-38 que conecta a Tacna directamente con el Departamento de Puno y las ciudades de Puno y Desaguadero que son las de mayor demanda para los usuarios y transportistas.

Generalmente los transportistas que hacen servicio de Tacna a Puno hacen su recorrido pasando por Moquegua (ruta PE-36 A) que es la ruta Binacional que conecta con Desaguadero y la Paz (Bolivia) recorriendo un promedio de 410.6 km en un aproximado de 7 horas, haciendo un recorrido de más para los usuarios que deseen ir a la ciudad de Puno o Desaguadero ocasionando mayores costos en operación y mantenimiento del vehículo además del tiempo que conlleva llegar a dicho punto. Habiendo otro camino (ruta PE-38) de menor longitud (**311 km**) que ahorraría en costos de operación vehicular y en tiempo.

La ruta PE-38 comprende la siguiente trayectoria: PE-01S (**Tacna**) – Quilla – Estique Pampa - **Tarata** – Abra Livini – Capazo – Caracora – Pte. Calacuno y PE- 36A (**Mazocruz**) donde empieza el desvío para la ciudad de Desaguadero, o la continuación para llegar hacia la ciudad de Puno, continuando la Ruta PE-38 A (ramal) siguiendo la trayectoria: Emp. PE-36 A (**Mazocruz**) – Pte. Conduriri – Pte. Untave – Curucuru – Emp. PE-3S (**Ilave**). Donde cabe mencionar que en los tramos de Tarata – Mazocruz (137,86 km) y Mazocruz - Ilave (83,62 km) las superficies de rodadura se encuentran a nivel de sub rasante y en malas condiciones de tránsito, por las actuales condiciones en que se encuentra los tramos, se vuelve vulnerable en épocas de lluvias, lo que origina que el transporte demande mayor tiempo de recorrido de la vía es decir, el traslado de sus excedentes agrícolas y los productos manufacturados de la costa, sea lento pesado, lo que eleva sus costos Operativos Vehiculares y los tiempos de traslado hacia sus destinos poniéndolos en desventaja competitiva frente a los mismos productos de otras zonas.

Por lo que se recomienda **Concesionar** dicha ruta con el tipo de concesión **Asociación Publico Privado (APP)** co-financiado con el Estado Peruano, puesto que no se cuenta todavía con la recaudación de peajes lo que no cubre con la ejecución de las inversiones, con este tipo de concesión también se logra minimizar los riesgos ya que dicha ruta no cuenta aún con un peaje o varios (cada

100km según reglamento) para que sea Autosostenible. Todo esto con el objetivo de realizar los trabajos de conservación (rutinaria y periódica) y mejoramiento a nivel de asfaltado de los tramos que se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 7.1. *Tramos de la concesión recomendada*

<b>Tramos</b>	<b>Long. (km)</b>	<b>Tipo de Obra</b>
1. Tacna - Tarata	90,00	Mantenimiento periódico
2. Tarata- Mazocruz	137,86	Mejoramiento
3. Mazocruz - Ilave	83,62	Mejoramiento
<b>TOTAL</b>	<b>311,48</b>	km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.2. *Características del proyecto recomendado*

<b>Longitud</b>	Tramo 1: 90 km
	Tramo 2: 137,86 km
	Tramo 3: 83,62 km
<b>Plazo de concesión</b>	15 años
<b>Plazo de construcción</b>	3 años
<b>Régimen económico</b>	PAO, PAMO

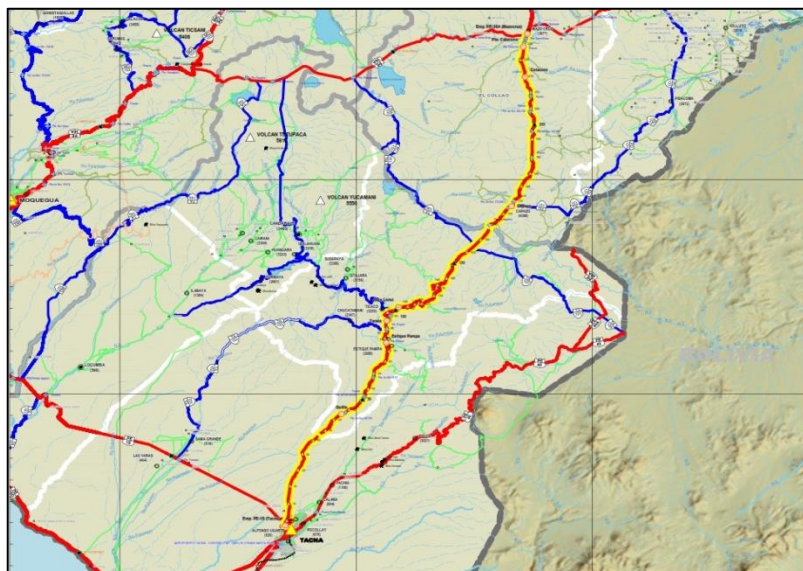


Figura 7.1. Carretera ruta PE-38 tramo: Tacna – Tarata – Mazocruz.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

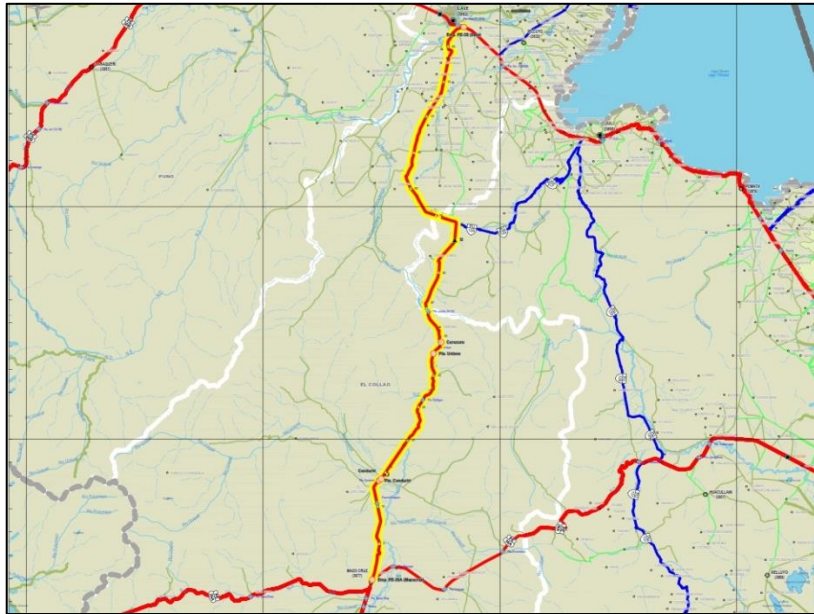


Figura 7.2. Carretera ruta PE-38-A tramo: Mazocruz – Ilave.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

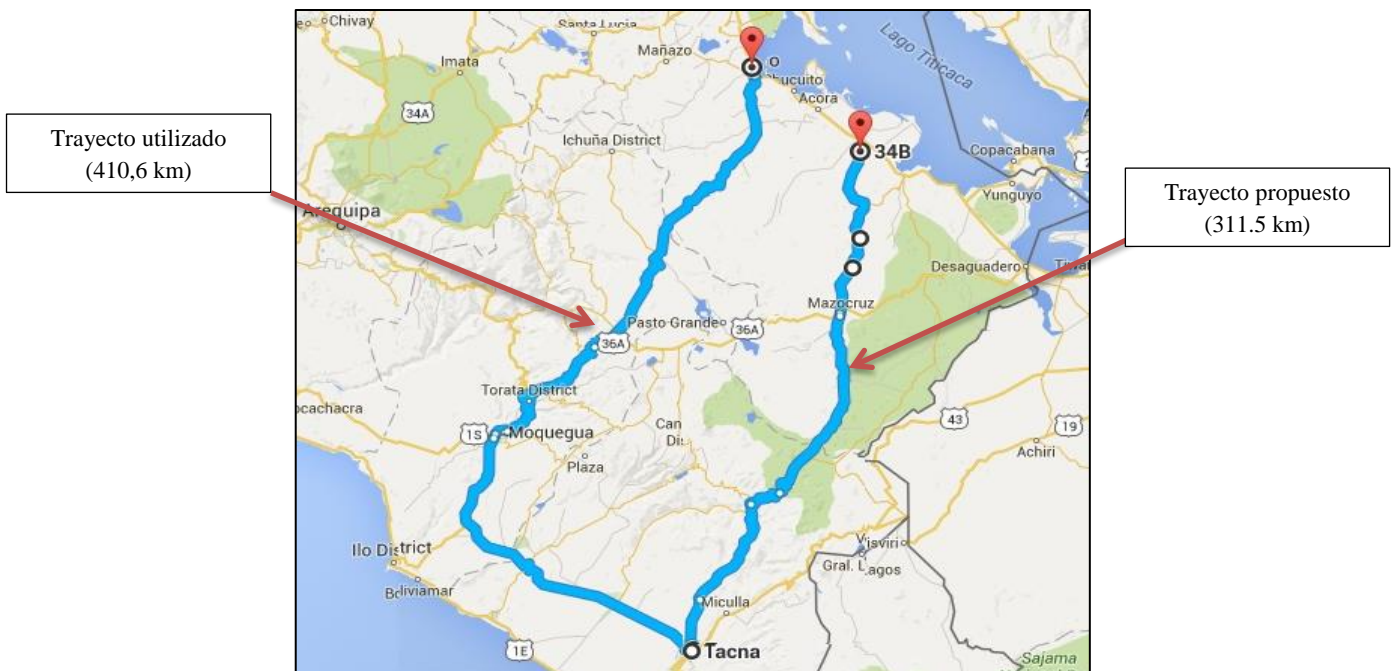


Figura 7.3. Trayectoria Tacna hacia Puno propuesto.

Fuente: Google maps

Como se aprecia en la figura 7.3 el trayecto de Tacna hacia Puno propuesto es más corto por 100 km que la trayectoria normal usada por los transportistas que tiene paso obligado por Moquegua en consecuencia genera mayores costos vehiculares y mayor tiempo de recorrido para los usuarios.

## **7.2 Tipo de concesión APP**


- Asociación Público Privado (APP) con cofinanciamiento del Estado, puesto que la recaudación de peaje es insuficiente para cubrir la ejecución de las inversiones.<sup>34</sup>
- Los ingresos correspondientes al cobro de las tarifas de peaje a los usuarios de la carretera, serán destinados al Concedente para minimizar el aporte del cofinanciamiento.
- Traslada riesgos de la construcción y calidad del servicio al concesionario.
- Sector público asume los riesgos de Demandas o del Nivel de Ingresos.
- Los pagos de operación y mantenimiento de la carretera se fija en la fecha de la licitación.
- La obligación de pago por los servicios de operación y mantenimiento está sujeta al cumplimiento de los índices de calidad y eficiencia establecida en el contrato.






















---




<sup>34</sup> Fuente: Zaira Rojas Henry, Exposición Caso: Concesión del Corredor vial Interoceánico Perú – Brasil, Bogotá, 2008.

- El concesionario deberá operar y ejecutar las tareas de conservación, mantenimiento rutinario, periódico y de emergencia de las carreteras.

Tabla 7.3. *Distribución de los Riesgos*



Riesgo	Obra Publica	APP	Concesión
Proyecto Ejecutivo / Ingeniería			
Contiengencias Ingeniería			
Construcción			
Operación y Mantenimiento			
Riesgo de Ingreso / Trafico / Demanda			
Riesgo Ambiental			
Riesgo de Financiamiento			

 Privado   
  Compartido   
  Publico

Fuente: Zaira Rojas Henry, Concesión del Corredor Vial Interoceánico Perú – Brasil.

### 7.3 Esquema financiero

En un proyecto co-financiado, el Estado se hace responsable de pagos futuros periódicos al concesionario que le permite recuperar la parte correspondiente por la inversión inicial en obras, a través del Pago Anual por Obras (PAO) y por los gastos realizados por mantenimiento, a través del Pago Anual por Mantenimiento y Operación (PAMO).

El concesionario, durante el lapso del contrato, recibe el PAO+PAMO a cambio de la prestación del servicio.



**PAO = pago (k, n lnv)**

K= Costos ponderado de capital

n= periodos de repago

Lnv= valor referencial inversión

Lo ingresos por peaje no cubren la inversión y operación del proyecto. La diferencia es cofinanciada por el Estado.

<b>COSTO TOTAL CONCESION</b>	<b>INGRESO TOTAL CONCESION</b>
PAMO	COFINANCIAMIENTO PAMO
PAO	COFINANCIAMIENTO PAO
	PEAJE

#### 7.4 Cobro por uso de la infraestructura vial

Para el cobro por uso de la infraestructura vial, la carretera pavimentada debe encontrarse en buenas condiciones de transitabilidad, en lo que se refiere al estado de la calzada, bermas, drenaje, señalización, elementos de seguridad y tratamientos de taludes.<sup>35</sup>

Los estudios que fundamentan el cobro de peajes y las tasas respectivas, deberían ser elaborados teniendo en cuenta las obras del programa de mantenimiento vial.

<sup>35</sup> Fuente: “Reglamento Nacional de Cobro por Uso de Infraestructura Vial Publica” Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Se debe establecer indicadores de servicio y de operación que se desea alcanzar y mantener, preferentemente como método técnico de cálculo el software HDM-4.

Las condiciones mínimas de servicio de la vía serán las siguientes:

Tabla 7.4. *Condiciones mínimas de servicio*

<i>Elementos de la Vía</i>	<i>Indicadores de Servicio</i>
Calzada pavimentada (IRI = m/km)	Hasta 4,0
Bermas	Limpias
Cunetas	Limpias
Alcantarillas	Limpias
Señalización	De acuerdo a norma vigente
Vegetación	Que no impida la visibilidad
Reductores de velocidad	De acuerdo a norma vigente

Fuente: Reglamento Nacional de Cobro por Uso de Infraestructura Vial Publica - MTC

#### **7.4.1 Peaje**

El peaje es la tasa que debe abonar todo vehículo automotor por el derecho de circular en caminos construidos para su uso.

Tipos de peaje: en la recaudación de peaje, internacionalmente se distinguen entre otros: los tipos de peajes de barrera cerrada y de barrera abierta. En el peaje de barrera cerrada, se realiza un registro previo en la entrada de la unidad de peaje y el pago se realiza a la salida de la vía. En el peaje de barrera abierta, se realiza el cobro de peaje al paso de cada unidad de peaje. En el Perú se usa el Peaje de barrera abierta.

#### **7.4.2 Objetivo del peaje en el Perú**

En las carreteras administradas por Provias Nacional, los ingresos por el cobro de peaje, constituyen un “Fondo especial de mantenimiento vial” y aportan en el financiamiento de la conservación y mantenimiento de la red vial nacional.

En carreteras concesionadas Auto Sostenibles, el cobro del peaje es usado para el pago total de las obras (PAO) y del mantenimiento (PAMO). En Carreteras concesionadas co-financiadas por el estado, el cobro del peaje es usado para aportar en el financiamiento del PAO y PAMO. La diferencia es asumida por el Estado, como en el caso de la presente Tesis.

#### **7.4.3 Peajes en carreteras de bajo tránsito**

La red vial nacional se ha incrementado sustancialmente de 16 519 km (INEI 1995) a 24 500 km (Clasificador vial D.S. 044-2008-MTC). Muchos de estos caminos que han sido reclasificados como vías Nacionales tienen un **bajo volumen de tránsito** y difícilmente pasan la vialidad requerida por el SNIP para financiar proyectos de inversión, solo con la posibilidad a intervenciones de simples nivelaciones de su superficie afirmada.

Desde el 2007 se creó el proyecto Perú que está interviniendo diferentes caminos de bajo volumen de tránsito como la implementación de pavimentos básicos, monocapas, bicapas, pavimentos reciclados entre otros. Todo ello con el fin de

que estos caminos vuelvan a ser transitables y con el pasar del tiempo aumente considerablemente su IMD. También se puede decir que las buenas condiciones de tránsito por la mejora de la calidad de la superficie de rodadura, hacen necesario su mantenimiento. De allí la razonable idea de instalar el Sistema de Peajes, para ayudar a financiar su mantenimiento.

Se pueden empezar con tarifas mínimas de S/. 3,00 Soles para financiar solo el egreso que resulta la instalación, el mantenimiento y operatividad del peaje, luego se va aumentando progresivamente con el aumento también del IMD.

La tarifa no representa una tarifa de equilibrio, pero puede ser un aporte importante, porque permitirá incorporar la cultura del pago, es decir que los usuarios se sensibilicen a pagar por el servicio de tener una carretera transitable con niveles de servicio aceptables.

#### **7.4.4 Parámetros para fijar la tasa de peaje**

Los parámetros a tenerse en consideración para la determinación de la tasa de peaje son las siguientes:

- Costo del programa de mantenimiento para un periodo de análisis (actividades de mantenimiento rutinario y periódico, costos de administración, operación y otros como el de servicio complementarios si los hubiera), para cada caso (Costa, Sierra y Selva).

- Longitud tipo para un tramo vial afecto al cobro de peaje (**100 km**)
- Volúmenes de tráfico de la vía para el tramo que se cobra: Índice Medio Diario (producto de los estudios de tránsito históricos, desvíos y sus proyecciones).

Para los peajes administrados por Provias Nacional, se establecieron mediante D.S. 027-2005-MTC publicado el 22.10.2005.

- S/. 7.50 (2,63 USD) por vehículo, para vehículo ligero (autos y camionetas)
- S/. 6.50 (2,28 USD) por eje, para vehículo de transporte de carga y pasajeros.

Para peajes cobrados por los concesionarios, tanto en vías locales como nacionales, sale del resultado de una fórmula que suele estar compuesta por el Índice de precios del consumidor peruano, el índice de precios del consumidor estadounidense y el tipo de cambio. Estos dos últimos aspectos se toman en cuenta porque las tarifas usualmente se definen en dólares y, luego, se llevan al tipo de cambio del período pactado. Así la volatilidad del tipo de cambio también puede afectar el precio de los peajes.

#### **7.4.5 Problemas con peajes caso “Puente piedra”**

Los peajes deberían ser construidos en puntos alejados de la ciudad no muy

aledaños a ellos como en el caso del peaje de puente piedra, puntos intermedios cada 100 kilómetros por lo menos, y la tarifa no deberían aumentar tan rápidamente, las personas no están acostumbradas a pagar por los servicios que el estado les ofrece no hay una cultura de pago, ósea las personas no se sensibilizan que con el hecho de pagar están manteniendo las carreteras en buen estado y transitables.

Otro punto también rescatable en el peaje de puente piedra es que ya existía otro peaje, fue eso lo que más molesto a los moradores de la zona, es que a menos de un kilómetro ya existía otro peaje. Uno de norte a sur (de Ancón hacia Lima, en sentido contrario al nuevo peaje). Lo que en la práctica se ha aislado a los moradores del AA.HH. laderas de Chillón, obligándolos a pagar para salir y entrar del lugar donde viven, lo que constituye, cuando menos, una restricción al derecho constitucional de libre tránsito. (Defensoría del Pueblo)

### **7.5 Beneficios adicionales de la concesión**

En el esquema de las concesiones, además de llevar a cabo la construcción y/o mejoramiento de la infraestructura vial, brindan a los usuarios los siguientes beneficios.<sup>35</sup>

- Mantenimiento de la vía por 15 años.
- Servicio de grúa las 24 horas
- Servicio de auxilio mecánico las 24 horas.

- Señalización y seguridad vial.
- Sistema de control de pesajes.
- Casetas de pesaje.
- Servicio Policial en los Peajes.
- Servicios higiénicos en los Peajes.

#### Otros beneficios adicionales

- Reducción en tiempo de contratación y ejecución de obras.
- Reducción de los tiempos de viaje.
- Reducción del costo de transporte.
- Fortalecimiento de las empresas de transporte y negocios afines.
- Apertura de nuevos canales comerciales para los productos de la región.
- Incremento de la producción regional.
- Generación de empleo directo (en la concesión) e indirecto (en las actividades colaterales).
- Integración regional.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- En la carretera ruta PE-38 en el tramo: Tacna – Tarata desde el km 02+000 hasta el km 86+500 de acuerdo a los datos tomados y la evaluación superficial y estructural efectuada al pavimento asfáltico se tiene un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) promedio igual a 2,2 que según el rango de calificación del IRI es  $< 3$  catalogándolo como BUENO en la evaluación estructural se tiene una deflexión promedio de 0,336 mm.
- Según la metodología norteamericana llamada pavement condition index (PCI) que evalúa la superficie del pavimento considerando los daños superficiales y estructurales en 19 patologías, se tiene un total de áreas fisuradas de 5,56 % sobre el total del área y un porcentaje de 23,53 % entre las áreas de daños. Siendo los daños más sobresalientes: piel de cocodrilo (4,63 %), depresión (7,62 %), grieta de borde (3,86%), grieta longitudinal y transversal (0,93 %), pulimento de agregados (4.63 %) y ahuellamiento (1,91 %).
- En base a la evaluación técnica, se recomienda la **Alternativa II** en el sub tramo I de Tacna – Alto de la Alianza, que consiste en realizar una conservación óptima con el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y la colocación de un refuerzo asfáltico

de  $e= 4$  cm, en toda la longitud del sub tramo. En el sub tramo II de Alto de la Alianza – Tarata se recomienda la **Alternativa II**, que consiste en realizar una conservación óptima con el sellado de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo en calzada y la colocación de un refuerzo asfáltico de  $e= 4$  cm, en toda la longitud del sub tramo.

- De acuerdo a la modelación técnica y económica efectuada en el HDM-4, se recomienda reforzar la carpeta asfáltica existente con un pavimento de concreto asfáltico de 4cm para así mejorar la condición estructural de la carretera, ya que la última carpeta construida tiene más de 15 años luego de haber sido inaugurada, este proyecto es rentable económicamente para ambas alternativas siendo la alternativa II ligeramente mayor que la alternativa I en el VAN, por lo que se recomienda la **Alternativa II**.

<i>Alternativa</i>	<i>VAN</i>	<i>Beneficio/Costo</i>	<i>TIR</i>
Alternativa 0	0.00	0.00	0.00
Alternativa I	33,582	1,728	28,60%
Alternativa II	34,702	1,442	25,55%

- El tramo de Tacna a Tarata es un sector de la ruta PE-38 que conecta con las ciudad de Puno, Desaguadero e Ilave, siendo un total de 311,48 km de recorrido, por lo cual se recomienda concesionar dicha ruta con el tipo de concesión Asociación Publico Privado co-financiado con el estado, puesto que no se cuenta con la recaudación de peajes lo que no cubre con la

ejecución de las inversiones. Así mismo con este tipo de contrato se logra minimizar los riesgos que se puedan tener.

<i>Tramos</i>	<i>Long. km</i>	<i>Tipo de Obra</i>
1. Tacna - Tarata	90,00	Mantenimiento Periódico
2. Tarata- Mazocruz	137,86	Mejoramiento
3. Mazocruz - Ilave	83,62	Mejoramiento
Total	<b>311,48</b>	

Lo que se desea es que en un futuro dicha ruta sea autosostenible con un elevado tránsito ( $IMD > 2000$ ) y que sea de suma importancia para el desarrollo económico y social para la regiones de Tacna y Puno.

- El objetivo general del presente proyecto de Tesis se cumplió cabalmente en el desarrollo del proyecto. Se utilizó el software HDM-4 para analizar las estrategias de conservación vial para la carretera Tacna – Tarata, y así obtener la mejor alternativa de solución técnica y económica que sea más rentable económicamente que logre administrar eficientemente los recursos con que se cuentan.
- Los sistemas de gestión de pavimentos se relacionan de manera directa con el modelo HDM-4, debido a que actúa como una herramienta para la integración y organización de los datos del estudio de campo, para así definir el tipo de intervención económica, con el fin de mejorar los niveles de serbiciavilidad y seguridad de la carretera.

- El estado en un momento tiene que ser capaz de poder administrar la red vial nacional de manera eficiente por ello se debe implementar un sistema de gestión de pavimentos para toda la red vial nacional.

### **Recomendaciones**

- El sistema computacional del HDM-4 es un software muy complejo por lo cual es necesario realizar un análisis de sensibilidad que consiste en calibrar sus variables más representativas (estructura, tránsito, geometría, clima), para así obtener modelos de deterioro de pavimentos confiables y auto sostenibles, que proveen la certeza para la toma de decisiones. Por ello es necesario invertir en investigación.
- A nivel nacional el software HDM-4 puede ser utilizada como una herramienta poderosa para la evaluación de alternativas de inversión a nivel de proyecto, lo cual ayudaría a la priorización de necesidades o de carencias que afectan a una red de carretera.
- El modelo HDM-4 es poco conocido en nuestro país aunque en otros países como Chile, Argentina y Brasil está bien implantado en sus agencias viales, siendo muy importante dicha herramienta por los informes que generan en la corrida del programa por eso ha cobrado importancia en los últimos años en los organismos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Ministerio de Economía y Finanzas que están

solicitando un análisis del HDM-4 para sus inversiones como: estudios de factibilidad de proyectos, aprobación de adicionales de obra de infraestructura vial, proyectos de conservación vial, concesiones y demás en que se pueda utilizar el software.

- El estado debe incentivar la participación privada como a las pequeñas y medianas empresas en el aspecto vial, para que así se puedan encargar de la conservación vial.
- En toda concesión se debe encargar la formulación, evaluación y puesta en escena de este proyecto a profesionales conocedores del tema y de alto nivel técnico.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bull, A. (1997). *La conservación vial y la competitividad internacional*. Boletín FAL - Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe, Edición No. 138, 7.
2. Bull, A. (1998). *La conservación vial, los fondos y su gestión*. Boletín FAL - Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe, Edición No. 139, 8.
3. Bull, A. (1999). *Progresos de la conservación vial en América Latina*. Boletín FAL - Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe, Edición No. 160, 7.
4. Bull, A. (2003). *Las concesiones viales en américa latina: logros y desafíos*. Boletín FAL - Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y el Caribe, Edición No. 208, 7.
5. Bustos, M. (2006). *Gestión de Pavimentos*. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Republica de Argentina.
6. Campos, C., López, S. y Ulate A. (2012). *Gestión de proyectos en la Red Vial Cantonal*. Boletín Técnico - Programa de Infraestructura del Transporte de Costa Rica. 3 (25), 2-5.
7. De Solminihac, H. (2001). *Gestión de Infraestructura Vial*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

8. Kerali, H. G. R. (2000). *Visión General del HDM-4*. Birmingham: Association mondiale de la Route.
9. Menéndez J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas -Manual Técnico*. Lima: Organización Internacional del Trabajo.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras*. Lima: Editorial Macro.
11. Osuna Ruiz, R. E. (2008). *Propuesta para la Implementación de un Sistema de Administración de pavimentos para la Red Vial de la Ciudad de Mazatlán, SIN*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
12. Wright, P. H. y Paquette R. J. (1993). *Ingeniería De Carreteras 5° Edic.* México D.F.: Editorial LIMUSA.
13. División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín. (1997). *Pavimentos*. Medellín.
14. Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4 en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de transportes*. Lima.
15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Reglamento Nacional de Cobro por Uso de Infraestructura Vial Pública*. Lima.

16. Romero Baca, A. M. (2012). *Contratos por Resultados: La implementación de los contratos de gestión vial por niveles de servicio del programa “Proyecto Perú”*. Ponencia presenta ante Provias Nacional. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima.
17. Rufián, D.M. (2002). *Políticas de concesión vial: análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Serie 16, 72.
18. Salomón, E. y González, M. (2003). *Mantenimiento de Caminos con Microempresas – Manual de Promoción*. Organización Internacional del Trabajo. Lima.
19. Salomón, E. (2003). *Mantenimiento Rutinario de caminos con Microempresas – Guía Conceptual*. Lima.
20. Sanchez Sabogal, F. y Murgueito Valencia, A. (2010). *Guía Metodológica para el diseño de obras de Rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras*. Bogotá.
21. Van Dissel, S. C. (2003). *Mantenimiento rutinario de carreteras basado en Micro-Empresas: La experiencia en Latinoamérica*. Routes- Rods 20140 – No. 346, AIPCR/PIARC.
22. Valdivia Minaya, G. (2005). *Experiencia del Mantenimiento Vial rutinario mediante procesos participativos*. Ponencia presentada ante Provias Nacional. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima.

23. The Highway Development and Management Series Collection. (2000).  
Volumen 2 “*Guía de aplicaciones*”, Versión 1.0 en español. PIARC –  
Word Bank Publications.
24. T. Watanatada, A. M. Dhareshwar, and P. Rezende. (1987). *Vehicle speeds  
and operating costs: Models for road planning and management*. World  
Bank-International Bank for Reconstruction and Development.  
Washington, D.C.
25. Vásquez Varela, L. C. (2002). *Los daños y los índices de condiciones*,  
Manizales.
26. Vera Artega, L. (2011). *Uso del Modelo HDM-4 para la selección de  
alternativas de conservación de la autopista “Manabi-Guillem”*. Tesis de  
maestría, Universidad Técnica de Manabí. Porto viejo - Manabí.
27. Yancan Torres, R. C. (2007). *Modalidades Ejecutivas para Conservación  
de Carreteras y su Aplicación a la carretera Piura-Sechura*. Tesis de  
grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
28. Zaira Rojas, H. (2008). *Exposición Caso: Concesión del Corredor vial  
Interoceánico Perú – Brasil*. Bogotá.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**ESTUDIO DE TRÁNSITO**  
**TRAMO: TACNA – TARATA**

## CALCULO DEL IMDA CARRETERA TACNA - TARATA

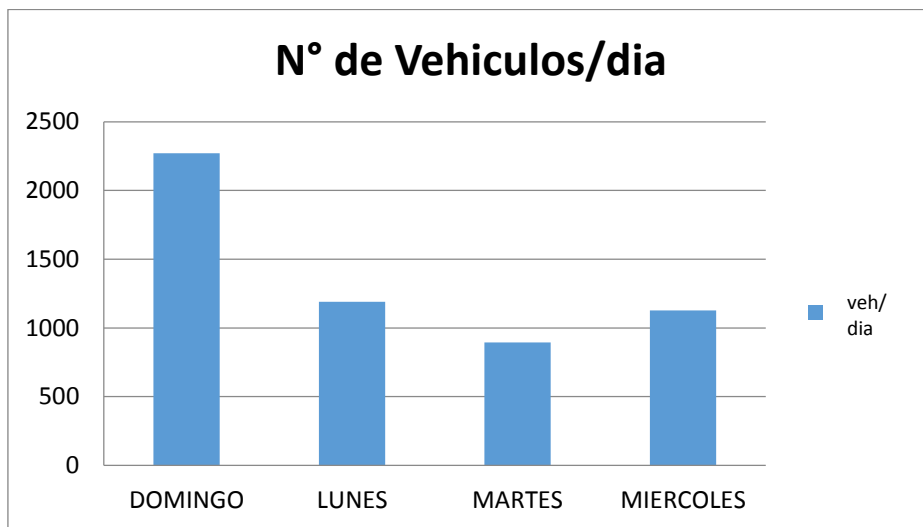
### Estación de Conteo km 02+000 (Sub tramo: Tacna – Alto de la Alianza)

a) Resumir los conteos de tránsito a nivel de día y tipo de vehículo

Resultados de los conteo de tráfico

TIPO DE VEHICULO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES
Automóvil	710	363	316	332
Camioneta SW	1070	476	278	480
Camioneta Pick up	170	186	152	160
Camioneta Rural	168	71	68	85
Micro Bus	20	5	11	13
Ómnibus	5	12	13	5
Camión 2E	98	60	48	43
camión 3E	31	13	3	5
Semi Trayler 5E	0	2	2	2
Semi Trayler 6E	0	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>2272</b>	<b>1190</b>	<b>893</b>	<b>1127</b>

Nota: Conteo de cuatro días de 24 horas



b) Para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) utilizamos la siguiente ecuación:

$$IMD_A = IMD_S * FCE$$

Dónde:

- IMDs: Índice Medio Diario Semanal
- FCE: Factor de Corrección Estacional

$$IMD_S = \sum \frac{V_i}{n}$$

Dónde:

- Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
- n: Número de días de conteo

Como en este caso no se tiene una serie histórica permanente, se asumen el factor de corrección estacional (FCE) igual a 1.00, es decir, no se usa el FCE.

- FCE= 1.00

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DIA				TOTAL SEMANA	IMDs	FCE	IMDA
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES				
Automovil	710	363	316	332	1721	430.25	1.00	430.3
Camioneta SW	1070	476	278	480	2304	576	1.00	576.0
Camioneta Pick up	170	186	152	160	668	167	1.00	167.0
Camioneta Rural	168	71	68	85	392	98	1.00	98.0
Micro Bus	20	5	11	13	49	12.25	1.00	12.3
Omnibus	5	12	13	5	35	8.75	1.00	8.8
Camion 2E	98	60	48	43	249	62.25	1.00	62.3
Camion 3E	31	13	3	5	52	13	1.00	13.0
Semi Trayler 5E	0	2	2	2	6	1.5	1.00	1.5
Semi Trayler 6E	0	2	2	2	6	1.5	1.00	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>2272</b>	<b>1190</b>	<b>893</b>	<b>1127</b>	<b>5482</b>	<b>1370.5</b>		<b>1371</b>

Por lo tanto el IMDA del Sub tramo: Tacna – Alto de la Alianza es de **1371** veh/año

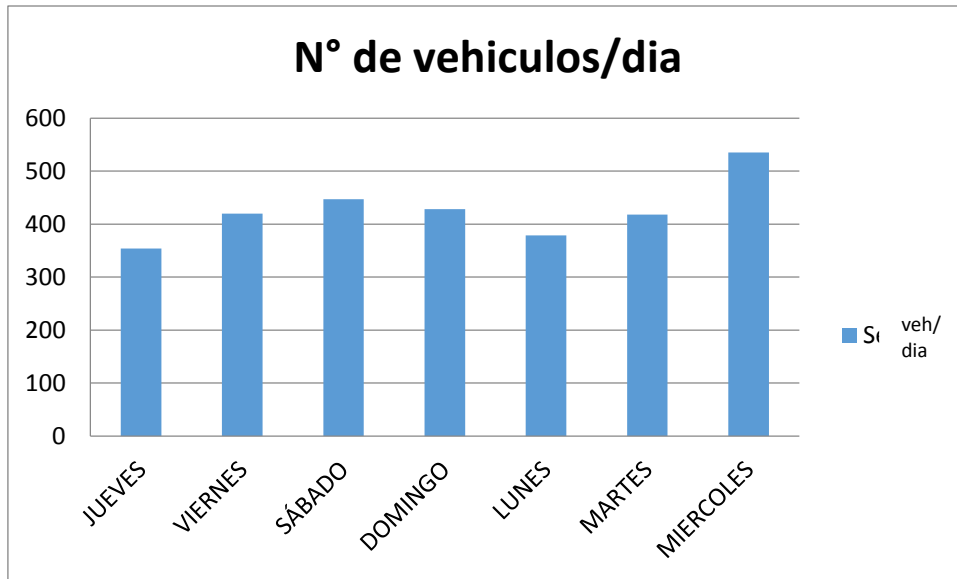
#### Estación de Conteo km 73+500 (Sub tramo: Alto de la Alianza - Tarata)

- c) Resumir los conteos de tránsito a nivel de día y tipo de vehículo

#### Resultados de los conteo de tráfico

TIPO DE VEHICULO	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES
Automovil	78	94	86	109	117	143	102
Camioneta SW	86	104	104	67	103	87	133
Camioneta Pick up	71	67	78	89	54	68	119
Camioneta Rural	14	6	30	32	32	37	47
Micro Bus	3	0	2	3	2	0	0
Omnibus	2	1	2	3	0	7	2
Camion chico 2E	9	10	0	0	11	11	6
Camion grande 2E	12	18	12	29	14	14	6
Camion 3E	70	113	130	87	41	45	108
Camion 4E	2	0	1	1	1	1	1
Semi Trayler 4E	1	2	1	1	0	0	3
Semi Trayler 2S3 5E	1	2	1	3	2	2	3
Semi Trayler 3S2 5E	1	1	0	2	0	1	3
Semi Trayler 6E	4	2	0	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>354</b>	<b>420</b>	<b>447</b>	<b>428</b>	<b>379</b>	<b>418</b>	<b>535</b>

Nota: Conteo de siete días de 24 horas



d) Para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) utilizamos la siguiente ecuación:

$$IMD_A = IMD_S * FCE$$

Dónde:

- IMDs: Índice Medio Diario Semanal
- FCE: Factor de Corrección Estacional

$$IMD_S = \sum \frac{V_i}{n}$$

Dónde:

- $V_i$ : Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
- $n$ : Número de días de conteo

Como en este caso no se tiene una serie histórica permanente, se asumen el factor de corrección estacional (FCE) igual a 1.00, es decir, no se usa el FCE.

- FCE= 1.00

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DIA							TOTAL SEMANA	IMDs	FCE	IMDA
	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES				
Automovil	78	94	86	109	117	143	102	729	104.14	1.00	104.1
Camioneta SW	86	104	104	67	103	87	133	684	97.71	1.00	97.7
Camioneta Pick up	71	67	78	89	54	68	119	546	78.00	1.00	78.0
Camioneta Rural	14	6	30	32	32	37	47	198	28.29	1.00	28.3
Micro Bus	3	0	2	3	2	0	0	10	1.43	1.00	1.4
Omnibus	2	1	2	3	0	7	2	17	2.43	1.00	2.4
Camion chico 2E	9	10	0	0	11	11	6	47	6.71	1.00	6.7
Camion grande 2E	12	18	12	29	14	14	6	105	15.00	1.00	15.0
Camion 3E	70	113	130	87	41	45	108	594	84.86	1.00	84.9
Camion 4E	2	0	1	1	1	1	1	7	1.00	1.00	1.0
Semi Trayler 4E	1	2	1	1	0	0	3	8	1.14	1.00	1.1
Semi Trayler 2S3 5E	1	2	1	3	2	2	3	14	2.00	1.00	2.0
Semi Trayler 3S2 5E	1	1	0	2	0	1	3	8	1.14	1.00	1.1
Semi Trayler 6E	4	2	0	2	2	2	2	14	2.00	1.00	2.0
<b>TOTAL</b>	<b>354</b>	<b>420</b>	<b>447</b>	<b>428</b>	<b>379</b>	<b>418</b>	<b>535</b>	<b>2981</b>	<b>425.86</b>		<b>426</b>

Por lo tanto el IMDA del Sub tramo: Alto de la Alianza – Tarata es de **426** veh/año

**PUNTO DE CONTEO SALIDA TARATA**  
**km 02+000**

**DOMINGO 22 HASTA MIERCOLES 25 DE NOVIEMBRE 2015 (KM. 02+000)**

DIAS	SENTIDO	Vehiculos Livianos			Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL	
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2		3S3
		Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Microb s	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes		Semi Trayler 6 Ejes
DOMINGO	D	341	515	82	66	10	0	0	0	61	0	13	0	0	0	0	0	1088
	I	369	555	88	102	10	5	0	0	37	0	18	0	0	0	0	0	1184
	AMBOS	710	1070	170	168	20	5	0	0	98	0	31	0	0	0	0	0	2272
LUNES	D	189	247	93	40	2	6	0	0	30	0	3	0	0	0	1	1	612
	I	174	229	93	31	3	6	0	0	30	0	10	0	0	0	1	1	578
	AMBOS	363	476	186	71	5	12	0	0	60	0	13	0	0	0	2	2	1190
MARTES	D	198	249	65	34	6	6	0	0	23	0	3	0	0	0	1	1	586
	I	118	29	87	34	5	7	0	0	25	0	0	0	0	0	1	1	307
	AMBOS	316	278	152	68	11	13	0	0	48	0	3	0	0	0	2	2	893
MIERCOLES	D	159	250	97	49	6	2	0	0	18	0	2	0	0	0	1	1	585
	I	173	230	63	36	7	3	0	0	25	0	3	0	0	0	1	1	542
	AMBOS	332	480	160	85	13	5	0	0	43	0	5	0	0	0	2	2	1127
TOTAL	D	887	1261	337	189	24	14	0	0	132	0	21	0	0	0	3	3	2871
	I	834	1043	331	203	25	21	0	0	117	0	31	0	0	0	3	3	2611
	AMBOS	1721	2304	668	392	49	35	0	0	249	0	52	0	0	0	6	6	5482



LUNES 23 DE NOVIEMBRE 2015																				
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes								
		AU	CM	CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta Pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Traylor 4 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 6 Ejes	Traylor 4 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 5 Ejes
7 - 8 am	D	18	21	4	3					1										
	I	16	20	6	2					3										
8 - 9 am	D	15	19	12	2					2										
	I	13	19	14	3					3										
9 - 10 am	D	15	21	10	3					3										
	I	14	18	12	3	1				2										
10 - 11 am	D	14	18	8	2															
	I	15	20	14	3					4										
11 - 12 am	D	10	18	3	2					4										
	I	13	14	4	1				1	5										
12 - 1 pm	D	9	16	4	2					3										
	I	8	12	6						2										
1 - 2 pm	D	10	19	3	1					3										
	I	13	15	5						2										
2 - 3 pm	D	9	12	1	2					2										
	I	9	13	1	5					1										
3 - 4 pm	D	8	14	4	2					1										
	I	11	12	6		1				1										
4 - 5 pm	D	12	14	5	3	1				3									1	
	I	9	15	4	5															
5 - 6 pm	D	13	22	6	1	1				1										
	I	5	12	3	1	1				1										
6 - 7 pm	D	10	10	9	2					1										
	I	5	6	3	1															
7 - 8 pm	D	9	5	5	2					3										
	I	4	4							2										
8 - 9 pm	D	5	4	1	1															
	I	2	2		1															
9 - 10 pm	D	2	3																	
	I	3	3	1	1															
10 - 11 pm	D	2	1	1																
	I	1	1							1										
11 - 12 pm	D	1	2	1																
	I		1																	
12 - 1 am	D	2	1	3																
	I		1	1																
1 - 2 am	D			1																
	I																			
2 - 3 am	D	1	1																	
	I	1	2																	
3 - 4 am	D			3	2															
	I	1	3	1	1															
4 - 5 am	D	1	3	1	1															
	I	5	3	2	1															
5 - 6 am	D	10	5	5	3															
	I	15	15	6	4					2										
6 - 7 am	D	13	16	4	6					3										
	I	11	18	3	2					2										
Total	D	189	247	93	40	2	0	0	0	30	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0
	I	174	229	93	31	3	0	0	0	30	0	10	0	0	0	1	1	0	0	0

RESUMEN	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM	CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Total	363	476	186	71	5	12	0	0	60	0	13	0	0	0	2	2	0	0	0	0

MARTES 24 DE NOVIEMBRE 2013																					
Hora	Sentido	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	Trayler 4 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 6 Ejes
7 - 8 am	D	7	13	5	6					1											
	I	7	2	8	4					1											
8 - 9 am	D	19	14	4	2					1											
	I	7	5	6	3					2											
9 - 10 am	D	17	20	3	4																
	I	6	1	7	1	1	1			3							1				
10 - 11 am	D	20	23	4	3					1											
	I	9	1	7	2					2											
11 - 12 am	D	17	21	4	2					2											
	I	8	1	8	2					3						1					
12 - 1 pm	D	8	13	3	2					2											
	I	5	1	2	2					1											
1 - 2 pm	D	7	11	3	2					2											
	I	6	1	3	3				1	1											
2 - 3 pm	D	7	8	2	2	1	2			1											
	I	7	3	2	1					3											
3 - 4 pm	D	10	12	2	1					2											
	I	4	3	1	2					1											
4 - 5 pm	D	16	14	3	3	1				2											
	I	5	1	6	4	2	2			2											
5 - 6 pm	D	13	22	3	3	1	2			1											
	I	3	3	2																	
6 - 7 pm	D	12	17	6	2					1							1				
	I	5	4	1	2				1												
7 - 8 pm	D	9	9	8	1																
	I	5	3	2				2													
8 - 9 pm	D	7	4	4						2											
	I	4	1	2	1					2						1					
9 - 10 pm	D	7	7	1	1				1												
	I	1	1	2	1					2											
10 - 11 pm	D	1	2	1																	
	I	2																			
11 - 12 pm	D	1	2	1																	
	I																				
12 - 1 am	D		2							1											
	I		1																		
1 - 2 am	D	1	1							1											
	I	1		3																	
2 - 3 am	D	2	2			2															
	I																				
3 - 4 am	D	1	2							1											
	I	2			2																
4 - 5 am	D	2	2	4																	
	I	4		6	1																
5 - 6 am	D	3	11																		
	I	11		8	1					2											
6 - 7 am	D	11	17	4		1															
	I	16		10	2	2															
Total	D	198	249	65	34	6	6	0	0	23	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	I	118	29	87	34	5	7	0	0	25	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

RESUMEN	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	316	278	152	68	11	13	0	0	48	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0

**MIÉRCOLES 25 DE NOVIEMBRE 2015**

Hora	Sentido	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes										
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
		Auto	Camioneta SW	Camioneta Pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Traylor 4 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 6 Ejes	Traylor 4 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 6 Ejes	
7 - 8 am	D	7	13	3	1																	
	I	15	17	4						1												
8 - 9 am	D	13	16	4	2					1												
	I	16	21	1	2					2												
9 - 10 am	D	9	18	6	3					2												
	I	18	23	1	1	1	1			1												
10 - 11 am	D	12	22	2	2	1				2												
	I	6	17	2	2					1												
11 - 12 am	D	8	16	5	2					1												
	I	11	15	3	1					2							1					
12 - 1 pm	D	12	17	8	1					1												
	I	6	11	4	2	1				1												
1 - 2 pm	D	7	11	3	1	1	1															
	I	10	5		4		1			1						1						
2 - 3 pm	D	7	10	6	2					2												
	I	6	10	3	2					2												
3 - 4 pm	D	8	14	1	1					1												
	I	5	11	1	2					2			1									
4 - 5 pm	D	7	12	6	2	1				1												
	I	5	10	2	2	2				3												
5 - 6 pm	D	12	17	10	5	1				1							1					
	I	15	20	8	1					1												
6 - 7 pm	D	17	21	11	4					1												
	I	16	13	7	1					2												
7 - 8 pm	D	10	15	15	8					3												
	I	9	9	6	4																	
8 - 9 pm	D	1	3	6	2			1														
	I	3	7	3	2					1												
9 - 10 pm	D	4	1	1	1					1												
	I	4	7	1	1					1												
10 - 11 pm	D	2	3																			
	I	2	2		5					1												
11 - 12 pm	D	2	2																			
	I	1	3	1	1																	
12 - 1 am	D			1						1												
	I																					
1 - 2 am	D	1				1																
	I	1	2																			
2 - 3 am	D				1					1												
	I	1																				
3 - 4 am	D	1			3																	
	I	2	2	1																		
4 - 5 am	D	4	5	2	5																	
	I	4	2	3	1	1				1												
5 - 6 am	D	5	16	6	2																	
	I	7	12	5	1	1				1												
6 - 7 am	D	10	18	2	2	1																
	I	10	11	6	1	1	1															
Total	D	159	250	97	49	6	2	0	0	18	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	I	173	230	63	36	7	3	0	0	25	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

RESUMEN	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes										
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
<b>Total</b>	<b>332</b>	<b>480</b>	<b>160</b>	<b>85</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**PUNTO DE CONTEO TARATA**  
**km 73+500**

**JUEVES 26 DE NOVIEMBRE HASTA MIERCOLES 02 DE DICIEMBRE DEL 2015 (KM. 73+500)**

DIAS	SENTIDO	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes						TOTAL
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	
		Auto	Cmta SW	Cmta Pick up	Cmta. Rural	Micro bus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	
JUEVES	D	40	42	29	5	1	1			6	7	13	0	0	1	1	2	148
	I	38	44	42	9	2	1			3	5	57	0	0	0	0	2	203
	AMBOS	78	86	71	14	3	2	0	0	9	12	70	0	0	1	1	4	351
VIERNES	D	51	48	35	0	0	1			5	10	55	0	0	0	1	1	207
	I	43	56	32	6	0	0			5	8	58	0	0	0	0	1	209
	AMBOS	94	104	67	6	0	1	0	0	10	18	113	0	0	0	1	2	416
SÁBADO	D	47	48	39	13	1	2			0	7	69	1	0	0	0	0	227
	I	39	56	39	17	1	0			0	5	61	0	0	0	0	0	218
	AMBOS	86	104	78	30	2	2	0	0	0	12	130	1	0	0	0	0	445
DOMINGO	D	56	32	42	14	1	1			0	12	32	0	0	1	1	1	193
	I	53	35	47	18	2	2			0	17	55	0	0	1	1	1	232
	AMBOS	109	67	89	32	3	3	0	0	0	29	87	0	0	2	2	2	425
LUNES	D	65	47	29	16	1	0			5	6	21	0	0	0	0	1	191
	I	52	56	25	16	1	0			6	8	20	0	0	0	0	1	185
	AMBOS	117	103	54	32	2	0	0	0	11	14	41	0	0	0	0	2	376
MARTES	D	73	48	30	20	0	6			5	6	24	0	0	0	1	1	214
	I	70	39	38	17	0	1			6	8	21	0	0	0	0	1	201
	AMBOS	143	87	68	37	0	7	0	0	11	14	45	0	0	0	1	2	415
MIÉRCOLES	D	50	68	65	24	0	1			4	4	58	0	1	1	1	1	278
	I	52	65	54	23	0	1			2	2	50	0	1	1	2	1	254
	AMBOS	102	133	119	47	0	2	0	0	6	6	108	0	2	2	3	2	532
TOTAL	D	382	333	269	92	4	12	0	0	25	52	272	1	1	3	5	7	1458
	I	347	351	277	106	6	5	0	0	22	53	322	0	1	2	3	7	1502
	AMBOS	729	684	546	198	10	17	0	0	47	105	594	1	2	5	8	14	2960

JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes			Camión + 2 Ejes								
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta Pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Traylor 4 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 6 Ejes	Traylor 4 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 6 Ejes
7 - 8 am	D	4	7	4	1					1		1									
	I	2	6	2	1							4									
8 - 9 am	D	5	3	1								1									
	I	3	4	1	1							7									
9 - 10 am	D	3	2	1	2							1			1						
	I	4	5	4	1							1									
10 - 11 am	D	2	6	1				1				1									
	I	4	4	4	1															1	
11 - 12 am	D	2	1	4								1									
	I	1		7								1									
12 - 1 pm	D	2	1	1								1									
	I	4			1							1									
1 - 2 pm	D	2	1	2								1									
	I	1	2	1								2									
2 - 3 pm	D	3	2	2																1	
	I	2	2									1									
3 - 4 pm	D	2	1	2	1							1								1	
	I	1	2	4	1																
4 - 5 pm	D	2	2			1															
	I	3	1	3	1																
5 - 6 pm	D	1	4	2							1	1					1				
	I	2	2	1				1													
6 - 7 pm	D	2	2	2																	
	I	4	4	1		1						1									
7 - 8 pm	D	2	4	1																	
	I	2	2	2	1							1								1	
8 - 9 pm	D	1	2	2								1									
	I	2	2	5								2									
9 - 10 pm	D		1								1										
	I		1	1																	
10 - 11 pm	D		1								1	1									
	I			1							1										
11 - 12 pm	D																				
	I											1									
12 - 1 am	D	1																			
	I		1									1									
1 - 2 am	D	1																			
	I					1															
2 - 3 am	D	1																			
	I	1									1										
3 - 4 am	D	1	2	1	1						1										
	I		1	1																	
4 - 5 am	D			1																	
	I	1	2																		
5 - 6 am	D	1		1																	
	I	1	2		1																
6 - 7 am	D	2		1								1									
	I			4																	
Total	D	40	42	29	5	1	1	0	0	6	7	13	0	0	1	1	2	0	0	0	0
	I	38	44	42	9	2	1	0	0	3	5	57	0	0	0	0	2	0	0	0	0

RESUMEN	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes			Camión + 2 Ejes								
	AU	CM	CR		MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	78	86	71	14	3	2	0	0	9	12	70	0	0	1	1	4	0	0	0	0

VIERNES 27 DE NOVIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Traylor 4 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 5 Ejes	Semi Traylor 6 Ejes	Traylor 4 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 5 Ejes	Traylor 6 Ejes
7 - 8 am	D	6	14	4						1		1									
	I	4	6	1							1	3									
8 - 9 am	D	7	1	2							1	3									
	I	4	12	2							1	3									
9 - 10 am	D	3	2	2								4									
	I	4	8																		
10 - 11 am	D	1	1	4								2									
	I	2	3	3							1	3							1		
11 - 12 am	D	3	5	2						1											
	I	4	1	1						1											
12 - 1 pm	D	2	2	1	2							14					1				
	I	2	2									4									
1 - 2 pm	D	5	2	1				1				4									
	I	1	6	2						1	1	2									
2 - 3 pm	D	1		2							1	6									
	I	3			1						1										
3 - 4 pm	D	5	1	2												1					
	I	3	1	3	1							3									
4 - 5 pm	D	2	1	2						1	1	5									
	I	3	2	6						1		4									
5 - 6 pm	D	3	6	2							1	4									
	I	1	2	2	2																
6 - 7 pm	D	5	2	2							1	9									
	I	2	1	2							1										
7 - 8 pm	D			3							1	2									
	I	1	1	3							1	5									
8 - 9 pm	D	3	1	1							1	2									
	I											5									
9 - 10 pm	D	1	1									2									
	I	2		1						1											
10 - 11 pm	D										1	4									
	I			1							1	3									
11 - 12 pm	D	1										3									
	I	1																			
12 - 1 am	D			1								1									
	I										1	2									
1 - 2 am	D		1	2								1									
	I											5									
3 - 4 am	D		1																		
	I	1	1																		
4 - 5 am	D	1	4	1								2									
	I	2	5								1										
5 - 6 am	D			2							1	4									
	I		3	1																	
6 - 7 am	D	2	3								1	7									
	I	3	6	3								2									
Total	D	51	48	35	0	0	1	0	0	5	10	55	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	I	43	56	32	6	0	0	0	0	5	8	58	0	0	0	0	1	0	0	0	0

RESUMEN		Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total		94	104	67	6	0	1	0	0	10	18	113	0	0	0	1	2	0	0	0	0



DOMINGO 29 DE NOVIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	Trayler 4 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 6 Ejes
7 - 8 am	D	2		7	1						1	1									
	I	2	4	1								4									
8 - 9 am	D	1		4		1					3										
	I	2	3	3	1							3									
9 - 10 am	D	4	3	11	3							6									
	I	4		2	1						2	4									
10 - 11 am	D	4	3	3													1				
	I	3	2	2							2	3									
11 - 12 am	D	4	2		1						1	2				1					
	I	2	1	1	1	2						10									
12 - 1 pm	D	4	3	1	1																
	I	6		4	1						1	5									
1 - 2 pm	D	6	2		2							2			1						
	I	3		3	2						2	2									
2 - 3 pm	D	2	1								1										
	I	7	1	1				1													
3 - 4 pm	D	2		4								3									
	I	8		12	2						1	1			1		1				
4 - 5 pm	D	5	4	2	2							1									
	I	3	2	2							1					1					
5 - 6 pm	D	1		1																	
	I	2	2	3	2						2	6									
6 - 7 pm	D	4	2		1						1										
	I	5	5	5	1						3	2									
7 - 8 pm	D		4								1	4									
	I	1		3																	
8 - 9 pm	D	4						1													
	I	1	2	1	3																
9 - 10 pm	D	2	1	2	1																
	I		3		2							4									
10 - 11 pm	D	2	1		1																
	I			1								2									
11 - 12 pm	D		1									1									
	I		1																		
12 - 1 am	D	2																			
	I			1								1									
1 - 2 am	D			1																	
	I		1	1								3									
2 - 3 am	D	1		1								2									
	I	1	1	1							1	3									
3 - 4 am	D		1	1																	
	I	1																			
4 - 5 am	D	2	1									1									
	I		3	1							1	2									
5 - 6 am	D	3	1	4	1																
	I	1	4	1	1																
6 - 7 am	D	2	1									3									
	I	1	2		1																
Total	D	56	32	42	14	1	1	0	0	0	12	32	0	0	1	1	1	0	0	0	0
	I	53	35	47	18	2	2	0	0	0	17	55	0	0	1	1	1	0	0	0	0

RESUMEN	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	109	67	89	32	3	3	0	0	0	29	87	0	0	2	2	2	0	0	0	0

LUNES 30 DE NOVIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	Trayler 4 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 6 Ejes
7 - 8 am	D	5	9																		
	I	3	8								1	1									
8 - 9 am	D	2	2	2																	
	I	4	5								2										
9 - 10 am	D	6	1		4	1															
	I	4	1	1							1	4					1				
10 - 11 am	D	3	3	1	4						1	2									
	I	4	6	1	2						2										
11 - 12 am	D	5	4	3							1	3									
	I	3	8	1	2	1															
12 - 1 pm	D	2	1	1							1										
	I	3	4		1							3									
1 - 2 pm	D	5	3	1	1																
	I	7	5	7	1							2									
2 - 3 pm	D	4	3																		
	I	5	2	2							1										
3 - 4 pm	D	2	1		1							5									
	I	3	3	3	3						3	1									
4 - 5 pm	D	4	1	5	1					1		1									
	I	2	1	3	2							1									
5 - 6 pm	D	7	6	3	2						1										
	I	4	3	2	2					1	1										
6 - 7 pm	D	6	3	1	1					1											
	I	3	4	2	1					1		1									
7 - 8 pm	D	4	5	4	2							1									
	I	2	2	1								1									
8 - 9 pm	D	3		1							1										
	I	1	2							2											
9 - 10 pm	D		1	3						1	1										
	I		1	1								1									
10 - 11 pm	D	1																			
	I																				
11 - 12 pm	D									1		1									
	I	1										3									
12 - 1 am	D		1									1									
	I		1	1								1									
1 - 2 am	D											1									
	I			1						2		1									
2 - 3 am	D											2									
	I	1									1	1									
3 - 4 am	D	1	1							1											
	I				1																
4 - 5 am	D																				
	I				1																
5 - 6 am	D	3	1																		
	I																				
6 - 7 am	D	2	1	3								4									
	I	1																			
Total	D	65	47	29	16	1	0	0	0	5	6	21	0	0	0	0	1	0	0	0	
	I	51	56	25	16	1	0	0	0	6	8	20	0	0	0	0	1	0	0	0	

RESUMEN	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	116	103	54	32	2	0	0	0	11	14	41	0	0	0	0	2	0	0	0	0

MARTES 01 DE DICIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	Trayler 4 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 6 Ejes
7 - 8 am	D	6	3	2						1											
	I	2	2																		
8 - 9 am	D	9		1	1						2										
	I	7	6																		
9 - 10 am	D	5	1	3	1																
	I	7	1	2																	
10 - 11 am	D	5	2		1			2													
	I	2	1																		
11 - 12 am	D	4	1	1																	
	I	1	1	1							1										
12 - 1 pm	D	6	1	1							2										
	I	4	1	1																	
1 - 2 pm	D	4																			
	I	5	1	3	3					1	1					1					
2 - 3 pm	D	2	1																		
	I	4	3	1																	
3 - 4 pm	D	5	1	1				1													
	I	1	3	2	2			1													
4 - 5 pm	D	3	5																		
	I	2	1	3																	
5 - 6 pm	D	1	3		2																
	I	4	4	6	1						3										
6 - 7 pm	D	1	1	2	5																
	I	6	4	3	4																
7 - 8 pm	D	6			2																
	I	10	2	4	1					1	1										
8 - 9 pm	D	4			1																
	I	6	2	2	4					1	1										
9 - 10 pm	D	1	1	1																	
	I	1	1		1																
10 - 11 pm	D	2	1		1																
	I			6						1											
11 - 12 pm	D		1																		
	I																				
12 - 1 am	D		3																		
	I		1																		
1 - 2 am	D	1																			
	I									1											
2 - 3 am	D	1																			
	I	1									1										
3 - 4 am	D	2	1	1																	
	I	1		1						1	1										
4 - 5 am	D	1		2	1																
	I	1		2																	
5 - 6 am	D	1	10	10	3																
	I	4	2	1							1										
6 - 7 am	D	3	12	5	2																
	I	1	3		1					1	1										
Total	D	73	48	30	20	0	6	0	0	5	6	24	0	0	0	1	1	0	0	0	
	I	70	39	38	17	0	1	0	0	6	8	21	0	0	0	0	1	0	0	0	

RESUMEN	Vehiculos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	143	87	68	37	0	7	0	0	11	14	45	0	0	0	1	2	0	0	0	0

MIÉRCOLES 02 DE DICIEMBRE 2015																					
Hora	Sentido	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
		AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
		Auto	Camioneta SW	Camioneta pick up	Cmta. Rural Combi	Microbus	Omnibus 2 Ejes	Omnibus 3 Ejes	Omnibus 4 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	Semi Trayler 4 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 5 Ejes	Semi Trayler 6 Ejes	Trayler 4 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 5 Ejes	Trayler 6 Ejes
7 - 8 am	D	6	15	12	1					1		6									
	I	7	8	8								4									
8 - 9 am	D	5	6	4	4							1									
	I	4	8	3	1																
9 - 10 am	D	2	5	9						1		5									
	I	4	6	6								4									
10 - 11 am	D	4	2	3	3							6									
	I	3	3	4	2							5									
11 - 12 am	D	1	1	2	2							4									
	I	3	4	1								5									
12 - 1 pm	D	2	5	3								4				1					
	I	4	2	1																	
1 - 2 pm	D	1	3	4	4							4									
	I	4	5	2	5			1				7									
2 - 3 pm	D	2	3	1								2									
	I	1	6	2								1									
3 - 4 pm	D	4	1	5								1				1					
	I	3	4	6	1							3									
4 - 5 pm	D	2	1	5	2				1			5									
	I	3	1	4	3							1				1					
5 - 6 pm	D	2	6	2	1							3		1							
	I	2	3	4	4					1											
6 - 7 pm	D	4	7	5								3									
	I	2	4													1					
7 - 8 pm	D	1	4	8	5							1									
	I	1	2	5	3																
8 - 9 pm	D	4										1									
	I	2	2	2								4		1							
9 - 10 pm	D	2	2									4									
	I	1	4	2																	
10 - 11 pm	D											1									
	I	1										1									
11 - 12 pm	D											4									
	I	2	1							1		3									
12 - 1 am	D		1									1									
	I																				
1 - 2 am	D	2																			
	I																				
2 - 3 am	D																				
	I																				
3 - 4 am	D																				
	I											3									
4 - 5 am	D			1								2									
	I	1		1																	
5 - 6 am	D	1										4									
	I	3																			
6 - 7 am	D	5	6	1	2							5									
	I	1	2	3	4							2					1				
Total	D	50	68	65	24	0	1	0	0	4	4	58	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	I	52	65	54	23	0	1	0	0	2	2	50	0	1	1	2	1	0	0	0	0

RESUMEN	Vehículos Livianos				Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes									
	AU	CM		CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
Total	102	133	119	47	0	2	0	0	6	6	108	0	2	2	3	2	0	0	0	0

**Anexo 2**  
**Reporte de Medición del IRI**  
**Índice de Rugosidad Internacional**  
**TACNA – TARATA**

Fecha: 25 de Marzo 2014

Datos suministrados por PROVIAS NACIONAL

Referencia: Consorcio GyM CONCAR S.A.

No. de Contrato: N° 243-2007-MTC/20

Obra: Servicio de Conservación vial Pte. Camiara-Tacna-La Concordia, Tacna -Tarata, Tacna-Palca e Ilo – Tacna.

Carretera	Calzada	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		IRI (faja 2)	IRI (faja 3)	Fecha
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
PE38	CD	0001	400	0001	500	Tránsito	5.20	25/03/2014
PE38	CD	0001	500	0001	600	Giba	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0001	600	0001	700	4.60	4.10	25/03/2014
PE38	CD	0001	700	0001	800	3.90	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0001	800	0001	900	5.20	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0001	900	0002	0	4.80	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0002	0	0002	100	3.60	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0002	100	0002	200	5.20	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0002	200	0002	300	4.60	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0002	300	0002	400	Curva	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0002	400	0002	500	4.40	4.50	25/03/2014
PE38	CD	0002	500	0002	600	4.10	4.30	25/03/2014
PE38	CD	0002	600	0002	700	4.10	4.60	25/03/2014
PE38	CD	0002	700	0002	800	5.10	4.20	25/03/2014
PE38	CD	0002	800	0002	900	4.10	5.00	25/03/2014
PE38	CD	0002	900	0003	0	3.40	5.00	25/03/2014
PE38	CD	0003	0	0003	100	3.90	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0003	100	0003	200	4.20	4.30	25/03/2014
PE38	CD	0003	200	0003	300	4.90	5.70	25/03/2014
PE38	CD	0003	300	0003	400	4.50	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0003	400	0003	500	4.80	3.90	25/03/2014
PE38	CD	0003	500	0003	600	4.60	3.90	25/03/2014
PE38	CD	0003	600	0003	700	4.10	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0003	700	0003	800	4.20	4.00	25/03/2014
PE38	CD	0003	800	0003	900	3.70	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0003	900	0004	0	4.10	4.30	25/03/2014
PE38	CD	0004	0	0004	100	Curva	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0004	100	0004	200	Curva	3.90	25/03/2014
PE38	CD	0004	200	0004	300	4.30	4.30	25/03/2014
PE38	CD	0004	300	0004	400	4.40	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0004	400	0004	500	4.00	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0004	500	0004	600	4.20	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0004	600	0004	700	3.80	4.50	25/03/2014
PE38	CD	0004	700	0004	800	4.30	4.50	25/03/2014
PE38	CD	0004	800	0004	900	3.90	4.60	25/03/2014
PE38	CD	0004	900	0005	0	3.60	4.20	25/03/2014
PE38	CD	0005	0	0005	100	5.60	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0005	100	0005	200	3.80	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0005	200	0005	300	3.80	4.60	25/03/2014
PE38	CD	0005	300	0005	400	4.60	4.10	25/03/2014
PE38	CD	0005	400	0005	500	3.30	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0005	500	0005	600	3.30	3.40	25/03/2014
PE38	CD	0005	600	0005	700	3.30	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0005	700	0005	800	3.10	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0005	800	0005	900	2.80	3.10	25/03/2014

PE38	CD	0005	900	0006	0	2.20	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0006	0	0006	100	2.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0006	100	0006	200	2.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0006	200	0006	300	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0006	300	0006	400	2.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0006	400	0006	500	3.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0006	500	0006	600	3.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0006	600	0006	700	2.10	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0006	700	0006	800	1.70	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0006	800	0006	900	1.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0006	900	0007	0	2.10	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0007	0	0007	100	1.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0007	100	0007	200	2.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0007	200	0007	300	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0007	300	0007	400	2.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0007	400	0007	500	2.20	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0007	500	0007	600	2.00	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0007	600	0007	700	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0007	700	0007	800	1.90	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0007	800	0007	900	2.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0007	900	0008	0	1.80	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0008	0	0008	100	2.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0008	100	0008	200	2.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0008	200	0008	300	2.00	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0008	300	0008	400	2.60	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0008	400	0008	500	2.20	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0008	500	0008	600	1.80	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0008	600	0008	700	2.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0008	700	0008	800	2.20	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0008	800	0008	900	1.40	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0008	900	0009	0	1.60	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0009	0	0009	100	1.50	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0009	100	0009	200	1.30	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0009	200	0009	300	2.70	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0009	300	0009	400	2.40	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0009	400	0009	500	1.80	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0009	500	0009	600	2.30	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0009	600	0009	700	1.80	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0009	700	0009	800	1.70	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0009	800	0009	900	4.00	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0009	900	0010	0	1.90	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0010	0	0010	100	2.00	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0010	100	0010	200	2.20	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0010	200	0010	300	1.60	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0010	300	0010	400	2.30	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0010	400	0010	500	1.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0010	500	0010	600	1.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0010	600	0010	700	1.50	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0010	700	0010	800	1.00	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0010	800	0010	900	1.00	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0010	900	0011	0	1.60	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0011	0	0011	100	1.20	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0011	100	0011	200	1.50	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0011	200	0011	300	1.10	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0011	300	0011	400	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0011	400	0011	500	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0011	500	0011	600	1.90	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0011	600	0011	700	1.70	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0011	700	0011	800	1.50	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0011	800	0011	900	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0011	900	0012	0	1.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0012	0	0012	100	1.40	1.60	25/03/2014

PE38	CD	0012	100	0012	200	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0012	200	0012	300	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0012	300	0012	400	1.50	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0012	400	0012	500	1.80	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0012	500	0012	600	1.80	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0012	600	0012	700	1.20	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0012	700	0012	800	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0012	800	0012	900	1.40	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0012	900	0013	0	1.30	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0013	0	0013	100	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0013	100	0013	200	1.00	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0013	200	0013	300	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0013	300	0013	400	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0013	400	0013	500	1.40	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0013	500	0013	600	1.60	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0013	600	0013	700	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0013	700	0013	800	2.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0013	800	0013	900	1.90	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0013	900	0014	0	1.50	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0014	0	0014	100	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0014	100	0014	200	1.80	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0014	200	0014	300	1.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0014	300	0014	400	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0014	400	0014	500	2.20	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0014	500	0014	600	1.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0014	600	0014	700	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0014	700	0014	800	2.70	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0014	800	0014	900	2.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0014	900	0015	0	2.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0015	0	0015	100	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0015	100	0015	200	2.10	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0015	200	0015	300	1.90	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0015	300	0015	400	2.10	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0015	400	0015	500	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0015	500	0015	600	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0015	600	0015	700	1.70	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0015	700	0015	800	1.30	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0015	800	0015	900	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0015	900	0016	0	2.00	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0016	0	0016	100	2.10	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0016	100	0016	200	2.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0016	200	0016	300	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0016	300	0016	400	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0016	400	0016	500	2.00	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0016	500	0016	600	2.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0016	600	0016	700	1.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0016	700	0016	800	2.20	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0016	800	0016	900	1.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0016	900	0017	0	2.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0017	0	0017	100	2.20	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0017	100	0017	200	3.00	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0017	200	0017	300	2.90	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0017	300	0017	400	1.90	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0017	400	0017	500	1.70	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0017	500	0017	600	2.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0017	600	0017	700	1.70	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0017	700	0017	800	2.30	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0017	800	0017	900	3.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0017	900	0018	0	2.40	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0018	0	0018	100	1.70	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0018	100	0018	200	1.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0018	200	0018	300	1.90	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0018	300	0018	400	1.50	1.80	25/03/2014

PE38	CD	0018	400	0018	500	1.70	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0018	500	0018	600	2.10	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0018	600	0018	700	1.80	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0018	700	0018	800	1.70	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0018	800	0018	900	1.70	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0018	900	0019	0	1.90	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0019	0	0019	100	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0019	100	0019	200	1.80	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0019	200	0019	300	1.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0019	300	0019	400	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0019	400	0019	500	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0019	500	0019	600	1.50	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0019	600	0019	700	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0019	700	0019	800	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0019	800	0019	900	1.80	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0019	900	0020	0	2.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0020	0	0020	100	2.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0020	100	0020	200	2.50	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0020	200	0020	300	2.30	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0020	300	0020	400	2.10	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0020	400	0020	500	2.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0020	500	0020	600	1.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0020	600	0020	700	2.20	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0020	700	0020	800	2.00	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0020	800	0020	900	1.40	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0020	900	0021	0	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0021	0	0021	100	1.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0021	100	0021	200	2.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0021	200	0021	300	1.70	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0021	300	0021	400	1.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0021	400	0021	500	1.70	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0021	500	0021	600	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0021	600	0021	700	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0021	700	0021	800	2.90	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0021	800	0021	900	3.80	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0021	900	0022	0	1.80	4.20	25/03/2014
PE38	CD	0022	0	0022	100	1.80	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0022	100	0022	200	1.90	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0022	200	0022	300	2.20	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0022	300	0022	400	2.40	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0022	400	0022	500	2.10	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0022	500	0022	600	1.80	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0022	600	0022	700	2.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0022	700	0022	800	1.90	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0022	800	0022	900	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0022	900	0023	0	5.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0023	0	0023	100	4.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0023	100	0023	200	2.90	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0023	200	0023	300	2.00	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0023	300	0023	400	1.90	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0023	400	0023	500	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0023	500	0023	600	1.80	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0023	600	0023	700	2.70	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0023	700	0023	800	2.80	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0023	800	0023	900	3.00	4.00	25/03/2014
PE38	CD	0023	900	0024	0	2.30	3.40	25/03/2014
PE38	CD	0024	0	0024	100	1.70	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0024	100	0024	200	3.90	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0024	200	0024	300	2.10	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0024	300	0024	400	3.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0024	400	0024	500	1.70	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0024	500	0024	600	2.50	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0024	600	0024	700	2.20	1.90	25/03/2014

PE38	CD	0024	700	0024	800	1.60	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0024	800	0024	900	1.60	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0024	900	0025	0	1.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0025	0	0025	100	2.20	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0025	100	0025	200	2.40	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0025	200	0025	300	2.80	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0025	300	0025	400	2.10	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0025	400	0025	500	2.40	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0025	500	0025	600	1.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0025	600	0025	700	2.30	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0025	700	0025	800	2.40	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0025	800	0025	900	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0025	900	0026	0	1.30	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0026	0	0026	100	1.50	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0026	100	0026	200	2.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0026	200	0026	300	2.00	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0026	300	0026	400	1.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0026	400	0026	500	1.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0026	500	0026	600	1.10	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0026	600	0026	700	1.40	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0026	700	0026	800	1.30	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0026	800	0026	900	2.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0026	900	0027	0	2.50	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0027	0	0027	100	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0027	100	0027	200	1.80	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0027	200	0027	300	1.80	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0027	300	0027	400	1.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0027	400	0027	500	1.70	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0027	500	0027	600	2.10	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0027	600	0027	700	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0027	700	0027	800	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0027	800	0027	900	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0027	900	0028	0	1.90	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0028	0	0028	100	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0028	100	0028	200	1.90	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0028	200	0028	300	1.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0028	300	0028	400	2.50	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0028	400	0028	500	2.10	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0028	500	0028	600	1.70	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0028	600	0028	700	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0028	700	0028	800	2.00	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0028	800	0028	900	1.60	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0028	900	0029	0	2.60	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0029	0	0029	100	2.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0029	100	0029	200	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0029	200	0029	300	3.80	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0029	300	0029	400	2.00	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0029	400	0029	500	1.80	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0029	500	0029	600	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0029	600	0029	700	2.10	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0029	700	0029	800	1.70	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0029	800	0029	900	2.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0029	900	0030	0	1.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0030	0	0030	100	1.70	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0030	100	0030	200	1.70	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0030	200	0030	300	1.70	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0030	300	0030	400	1.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0030	400	0030	500	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0030	500	0030	600	1.30	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0030	600	0030	700	2.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0030	700	0030	800	1.70	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0030	800	0030	900	1.80	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0030	900	0031	0	1.80	1.60	25/03/2014

PE38	CD	0031	0	0031	100	1.70	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0031	100	0031	200	1.60	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0031	200	0031	300	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0031	300	0031	400	1.50	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0031	400	0031	500	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0031	500	0031	600	2.00	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0031	600	0031	700	1.50	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0031	700	0031	800	1.60	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0031	800	0031	900	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0031	900	0032	0	1.80	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0032	0	0032	100	1.20	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0032	100	0032	200	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0032	200	0032	300	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0032	300	0032	400	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0032	400	0032	500	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0032	500	0032	600	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0032	600	0032	700	1.20	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0032	700	0032	800	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0032	800	0032	900	1.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0032	900	0033	0	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0033	0	0033	100	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0033	100	0033	200	1.30	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0033	200	0033	300	2.90	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0033	300	0033	400	2.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0033	400	0033	500	2.00	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0033	500	0033	600	1.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0033	600	0033	700	2.40	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0033	700	0033	800	Badén	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0033	800	0033	900	1.70	Badén	25/03/2014
PE38	CD	0033	900	0034	0	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0034	0	0034	100	1.80	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0034	100	0034	200	1.30	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0034	200	0034	300	2.50	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0034	300	0034	400	3.90	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0034	400	0034	500	2.20	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0034	500	0034	600	1.80	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0034	600	0034	700	2.90	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0034	700	0034	800	Curva en U	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0034	800	0034	900	2.90	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0034	900	0035	0	1.80	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0035	0	0035	100	1.90	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0035	100	0035	200	1.90	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0035	200	0035	300	1.70	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0035	300	0035	400	2.40	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0035	400	0035	500	2.20	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0035	500	0035	600	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0035	600	0035	700	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0035	700	0035	800	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0035	800	0035	900	2.60	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0035	900	0036	0	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0036	0	0036	100	1.50	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0036	100	0036	200	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0036	200	0036	300	2.10	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0036	300	0036	400	2.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0036	400	0036	500	Curva en U	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0036	500	0036	600	3.20	Curva	25/03/2014
PE38	CD	0036	600	0036	700	Veloc. Lenta	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0036	700	0036	800	Veloc. Lenta	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0036	800	0036	900	2.60	4.10	25/03/2014
PE38	CD	0036	900	0037	0	1.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0037	0	0037	100	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0037	100	0037	200	3.70	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0037	200	0037	300	3.20	3.80	25/03/2014

PE38	CD	0037	300	0037	400	2.50	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0037	400	0037	500	2.60	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0037	500	0037	600	3.60	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0037	600	0037	700	3.00	4.50	25/03/2014
PE38	CD	0037	700	0037	800	2.80	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0037	800	0037	900	2.60	3.90	25/03/2014
PE38	CD	0037	900	0038	0	2.40	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0038	0	0038	100	2.10	4.80	25/03/2014
PE38	CD	0038	100	0038	200	2.40	4.20	25/03/2014
PE38	CD	0038	200	0038	300	2.70	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0038	300	0038	400	Badén	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0038	400	0038	500	3.00	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0038	500	0038	600	3.10	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0038	600	0038	700	2.20	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0038	700	0038	800	1.50	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0038	800	0038	900	1.60	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0038	900	0039	0	2.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0039	0	0039	100	1.90	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0039	100	0039	200	1.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0039	200	0039	300	1.80	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0039	300	0039	400	1.70	3.40	25/03/2014
PE38	CD	0039	400	0039	500	1.90	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0039	500	0039	600	2.30	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0039	600	0039	700	1.90	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0039	700	0039	800	1.40	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0039	800	0039	900	2.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0039	900	0040	0	4.20	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0040	0	0040	100	3.40	5.00	25/03/2014
PE38	CD	0040	100	0040	200	1.80	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0040	200	0040	300	2.40	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0040	300	0040	400	2.50	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0040	400	0040	500	1.50	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0040	500	0040	600	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0040	600	0040	700	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0040	700	0040	800	1.50	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0040	800	0040	900	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0040	900	0041	0	1.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0041	0	0041	100	2.10	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0041	100	0041	200	1.70	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0041	200	0041	300	2.20	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0041	300	0041	400	1.90	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0041	400	0041	500	2.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0041	500	0041	600	1.70	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0041	600	0041	700	1.90	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0041	700	0041	800	1.60	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0041	800	0041	900	1.20	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0041	900	0042	0	3.60	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0042	0	0042	100	1.30	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0042	100	0042	200	1.80	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0042	200	0042	300	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0042	300	0042	400	1.80	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0042	400	0042	500	3.30	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0042	500	0042	600	2.30	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0042	600	0042	700	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0042	700	0042	800	2.90	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0042	800	0042	900	1.70	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0042	900	0043	0	2.10	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0043	0	0043	100	2.10	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0043	100	0043	200	2.30	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0043	200	0043	300	1.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0043	300	0043	400	2.90	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0043	400	0043	500	Badén	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0043	500	0043	600	Veloc. Lenta	Veloc. Lenta	25/03/2014

PE38	CD	0043	600	0043	700	Puente	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0043	700	0043	800	3.80	Puente	25/03/2014
PE38	CD	0043	800	0043	900	2.70	Puente	25/03/2014
PE38	CD	0043	900	0044	0	1.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0044	0	0044	100	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0044	100	0044	200	1.40	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0044	200	0044	300	1.60	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0044	300	0044	400	1.20	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0044	400	0044	500	1.70	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0044	500	0044	600	1.20	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0044	600	0044	700	0.90	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0044	700	0044	800	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0044	800	0044	900	1.30	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0044	900	0045	0	1.70	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0045	0	0045	100	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0045	100	0045	200	1.30	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0045	200	0045	300	1.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0045	300	0045	400	1.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0045	400	0045	500	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0045	500	0045	600	1.80	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0045	600	0045	700	2.40	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0045	700	0045	800	2.40	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0045	800	0045	900	1.80	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0045	900	0046	0	2.10	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0046	0	0046	100	2.40	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0046	100	0046	200	1.50	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0046	200	0046	300	1.40	1.00	25/03/2014
PE38	CD	0046	300	0046	400	1.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0046	400	0046	500	1.50	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0046	500	0046	600	1.30	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0046	600	0046	700	1.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0046	700	0046	800	1.70	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0046	800	0046	900	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0046	900	0047	0	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0047	0	0047	100	1.50	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0047	100	0047	200	1.30	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0047	200	0047	300	1.10	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0047	300	0047	400	1.10	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0047	400	0047	500	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0047	500	0047	600	1.70	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0047	600	0047	700	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0047	700	0047	800	1.50	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0047	800	0047	900	1.20	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0047	900	0048	0	1.60	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0048	0	0048	100	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0048	100	0048	200	2.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0048	200	0048	300	2.10	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0048	300	0048	400	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0048	400	0048	500	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0048	500	0048	600	2.40	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0048	600	0048	700	1.80	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0048	700	0048	800	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0048	800	0048	900	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0048	900	0049	0	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0049	0	0049	100	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0049	100	0049	200	1.90	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0049	200	0049	300	3.20	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0049	300	0049	400	Puente	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0049	400	0049	500	Curva y Pontón	Puente	25/03/2014
PE38	CD	0049	500	0049	600	Curva	Puente	25/03/2014
PE38	CD	0049	600	0049	700	2.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0049	700	0049	800	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0049	800	0049	900	Curva en U	Curva en U	25/03/2014

PE38	CD	0049	900	0050	0	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	0	0050	100	2.70	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0050	100	0050	200	Curva en U	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0050	200	0050	300	Curva en U	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0050	300	0050	400	Curva Pronunciada	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0050	400	0050	500	Veloc. Lenta	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	500	0050	600	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	600	0050	700	Curva en U	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0050	700	0050	800	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	800	0050	900	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	900	0051	0	1.50	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	0	0051	100	Curva en U	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0051	100	0051	200	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	200	0051	300	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	300	0051	400	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	400	0051	500	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	500	0050	0	2.20	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	0	0050	100	Curva en U	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0050	100	0050	200	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	200	0050	300	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	300	0050	400	3.60	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	400	0050	500	5.10	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0050	500	0050	600	4.80	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0050	600	0050	700	3.80	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0050	700	0050	800	Curva en U	3.40	25/03/2014
PE38	CD	0050	800	0050	900	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0050	900	0051	0	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	0	0051	100	4.60	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	100	0051	200	Curva en U	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0051	200	0051	300	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	300	0051	400	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	400	0051	500	2.30	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0051	500	0051	600	2.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0051	600	0051	700	2.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0051	700	0051	800	2.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0051	800	0051	900	2.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0051	900	0052	0	3.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0052	0	0052	100	2.00	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0052	100	0052	200	2.30	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0052	200	0052	300	1.90	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0052	300	0052	400	2.30	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0052	400	0052	500	4.20	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0052	500	0052	600	2.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0052	600	0052	700	2.50	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0052	700	0052	800	1.90	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0052	800	0052	900	2.20	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0052	900	0053	0	2.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0053	0	0053	100	1.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0053	100	0053	200	1.80	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0053	200	0053	300	2.20	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0053	300	0053	400	2.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0053	400	0053	500	1.60	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0053	500	0053	600	2.30	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0053	600	0053	700	2.40	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0053	700	0053	800	2.30	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0053	800	0053	900	2.60	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0053	900	0054	0	2.60	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0054	0	0054	100	3.20	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0054	100	0054	200	3.30	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0054	200	0054	300	2.60	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0054	300	0054	400	2.10	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0054	400	0054	500	3.40	2.60	25/03/2014

PE38	CD	0054	500	0054	600	2.00	3.80	25/03/2014
PE38	CD	0054	600	0054	700	3.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0054	700	0054	800	2.80	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0054	800	0054	900	2.10	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0054	900	0055	0	2.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0055	0	0055	100	2.40	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0055	100	0055	200	2.20	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0055	200	0055	300	3.20	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0055	300	0055	400	2.40	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0055	400	0055	500	2.70	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0055	500	0055	600	1.80	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0055	600	0055	700	2.60	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0055	700	0055	800	2.30	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0055	800	0055	900	2.70	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0055	900	0056	0	3.10	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0056	0	0056	100	2.20	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0056	100	0056	200	2.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0056	200	0056	300	2.70	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0056	300	0056	400	2.10	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0056	400	0056	500	2.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0056	500	0056	600	1.70	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0056	600	0056	700	2.40	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0056	700	0056	800	2.50	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0056	800	0056	900	2.90	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0056	900	0057	0	1.60	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0057	0	0057	100	2.80	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0057	100	0057	200	2.30	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0057	200	0057	300	2.90	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0057	300	0057	400	3.60	3.40	25/03/2014
PE38	CD	0057	400	0057	500	2.10	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0057	500	0057	600	3.00	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0057	600	0057	700	2.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0057	700	0057	800	1.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0057	800	0057	900	1.30	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0057	900	0058	0	2.40	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0058	0	0058	100	1.20	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0058	100	0058	200	1.90	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0058	200	0058	300	2.10	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0058	300	0058	400	1.30	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0058	400	0058	500	1.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0058	500	0058	600	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0058	600	0058	700	1.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0058	700	0058	800	1.50	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0058	800	0058	900	1.60	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0058	900	0059	0	1.70	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0059	0	0059	100	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0059	100	0059	200	2.20	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0059	200	0059	300	1.50	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0059	300	0059	400	1.10	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0059	400	0059	500	1.60	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0059	500	0059	600	1.20	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0059	600	0059	700	1.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0059	700	0059	800	1.30	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0059	800	0059	900	2.40	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0059	900	0060	0	2.00	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0060	0	0060	100	1.70	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0060	100	0060	200	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0060	200	0060	300	1.50	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0060	300	0060	400	2.20	1.00	25/03/2014
PE38	CD	0060	400	0060	500	1.90	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0060	500	0060	600	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0060	600	0060	700	1.70	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0060	700	0060	800	1.70	1.50	25/03/2014

PE38	CD	0060	800	0060	900	1.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0060	900	0061	0	1.60	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0061	0	0061	100	1.20	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0061	100	0061	200	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0061	200	0061	300	1.20	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0061	300	0061	400	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0061	400	0061	500	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0061	500	0061	600	1.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0061	600	0061	700	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0061	700	0061	800	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0061	800	0061	900	1.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0061	900	0062	0	1.30	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0062	0	0062	100	1.30	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0062	100	0062	200	1.60	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0062	200	0062	300	1.30	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0062	300	0062	400	1.90	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0062	400	0062	500	2.30	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0062	500	0062	600	1.90	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0062	600	0062	700	2.70	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0062	700	0062	800	2.10	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0062	800	0062	900	1.70	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0062	900	0063	0	2.40	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0063	0	0063	100	1.60	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0063	100	0063	200	2.30	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0063	200	0063	300	1.70	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0063	300	0063	400	Curva	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0063	400	0063	500	Curva Pronunciada	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0063	500	0063	600	Curva en U	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0063	600	0063	700	1.50	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0063	700	0063	800	2.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0063	800	0063	900	1.70	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0063	900	0064	0	1.20	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0064	0	0064	100	1.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0064	100	0064	200	1.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0064	200	0064	300	1.00	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0064	300	0064	400	1.40	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0064	400	0064	500	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0064	500	0064	600	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0064	600	0064	700	1.50	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0064	700	0064	800	2.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0064	800	0064	900	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0064	900	0065	0	1.50	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0065	0	0065	100	Veloc. Lenta	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0065	100	0065	200	2.70	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0065	200	0065	300	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0065	300	0065	400	3.90	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0065	400	0065	500	Curva en U	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0065	500	0065	600	3.40	3.10	25/03/2014
PE38	CD	0065	600	0065	700	3.70	4.00	25/03/2014
PE38	CD	0065	700	0065	800	3.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0065	800	0065	900	4.50	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0065	900	0066	0	1.60	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0066	0	0066	100	1.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0066	100	0066	200	1.60	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0066	200	0066	300	2.40	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0066	300	0066	400	1.40	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0066	400	0066	500	2.00	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0066	500	0066	600	1.30	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0066	600	0066	700	1.40	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0066	700	0066	800	3.50	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0066	800	0066	900	1.70	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0066	900	0067	0	4.40	1.60	25/03/2014

PE38	CD	0067	0	0067	100	1.10	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0067	100	0067	200	2.00	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0067	200	0067	300	2.60	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0067	300	0067	400	1.50	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0067	400	0067	500	2.70	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0067	500	0067	600	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0067	600	0067	700	1.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0067	700	0067	800	2.70	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0067	800	0067	900	2.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0067	900	0068	0	2.50	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0068	0	0068	100	1.50	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0068	100	0068	200	4.20	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0068	200	0068	300	2.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0068	300	0068	400	1.80	4.00	25/03/2014
PE38	CD	0068	400	0068	500	1.90	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0068	500	0068	600	Curva en U	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0068	600	0068	700	3.40	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0068	700	0068	800	1.10	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0068	800	0068	900	1.20	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0068	900	0069	0	1.90	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0069	0	0069	100	1.60	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0069	100	0069	200	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0069	200	0069	300	1.50	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0069	300	0069	400	1.10	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0069	400	0069	500	1.20	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0069	500	0069	600	1.30	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0069	600	0069	700	2.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0069	700	0069	800	2.00	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0069	800	0069	900	2.40	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0069	900	0070	0	2.90	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0070	0	0070	100	2.40	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0070	100	0070	200	2.50	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0070	200	0070	300	2.80	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0070	300	0070	400	Veloc. Lenta	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0070	400	0070	500	1.40	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0070	500	0070	600	1.20	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0070	600	0070	700	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0070	700	0070	800	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0070	800	0070	900	1.40	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0070	900	0071	0	1.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0071	0	0071	100	1.20	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0071	100	0071	200	1.10	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0071	200	0071	300	3.80	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0071	300	0071	400	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0071	400	0071	500	Curva en U	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0071	500	0071	600	Curva en U	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0071	600	0071	700	2.20	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0071	700	0071	800	1.90	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0071	800	0071	900	1.40	0.90	25/03/2014
PE38	CD	0071	900	0072	0	1.30	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0072	0	0072	100	1.30	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0072	100	0072	200	2.10	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0072	200	0072	300	0.90	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0072	300	0072	400	1.70	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0072	400	0072	500	1.40	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0072	500	0072	600	1.80	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0072	600	0072	700	2.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0072	700	0072	800	1.60	1.00	25/03/2014
PE38	CD	0072	800	0072	900	1.20	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0072	900	0073	0	1.10	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0073	0	0073	100	1.50	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0073	100	0073	200	1.50	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0073	200	0073	300	Curva en U	2.80	25/03/2014

PE38	CD	0073	300	0073	400	3.10	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0073	400	0073	500	2.50	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0073	500	0073	600	1.50	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0073	600	0073	700	1.30	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0073	700	0073	800	Curva en U	Giba	25/03/2014
PE38	CD	0073	800	0073	900	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0073	900	0074	0	Curva en U	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0074	0	0074	100	Curva en U	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0074	100	0074	200	1.60	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0074	200	0074	300	1.20	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0074	300	0074	400	1.90	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0074	400	0074	500	2.40	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0074	500	0074	600	2.40	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0074	600	0074	700	2.40	3.30	25/03/2014
PE38	CD	0074	700	0074	800	1.70	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0074	800	0074	900	1.60	3.70	25/03/2014
PE38	CD	0074	900	0075	0	2.70	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0075	0	0075	100	3.20	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0075	100	0075	200	Veloc. Lenta	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0075	200	0075	300	2.40	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0075	300	0075	400	2.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0075	400	0075	500	1.90	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0075	500	0075	600	2.80	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0075	600	0075	700	4.00	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0075	700	0075	800	1.00	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0075	800	0075	900	Curva en U	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0075	900	0076	0	Curva en U	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0076	0	0076	100	2.30	2.70	25/03/2014
PE38	CD	0076	100	0076	200	1.50	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0076	200	0076	300	Curva y Pontón	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0076	300	0076	400	Curva y Pontón	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0076	400	0076	500	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0076	500	0076	600	1.10	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0076	600	0076	700	1.70	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0076	700	0076	800	2.80	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0076	800	0076	900	Curva en U	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0076	900	0077	0	3.20	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0077	0	0077	100	2.20	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0077	100	0077	200	3.90	2.80	25/03/2014
PE38	CD	0077	200	0077	300	2.80	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0077	300	0077	400	3.80	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0077	400	0077	500	2.90	3.60	25/03/2014
PE38	CD	0077	500	0077	600	2.70	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0077	600	0077	700	3.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0077	700	0077	800	2.20	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0077	800	0077	900	2.10	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0077	900	0078	0	2.50	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0078	100	0078	200	3.80	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0078	200	0078	300	3.40	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0078	300	0078	400	3.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0078	400	0078	500	2.30	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0078	500	0078	600	2.50	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0078	600	0078	700	3.10	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0078	700	0078	800	3.20	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0078	800	0078	900	2.70	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0078	900	0079	0	Curva en U	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0079	0	0079	100	Curva en U	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0079	100	0079	200	2.60	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0079	200	0079	300	Veloc. Lenta	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0079	300	0079	400	3.80	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0079	400	0079	500	2.40	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0079	500	0079	600	1.70	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0079	600	0079	700	Veloc. Lenta	1.50	25/03/2014

PE38	CD	0079	700	0079	800	2.70	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0079	800	0079	900	3.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0079	900	0080	0	3.60	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0080	0	0080	100	2.00	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0080	100	0080	200	2.00	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0080	200	0080	300	2.00	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0080	300	0080	400	Veloc. Lenta	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0080	400	0080	500	2.10	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0080	500	0080	600	3.20	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0080	600	0080	700	2.90	3.00	25/03/2014
PE38	CD	0080	700	0080	800	4.60	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0080	800	0080	900	3.90	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0080	900	0081	0	2.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0081	0	0081	100	4.80	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0081	100	0081	200	2.40	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0081	200	0081	300	1.90	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0081	300	0081	400	1.50	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0081	400	0081	500	1.60	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0081	500	0081	600	1.70	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0081	600	0081	700	3.50	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0081	700	0081	800	2.00	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0081	800	0081	900	1.60	1.10	25/03/2014
PE38	CD	0081	900	0082	0	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0082	0	0082	100	1.20	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0082	100	0082	200	2.00	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0082	200	0082	300	3.10	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0082	300	0082	400	1.90	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0082	400	0082	500	1.70	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0082	500	0082	600	1.60	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0082	600	0082	700	3.00	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0082	700	0082	800	4.90	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0082	800	0082	900	2.00	2.20	25/03/2014
PE38	CD	0082	900	0083	0	1.00	2.40	25/03/2014
PE38	CD	0083	0	0083	100	1.20	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0083	100	0083	200	1.70	2.60	25/03/2014
PE38	CD	0083	200	0083	300	1.60	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0083	300	0083	400	Curva en U	2.10	25/03/2014
PE38	CD	0083	400	0083	500	3.80	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0083	500	0083	600	1.70	1.90	25/03/2014
PE38	CD	0083	600	0083	700	1.50	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0083	700	0083	800	3.70	Curva en U	25/03/2014
PE38	CD	0083	800	0083	900	Curva en U	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0083	900	0084	0	4.00	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0084	0	0084	100	1.30	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0084	100	0084	200	2.00	3.50	25/03/2014
PE38	CD	0084	200	0084	300	3.20	1.50	25/03/2014
PE38	CD	0084	300	0084	400	3.30	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0084	400	0084	500	2.40	1.20	25/03/2014
PE38	CD	0084	500	0084	600	1.20	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0084	600	0084	700	1.70	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0084	700	0084	800	1.10	2.30	25/03/2014
PE38	CD	0084	800	0084	900	1.30	1.70	25/03/2014
PE38	CD	0084	900	0085	0	1.30	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0085	0	0085	100	2.60	3.20	25/03/2014
PE38	CD	0085	100	0085	200	2.80	Veloc. Lenta	25/03/2014
PE38	CD	0085	200	0085	300	2.80	2.90	25/03/2014
PE38	CD	0085	300	0085	400	1.60	1.40	25/03/2014
PE38	CD	0085	400	0085	500	2.00	1.60	25/03/2014
PE38	CD	0085	500	0085	600	1.60	1.80	25/03/2014
PE38	CD	0085	600	0085	700	3.90	2.00	25/03/2014
PE38	CD	0085	700	0085	800	2.20	1.30	25/03/2014
PE38	CD	0085	800	0085	900	3.70	2.50	25/03/2014
PE38	CD	0085	900	0086	0	3.00	3.00	25/03/2014

## Anexo 3 Certificado del Equipo RUGOSIMETRO III



2 July 2009

**ARRB Group Ltd**  
ABN 68 004 620 651  
500 Burwood Highway  
Vermont South VIC 3133  
Australia  
P: +61 3 9881 1555  
F: +61 3 9887 8104  
info@arrb.com.au  
www.arrb.com.au

### CALIBRATION AND ACCURACY STATEMENT

#### ROUGHOMETER III

The Roughometer III is a device designed to measure the true profile of any road surface.

The type of vehicle, weight of the vehicle and the characteristics of the suspension components have very little influence on the performance of system.

The Roughometer measures the true road profile using an electronic accelerometer mounted on the axle. This profile is then fed into the same IRI algorithm used by a laser profiler. Consequently it is a true measure of IRI and not an experimental correlation.

#### SPECIFICATIONS

ACCURACY (Roughness): IRI correlates to better than +/- 0.5 IRI of true IRI  
(when operated within design parameters)

RESOLUTION: 0.1 IRI

SURVEY SPEED: 40 to 60 km/h

ACCURACY (Distance): Better than 0.1% (with DMI distance sensor)

#### ACCURACY

ARRB Group is an Australian government authority specializing in public interest road research. ARRB has a fully certified NATA laboratory and has designed, tested and calibrated the Roughometer III against ASTM E950 Class I laser profiler systems under various road conditions.

The stated accuracy is guaranteed to be met when:

- The system is operated within the design parameters as stated in the User Manual
- The Distance Measuring Device (DMI) is calibrated at the recommended intervals
- The Roughness Sensor (accelerometer) is calibrated prior to installation in the vehicle and re-calibrated by the user every 12 months thereafter

#### CALIBRATION

Before installing the Roughometer on a vehicle, it is necessary to calibrate the devices that collect the survey data. Calibration is carried out in the vehicle and is performed by the customer. The software provided contains the required procedures and the calibration standards are described below.

Note: There is no requirement for the system to be calibrated and serviced periodically by a certified laboratory or by the ARRB group.

There are no adjustments available for the Roughometer sensors. All sensitivity and adjustment factors are calculated and recorded during the calibration process. These factors are then used by the software when calculating and reporting Road Roughness.

ARRB has designed the system to meet the accuracy specification stated for the life of the product, provided the regular calibration procedures are performed by the customer,

### Accelerometer calibration

The roughness sensor must be calibrated by the customer (as described in the manual) prior to mounting on the vehicle. It is recommended that the calibration is repeated annually by the customer, to allow for drift of the electronics over time. There are no mechanical moving parts and no adjustments required to perform an accurate calibration of the sensor. The calibration standard or reference is the earth's gravity (1g). Each sensor has been pre-tested and calibrated prior to despatch from ARRB's factory and is guaranteed to be within design parameters. However, the calibration procedure outlined in the manual and below must be performed to compensate for variations in altitude and gravity of where the system is to be operated.

The roughness sensor is sensitive to vertical motion. When correctly installed, it will accurately measure the vertical motion induced by the road surface profile as the vehicle is driven along the road. Calibration of the roughness sensor involves measuring the output from the sensor in both the normal and inverted orientations.

1. Hold the sensor against a vertical surface with the sensor arrow pointing downward (0 degrees position)
2. The output from the sensor is continuously measured and displayed. Adjust the sensor's vertical alignment (small movements) to achieve the maximum output voltage reading. The calibration value will vary from unit to unit but should be around 2.3 V. If the 'new' value differs greatly from the 'old' value or is greater than 3.5 or less than 2.0, repeat the procedure.
3. Rotate the sensor 180 degrees. The display will change to show the sensor output voltage. The displayed voltage in this position will be less than the voltage displayed for the 0 degrees position. Adjust the sensor's vertical alignment to achieve the minimum output voltage reading. Typically 1.6 V.

### Distance calibration (DMI Sensor)

The distance calibration requires a straight track which has been accurately measured and marked. The track can be from 100 metres to 1000 metres in length. A greater length of track will produce a more accurate calibration. 0.1% accuracy is achieved when the measured track is 1000 metres. Consistent tyre pressures must be maintained when the system is being used.

It is recommended that the distance calibration is performed twice a year to allow for wear of the tyres. If the tyre is changed, or the system is installed on a different vehicle the calibration must be redone.

The accuracy of the calibration is totally dependent on how accurately the track has been measured and marked.

### Verification of Calibration

The operator of the Roughometer is responsible for the calibrations and should be able to produce a log book or history sheet detailing the times and dates of the most recent calibrations. The latest calibration factors should also be recorded. Details of the equipment and procedure used to measure and mark the distance calibration should also be recorded.

Yours Faithfully



Roland Leschinski  
Chief Engineer  
ARRB Group



ARRB Group Ltd  
ACN204 620 891  
508 Burwood Highway  
Vermont South  
Victoria 3133 Australia  
Tel: 9881 1555  
Fax: 9887 8104  
Int. Tel: +61 3 9881 1555  
Int. Fax: +61 3 9887 8104  
Email: [info@arb.com.au](mailto:info@arb.com.au)  
Internet: [www.arb.com.au](http://www.arb.com.au)

### CERTIFICATE OF WARRANTY - NEW EQUIPMENT

Date of shipment : January 2011

For Warranty Conditions see back of this document.

Customer name : Concar S. A., Peru

Job reference number : Sales Order 84675

Software / Version supplied : V3.0.2.1 (on hand controller)

(Equipment) User manual(s) supplied : UM-RM3-USR 24/11/2009

Equipment Configuration		
Component Type Number	Component Description	Serial Number
11020.C	Roughometer Controller Assembly	348
11040.C	Roughometer Accelerometer Assembly	448
11050.C	Roughometer Interface Assembly	313
11114.B	KMI Rotational Transducer Kit	345
11204.A	GPS Add On	157

*Paul A. Davidson 14/1/2011.*

on behalf of ARRB Group Ltd  
Paul A. Davidson  
Production & Service Manager  
Technology Group

on behalf of ARRB Group Ltd (ARRB Distributor)

**Anexo 4**  
Reporte de Deflexiones  
TACNA – TARATA

Fecha: 28 de Marzo 2014

Datos suministrados por PROVIAS NACIONAL

Referencia: Consorcio GyM CONCAR S.A.

No. de Contrato: N° 243-2007-MTC/20

Obra: Servicio de Conservación vial Pte. Camiara-Tacna-La Concordia, Tacna -Tarata, Tacna-Palca e Ilo – Tacna.

Carretera	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Rc	Temperatura del aire	Temperatura Pavimento	Deflexión Benkelman	Fecha
	Código PR	Distancia	Código PR	Distancia												
PE38	0001	500	0001	700	57	40	40	30	30	21	15	115	22	37	46	28/03/2014
PE38	0001	700	0001	900	37	28	28	22	23	16	12	214	22	37	30	28/03/2014
PE38	0001	900	0002	100	45	31	31	22	23	13	9	137	21	37	36	28/03/2014
PE38	0002	100	0002	300	15	10	9	7	7	5	4	405	21	37	12	28/03/2014
PE38	0002	300	0002	500	27	17	17	11	12	7	5	201	21	37	22	28/03/2014
PE38	0002	500	0002	700	20	14	13	10	10	8	6	327	21	45	16	28/03/2014
PE38	0002	700	0002	900	23	17	17	13	13	9	7	333	21	45	19	28/03/2014
PE38	0002	900	0003	100	44	34	35	26	27	18	13	195	21	45	35	28/03/2014
PE38	0003	100	0003	300	59	44	43	33	33	22	16	132	21	45	47	28/03/2014
PE38	0003	300	0003	500	66	46	50	33	37	22	15	98	21	45	53	28/03/2014
PE38	0003	500	0003	700	33	23	23	16	17	10	6	200	21	45	26	28/03/2014
PE38	0003	700	0003	900	38	26	26	18	19	10	6	167	21	45	30	28/03/2014
PE38	0003	900	0004	100	43	32	31	24	24	15	10	182	21	45	34	28/03/2014
PE38	0004	100	0004	300	22	17	16	13	13	10	8	386	21	45	17	28/03/2014
PE38	0004	300	0004	500	26	16	18	10	12	5	3	196	21	45	21	28/03/2014
PE38	0004	500	0004	700	22	16	16	13	13	9	7	342	21	45	18	28/03/2014
PE38	0004	700	0004	900	49	32	34	23	26	16	11	118	21	45	39	28/03/2014
PE38	0004	900	0005	100	38	24	25	17	18	11	7	149	21	45	30	28/03/2014
PE38	0005	100	0005	300	36	24	24	16	17	10	7	165	21	45	29	28/03/2014
PE38	0005	300	0005	500	45	33	34	25	26	18	13	173	21	45	36	28/03/2014
PE38	0005	500	0005	700	39	31	30	25	24	19	15	227	21	45	31	28/03/2014
PE38	0005	700	0005	900	42	33	34	26	28	20	16	213	21	45	34	28/03/2014
PE38	0005	900	0006	100	41	31	31	24	24	18	14	206	21	45	32	28/03/2014
PE38	0006	100	0006	300	56	44	45	35	37	26	20	160	21	45	45	28/03/2014
PE38	0006	300	0006	500	49	37	37	30	31	23	18	181	21	45	39	28/03/2014

PE38	0006	500	0006	700	67	55	55	46	46	35	27	163	21	45	54	28/03/2014
PE38	0006	700	0006	900	34	22	22	15	15	8	6	169	21	45	27	28/03/2014
PE38	0006	900	0007	100	37	25	27	18	20	11	8	165	21	45	30	28/03/2014
PE38	0007	100	0007	300	49	36	38	27	30	20	16	156	21	45	39	28/03/2014
PE38	0007	300	0007	500	33	23	23	16	17	10	7	199	21	45	26	28/03/2014
PE38	0007	500	0007	700	32	24	23	17	18	11	8	226	21	45	26	28/03/2014
PE38	0007	700	0007	900	38	25	27	17	19	11	8	148	21	45	31	28/03/2014
PE38	0007	900	0008	100	27	20	20	16	16	11	8	321	21	45	21	28/03/2014
PE38	0008	100	0008	300	20	14	14	11	11	8	6	371	21	45	16	28/03/2014
PE38	0008	300	0008	500	23	16	16	11	11	7	5	277	21	45	18	28/03/2014
PE38	0008	500	0008	700	27	19	18	13	13	8	6	243	21	45	22	28/03/2014
PE38	0008	700	0008	900	42	29	29	21	21	14	9	159	20	45	33	28/03/2014
PE38	0008	900	0009	100	27	18	18	12	13	8	6	222	20	45	21	28/03/2014
PE38	0009	100	0009	300	39	29	27	21	20	13	8	200	21	45	31	28/03/2014
PE38	0009	300	0009	500	28	21	21	16	17	12	9	265	21	45	23	28/03/2014
PE38	0009	500	0009	700	67	50	51	38	39	25	17	117	21	45	54	28/03/2014
PE38	0009	700	0009	900	88	70	69	57	59	44	35	110	21	45	71	28/03/2014
PE38	0009	900	0010	100	24	17	17	13	13	9	6	313	21	45	19	28/03/2014
PE38	0010	300	0010	500	34	26	26	21	21	15	12	264	21	45	27	28/03/2014
PE38	0010	500	0010	700	25	19	18	14	14	10	8	318	22	45	20	28/03/2014
PE38	0010	700	0010	900	21	15	15	11	11	8	6	347	21	45	17	28/03/2014
PE38	0010	900	0011	100	28	20	19	15	15	10	7	272	22	45	22	28/03/2014
PE38	0011	100	0011	300	29	21	21	16	17	11	9	261	22	45	23	28/03/2014
PE38	0011	300	0011	500	35	25	25	19	20	13	9	207	22	45	28	28/03/2014
PE38	0011	500	0011	700	40	29	28	20	21	13	10	179	22	45	32	28/03/2014
PE38	0011	700	0011	900	31	21	20	15	16	10	7	213	22	45	24	28/03/2014
PE38	0011	900	0012	100	24	18	17	13	13	9	7	350	22	45	19	28/03/2014
PE38	0012	100	0012	300	20	15	15	11	11	7	6	395	23	45	16	28/03/2014
PE38	0012	300	0012	500	18	13	14	10	11	7	6	402	23	45	14	28/03/2014
PE38	0012	500	0012	700	33	24	23	17	18	11	7	209	23	45	27	28/03/2014
PE38	0012	700	0012	900	21	15	15	11	12	8	6	345	23	45	17	28/03/2014
PE38	0012	900	0013	100	40	30	31	23	24	16	12	209	23	45	32	28/03/2014
PE38	0013	100	0013	300	24	17	18	12	13	8	7	281	23	45	19	28/03/2014
PE38	0013	300	0013	500	23	18	17	14	14	11	8	363	24	45	19	28/03/2014
PE38	0013	500	0013	700	27	20	20	14	14	9	7	266	24	45	22	28/03/2014
PE38	0013	700	0013	900	32	24	24	19	19	14	11	267	24	45	25	28/03/2014
PE38	0014	100	0014	300	43	34	33	26	26	18	13	224	24	45	34	28/03/2014
PE38	0014	300	0014	500	30	23	23	18	19	14	11	309	24	45	24	28/03/2014
PE38	0014	500	0014	700	24	17	18	13	14	10	8	303	24	45	19	28/03/2014
PE38	0014	700	0014	900	32	25	25	19	21	14	11	266	24	45	26	28/03/2014
PE38	0014	900	0015	100	14	10	10	7	8	5	4	424	24	45	12	28/03/2014

PE38	0015	100	0015	300	17	13	12	10	9	7	5	507	24	45	14	28/03/2014
PE38	0015	300	0015	500	24	17	18	13	14	8	6	301	24	45	19	28/03/2014
PE38	0015	500	0015	700	17	11	10	7	7	5	4	299	24	45	14	28/03/2014
PE38	0015	700	0015	900	19	14	14	11	11	7	5	387	24	45	15	28/03/2014
PE38	0015	900	0016	100	15	11	11	9	9	7	6	490	24	45	12	28/03/2014
PE38	0016	100	0016	300	10	7	6	5	5	4	3	635	24	45	8	28/03/2014
PE38	0016	300	0016	500	19	14	14	10	11	7	6	350	24	45	15	28/03/2014
PE38	0016	500	0016	700	28	21	22	17	18	13	10	316	24	45	22	28/03/2014
PE38	0016	700	0016	900	37	29	29	22	24	16	12	230	24	45	30	28/03/2014
PE38	0016	900	0017	100	29	22	22	16	17	10	8	260	24	45	23	28/03/2014
PE38	0017	100	0017	300	19	13	13	8	9	4	2	340	24	45	15	28/03/2014
PE38	0017	500	0017	700	13	10	10	7	8	5	4	558	24	45	11	28/03/2014
PE38	0017	700	0017	900	16	11	10	6	7	2	1	383	24	45	13	28/03/2014
PE38	0017	900	0018	100	21	15	15	11	12	8	6	363	24	45	16	28/03/2014
PE38	0018	100	0018	300	37	29	30	23	25	16	11	240	25	45	30	28/03/2014
PE38	0018	300	0018	500	23	17	17	13	14	9	6	347	25	45	18	28/03/2014
PE38	0018	500	0018	700	20	16	15	12	12	8	6	430	25	45	16	28/03/2014
PE38	0018	700	0018	900	14	10	10	7	7	5	3	505	24	45	11	28/03/2014
PE38	0018	900	0019	100	20	17	10	12	8	8	5	717	24	45	16	28/03/2014
PE38	0019	100	0019	300	25	19	19	15	16	11	8	328	24	45	20	28/03/2014
PE38	0019	300	0019	500	22	16	16	12	12	8	6	377	24	45	17	28/03/2014
PE38	0019	500	0019	700	12	8	8	5	5	4	3	449	24	45	10	28/03/2014
PE38	0019	700	0019	900	35	27	28	21	22	14	10	246	24	45	28	28/03/2014
PE38	0019	900	0020	100	31	24	25	18	20	13	9	278	24	45	25	28/03/2014
PE38	0020	100	0020	300	23	18	18	14	15	10	8	370	24	45	19	28/03/2014
PE38	0020	300	0020	500	23	16	16	12	13	8	6	301	24	45	18	28/03/2014
PE38	0020	500	0020	700	30	24	24	20	20	16	12	389	24	45	24	28/03/2014
PE38	0020	700	0020	900	31	22	23	17	18	12	9	237	24	45	25	28/03/2014
PE38	0020	900	0021	100	21	19	18	13	14	8	5	987	24	45	17	28/03/2014
PE38	0021	500	0021	700	53	38	38	27	29	17	12	138	24	45	42	28/03/2014
PE38	0021	700	0021	900	67	47	48	33	34	20	12	101	24	45	53	28/03/2014
PE38	0021	900	0022	100	46	35	37	28	29	20	15	176	24	45	37	28/03/2014
PE38	0022	100	0022	300	42	31	31	23	25	16	13	178	24	45	33	28/03/2014
PE38	0022	300	0022	500	50	34	37	25	28	17	13	124	25	45	40	28/03/2014
PE38	0022	500	0022	700	45	34	31	24	24	15	11	190	25	45	36	28/03/2014
PE38	0022	700	0022	900	42	32	31	23	24	14	10	189	25	45	34	28/03/2014
PE38	0022	900	0023	100	65	45	45	32	33	20	14	105	24	45	52	28/03/2014
PE38	0023	100	0023	300	67	50	54	36	40	23	16	119	24	45	53	28/03/2014
PE38	0023	300	0023	500	71	52	52	39	40	26	19	106	24	45	57	28/03/2014
PE38	0023	500	0023	700	61	48	47	37	38	25	17	146	24	45	49	28/03/2014
PE38	0023	700	0023	900	58	46	45	36	36	25	19	172	24	45	46	28/03/2014

PE38	0023	900	0024	100	46	37	36	30	31	23	17	230	24	45	37	28/03/2014
PE38	0024	100	0024	300	48	34	35	25	26	18	13	148	25	45	38	28/03/2014
PE38	0024	300	0024	500	63	46	45	37	35	27	21	123	25	45	50	28/03/2014
PE38	0024	500	0024	700	30	22	21	16	16	11	7	245	25	45	24	28/03/2014
PE38	0024	700	0024	900	42	32	32	26	25	19	15	199	25	45	34	28/03/2014
PE38	0024	900	0025	100	39	30	31	24	25	18	13	231	26	45	31	28/03/2014
PE38	0025	100	0025	300	42	32	33	25	26	18	13	196	27	45	34	28/03/2014
PE38	0025	300	0025	500	31	21	23	15	17	10	7	193	27	45	25	28/03/2014
PE38	0025	500	0025	700	65	42	45	28	32	15	8	86	27	45	52	28/03/2014
PE38	0025	700	0025	900	16	11	11	8	8	5	3	426	27	45	13	28/03/2014
PE38	0025	900	0026	100	17	12	12	9	10	7	5	454	27	45	13	28/03/2014
PE38	0026	100	0026	300	14	9	9	7	7	5	4	461	27	45	11	28/03/2014
PE38	0026	300	0026	500	15	9	9	5	6	3	2	335	27	45	12	28/03/2014
PE38	0026	500	0026	700	13	8	9	6	6	4	3	416	27	45	11	28/03/2014
PE38	0026	700	0026	900	14	10	9	7	7	5	4	476	27	45	11	28/03/2014
PE38	0026	900	0027	100	22	17	17	13	14	10	8	419	28	45	17	28/03/2014
PE38	0027	100	0027	300	23	19	17	15	14	11	8	457	28	45	18	28/03/2014
PE38	0027	300	0027	500	17	13	12	9	10	6	5	474	28	45	13	28/03/2014
PE38	0027	500	0027	700	19	14	14	11	11	8	6	439	28	45	15	28/03/2014
PE38	0027	700	0027	900	16	11	11	8	8	5	3	451	28	45	13	28/03/2014
PE38	0027	900	0028	100	17	13	13	10	10	7	5	454	28	45	14	28/03/2014
PE38	0028	100	0028	300	31	23	22	18	17	13	9	262	28	45	25	28/03/2014
PE38	0028	300	0028	500	25	18	19	13	14	9	6	264	28	45	20	28/03/2014
PE38	0028	500	0028	700	57	44	46	35	38	25	19	162	28	45	45	28/03/2014
PE38	0028	700	0028	900	49	40	40	32	32	23	16	214	28	45	40	28/03/2014
PE38	0028	900	0029	100	32	24	25	18	20	13	10	238	28	45	26	28/03/2014
PE38	0029	300	0029	500	36	28	28	23	23	16	12	254	29	45	29	28/03/2014
PE38	0029	500	0029	700	30	22	22	16	17	11	8	265	29	45	24	28/03/2014
PE38	0029	700	0029	900	33	25	25	19	19	13	9	247	28	45	26	28/03/2014
PE38	0029	900	0030	100	26	19	19	14	14	8	5	271	28	45	21	28/03/2014
PE38	0030	100	0030	300	32	25	25	20	20	14	10	299	28	45	25	28/03/2014
PE38	0030	300	0030	500	31	23	24	18	19	12	9	264	28	45	25	28/03/2014
PE38	0030	500	0030	700	20	14	14	9	10	5	3	330	28	45	16	28/03/2014
PE38	0030	700	0030	900	35	29	27	22	22	15	11	314	28	45	28	28/03/2014
PE38	0030	900	0031	100	31	24	24	19	20	14	10	283	28	45	25	28/03/2014
PE38	0031	100	0031	300	43	35	35	27	28	19	13	236	28	45	34	28/03/2014
PE38	0031	300	0031	500	23	19	18	15	15	12	9	507	28	45	18	28/03/2014
PE38	0031	500	0031	700	14	10	9	6	6	4	3	480	28	45	11	28/03/2014
PE38	0031	700	0031	900	16	12	12	9	10	7	5	466	28	45	13	28/03/2014
PE38	0031	900	0032	100	12	8	8	6	6	4	3	502	28	45	9	28/03/2014
PE38	0032	100	0032	300	15	10	10	6	7	4	3	388	28	45	12	28/03/2014

PE38	0032	300	0032	500	27	20	20	15	15	10	7	295	28	45	21	28/03/2014
PE38	0032	500	0032	700	21	15	16	10	11	6	5	304	27	45	17	28/03/2014
PE38	0032	700	0032	900	13	9	8	5	6	3	2	454	27	45	10	28/03/2014
PE38	0032	900	0033	100	22	16	16	10	11	6	5	299	27	45	18	28/03/2014
PE38	0033	100	0033	300	36	25	27	18	20	11	8	191	27	45	29	28/03/2014
PE38	0033	300	0033	500	34	23	22	15	14	7	4	191	27	45	27	28/03/2014
PE38	0033	500	0033	700	26	19	19	14	14	9	6	297	27	45	20	28/03/2014
PE38	0033	700	0033	900	27	20	20	15	16	11	8	287	27	45	22	28/03/2014
PE38	0033	900	0034	100	35	28	29	22	23	16	11	286	27	45	28	28/03/2014
PE38	0034	100	0034	300	18	10	10	6	7	3	2	258	27	45	14	28/03/2014
PE38	0034	300	0034	500	15	10	9	7	7	4	3	387	27	45	12	28/03/2014
PE38	0034	500	0034	700	30	23	22	16	17	10	7	268	26	45	24	28/03/2014
PE38	0034	700	0034	900	28	20	20	15	15	10	7	284	26	45	22	28/03/2014
PE38	0034	900	0035	100	18	9	10	5	6	3	2	223	27	45	15	28/03/2014
PE38	0035	100	0035	300	22	15	16	11	13	7	4	311	27	45	17	28/03/2014
PE38	0035	300	0035	500	43	33	33	24	26	16	11	193	27	45	34	28/03/2014
PE38	0035	500	0035	700	38	27	28	21	22	15	11	186	27	45	30	28/03/2014
PE38	0035	700	0035	900	19	13	13	9	9	5	3	297	27	45	16	28/03/2014
PE38	0035	900	0036	100	18	12	13	8	10	5	4	345	27	45	14	28/03/2014
PE38	0036	100	0036	300	22	16	15	11	11	7	5	297	27	45	18	28/03/2014
PE38	0036	300	0036	500	19	9	10	5	6	3	2	203	27	45	15	28/03/2014
PE38	0036	500	0036	700	31	23	24	18	19	13	9	257	27	45	25	28/03/2014
PE38	0036	900	0037	100	14	9	9	6	7	4	3	400	28	45	11	28/03/2014
PE38	0037	100	0037	300	19	11	11	7	7	4	3	253	28	45	15	28/03/2014
PE38	0037	300	0037	500	39	29	30	23	24	17	13	203	28	45	31	28/03/2014
PE38	0037	500	0037	700	21	12	12	7	7	3	2	213	28	45	17	28/03/2014
PE38	0037	700	0037	900	17	9	8	5	5	2	1	238	29	45	14	28/03/2014
PE38	0037	900	0038	100	21	14	15	10	11	7	4	286	29	45	17	28/03/2014
PE38	0038	100	0038	300	21	14	14	9	10	5	3	299	29	45	17	28/03/2014
PE38	0038	300	0038	500	26	17	19	11	13	7	5	220	29	45	21	28/03/2014
PE38	0038	500	0038	700	40	31	30	24	23	17	12	228	29	42	32	28/03/2014
PE38	0038	700	0038	900	18	11	11	7	7	4	3	278	29	42	14	28/03/2014
PE38	0038	900	0039	100	20	12	13	8	9	4	2	250	29	42	16	28/03/2014
PE38	0039	100	0039	300	27	19	19	14	14	9	6	273	29	42	21	28/03/2014
PE38	0039	300	0039	500	24	15	16	10	11	6	4	231	29	42	19	28/03/2014
PE38	0039	500	0039	700	21	12	13	7	8	4	2	220	29	42	17	28/03/2014
PE38	0039	700	0039	900	30	22	22	17	18	12	9	249	29	42	24	28/03/2014
PE38	0039	900	0040	100	29	20	20	14	15	9	6	233	29	42	23	28/03/2014
PE38	0040	100	0040	300	28	19	18	12	13	7	4	216	29	42	22	28/03/2014
PE38	0040	300	0040	500	23	14	14	8	9	5	3	224	29	42	18	28/03/2014
PE38	0040	500	0040	700	31	21	21	16	16	11	8	205	29	42	25	28/03/2014

PE38	0040	700	0040	900	41	32	31	24	25	17	12	216	29	42	33	28/03/2014
PE38	0040	900	0041	100	21	11	12	7	7	3	2	215	29	42	17	28/03/2014
PE38	0041	100	0041	300	24	17	17	11	12	6	3	281	29	42	19	28/03/2014
PE38	0041	300	0041	500	36	26	27	20	22	13	9	211	29	42	28	28/03/2014
PE38	0041	500	0041	700	24	14	15	9	10	4	2	201	29	42	19	28/03/2014
PE38	0041	700	0041	900	31	20	21	14	15	9	6	185	29	42	25	28/03/2014
PE38	0041	900	0042	100	44	31	30	22	22	13	8	163	29	42	35	28/03/2014
PE38	0042	100	0042	300	28	20	20	14	15	9	6	242	29	42	23	28/03/2014
PE38	0042	300	0042	500	26	17	17	10	12	5	2	224	28	42	21	28/03/2014
PE38	0042	500	0042	700	23	16	14	10	10	5	4	273	28	42	18	28/03/2014
PE38	0042	700	0042	900	50	35	37	27	29	18	13	134	28	42	40	28/03/2014
PE38	0042	900	0043	100	17	11	12	7	8	4	2	317	28	42	14	28/03/2014
PE38	0043	100	0043	300	27	16	16	10	11	6	4	179	28	42	22	28/03/2014
PE38	0043	300	0043	500	48	33	34	23	25	15	11	131	28	42	39	28/03/2014
PE38	0043	500	0043	700	31	21	20	14	15	9	7	200	28	42	25	28/03/2014
PE38	0043	700	0043	900	13	8	8	6	6	4	2	405	28	42	10	28/03/2014
PE38	0043	900	0044	100	34	24	24	17	18	11	8	198	28	42	27	28/03/2014
PE38	0044	100	0044	300	32	22	22	15	15	9	6	201	28	42	25	28/03/2014
PE38	0044	300	0044	500	28	19	19	12	13	7	5	226	28	42	22	28/03/2014
PE38	0044	500	0044	700	30	21	22	15	17	10	7	216	28	42	24	28/03/2014
PE38	0044	700	0044	900	28	19	19	13	14	9	6	212	28	42	23	28/03/2014
PE38	0044	900	0045	100	27	19	19	13	14	9	6	251	28	42	22	28/03/2014
PE38	0045	100	0045	300	26	18	19	12	14	7	4	236	28	42	21	28/03/2014
PE38	0045	300	0045	500	25	18	18	12	12	7	4	256	28	42	20	28/03/2014
PE38	0045	500	0045	700	22	15	15	10	9	5	2	281	28	42	18	28/03/2014
PE38	0045	700	0045	900	114	88	93	72	76	50	35	77	28	42	91	28/03/2014
PE38	0045	900	0046	100	35	23	25	16	20	11	7	174	28	42	28	28/03/2014
PE38	0046	100	0046	300	30	20	20	14	14	9	7	194	27	42	24	28/03/2014
PE38	0046	300	0046	500	16	10	10	6	7	4	2	311	27	42	13	28/03/2014
PE38	0046	500	0046	700	31	21	21	15	16	11	8	205	27	42	25	28/03/2014
PE38	0046	700	0046	900	32	21	22	14	16	8	5	172	27	42	26	28/03/2014
PE38	0046	900	0047	100	30	21	23	15	17	10	7	221	27	42	24	28/03/2014
PE38	0047	100	0047	300	18	12	11	8	8	5	3	302	27	42	15	28/03/2014
PE38	0047	300	0047	500	24	15	15	9	11	5	4	221	26	42	19	28/03/2014
PE38	0047	500	0047	700	28	19	19	14	14	9	6	223	26	42	22	28/03/2014
PE38	0047	700	0047	900	37	25	27	17	20	11	7	166	26	42	29	28/03/2014
PE38	0047	900	0048	100	34	22	25	17	19	11	8	172	26	42	27	28/03/2014
PE38	0048	100	0048	300	31	22	23	16	17	10	7	221	26	42	25	28/03/2014
PE38	0048	300	0048	500	26	16	17	11	12	7	5	207	25	42	21	28/03/2014
PE38	0048	500	0048	700	24	16	15	11	11	7	5	232	25	42	19	28/03/2014
PE38	0048	700	0048	900	28	18	18	12	12	7	5	192	25	42	22	28/03/2014

PE38	0048	900	0049	100	38	27	28	21	22	15	11	185	25	42	30	28/03/2014
PE38	0049	100	0049	300	23	14	15	10	11	7	5	229	24	42	18	28/03/2014
PE38	0049	300	0049	300	20	12	12	7	8	4	2	235	24	42	16	28/03/2014
PE38	0049	300	0049	500	37	25	25	18	19	11	7	174	27	42	29	28/03/2014
PE38	0049	500	0049	500	35	25	25	18	18	11	8	192	27	42	28	28/03/2014
PE38	0049	500	0049	700	25	18	18	13	13	8	5	257	23	42	20	28/03/2014
PE38	0049	700	0049	700	28	16	18	10	11	5	2	169	27	42	23	28/03/2014
PE38	0049	700	0049	900	24	16	15	10	10	5	3	230	23	42	19	28/03/2014
PE38	0049	900	0049	900	33	21	21	14	14	7	4	169	27	42	26	28/03/2014
PE38	0049	900	0050	100	29	17	20	11	14	6	4	164	23	42	23	28/03/2014
PE38	0050	100	0050	100	17	10	9	6	6	3	2	268	23	42	14	28/03/2014
PE38	0050	100	0050	300	32	22	22	16	17	10	7	210	27	42	25	28/03/2014
PE38	0050	300	0050	300	18	10	10	6	7	3	2	271	27	42	14	28/03/2014
PE38	0050	300	0050	500	24	15	18	11	14	7	4	237	22	42	19	28/03/2014
PE38	0050	500	0050	500	28	19	20	14	15	10	7	233	27	42	22	28/03/2014
PE38	0050	500	0050	700	25	17	16	11	11	7	5	232	22	42	20	28/03/2014
PE38	0050	700	0050	700	30	23	21	17	16	11	8	293	27	42	24	28/03/2014
PE38	0050	700	0050	900	34	23	22	15	16	9	6	188	22	42	27	28/03/2014
PE38	0050	900	0050	900	35	24	24	17	17	10	6	184	26	42	28	28/03/2014
PE38	0050	900	0051	100	22	14	14	9	9	5	4	251	27	42	18	28/03/2014
PE38	0051	100	0051	100	35	24	24	16	17	10	6	177	27	42	28	28/03/2014
PE38	0051	100	0051	300	30	21	20	14	15	9	6	215	26	42	24	28/03/2014
PE38	0051	300	0051	500	21	12	12	7	7	4	2	209	26	42	17	28/03/2014
PE38	0051	500	0051	700	23	12	12	7	7	4	2	178	27	42	19	28/03/2014
PE38	0051	700	0051	900	21	12	12	7	8	4	3	216	27	42	17	28/03/2014
PE38	0051	900	0052	100	21	13	13	8	8	4	3	262	27	42	16	28/03/2014
PE38	0052	100	0052	300	31	21	21	16	16	11	8	219	27	42	24	28/03/2014
PE38	0052	300	0052	500	59	43	42	30	31	19	14	121	27	42	47	28/03/2014
PE38	0052	500	0052	700	23	15	15	10	10	6	4	261	27	42	18	28/03/2014
PE38	0052	700	0052	900	26	16	16	10	11	6	4	208	27	42	20	28/03/2014
PE38	0052	900	0053	100	23	15	16	10	11	6	4	238	26	42	19	28/03/2014
PE38	0053	100	0053	300	32	19	20	12	14	7	5	154	26	42	25	28/03/2014
PE38	0053	300	0053	500	19	12	11	7	7	4	3	256	27	42	15	28/03/2014
PE38	0053	500	0053	700	50	32	36	22	26	13	9	111	27	42	40	28/03/2014
PE38	0053	700	0053	900	41	24	26	14	16	7	4	124	27	42	32	28/03/2014
PE38	0053	900	0054	100	44	29	28	19	20	11	8	127	26	42	36	28/03/2014
PE38	0054	100	0054	300	28	20	21	13	15	7	5	244	26	42	22	28/03/2014
PE38	0054	300	0054	500	26	18	15	12	11	6	4	255	26	42	21	28/03/2014
PE38	0054	500	0054	700	40	24	26	15	17	8	5	126	26	42	32	28/03/2014
PE38	0054	700	0054	900	31	19	20	13	15	8	5	169	26	42	25	28/03/2014
PE38	0054	900	0055	100	27	17	19	12	13	8	5	206	26	42	22	28/03/2014

PE38	0055	100	0055	300	36	21	23	13	15	7	4	133	26	38	29	28/03/2014
PE38	0055	300	0055	500	44	27	30	17	20	10	6	119	26	38	35	28/03/2014
PE38	0055	500	0055	700	35	23	23	14	16	9	6	155	26	38	28	28/03/2014
PE38	0055	700	0055	900	39	25	27	17	20	10	7	137	25	38	31	28/03/2014
PE38	0055	900	0056	100	34	25	25	19	19	12	9	216	25	38	27	28/03/2014
PE38	0056	100	0056	300	35	23	23	15	17	10	7	164	25	38	28	28/03/2014
PE38	0056	300	0056	500	31	21	21	14	15	8	5	197	25	38	25	28/03/2014
PE38	0056	500	0056	700	33	22	22	15	16	9	6	179	24	38	26	28/03/2014
PE38	0056	700	0056	900	26	16	16	11	12	6	4	212	24	38	21	28/03/2014
PE38	0056	900	0057	100	37	23	23	15	16	9	6	145	24	38	30	28/03/2014
PE38	0057	100	0057	300	28	18	18	11	12	7	4	190	24	38	23	28/03/2014
PE38	0057	300	0057	500	28	18	18	10	11	5	3	192	24	38	23	28/03/2014
PE38	0057	500	0057	700	36	25	25	17	18	10	7	172	24	38	29	28/03/2014
PE38	0057	700	0057	900	19	13	12	8	8	4	3	307	24	38	16	28/03/2014
PE38	0057	900	0058	100	21	11	12	5	7	2	1	203	24	38	17	28/03/2014
PE38	0058	100	0058	300	22	12	12	6	6	2	0	201	24	38	18	28/03/2014
PE38	0058	300	0058	500	23	17	14	11	10	6	3	316	25	38	18	28/03/2014
PE38	0058	500	0058	700	27	17	18	12	13	7	4	221	25	38	21	28/03/2014
PE38	0058	700	0058	900	29	18	18	12	13	6	4	195	25	38	23	28/03/2014
PE38	0058	900	0059	100	25	16	17	11	11	6	3	232	26	38	20	28/03/2014
PE38	0059	100	0059	300	36	27	26	20	20	12	9	214	26	38	29	28/03/2014
PE38	0059	300	0059	500	30	19	20	13	15	8	5	195	26	38	24	28/03/2014
PE38	0059	500	0059	700	25	17	17	12	12	7	4	265	26	38	20	28/03/2014
PE38	0059	700	0059	900	21	14	14	9	10	6	4	271	25	38	17	28/03/2014
PE38	0059	900	0060	100	27	19	19	13	14	7	5	234	25	38	22	28/03/2014
PE38	0060	100	0060	300	23	14	14	8	8	4	2	228	25	38	19	28/03/2014
PE38	0060	300	0060	500	32	22	22	15	16	8	5	199	25	38	26	28/03/2014
PE38	0060	500	0060	700	33	22	21	15	15	8	5	193	25	38	26	28/03/2014
PE38	0060	700	0060	900	22	14	14	9	10	6	4	234	25	38	18	28/03/2014
PE38	0060	900	0061	100	38	28	29	21	23	13	9	204	25	38	30	28/03/2014
PE38	0061	100	0061	300	31	21	21	14	15	8	5	186	25	38	25	28/03/2014
PE38	0061	300	0061	500	26	15	15	7	9	3	1	175	25	38	21	28/03/2014
PE38	0061	500	0061	700	34	24	25	18	19	12	9	214	25	38	27	28/03/2014
PE38	0061	700	0061	900	34	22	22	14	16	8	5	177	25	37	27	28/03/2014
PE38	0061	900	0062	100	31	21	21	14	15	8	6	194	25	37	25	28/03/2014
PE38	0062	100	0062	300	40	25	27	16	19	9	5	132	25	37	32	28/03/2014
PE38	0062	300	0062	500	47	32	33	22	24	13	8	136	25	37	37	28/03/2014
PE38	0062	500	0062	700	36	25	25	17	19	11	8	171	26	37	29	28/03/2014
PE38	0062	700	0062	900	30	19	21	12	15	7	5	183	25	37	24	28/03/2014
PE38	0062	900	0063	100	40	29	30	20	23	13	9	183	26	37	32	28/03/2014
PE38	0063	100	0063	300	41	26	28	15	19	7	4	133	26	37	32	28/03/2014

PE38	0063	300	0063	500	43	30	31	20	22	12	7	151	26	33	35	28/03/2014
PE38	0063	500	0063	700	46	32	31	22	22	12	7	152	26	33	37	28/03/2014
PE38	0063	700	0063	900	52	35	38	24	28	15	10	118	26	33	41	28/03/2014
PE38	0063	900	0064	100	30	19	20	13	15	7	5	198	26	33	24	28/03/2014
PE38	0064	300	0064	500	52	35	35	22	25	12	6	121	26	33	41	28/03/2014
PE38	0064	500	0064	700	31	20	20	12	14	5	3	178	26	33	25	28/03/2014
PE38	0064	700	0064	900	34	20	20	10	12	4	2	144	26	33	27	28/03/2014
PE38	0064	900	0065	100	40	27	27	18	18	10	6	160	26	33	32	28/03/2014
PE38	0065	100	0065	300	38	29	29	22	23	16	12	224	26	33	30	28/03/2014
PE38	0065	300	0065	500	27	19	19	13	14	7	5	239	27	33	22	28/03/2014
PE38	0065	500	0065	700	29	21	20	14	15	9	7	228	26	33	24	28/03/2014
PE38	0065	700	0065	900	37	26	26	18	19	12	8	181	26	33	29	28/03/2014
PE38	0065	900	0066	100	31	23	22	16	16	10	6	251	27	33	25	28/03/2014
PE38	0066	100	0066	300	24	15	15	9	10	5	3	235	27	33	19	28/03/2014
PE38	0066	300	0066	500	39	28	28	20	21	14	10	186	27	33	31	28/03/2014
PE38	0066	500	0066	700	42	31	30	22	22	14	9	171	27	33	34	28/03/2014
PE38	0066	700	0066	900	31	22	22	15	16	10	6	206	27	33	25	28/03/2014
PE38	0066	900	0067	100	30	19	19	12	12	6	4	177	28	33	24	28/03/2014
PE38	0067	100	0067	300	38	25	25	16	17	9	6	154	28	33	31	28/03/2014
PE38	0067	300	0067	500	21	13	12	7	8	4	2	244	29	29	17	28/03/2014
PE38	0067	500	0067	700	30	19	18	12	12	6	3	186	29	29	24	28/03/2014
PE38	0067	700	0067	900	27	18	17	12	12	7	4	219	29	29	22	28/03/2014
PE38	0067	900	0068	100	26	17	17	11	11	6	4	223	28	29	20	28/03/2014
PE38	0068	100	0068	300	21	13	13	8	8	4	3	249	28	29	17	28/03/2014
PE38	0068	300	0068	500	38	26	26	17	18	9	5	168	28	29	30	28/03/2014
PE38	0068	500	0068	700	34	24	24	16	18	10	7	191	28	29	27	28/03/2014
PE38	0068	700	0068	900	25	16	16	10	11	5	3	220	29	29	20	28/03/2014
PE38	0068	900	0069	100	22	13	13	8	8	4	3	221	28	29	17	28/03/2014
PE38	0069	100	0069	300	17	10	10	5	6	3	2	261	28	27	14	28/03/2014
PE38	0069	300	0069	500	23	14	15	9	10	5	3	217	29	27	19	28/03/2014
PE38	0069	500	0069	700	23	14	14	9	9	5	3	217	30	27	18	28/03/2014
PE38	0069	700	0069	900	31	21	21	14	15	8	4	195	29	27	25	28/03/2014
PE38	0069	900	0070	100	32	20	20	14	14	8	5	173	30	27	26	28/03/2014
PE38	0070	100	0070	300	32	25	26	18	20	12	9	259	30	27	26	28/03/2014
PE38	0070	300	0070	500	19	12	13	9	9	5	4	291	30	27	15	28/03/2014
PE38	0070	500	0070	700	31	21	21	14	14	7	5	198	30	27	25	28/03/2014
PE38	0070	700	0070	900	30	21	21	14	16	9	6	220	29	27	24	28/03/2014
PE38	0070	900	0071	100	31	19	19	11	12	5	2	172	29	27	24	28/03/2014
PE38	0071	100	0071	300	58	40	40	26	27	14	8	111	29	27	46	28/03/2014
PE38	0071	300	0071	500	50	33	34	22	23	12	7	122	29	27	40	28/03/2014
PE38	0071	500	0071	700	53	36	35	23	24	12	7	119	29	27	42	28/03/2014

PE38	0071	700	0071	900	38	25	26	16	17	8	5	156	29	27	30	28/03/2014
PE38	0071	900	0072	100	31	19	20	12	13	6	3	178	29	27	24	28/03/2014
PE38	0072	100	0072	300	30	20	20	12	13	6	3	192	29	27	24	28/03/2014
PE38	0072	300	0072	500	37	27	28	20	22	13	9	212	30	27	29	28/03/2014
PE38	0072	500	0072	700	36	25	25	17	18	9	5	181	29	27	29	28/03/2014
PE38	0072	700	0072	900	37	27	26	18	18	11	7	198	29	27	30	28/03/2014
PE38	0072	900	0073	100	51	37	37	25	27	15	8	136	29	27	41	28/03/2014
PE38	0073	100	0073	300	30	19	19	12	12	6	3	190	30	27	24	28/03/2014
PE38	0073	300	0073	500	27	20	17	15	12	10	6	294	30	27	21	28/03/2014
PE38	0073	500	0073	700	29	21	20	14	15	9	6	238	30	27	24	28/03/2014
PE38	0073	700	0073	900	29	20	20	14	14	8	5	215	29	27	23	28/03/2014
PE38	0073	900	0074	100	48	33	31	22	21	11	7	136	29	27	38	28/03/2014
PE38	0074	100	0074	300	42	31	31	22	23	15	10	178	29	27	34	28/03/2014
PE38	0074	300	0074	500	45	34	34	26	27	18	13	181	28	27	36	28/03/2014
PE38	0074	500	0074	700	38	28	29	21	22	14	10	199	28	27	31	28/03/2014
PE38	0074	700	0074	900	30	20	20	14	14	8	5	213	28	27	24	28/03/2014
PE38	0074	900	0075	100	37	24	23	14	15	6	2	155	28	27	29	28/03/2014
PE38	0075	100	0075	300	30	21	22	15	16	9	7	228	27	25	24	28/03/2014
PE38	0075	300	0075	500	28	19	19	13	13	7	5	222	28	25	23	28/03/2014
PE38	0075	500	0075	700	27	19	19	13	14	8	5	232	27	25	22	28/03/2014
PE38	0075	700	0075	900	26	16	16	9	10	5	2	213	28	25	21	28/03/2014
PE38	0075	900	0076	100	50	38	38	28	28	18	13	169	28	25	40	28/03/2014
PE38	0076	100	0076	300	29	19	19	13	14	9	6	218	28	25	23	28/03/2014
PE38	0076	300	0076	500	38	27	27	19	20	12	8	181	27	25	30	28/03/2014
PE38	0076	500	0076	700	43	32	32	23	25	16	12	182	27	25	34	28/03/2014
PE38	0076	700	0076	900	42	29	27	20	20	12	8	163	27	25	33	28/03/2014
PE38	0077	100	0077	300	46	33	32	22	23	12	7	158	27	25	36	28/03/2014
PE38	0077	300	0077	500	37	25	25	17	18	11	7	162	27	25	30	28/03/2014
PE38	0077	500	0077	700	35	26	26	20	20	14	10	223	26	25	28	28/03/2014
PE38	0077	700	0077	900	38	30	29	23	24	17	12	236	26	25	31	28/03/2014
PE38	0077	900	0078	100	65	48	49	34	37	22	15	113	26	25	52	28/03/2014
PE38	0078	100	0078	300	29	19	18	11	12	5	2	199	26	25	23	28/03/2014
PE38	0078	300	0078	500	34	26	26	21	21	15	11	251	26	25	27	28/03/2014
PE38	0078	500	0078	700	45	31	32	21	23	13	8	147	25	25	36	28/03/2014
PE38	0078	700	0078	900	34	25	24	17	17	10	7	215	26	25	27	28/03/2014
PE38	0078	900	0079	100	46	32	33	21	23	12	8	140	26	25	37	28/03/2014
PE38	0079	100	0079	300	33	20	19	11	11	5	2	159	26	25	26	28/03/2014
PE38	0079	300	0079	500	39	25	25	16	17	9	6	146	25	25	31	28/03/2014
PE38	0079	500	0079	700	30	19	19	11	12	6	4	185	25	25	24	28/03/2014
PE38	0079	700	0079	900	45	32	31	22	23	13	8	152	25	25	36	28/03/2014
PE38	0079	900	0080	100	36	25	25	17	18	8	4	179	25	25	29	28/03/2014

PE38	0080	100	0080	300	38	27	28	19	21	11	6	187	25	25	31	28/03/2014
PE38	0080	300	0080	500	35	24	24	15	16	7	3	178	26	25	28	28/03/2014
PE38	0080	500	0080	700	31	20	21	14	14	8	5	194	26	25	25	28/03/2014
PE38	0080	700	0080	900	41	28	28	19	20	10	5	151	26	25	33	28/03/2014
PE38	0080	900	0081	100	41	30	29	21	22	12	7	170	26	25	33	28/03/2014
PE38	0081	100	0081	300	45	31	30	21	21	12	8	143	26	25	36	28/03/2014
PE38	0081	300	0081	500	65	51	50	39	40	26	18	143	26	25	52	28/03/2014
PE38	0081	500	0081	700	43	30	29	20	21	12	7	150	26	25	34	28/03/2014
PE38	0081	700	0081	900	43	30	30	20	22	11	6	157	27	25	34	28/03/2014
PE38	0081	900	0082	100	32	21	20	13	14	7	4	185	27	25	25	28/03/2014
PE38	0082	100	0082	300	47	33	33	23	24	13	8	146	27	25	37	28/03/2014
PE38	0082	300	0082	500	50	35	35	24	25	14	8	130	27	25	40	28/03/2014
PE38	0082	500	0082	700	32	24	24	18	20	13	9	257	26	25	26	28/03/2014
PE38	0082	700	0082	900	42	28	28	18	20	10	7	139	26	25	34	28/03/2014
PE38	0082	900	0083	100	52	38	41	29	33	19	13	139	26	25	42	28/03/2014
PE38	0083	300	0083	500	51	37	37	26	27	15	9	144	26	25	41	28/03/2014
PE38	0083	500	0083	700	27	17	18	12	12	7	5	203	25	25	22	28/03/2014
PE38	0083	700	0083	900	62	43	43	27	30	13	7	102	25	25	50	28/03/2014
PE38	0083	900	0084	100	49	35	34	24	25	15	10	139	24	25	39	28/03/2014
PE38	0084	100	0084	300	40	29	30	22	23	15	11	183	24	25	32	28/03/2014
PE38	0084	300	0084	500	54	40	40	29	31	18	12	144	24	25	43	28/03/2014
PE38	0084	500	0084	700	46	33	33	23	24	15	9	152	24	25	37	28/03/2014
PE38	0084	700	0084	900	51	37	37	27	28	16	11	142	25	25	41	28/03/2014
PE38	0084	900	0085	100	55	39	40	26	29	16	11	125	24	25	44	28/03/2014
PE38	0085	100	0085	300	48	33	33	21	22	10	5	134	24	25	39	28/03/2014
PE38	0085	300	0085	500	76	57	58	42	43	28	20	109	24	25	61	28/03/2014
PE38	0085	500	0085	700	60	46	45	34	34	18	12	137	25	25	48	28/03/2014
PE38	0085	700	0085	900	57	41	42	30	31	19	13	124	25	25	46	28/03/2014
PE38	0085	900	0086	0	33	25	23	17	17	10	6	224	25	25	27	28/03/2014

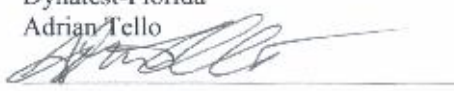
**Anexo 5**  
**Certificado del Equipo**  
**Deflectometro de Impacto**



Date of Calibration: 09-Apr-2013

Calibration Center: Dynatest-Florida

Calibration Center Operator: Adrian Tello

Signature: 

FWD Owner: Concar S.A

FWD Manufacturer: Dynatest

FWD Model: HWD

FWD Serial Number: 8082-127

FWD Operator: Adrian Tello

Reference Load Cell: DYNA008

Reference Accelerometer: SN 9392

WinFWDCal Software: Version 2.2.12

**LOAD CELL CALIBRATION**

Serial Number	Initial Gain	Reference Gains			Average Gain	Final Gain
		1	2	3		
956	1.000	0.997	1.000	1.002	1.000	1.000

**DEFLECTION SENSOR CALIBRATION**

Serial Number	Initial Gain	Reference Gains				Relative Gains		Final Gain
		1	2	3	4	1	2	
8117	1.000	0.999	1.004	1.003	0.997	0.998	1.003	1.001
8118	1.000	0.998	1.002	1.002	0.997	0.997	1.003	1.000
8119	1.000	1.002	1.005	1.005	1.002	1.002	1.005	1.003
8120	1.000	1.000	1.001	1.001	0.999	0.999	1.001	1.000
8121	1.000	0.999	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998
8122	1.000	1.005	1.003	1.003	1.004	1.005	1.003	1.004
8123	1.000	1.004	1.001	1.001	1.004	1.004	1.001	1.002
8124	1.000	1.000	0.996	0.996	0.999	1.000	0.996	0.998
8125	1.000	1.006	1.001	1.001	1.005	1.006	1.001	1.003

**Messages:**

**Load Cell:**  
 All data checks passed

**Sensor Reference Calibration:**  
 Reference Calibrations Accepted.

**Reference Trial Acceptance Criteria Met.**

**Sensor Relative Calibration:**  
 Sensor Calibration Completed!

**Final Acceptance Criteria are met for all sensors.**

**ANEXO 6**

**PRESUPUESTO, METRADOS Y  
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.**

## Presupuesto

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016  
 Subpresupuesto 001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016  
 Cliente TESIS Costo al 07/12/2016  
 Lugar TACNA - TARATA - TARATA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>PRELIMINARES / ACTIVIDADES GENERALES</b>				<b>154,994.64</b>
01.01	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>				<b>46,541.04</b>
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS	mes	6.00	7,756.84	46,541.04
01.02	<b>MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>108,453.60</b>
01.02.01	TRANSPORTE DE CUADRILLA	mes	12.00	8,912.80	106,953.60
01.02.02	CAMPAMENTO	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
02	<b>CONSERVACION DE PLATAFORMA Y TALUDES</b>				<b>69,438.70</b>
02.01	LIMPIEZA DE CALZADAS Y BERMAS	km	1,030.00	34.69	35,730.70
02.02	LIMPIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS MENORES	m3	1,200.00	28.09	33,708.00
2	<b>CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>				<b>280,712.90</b>
03.01	PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA	m2	250.00	865.25	216,312.50
03.02	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS	m	32,040.00	2.01	64,400.40
04	<b>CONSERVACION DE DRENAJE SUPERFICIAL</b>				<b>240,024.52</b>
04.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	und	506.00	264.92	134,049.52
4.02	LIMPIEZA DE CUNETAS	m	25,000.00	3.18	79,500.00
04.03	LIMPIEZA DE CUNETAS NO REVESTIDAS	m	7,500.00	3.53	26,475.00
05	<b>CONSERVACION DE MUROS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				<b>17,125.00</b>
05.01	REPARACION DE MUROS SECOS	m3	100.00	171.25	17,125.00
06	<b>CONSERVACION DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>255,267.31</b>
06.01	<b>CONSERVACION DE SEÑALES VERTICALES</b>				<b>28,808.63</b>
06.01.01	<b>LIMPIEZA Y REPINTADO DE SEÑALES VERTICALES</b>				<b>13,143.25</b>
06.01.01.01	LIMPIEZA DE SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS	und	110.00	22.42	2,466.20
06.01.01.02	LIMPIEZA DE SEÑALES INFORMATIVAS	und	115.00	42.35	4,870.25
06.01.01.03	REPINTADO DE POSTES DE CONCRETO EN SEÑALES VERTICALES	und	180.00	32.26	5,806.80
06.01.02	<b>REPOSICION DE SEÑALES VERTICALES</b>				<b>15,665.38</b>
06.01.02.01	REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES PREVENTIVAS	und	5.00	492.30	2,461.50
06.01.02.02	REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00	622.60	3,113.00
06.01.02.03	REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00	481.46	1,925.84
06.01.02.04	REPOSICION DE POSTES VERTICALES	und	5.00	399.12	1,995.60
06.01.02.05	REPOSICION DE PORTICOS METALICOS	und	4.00	1,542.36	6,169.44
06.02	<b>CONSERVACION DE POSTES DE KILOMETRAJE</b>				<b>5,377.72</b>
06.02.01	LIMPIEZA DE POSTES DE KILOMETRAJE	und	85.00	15.96	1,356.60
06.02.02	REPOSICION DE POSTES KILOMETRICOS	und	6.00	318.57	1,911.42
06.02.03	REPINTADO DE POSTES KILOMETRICOS	und	85.00	24.82	2,109.70
06.03	<b>CONSERVACION DE GUARDAVIAS METALICAS</b>				<b>91,076.56</b>
06.03.01	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS METALICAS	m	1,128.00	2.72	3,068.16
06.03.02	REPOSICION DE GUARDAVIAS METALICAS	m	248.00	333.30	82,658.40
06.03.03	REPINTADO DE GUARDAVIAS METALICAS	m	500.00	10.70	5,350.00
06.04	<b>CONSERVACION DE MARCAS EN EL PAVIMENTO</b>				<b>53,568.00</b>
06.04.01	REPINTADO DE MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	5,400.00	9.92	53,568.00
06.05	<b>CONSERVACION DE PINTADO DE OTROS ELEMENTOS VIALES</b>				<b>17,560.00</b>
06.05.01	PINTADO DE OTROS ELEMENTOS VIALES	m2	400.00	43.90	17,560.00
06.06	<b>CONSERVACION DE OTROS ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL</b>				<b>58,876.40</b>
06.06.01	REPOSICION DE TACHAS BIDIRECCIONALES	und	2,800.00	9.17	25,676.00
06.06.02	REPINTADO DE POSTES DELINEADORES	und	100.00	16.23	1,623.00
06.06.03	LIMPIEZA DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS	und	500.00	9.51	4,755.00
06.06.04	REPOSICION DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS	und	150.00	69.00	10,350.00
06.06.05	REPOSICION DE LAMINAS REFLECTIVAS EN DELINEADORES	und	370.00	44.52	16,472.40
07	<b>CONSERVACION DEL DERECHO DE VIA</b>				<b>175,937.30</b>
07.01	LIMPIEZA DE LA ZONA DEL DERECHO DE VIA	km	511.00	344.30	175,937.30
08	<b>CONSERVACION DE PUENTES</b>				<b>15,097.40</b>
08.01	LIMPIEZA DE CAUCES DE PUENTES Y PONTONES	m3	274.00	55.10	15,097.40
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,208,597.77</b>

## Presupuesto

Presupuesto	0203001	MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016		
Subpresupuesto	001	MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016		
Cliente		TESIS	Costo al	07/12/2016
Lugar		TACNA - TARATA - TARATA		
		GASTOS GENERALES (10.84%)		131,002.50
		UTILIDAD (10%)		120,859.78
				-----
		SUB TOTAL		1,460,460.05
		I.G.V.(18%)		262,882.81
				-----
		PRESUPUESTO TOTAL		S/. 1,723,342.86
		SON : UN MILLON SETECIENTOS VEINTE Y TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS CON Y 86/100 NUEVOS SOLES		

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**01 PRELIMINARES/ ACTIVIDADES GENERALES**

**01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

**01.01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS**

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	MES
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	86+500	1.00				6.00	6.00	6

**01.02 MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL**

**01.02.01 TRANSPORTE DE CUADRILLA**

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	MES
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	86+500	1.00				12.00	12.00	12

**01.02.02 CAMPAMENTO**

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	GLB
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	86+500	1.00				1.00	1.00	1

**02 CONSERVACION DE PLATAFORMA Y TALUDES**

**02.01 LIMPIEZA DE CALZADA Y BERMAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	KM
DEL	AL		LONGITUD (KM)	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000		18.00			12.00	216.00	1030
20+000	30+000		10.00			12.00	120.00	
30+000	40+000		10.00			12.00	120.00	
40+000	50+000		10.00			12.00	120.00	
50+000	60+000		10.00			12.00	120.00	
60+000	70+000		10.00			12.00	120.00	
70+000	86+500		16.50			12.00	198.00	

**02.02 LIMPIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS MENORES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M3
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
30+000	40+000		100.00	1.00	0.50	6.00	300.00	1200
40+000	50+000		70.00	1.00	0.50	6.00	210.00	
50+000	60+000		60.00	1.00	0.50	6.00	180.00	
60+000	70+000		80.00	1.00	0.50	6.00	240.00	
70+000	86+500		90.00	1.00	0.50	6.00	270.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**03 CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**03.01 PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA\*\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M2
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
30+000	40+000		45.00	2.00		1.00	90.00	250
40+000	50+000		30.00	2.00		1.00	60.00	
50+000	60+000		50.00	2.00		1.00	100.00	

**03.02 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
2+000	20+000		1232.31	6.50		1.00	8010.00	32040
20+000	30+000		739.38	6.50		1.00	4806.00	
30+000	40+000		492.92	6.50		1.00	3204.00	
40+000	50+000		591.51	6.50		1.00	3844.80	
50+000	60+000		1133.72	6.50		1.00	7369.20	
60+000	70+000		246.46	6.50		1.00	1602.00	
70+000	86+500		492.92	6.50		1.00	3204.00	

**04 CONSERVACION DE DRENAJE VIAL**

**04.01 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS\*\*\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
20+000	30+000	5.00				2.00	10.00	506
30+000	40+000	13.00				2.00	26.00	
40+000	50+000	22.00				2.00	44.00	
50+000	60+000	51.00				2.00	102.00	
60+000	70+000	42.00				2.00	84.00	
70+000	86+500	120.00				2.00	240.00	

**04.02 LIMPIEZA DE CUNETAS REVESTIDAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
40+000	50+000		8000.00			2.00	16000.00	25000
50+000	60+000		2000.00			2.00	4000.00	
60+000	70+000		2500.00			2.00	5000.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**04.03 LIMPIEZAS DE CUNETAS NO REVESTIDAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
40+000	50+000		1250.00			2.00	2500.00	7500
50+000	60+000		1000.00			2.00	2000.00	
60+000	70+000		800.00			2.00	1600.00	
70+000	86+500		700.00			2.00	1400.00	

**05 CONSERVACION DE MUROS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

**05.01 REPARACION DE MUROS SECOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M3
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
40+000	50+000		25.00	1.00	2.00	2.00	100.00	100

**06 CONSERVACION DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL**

**06.01 CONSERVACION DE SEÑALES VERTICALES**

**06.01.01 LIMPIEZA Y REPINTADO DE SEÑALES VERTICALES**

**06.01.01.01 LIMPIEZA DE SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	30.00				1.00	30.00	110
20+000	30+000	20.00				1.00	20.00	
30+000	40+000	10.00				1.00	10.00	
40+000	50+000	9.00				1.00	9.00	
50+000	60+000	8.00				1.00	8.00	
60+000	70+000	7.00				1.00	7.00	
70+000	86+500	6.00				1.00	6.00	

**06.01.01.02 LIMPIEZA DE SEÑALES INFORMATIVAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	20.00				1.00	20.00	115
20+000	30+000	25.00				1.00	25.00	
30+000	40+000	30.00				1.00	30.00	
40+000	50+000	10.00				1.00	10.00	
50+000	60+000	13.00				1.00	13.00	
60+000	70+000	7.00				1.00	7.00	
70+000	86+500	5.00				1.00	5.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**06.01.01.03 REPINTADO DE POSTES DE CONCRETO EN SEÑALES VERTICALES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	30.00				2.00	60.00	180
20+000	30+000	20.00				2.00	40.00	
30+000	40+000	10.00				2.00	20.00	
40+000	50+000	9.00				2.00	18.00	
50+000	60+000	8.00				2.00	16.00	
60+000	70+000	7.00				2.00	14.00	
70+000	86+500	6.00				2.00	12.00	

**06.01.02 REPOSICION DE SEÑALES VERTICALES**

**06.01.02.01 REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES PREVENTIVAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
50+000	60+000	2.00				1.00	2.00	5
60+000	70+000	1.00				1.00	1.00	
70+000	86+500	2.00				1.00	2.00	

**06.01.02.02 REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES REGLAMENTARIAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
30+000	40+000	1.00				1.00	1.00	5
40+000	50+000	2.00				1.00	2.00	
50+000	60+000	2.00				1.00	2.00	

**06.01.02.03 REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES INFORMATIVAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
30+000	40+000	1.00				1.00	1.00	4
40+000	50+000	1.00				1.00	1.00	
50+000	60+000	2.00				1.00	2.00	

**06.01.02.04 REPOSICION DE POSTES VERTICALES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
30+000	40+000	1.00		0.20	2.00	1.00	1.00	5
40+000	50+000	1.00		0.20	2.00	1.00	1.00	
50+000	60+000	1.00		0.20	2.00	1.00	1.00	
60+000	70+000	1.00		0.20	2.00	1.00	1.00	
70+000	86+500	1.00		0.20	2.00	1.00	1.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**06.01.02.05 REPOSICION DE PORTICOS METALICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
30+000	40+000	1.00				1.00	1.00	4
40+000	50+000	1.00				1.00	1.00	
50+000	60+000	1.00				1.00	1.00	
60+000	70+000	1.00				1.00	1.00	

**06.02 CONSERVACION DE POSTES DE KILOMETRAJE**

**06.02.01 LIMPIEZA DE POSTES KILOMETRICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	18.00				1.00	18.00	85
20+000	30+000	10.00				1.00	10.00	
30+000	40+000	10.00				1.00	10.00	
40+000	50+000	10.00				1.00	10.00	
50+000	60+000	10.00				1.00	10.00	
60+000	70+000	10.00				1.00	10.00	
70+000	86+500	17.00				1.00	17.00	

**06.02.02 REPOSICION DE POSTES KILOMETRICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
60+000	70+000	3.00				1.00	3.00	6
70+000	86+500	3.00				1.00	3.00	

**06.02.03 REPINTADO DE POSTES KILOMETRICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	18.00				1.00	18.00	85
20+000	30+000	10.00				1.00	10.00	
30+000	40+000	10.00				1.00	10.00	
40+000	50+000	10.00				1.00	10.00	
50+000	60+000	10.00				1.00	10.00	
60+000	70+000	10.00				1.00	10.00	
70+000	86+500	17.00				1.00	17.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**06.03 CONSERVACION DE GUARDAVIAS METALICAS**

**06.03.01 LIMPIEZA DE GUARDAVIAS METALICAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
30+000	40+000		150.00			1.00	150.00	1128
40+000	50+000		100.00			1.00	100.00	
50+000	60+000		328.00			1.00	328.00	
60+000	70+000		400.00			1.00	400.00	
70+000	86+500		150.00			1.00	150.00	

**06.03.02 REPOSICION DE GUARDAVIAS METALICAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
40+000	50+000		97.65			1.00	97.65	248
50+000	60+000		150.00			1.00	150.00	

**06.03.03 REPINTADO DE GUARDAVIAS METALICAS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
40+000	50+000		250.00			1.00	250.00	500
50+000	60+000		100.00			1.00	100.00	
60+000	70+000		50.00			1.00	50.00	
70+000	86+500		100.00			1.00	100.00	

**06.04 CONSERVACION DE MARCAS EN EL PAVIMENTO**

**06.04.01 REPINTADO DE MARCAS EN EL PAVIMENTO\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M2
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
2+000	20+000		2000.00	0.30		1.00	600.00	5400
20+000	30+000		2000.00	0.30		1.00	600.00	
30+000	40+000		4000.00	0.30		1.00	1200.00	
40+000	50+000		4000.00	0.30		1.00	1200.00	
50+000	60+000		2000.00	0.30		1.00	600.00	
60+000	70+000		2000.00	0.30		1.00	600.00	
70+000	86+500		2000.00	0.30		1.00	600.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

**06.05 CONSERVACION DE PINTADO DE OTROS ELEMENTOS VIALES**

**06.05.01 PINTADO DE OTROS ELEMENTOS VIALES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M2
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
30+000	40+000		50.00	3.00		1.00	150.00	400
40+000	50+000		50.00	3.00		1.00	150.00	
50+000	60+000		40.00	2.50		1.00	100.00	

**06.06 CONSERVACION DE OTROS ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL**

**06.06.01 REPOSICION DE TACHAS BIDIRECCIONALES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	200.00				2.00	400.00	2800
20+000	30+000	200.00				2.00	400.00	
30+000	40+000	300.00				2.00	600.00	
40+000	50+000	300.00				2.00	600.00	
50+000	60+000	200.00				2.00	400.00	
60+000	70+000	100.00				2.00	200.00	
70+000	86+500	100.00				2.00	200.00	

**06.06.02 REPINTADO DE POSTES DELINEADORES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
40+000	50+000	40.00				1.00	40.00	100
50+000	60+000	30.00				1.00	30.00	
60+000	70+000	30.00				1.00	30.00	

**06.06.03 LIMPIEZA DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	100.00				1.00	100.00	500
20+000	30+000	100.00				1.00	100.00	
30+000	40+000	150.00				1.00	150.00	
40+000	50+000	90.00				1.00	90.00	
50+000	60+000	60.00				1.00	60.00	

**06.06.04 REPOSICION DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	40.00				1.00	40.00	150
20+000	30+000	10.00				1.00	10.00	
30+000	40+000	20.00				1.00	20.00	
40+000	50+000	20.00				1.00	20.00	

**MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL TRAMO: TACNA-TARATA**

50+000	60+000	60.00				1.00	60.00	
--------	--------	-------	--	--	--	------	-------	--

**06.06.05 REPOSICION DE LAMINAS REFLECTIVAS EN DELINEADORES\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	UND
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000	50.00				1.00	50.00	370
20+000	30+000	60.00				1.00	60.00	
30+000	40+000	40.00				1.00	40.00	
40+000	50+000	50.00				1.00	50.00	
50+000	60+000	50.00				1.00	50.00	
60+000	70+000	100.00				1.00	100.00	
70+000	87+000	20.00				1.00	20.00	

**07 CONSERVACION DEL DERECHO DE VIA**

**07.01 LIMPIEZA DE LA ZONA DEL DERECHO DE VIA\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	KM
DEL	AL		LONGITUD	ANCHO	ALTO			
2+000	20+000		18.00			6.00	108.00	511
20+000	30+000		10.00			6.00	60.00	
30+000	40+000		10.00			6.00	60.00	
40+000	50+000		10.00			6.00	60.00	
50+000	60+000		10.00			6.00	60.00	
60+000	70+000		10.00			6.00	60.00	
70+000	86+500		16.50			6.00	99.00	

**08 CONSERVACION DE PUENTES**

**08.01 LIMPIEZA DE CAUCES DE PUENTES Y PONTONES\*\*\***

PROGRESIVAS		CANTIDAD	DIMENSIONES			Nro de veces	PARCIAL	M3
DEL	AL		LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)			
20+000	30+000	1.00	5.00	1.00	0.50	4.00	10.00	274
40+000	50+000	2.00	53.00	1.00	0.50	4.00	106.00	
50+000	60+000	1.00	15.00	1.00	0.50	4.00	30.00	
70+000	86+500	4.00	60.00	1.00	0.50	4.00	120.00	

**Nota:**

- \* = Datos con respecto a los trabajos de mantenimiento rutinario de años pasados.
- \*\* = Datos de la Evaluacion Superficial del pavimento (Capitulo VI - Cuadro Nro. 6.2)
- \*\*\* = Inventario Vial Carretera Tacna - Tarata (Anexo Nro. 07)

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016  
 Subpresupuesto 001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA Fecha presupuesto 07/12/2016

Partida	01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS				
Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes	<b>7,756.84</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	26.0000	208.0000	11.23	2,335.84
<b>2,335.84</b>						
<b>Equipos</b>						
0301040004	CAMION CAMA BAJA	hm	26.0000	208.0000	24.50	5,096.00
03012200070001	CAMION BARANDA (4TN)	hm	0.5000	4.0000	81.25	325.00
<b>5,421.00</b>						

Partida	01.02.01	TRANSPORTE DE CUADRILLA				
Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes	<b>8,912.80</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	26.0000	208.0000	15.35	3,192.80
<b>3,192.80</b>						
<b>Equipos</b>						
03014700010012	COMBI DE 14 PASAJEROS	hm	26.0000	208.0000	27.50	5,720.00
<b>5,720.00</b>						

Partida	01.02.02	CAMPAMENTO				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	<b>1,500.00</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Equipos</b>						
0301230002	ALQUILER DE CAMPAMENTO	mes		1.0000	1,500.00	1,500.00
<b>1,500.00</b>						

Partida	02.01	LIMPIEZA DE CALZADAS Y BERMAS				
Rendimiento	km/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : km	<b>34.69</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	16.00	1.60
0101010005	PEON	hh	7.0000	2.8000	11.23	31.44
<b>33.04</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	33.04	1.65
<b>1.65</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **02.02** **LIMPIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS MENORES**

Rendimiento **m3/DIA** **130.0000** EQ. **130.0000** Costo unitario directo por : m3 **28.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0154	16.00	0.25
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1231	15.35	1.89
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.4308	11.23	4.84
						<b>6.98</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.98	0.35
03011600020004	MINI CARGADOR	hm	1.0000	0.0615	91.50	5.63
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0615	246.00	15.13
						<b>21.11</b>

Partida **03.01** **PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA**

Rendimiento **m2/DIA** **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m2 **865.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subpartidas</b>						
010304021102	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN F m3			1.0000	625.52	625.52
010304021103	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA AÆ m2			1.0000	10.32	10.32
010304030102	REMOCION DE CARPETA ASFALTICA COLAP m3			1.0000	229.41	229.41
						<b>865.25</b>

Partida **03.02** **SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS**

Rendimiento **m/DIA** **800.0000** EQ. **800.0000** Costo unitario directo por : m **2.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0020	16.00	0.03
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.0700	11.23	0.79
						<b>0.82</b>
<b>Materiales</b>						
0201050006	EMULSION ASFALTICA CSS-1H	gal		0.0600	12.35	0.74
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0100	13.02	0.13
						<b>0.87</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.82	0.04
0301040005	MOTOPULVERIZADORA	hm	0.7000	0.0070	10.66	0.07
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 7€	hm	0.5000	0.0050	42.90	0.21
						<b>0.32</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016  
 Subpresupuesto 001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA Fecha presupuesto 07/12/2016

Partida	04.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS				
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : und	<b>264.92</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	2.6667	16.00	42.67
0101010005	PEON	hh	7.0000	18.6667	11.23	209.63
						<b>252.30</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	252.30	12.62
						<b>12.62</b>

Partida	LIMPIEZA DE CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m	<b>3.18</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	16.00	0.51
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2240	11.23	2.52
						<b>3.03</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.03	0.15
						<b>0.15</b>

Partida	04.03	LIMPIEZA DE CUNETAS NO REVESTIDAS				
Rendimiento	m/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m	<b>3.53</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3500	0.0140	16.00	0.22
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	11.23	3.14
						<b>3.36</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.36	0.17
						<b>0.17</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>05.01</b>	<b>REPARACION DE MUROS SECOS</b>			
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>10.0000</b>	<b>EQ. 10.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>171.25</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.2000	16.00	3.20
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	15.35	12.28
0101010005	PEON	hh	6.0000	4.8000	11.23	53.90
						<b>69.38</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	69.38	3.47
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.5000	0.4000	246.00	98.40
						<b>101.87</b>

Partida	<b>06.01.01.01</b>	<b>LIMPIEZA DE SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>30.0000</b>	<b>EQ. 30.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>22.42</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0667	16.00	1.07
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	11.23	17.97
						<b>19.04</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.1500	7.00	1.05
0290130019	DETERGENTE	kg		0.2500	5.50	1.38
						<b>2.43</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.04	0.95
						<b>0.95</b>

Partida	<b>06.01.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE SEÑALES INFORMATIVAS</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>10.0000</b>	<b>EQ. 10.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>42.35</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.2000	16.00	3.20
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	11.23	35.94
						<b>39.14</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.1000	7.00	0.70
0290130019	DETERGENTE	kg		0.1000	5.50	0.55
						<b>1.25</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	39.14	1.96
						<b>1.96</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.01.01.03</b>	<b>REPINTADO DE POSTES DE CONCRETO EN SEÑALES VERTICALES</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ. <b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>32.26</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	16.00	1.60
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.2000	11.23	13.48
						<b>15.08</b>
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		2.0000	2.00	4.00
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.1000	48.00	4.80
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.1000	48.00	4.80
0240080012	THINNER	gal		0.0800	18.50	1.48
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.3000	7.00	2.10
						<b>17.18</b>

Partida	<b>06.01.02.01</b>	<b>REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES PREVENTIVAS</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>2.0000</b>	EQ. <b>2.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>492.30</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	1.0000	16.00	16.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	16.0000	11.23	179.68
						<b>195.68</b>
<b>Materiales</b>						
02671100040006	SEÑAL PREVENTIVA 75 X 75 cm	und		1.0000	250.84	250.84
0271050139	PERNO 5/16" CON TUERCA Y ARANDELA	jgo		2.0000	18.00	36.00
						<b>286.84</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	195.68	9.78
						<b>9.78</b>

Partida	<b>06.01.02.02</b>	<b>REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>2.0000</b>	EQ. <b>2.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>622.60</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	1.0000	16.00	16.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	16.0000	11.23	179.68
						<b>195.68</b>
<b>Materiales</b>						
02671100040007	SEÑAL REGLAMENTARIA DE (0.80MX1.20M)	und		1.0000	399.14	399.14
0271050139	PERNO 5/16" CON TUERCA Y ARANDELA	jgo		1.0000	18.00	18.00
						<b>417.14</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	195.68	9.78
						<b>9.78</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.01.02.03 REPOSICION DE PANEL DE SEÑALES INFORMATIVAS</b>					
Rendimiento	und/DIA	2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und	481.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	1.0000	16.00	16.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	16.0000	11.23	179.68
						<b>195.68</b>
	<b>Materiales</b>					
02671100040008	SEÑAL INFORMATIVA	und		1.0000	240.00	240.00
0271050139	PERNO 5/16" CON TUERCA Y ARANDELA	jgo		2.0000	18.00	36.00
						<b>276.00</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	195.68	9.78
						<b>9.78</b>
Partida	<b>06.01.02.04 REPOSICION DE POSTES VERTICALES</b>					
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : und	399.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Subpartidas</b>					
010119090110	POSTE DE CONCRETO ARMADO PARA SEÑAL	und		1.0000	296.38	296.38
010304030103	REMOCION Y EXCAVACION DE POSTES DE	und		1.0000	44.46	44.46
010601110220	TRANSPORTE DE POSTE Y SEÑAL VERTICAL	und		1.0000	26.12	26.12
010708001001	PINTADO DE POSTES DE SEÑAL VERTICAL	und		1.0000	32.16	32.16
						<b>399.12</b>
Partida	<b>06.01.02.05 REPOSICION DE PORTICOS METALICOS</b>					
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : und	1,542.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.6667	16.00	10.67
0101010005	PEON	hh	5.0000	13.3333	11.23	149.73
						<b>160.40</b>
	<b>Materiales</b>					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0260	64.00	1.66
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0656	40.50	2.66
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2630	24.50	6.44
02903200080004	PORTICO METALICO Y ACCESORIOS	und		1.0000	1,150.00	1,150.00
						<b>1,160.76</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010601110221	TRANSPORTE DE PORTICO METALICO	und		1.0000	221.20	221.20
						<b>221.20</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.02.01</b>	<b>LIMPIEZA DE POSTES DE KILOMETRAJE</b>				
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>20.0000</b>	<b>EQ. 20.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>15.96</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	16.00	1.60
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.2000	11.23	13.48
<b>15.08</b>						
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0100	7.00	0.07
0290130019	DETERGENTE	kg		0.0100	5.50	0.06
<b>0.13</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.08	0.75
<b>0.75</b>						

Partida	<b>06.02.02</b>	<b>REPOSICION DE POSTES KILOMETRICOS</b>				
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>8.0000</b>	<b>EQ. 8.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>318.57</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subpartidas</b>						
010107020106	FABRICACION DE POSTES KILOMETRICOS	und		1.0000	167.07	167.07
010601060503	INSTALACION DE POSTES KILOMETRICOS	und		1.0000	62.08	62.08
010601110222	TRANSPORTE DE POSTE DE KILOMETRAJE	und		1.0000	34.84	34.84
010708001002	PINTADO DE POSTES DE KILOMETRAJE	und		1.0000	54.58	54.58
<b>318.57</b>						

Partida	<b>06.02.03</b>	<b>REPINTADO DE POSTES KILOMETRICOS</b>				
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>20.0000</b>	<b>EQ. 20.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>24.82</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	16.00	1.60
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	11.23	17.97
<b>19.57</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		0.7500	2.00	1.50
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0262	48.00	1.26
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.0183	48.00	0.88
0240080012	THINNER	gal		0.0220	18.50	0.41
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.0540	4.00	0.22
<b>4.27</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.57	0.98
<b>0.98</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.03.01</b>	<b>LIMPIEZA DE GUARDAVIAS METALICAS</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>250.0000</b>	EQ. <b>250.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>2.72</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0080	16.00	0.13
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.1920	11.23	2.16
<b>2.29</b>						
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0250	7.00	0.18
0290130019	DETERGENTE	kg		0.0250	5.50	0.14
<b>0.32</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.29	0.11
<b>0.11</b>						

Partida	<b>06.03.02</b>	<b>REPOSICION DE GUARDAVIAS METALICAS</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>15.2400</b>	EQ. <b>15.2400</b>	Costo unitario directo por : m	<b>333.30</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subpartidas</b>						
010104011002	EXCAVACION PARA COLOCACION DE GUAR	m3		2.0000	63.34	126.68
010116080202	COLOCACION DE GUARDAVIAS METALICOS	m		1.0000	143.65	143.65
010305010107	TRANSPORTE DE GUADAVIAS	und		1.0000	34.07	34.07
010708001003	PINTADO DE GUARDAVIAS METALICOS	m		1.0000	28.90	28.90
<b>333.30</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.03.03</b>	<b>REPINTADO DE GUARDAVIAS METALICAS</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>120.0000</b>	<b>EQ. 120.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>10.70</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0167	16.00	0.27
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	11.23	1.50
						<b>1.77</b>
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		0.7500	2.00	1.50
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0732	48.00	3.51
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.0214	48.00	1.03
0240020016	PINTURA ESMALTE AMARILLO	gal		0.0054	48.00	0.26
0240030005	PINTURA BASE ZINCROMATO	gal		0.0333	48.00	1.60
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0085	54.00	0.46
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.1190	4.00	0.48
						<b>8.84</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.77	0.09
						<b>0.09</b>

Partida	<b>06.04.01</b>	<b>REPINTADO DE MARCAS EN EL PAVIMENTO</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>1,200.0000</b>	<b>EQ. 1,200.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>9.92</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	16.00	0.11
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.0467	11.23	0.52
						<b>0.63</b>
<b>Materiales</b>						
0240020017	PINTURA DE TRAFICO COLOR BLANCO	gal		0.0468	59.11	2.77
0240020018	PINTURA DE TRAFICO COLOR AMARILLO	gal		0.0468	59.11	2.77
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0392	54.00	2.12
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.3500	4.00	1.40
						<b>9.06</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.63	0.03
03012700010003	MAQUINA PARA PINTAR PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0067	30.00	0.20
						<b>0.23</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.05.01</b>	<b>PINTADO DE OTROS ELEMENTOS VIALES</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>20.0000</b>	<b>EQ. 20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>43.90</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	16.00	0.64
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	11.23	26.95
						<b>27.59</b>
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		0.2258	2.00	0.45
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0973	48.00	4.67
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.0214	48.00	1.03
0240020016	PINTURA ESMALTE AMARILLO	gal		0.0084	48.00	0.40
0240030005	PINTURA BASE ZINCROMATO	gal		0.0955	48.00	4.58
02400700010001	PINTURA ANTICORROSIVA GRIS	gal		0.0696	48.00	3.34
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0085	54.00	0.46
						<b>14.93</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	27.59	1.38
						<b>1.38</b>

Partida	<b>06.06.01</b>	<b>REPOSICION DE TACHAS BIDIRECCIONALES</b>				
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>150.0000</b>	<b>EQ. 150.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>9.17</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0133	16.00	0.21
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	11.23	2.40
						<b>2.61</b>
<b>Materiales</b>						
0222090005	PEGAMENTO EPOXICO A+B	jgo		0.0085	231.55	1.97
0290150029	TACHAS BIDIRECCIONALES	und		0.5000	4.46	2.23
0290150030	TACHAS AMARILLAS	und		0.5000	4.46	2.23
						<b>6.43</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.61	0.13
						<b>0.13</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016  
 Subpresupuesto 001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA Fecha presupuesto 07/12/2016

Partida	06.06.02	REPINTADO DE POSTES DELINEADORES			
Rendimiento	und/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : und	16.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0400	16.00	0.64
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.9600	11.23	10.78
						<b>11.42</b>
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		0.4808	2.00	0.96
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0192	48.00	0.92
0240020016	PINTURA ESMALTE AMARILLO	gal		0.0096	48.00	0.46
0240030006	PINTURA BASE SINTETICA	gal		0.0288	48.00	1.38
0240080012	THINNER	gal		0.0220	18.50	0.41
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0163	7.00	0.11
						<b>4.24</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.42	0.57
						<b>0.57</b>

Partida	06.06.03	LIMPIEZA DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS			
Rendimiento	und/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : und	9.51

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	11.23	8.98
						<b>8.98</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0100	7.00	0.07
0290130019	DETERGENTE	kg		0.0020	5.50	0.01
						<b>0.08</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.98	0.45
						<b>0.45</b>

Partida	06.06.04	REPOSICION DE POSTES DELINEADORES CILINDRICOS			
Rendimiento	und/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und	69.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subpartidas</b>						
010107020107	FABRICACION DE POSTES DELINEADORES	und		1.0000	32.23	32.23
010116080203	COLOCACION DE POSTES DELINEADORES	und		1.0000	17.48	17.48
010708001005	PINTADO DE POSTES DELINEADORES	und		1.0000	19.29	19.29
						<b>69.00</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001 MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA** Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida	<b>06.06.05</b>	<b>REPOSICION DE LAMINAS REFLECTIVAS EN DELINEADORES</b>			
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>11.5000</b>	EQ. <b>11.5000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>44.52</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1739	16.00	2.78
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.7826	11.23	31.25
						<b>34.03</b>
<b>Materiales</b>						
0267110022	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD AMA m			0.0298	80.07	2.39
0267110023	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD ROJ m			0.0298	98.34	2.93
0267110024	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD BLA m			0.0298	116.57	3.47
						<b>8.79</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	34.03	1.70
						<b>1.70</b>

Partida	<b>07.01</b>	<b>LIMPIEZA DE LA ZONA DEL DERECHO DE VIA</b>			
Rendimiento	<b>km/DIA</b>	<b>10.0000</b>	EQ. <b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : km	<b>344.30</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	16.00	1.28
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	15.35	24.56
0101010005	PEON	hh	5.0000	4.0000	11.23	44.92
						<b>70.76</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	70.76	3.54
03011600020004	MINI CARGADOR	hm	1.0000	0.8000	91.50	73.20
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.8000	246.00	196.80
						<b>273.54</b>

Partida	<b>08.01</b>	<b>LIMPIEZA DE CAUCES DE PUENTES Y PONTONES</b>			
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>100.0000</b>	EQ. <b>100.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>55.10</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	16.00	0.13
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.2400	15.35	3.68
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	11.23	3.59
						<b>7.40</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.40	0.37
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0800	254.10	20.33
03011600020004	MINI CARGADOR	hm	1.0000	0.0800	91.50	7.32
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0800	246.00	19.68
						<b>47.70</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010104011002-0203001-01) EXCAVACION PARA COLOCACION DE GUARDAVIAS**  
 Rendimiento **m3/DIA** MO.1.50 EQ.1.50 Costo unitario directo por : m3 **63.34**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0050	0.0267	16.00	0.43
0101010005	PEON	hh	1.0000	5.3333	11.23	59.89
						<b>60.32</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	60.32	3.02
						<b>3.02</b>

Partida **(010107020106-0203001-01) FABRICACION DE POSTES KILOMETRICOS**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.15.00 EQ.15.00 Costo unitario directo por : und **167.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1333	16.00	2.13
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.1333	11.23	23.96
						<b>26.09</b>
<b>Materiales</b>						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0690	4.50	0.31
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0136	40.50	0.55
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	4.50	1.13
02040300010042	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	var		0.2500	18.00	4.50
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		1.1300	4.50	5.09
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2544	24.50	6.23
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5500	64.00	35.20
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		8.0000	10.00	80.00
						<b>133.09</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	26.09	1.30
03012900030004	MEZCLADORA TIPO TROMPO 11P3	hm	0.5000	0.2667	25.00	6.67
						<b>7.97</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010107020107-0203001-01) FABRICACION DE POSTES DELINEADORES**  
 Rendimiento **und/DIA** **MO.42.00** **EQ.42.00** Costo unitario directo por : und **32.23**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0476	16.00	0.76
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.7619	11.23	8.56
						<b>9.32</b>
<b>Materiales</b>						
0290130022	AGUA	m3		0.0068	12.50	0.09
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0200	4.50	0.09
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0136	40.50	0.55
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.2016	4.50	0.91
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0470	24.50	1.15
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0649	64.00	4.15
02040300010042	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	var		0.2660	18.00	4.79
02050700020024	TUBERIA PVC SAP PARA DESAGUE DE 4"X3	und		0.3330	25.00	8.33
						<b>20.05</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	9.32	0.47
03012900030004	MEZCLADORA TIPO TROMPO 11P3	hm	0.5000	0.0952	25.00	2.38
						<b>2.85</b>

Partida **(010116080202-0203001-01) COLOCACION DE GUARDAVIAS METALICOS**  
 Rendimiento **m/DIA** **MO.22.86** **EQ.22.86** Costo unitario directo por : m **143.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3500	11.23	3.93
						<b>3.93</b>
<b>Materiales</b>						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0026	64.00	0.17
0204270003	TERMINAL DE FIN DE TRAMO (COLA DE PEZ TIPO 1)	und		0.0200	81.14	1.62
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0432	40.50	1.75
0204270004	TERMINAL DE INICIO DE TRAMO (CARACOL TIPO 2)	und		0.0200	118.05	2.36
0271030062	CAPTAFARO TRIANGULAR DE 1.5M	und		0.2624	16.05	4.21
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2620	24.50	6.42
0271050140	PERNO PARA GUARDAVIAS DE 5/8" X 11/2" CON TUERCA Y ARANDEL	jgo		2.3622	3.32	7.84
02630400010004	POSTE PARA GUARDAVIA GALVANIZADO	und		0.2625	110.00	28.88
0272070038	GUARDAVIAS GALVANIZADAS L=3.81m /e=2.50mm	und		0.2625	295.30	77.52
						<b>130.76</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.93	0.20
03012900030004	MEZCLADORA TIPO TROMPO 11P3	hm	1.0000	0.3500	25.00	8.75
						<b>8.95</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010116080203-0203001-01) COLOCACION DE POSTES DELINEADORES**  
 Rendimiento **und/DIA** **MO.25.00** **EQ.25.00** Costo unitario directo por : und **17.48**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0800	16.00	1.28
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	11.23	14.37
						<b>15.65</b>
<b>Materiales</b>						
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0033	24.50	0.08
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0050	40.50	0.20
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0120	64.00	0.77
						<b>1.05</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.65	0.78
						<b>0.78</b>

Partida **(010119090110-0203001-01) POSTE DE CONCRETO ARMADO PARA SEÑAL VERTICAL**  
 Rendimiento **und/DIA** **MO.5.00** **EQ.5.00** Costo unitario directo por : und **296.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	16.00	5.12
0101010005	PEON	hh	4.0000	6.4000	11.23	71.87
						<b>76.99</b>
<b>Materiales</b>						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	4.50	1.13
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.4360	4.50	1.96
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		1.5000	4.50	6.75
02040300010042	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	var		0.7660	18.00	13.79
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4200	40.50	17.01
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.2000	24.50	29.40
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7500	64.00	48.00
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		9.5000	10.00	95.00
						<b>213.04</b>
<b>Equipos</b>						
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.0625	0.1000	25.00	2.50
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	76.99	3.85
						<b>6.35</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010304021102-0203001-01) PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO (EMUSION CSS-1H)**  
 Rendimiento **m3/DIA** MO.30.00 EQ.30.00 Costo unitario directo por : m3 **625.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	16.00	0.43
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	15.35	4.09
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	11.23	14.97
						<b>19.49</b>
<b>Materiales</b>						
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0247	24.50	0.61
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.2190	64.00	14.02
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.7740	40.50	31.35
0201050006	EMULSION ASFALTICA CSS-1H	gal		45.0000	12.35	555.75
						<b>601.72</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.49	0.97
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.5000	0.1333	25.00	3.33
						<b>4.31</b>

Partida **(010304021103-0203001-01) EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFALTICA (E=2")**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO.64.00 EQ.64.00 Costo unitario directo por : m2 **10.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0250	16.00	0.40
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.6250	11.23	7.02
						<b>7.42</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.42	0.37
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.1250	20.20	2.53
						<b>2.90</b>

Partida **(010304030102-0203001-01) REMOCION DE CARPETA ASFALTICA COLAPSADA**  
 Rendimiento **m3/DIA** MO.5.00 EQ.5.00 Costo unitario directo por : m3 **229.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	16.00	5.12
0101010005	PEON	hh	3.0000	4.8000	11.23	53.90
						<b>59.02</b>
<b>Materiales</b>						
0271010063	CORTADORA DE PAVIMENTO 1"	hm		0.4000	25.00	10.00
						<b>10.00</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	59.02	2.95
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.4000	0.6400	246.00	157.44
						<b>160.39</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010304030103-0203001-01) REMOCION Y EXCAVACION DE POSTES DE SEÑAL VERTICAL**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.5.00 EQ.5.00 Costo unitario directo por : und **44.46**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.4000	16.00	6.40
0101010005	PEON	hh	2.0000	3.2000	11.23	35.94
						<b>42.34</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	42.34	2.12
						<b>2.12</b>

Partida **(010305010107-0203001-01) TRANSPORTE DE GUADAVIAS**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.60.00 EQ.60.00 Costo unitario directo por : und **34.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.6250	0.0833	15.35	1.28
						<b>1.28</b>
<b>Equipos</b>						
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.1333	246.00	32.79
						<b>32.79</b>

Partida **(010601060503-0203001-01) INSTALACION DE POSTES KILOMETRICOS**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.8.00 EQ.8.00 Costo unitario directo por : und **62.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.2500	16.00	4.00
0101010005	PEON	hh	4.0000	4.0000	11.23	44.92
						<b>48.92</b>
<b>Materiales</b>						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0656	40.50	2.66
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2620	24.50	6.42
						<b>9.08</b>
<b>Equipos</b>						
03012900030004	MEZCLADORA TIPO TROMPO 11P3	hm	0.0650	0.0650	25.00	1.63
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	48.92	2.45
						<b>4.07</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010601110220-0203001-01) TRANSPORTE DE POSTE Y SEÑAL VERTICAL**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.10.00 EQ.10.00 Costo unitario directo por : und **26.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0250	0.0200	16.00	0.32
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	15.35	24.56
<b>24.88</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	24.88	1.24
<b>1.24</b>						

Partida **(010601110221-0203001-01) TRANSPORTE DE PORTICO METALICO**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.1.00 EQ.1.00 Costo unitario directo por : und **221.20**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	15.35	122.80
<b>122.80</b>						
<b>Equipos</b>						
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0500	0.4000	246.00	98.40
<b>98.40</b>						

Partida **(010601110222-0203001-01) TRANSPORTE DE POSTE DE KILOMETRAJE**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.30.00 EQ.30.00 Costo unitario directo por : und **34.84**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.1333	15.35	2.05
<b>2.05</b>						
<b>Equipos</b>						
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.5000	0.1333	246.00	32.79
<b>32.79</b>						

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010708001001-0203001-01) PINTADO DE POSTES DE SEÑAL VERTICAL**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.20.00 EQ.20.00 Costo unitario directo por : und **32.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	16.00	1.60
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.2000	11.23	13.48
						<b>15.08</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.3000	7.00	2.10
0240080012	THINNER	gal		0.2500	18.50	4.63
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.1000	48.00	4.80
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.1000	48.00	4.80
						<b>16.33</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.08	0.75
						<b>0.75</b>

Partida **(010708001002-0203001-01) PINTADO DE POSTES DE KILOMETRAJE**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.15.00 EQ.15.00 Costo unitario directo por : und **54.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0300	0.0160	16.00	0.26
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.0667	11.23	11.98
						<b>12.24</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.5000	7.00	3.50
0240080012	THINNER	gal		0.2500	18.50	4.63
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.2000	48.00	9.60
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.5000	48.00	24.00
						<b>41.73</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	12.24	0.61
						<b>0.61</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0203001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**  
 Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO RUTINARIO CARRETERA PE-38 TRAMO: TACNA - TARATA-2016**

Fecha presupuesto **07/12/2016**

Partida **(010708001003-0203001-01) PINTADO DE GUARDAVIAS METALICOS**  
 Rendimiento **m/DIA** MO.22.86 EQ.22.86 Costo unitario directo por : m **28.90**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0875	16.00	1.40
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.3998	11.23	15.72
						<b>17.12</b>
<b>Materiales</b>						
02380100020005	LIJA	plg		0.1000	2.00	0.20
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.0547	4.00	0.22
02400200010004	PINTURA ESMALTE NEGRO	gal		0.0125	48.00	0.60
0240020016	PINTURA ESMALTE AMARILLO	gal		0.0125	48.00	0.60
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0388	54.00	2.10
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0500	48.00	2.40
0240030005	PINTURA BASE ZINCROMATO	gal		0.1000	48.00	4.80
						<b>10.91</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.12	0.86
						<b>0.86</b>

Partida **(010708001005-0203001-01) PINTADO DE POSTES DELINEADORES**  
 Rendimiento **und/DIA** MO.25.00 EQ.25.00 Costo unitario directo por : und **19.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0800	16.00	1.28
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	11.23	14.37
						<b>15.65</b>
<b>Materiales</b>						
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0163	7.00	0.11
0240080012	THINNER	gal		0.0220	18.50	0.41
0240020016	PINTURA ESMALTE AMARILLO	gal		0.0096	48.00	0.46
02400200010002	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal		0.0192	48.00	0.92
02380100020005	LIJA	plg		0.4808	2.00	0.96
						<b>2.87</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.65	0.78
						<b>0.78</b>

Fecha : 13/01/2017 08:56:53 p.m.

**ANEXO 7**  
**RESUMEN ANÁLISIS ECONÓMICO**

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: Nuevos Soles (millones).

Tasa de descuento: 11,00%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

**Alternativa: ALTERNATIVA I vs Alternativa: ALTERNATIVA 0**

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operación de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	33,25	10,93	0,00	158.75	16.40	0,00	0,00	0.00	130.97
Descontados	19,43	4,84	0,00	52,61	5,24	0,00	0,00	0,00	33,58

**Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 28,6% (No. de soluciones = 1)**

**Alternativa: ALTERNATIVA II vs Alternativa: ALTERNATIVA 0**

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operación de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	39,51	2,83	0,00	165.25	16.41	0,00	0,00	0.00	139.31
Descontados	24,07	1,05	0,00	54,57	5,24	0,00	0,00	0,00	34,70

**Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 25,5% (No. de soluciones = 1)**

**ANEXO 8**  
**COMPARACIÓN DE COSTOS**

## Comparación de costes

Nombre del estudio: Carretera PE-38 Tramo: Tacna-Tarata

Fecha ejecución: 25-06-2016

Este informe muestra una comparación de coste económico sin descuento usando el Coste de la Alternativa Base frente a Coste de cada una de las demás alternativas.

La alternativa base se ha definido como: ALTERNATIVA 0

Todos los costes expresados en: Nuevos Soles (millones)

Comparación de la alternativa: **ALTERNATIVA I**

A o	Incremento Costes Administración			Disminución Costes Usuario				Beneficios exógenos netos	Beneficio neto
	Capital	Recurrente	Especial	TM VOC	Tiempo TM	TNM	Accidentes		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	2.324	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.331
2018	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
2019	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044
2020	0.000	0.000	0.000	0.429	0.001	0.000	0.000	0.000	0.430
2021	0.000	0.000	0.000	1.562	0.009	0.000	0.000	0.000	1.572
2022	2.324	0.001	0.000	4.231	0.235	0.000	0.000	0.000	2.142
2023	0.000	0.000	0.000	7.210	0.957	0.000	0.000	0.000	8.167
2024	0.000	0.000	0.000	8.258	1.234	0.000	0.000	0.000	9.492
2025	0.000	0.000	0.000	8.503	1.271	0.000	0.000	0.000	9.774
2026	0.000	0.000	0.000	8.755	1.309	0.000	0.000	0.000	10.063
2027	2.324	0.001	0.000	9.013	1.348	0.000	0.000	0.000	8.036
2028	0.000	0.000	0.000	9.298	1.388	0.000	0.000	0.000	10.686
2029	0.000	0.000	0.000	9.574	1.430	0.000	0.000	0.000	11.004
2030	0.000	0.000	0.000	9.858	1.473	0.000	0.000	0.000	11.331
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	8.761	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-8.761
2018	0.000	0.000	0.000	-0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.007
2019	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
2020	0.000	2.074	0.000	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.025
2021	0.000	2.212	0.000	0.390	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.822

**HDM-4 Comparación de costes**

2022	8.761	0.000	0.000	1.119	0.001	0.000	0.000	0.000	-7.641
2023	0.000	0.000	0.000	2.212	0.003	0.000	0.000	0.000	2.215
2024	0.000	0.000	0.000	3.848	0.019	0.000	0.000	0.000	3.867
2025	0.000	2.212	0.000	6.179	0.120	0.000	0.000	0.000	4.086
2026	0.000	2.212	0.000	10.080	0.562	0.000	0.000	0.000	8.430
2027	8.761	0.000	0.000	13.566	1.103	0.000	0.000	0.000	5.908
2028	0.000	0.000	0.000	14.596	1.274	0.000	0.000	0.000	15.870
2029	0.000	0.000	0.000	14.876	1.312	0.000	0.000	0.000	16.188
2030	0.000	2.212	0.000	15.099	1.351	0.000	0.000	0.000	14.238
Total:	33.253	10.932	0.000	158.752	16.400	0.000	0.000	0.000	130.968

Comparación de la alternativa: ALTERNATIVA II

A o	Incremento Costes Administración			Disminución Costes Usuario				Beneficios exógenos netos	Beneficio neto
	Capital	Recurrente	Especial	TM VOC	Tiempo TM	TNM	Accidentes		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	4.285	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-4.293
2018	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012
2019	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049
2020	0.000	0.000	0.000	0.436	0.001	0.000	0.000	0.000	0.437
2021	0.000	0.000	0.000	1.570	0.009	0.000	0.000	0.000	1.580
2022	0.000	0.000	0.000	4.241	0.235	0.000	0.000	0.000	4.476
2023	0.000	0.000	0.000	7.206	0.957	0.000	0.000	0.000	8.163
2024	0.000	0.000	0.000	8.254	1.233	0.000	0.000	0.000	9.487
2025	0.000	0.000	0.000	8.497	1.270	0.000	0.000	0.000	9.767
2026	0.000	0.342	0.000	8.744	1.309	0.000	0.000	0.000	9.711
2027	4.285	0.002	0.000	8.997	1.348	0.000	0.000	0.000	6.058
2028	0.000	0.000	0.000	9.303	1.388	0.000	0.000	0.000	10.691
2029	0.000	0.000	0.000	9.581	1.430	0.000	0.000	0.000	11.011
2030	0.000	0.000	0.000	9.866	1.473	0.000	0.000	0.000	11.339
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	15.470	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.472
2018	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
2019	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020
2020	0.000	0.000	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070
2021	0.000	0.000	0.000	0.426	0.000	0.000	0.000	0.000	0.426
2022	0.000	0.000	0.000	1.193	0.001	0.000	0.000	0.000	1.194
2023	0.000	0.000	0.000	2.363	0.004	0.000	0.000	0.000	2.367
2024	0.000	0.000	0.000	4.078	0.019	0.000	0.000	0.000	4.097
2025	0.000	1.238	0.000	6.574	0.120	0.000	0.000	0.000	5.456
2026	0.000	1.238	0.000	10.662	0.563	0.000	0.000	0.000	9.987
2027	15.470	0.000	0.000	14.389	1.103	0.000	0.000	0.000	0.022
2028	0.000	0.000	0.000	15.763	1.275	0.000	0.000	0.000	17.038
2029	0.000	0.000	0.000	16.231	1.314	0.000	0.000	0.000	17.545

**HDM-4 Comparación de costes**

---

2030	0.000	0.000	0.000	16.713	1.353	0.000	0.000	0.000	18.066
Total:	39.511	2.829	0.000	165.246	16.406	0.000	0.000	0.000	139.312

**ANEXO 9**  
**FLUJO DE COSTO POR TRAMO**

## Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Nombre del estudio: Carretera PE-38 Tramo: Tacna-Tarata

Fecha ejecución: 25-06-2016

Moneda: Nuevos Soles (millones)

Tasa de descuento: 11,00 %

Tramo: Alto de la Alianza-Tarata

Alternativa: ALTERNATIVA 0

ID: 22+000 - 86+500

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 64,50 km Ancho: 7,50 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 °/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	16.249	2.111	0.000	0.000	18.360	0.000	18.360
2017	0.000	0.730	0.000	0.730	15.082	1.959	0.000	0.000	17.041	0.000	17.771
2018	0.000	0.658	0.000	0.658	14.001	1.818	0.000	0.000	15.819	0.000	16.477
2019	0.000	0.593	0.000	0.593	13.003	1.687	0.000	0.000	14.690	0.000	15.282
2020	0.000	0.534	0.000	0.534	12.101	1.565	0.000	0.000	13.666	0.000	14.200
2021	0.000	0.481	0.000	0.481	11.441	1.452	0.000	0.000	12.893	0.000	13.374
2022	0.000	0.433	0.000	0.433	11.022	1.348	0.000	0.000	12.370	0.000	12.803
2023	0.000	0.390	0.000	0.390	10.777	1.252	0.000	0.000	12.029	0.000	12.420
2024	0.000	0.352	0.000	0.352	10.717	1.169	0.000	0.000	11.886	0.000	12.237
2025	0.000	0.317	0.000	0.317	10.877	1.124	0.000	0.000	12.001	0.000	12.318
2026	0.000	0.286	0.000	0.286	11.469	1.197	0.000	0.000	12.666	0.000	12.952
2027	0.000	0.257	0.000	0.257	11.730	1.277	0.000	0.000	13.008	0.000	13.265
2028	0.000	0.232	0.000	0.232	11.131	1.225	0.000	0.000	12.356	0.000	12.587
2029	0.000	0.209	0.000	0.209	10.329	1.137	0.000	0.000	11.465	0.000	11.674
2030	0.000	0.188	0.000	0.188	9.584	1.055	0.000	0.000	10.639	0.000	10.827
<b>Total:</b>	0.000	5.660	0.000	5.660	179.513	21.375	0.000	0.000	200.888	0.000	206.548

**HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)**

Tramo: Alto de la Alianza-Tarata

Alternativa: ALTERNATIVA I

ID: 22+000 - 86+500

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 64,50 km Ancho: 7,50 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 %/km

A o	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	16.249	2.111	0.000	0.000	18.360	0.000	18.360
2017	7.893	0.730	0.000	8.623	15.082	1.959	0.000	0.000	17.041	0.000	25.664
2018	0.000	0.658	0.000	0.658	14.007	1.818	0.000	0.000	15.825	0.000	16.483
2019	0.000	0.593	0.000	0.593	12.999	1.687	0.000	0.000	14.685	0.000	15.278
2020	0.000	1.900	0.000	1.900	12.069	1.565	0.000	0.000	13.634	0.000	15.534
2021	0.000	1.794	0.000	1.794	11.210	1.452	0.000	0.000	12.662	0.000	14.456
2022	4.684	0.433	0.000	5.117	10.424	1.348	0.000	0.000	11.771	0.000	16.889
2023	0.000	0.390	0.000	0.390	9.712	1.251	0.000	0.000	10.962	0.000	11.353
2024	0.000	0.352	0.000	0.352	9.047	1.160	0.000	0.000	10.208	0.000	10.559
2025	0.000	1.182	0.000	1.182	8.462	1.077	0.000	0.000	9.539	0.000	10.720
2026	0.000	1.065	0.000	1.065	7.919	0.999	0.000	0.000	8.918	0.000	9.983
2027	2.780	0.257	0.000	3.037	7.426	0.927	0.000	0.000	8.353	0.000	11.390
2028	0.000	0.232	0.000	0.232	6.959	0.861	0.000	0.000	7.819	0.000	8.051
2029	0.000	0.209	0.000	0.209	6.498	0.799	0.000	0.000	7.296	0.000	7.505
2030	0.000	0.701	0.000	0.701	6.081	0.741	0.000	0.000	6.822	0.000	7.524
<b>Total:</b>	15.356	10.496	0.000	25.852	154.143	19.754	0.000	0.000	173.897	0.000	199.749

Todos los costes estan descontados al: 11,00 %

**HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)**

Tramo: Alto de la Alianza-Tarata

Alternativa: ALTERNATIVA II

ID: 22+000 - 86+500

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 64,50 km Ancho: 7,50 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 %/km

A o	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	16.249	2.111	0.000	0.000	18.360	0.000	18.360
2017	13.937	0.732	0.000	14.669	15.082	1.959	0.000	0.000	17.041	0.000	31.710
2018	0.000	0.658	0.000	0.658	13.995	1.818	0.000	0.000	15.813	0.000	16.471
2019	0.000	0.593	0.000	0.593	12.989	1.687	0.000	0.000	14.675	0.000	15.268
2020	0.000	0.534	0.000	0.534	12.055	1.565	0.000	0.000	13.620	0.000	14.154
2021	0.000	0.481	0.000	0.481	11.188	1.452	0.000	0.000	12.640	0.000	13.121
2022	0.000	0.433	0.000	0.433	10.384	1.348	0.000	0.000	11.732	0.000	12.165
2023	0.000	0.390	0.000	0.390	9.639	1.250	0.000	0.000	10.889	0.000	11.280
2024	0.000	0.352	0.000	0.352	8.947	1.160	0.000	0.000	10.108	0.000	10.460
2025	0.000	0.801	0.000	0.801	8.307	1.077	0.000	0.000	9.384	0.000	10.185
2026	0.000	0.722	0.000	0.722	7.714	0.999	0.000	0.000	8.713	0.000	9.434
2027	4.908	0.257	0.000	5.166	7.165	0.927	0.000	0.000	8.092	0.000	13.258
2028	0.000	0.232	0.000	0.232	6.625	0.860	0.000	0.000	7.485	0.000	7.717
2029	0.000	0.209	0.000	0.209	6.149	0.798	0.000	0.000	6.947	0.000	7.156
2030	0.000	0.188	0.000	0.188	5.707	0.741	0.000	0.000	6.447	0.000	6.636
<b>Total:</b>	18.846	6.581	0.000	25.427	152.195	19.752	0.000	0.000	171.946	0.000	197.374

Todos los costes estan descontados al: 11,00 %

**HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)**

Tramo: Tacna - Alto de la Alianza

Alternativa: ALTERNATIVA 0

ID: 02+000 - 22+000

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 20,00 km Ancho: 6,70 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 %/km

A o	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	10.195	2.402	0.000	0.000	12.597	0.000	12.597
2017	0.000	0.226	0.000	0.226	9.463	2.229	0.000	0.000	11.692	0.000	11.918
2018	0.000	0.204	0.000	0.204	8.786	2.068	0.000	0.000	10.854	0.000	11.058
2019	0.000	0.184	0.000	0.184	8.181	1.919	0.000	0.000	10.100	0.000	10.284
2020	0.000	0.166	0.000	0.166	7.846	1.781	0.000	0.000	9.627	0.000	9.793
2021	0.000	0.149	0.000	0.149	7.947	1.658	0.000	0.000	9.605	0.000	9.754
2022	0.000	0.134	0.000	0.134	8.778	1.659	0.000	0.000	10.437	0.000	10.571
2023	0.000	0.121	0.000	0.121	9.513	1.884	0.000	0.000	11.397	0.000	11.518
2024	0.000	0.109	0.000	0.109	9.190	1.855	0.000	0.000	11.045	0.000	11.154
2025	0.000	0.098	0.000	0.098	8.528	1.722	0.000	0.000	10.249	0.000	10.348
2026	0.000	0.089	0.000	0.089	7.913	1.598	0.000	0.000	9.511	0.000	9.599
2027	0.000	0.080	0.000	0.080	7.343	1.483	0.000	0.000	8.825	0.000	8.905
2028	0.000	0.072	0.000	0.072	6.813	1.376	0.000	0.000	8.189	0.000	8.261
2029	0.000	0.065	0.000	0.065	6.322	1.277	0.000	0.000	7.599	0.000	7.664
2030	0.000	0.058	0.000	0.058	5.867	1.185	0.000	0.000	7.051	0.000	7.110
<b>Total:</b>	0.000	1.755	0.000	1.755	122.683	26.093	0.000	0.000	148.776	0.000	150.532

Todos los costes estan descontados al: 11,00 %

**HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)**

Tramo: Tacna - Alto de la Alianza

Alternativa: ALTERNATIVA I

ID: 02+000 - 22+000

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 20,00 km Ancho: 6,70 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 %/km

A o	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	10.195	2.402	0.000	0.000	12.597	0.000	12.597
2017	2.093	0.233	0.000	2.326	9.463	2.229	0.000	0.000	11.692	0.000	14.018
2018	0.000	0.204	0.000	0.204	8.780	2.068	0.000	0.000	10.848	0.000	11.052
2019	0.000	0.184	0.000	0.184	8.149	1.919	0.000	0.000	10.068	0.000	10.251
2020	0.000	0.166	0.000	0.166	7.563	1.781	0.000	0.000	9.344	0.000	9.509
2021	0.000	0.149	0.000	0.149	7.020	1.652	0.000	0.000	8.672	0.000	8.821
2022	1.242	0.135	0.000	1.377	6.516	1.533	0.000	0.000	8.049	0.000	9.426
2023	0.000	0.121	0.000	0.121	6.041	1.423	0.000	0.000	7.463	0.000	7.584
2024	0.000	0.109	0.000	0.109	5.606	1.320	0.000	0.000	6.926	0.000	7.036
2025	0.000	0.098	0.000	0.098	5.203	1.225	0.000	0.000	6.428	0.000	6.527
2026	0.000	0.089	0.000	0.089	4.830	1.137	0.000	0.000	5.966	0.000	6.055
2027	0.737	0.080	0.000	0.817	4.483	1.055	0.000	0.000	5.538	0.000	6.355
2028	0.000	0.072	0.000	0.072	4.156	0.979	0.000	0.000	5.135	0.000	5.206
2029	0.000	0.065	0.000	0.065	3.857	0.908	0.000	0.000	4.765	0.000	4.830
2030	0.000	0.058	0.000	0.058	3.580	0.843	0.000	0.000	4.423	0.000	4.481
<b>Total:</b>	4.073	1.763	0.000	5.835	95.440	22.473	0.000	0.000	117.913	0.000	123.749

Todos los costes estan descontados al: 11,00 %

**HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)**

Tramo: Tacna - Alto de la Alianza

Alternativa: ALTERNATIVA II

ID: 02+000 - 22+000

Clase de carretera: Secondary or Main

Longitud: 20,00 km Ancho: 6,70 m

Rampa + Pendiente: 45,00 m/km

Curvatura: 75,00 %/km

A o	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	10.195	2.402	0.000	0.000	12.597	0.000	12.597
2017	3.861	0.233	0.000	4.094	9.463	2.229	0.000	0.000	11.692	0.000	15.785
2018	0.000	0.204	0.000	0.204	8.777	2.068	0.000	0.000	10.844	0.000	11.049
2019	0.000	0.184	0.000	0.184	8.145	1.919	0.000	0.000	10.064	0.000	10.248
2020	0.000	0.166	0.000	0.166	7.559	1.781	0.000	0.000	9.339	0.000	9.505
2021	0.000	0.149	0.000	0.149	7.015	1.652	0.000	0.000	8.667	0.000	8.816
2022	0.000	0.134	0.000	0.134	6.510	1.533	0.000	0.000	8.044	0.000	8.178
2023	0.000	0.121	0.000	0.121	6.042	1.423	0.000	0.000	7.465	0.000	7.586
2024	0.000	0.109	0.000	0.109	5.608	1.320	0.000	0.000	6.928	0.000	7.038
2025	0.000	0.098	0.000	0.098	5.206	1.225	0.000	0.000	6.431	0.000	6.529
2026	0.000	0.209	0.000	0.209	4.833	1.137	0.000	0.000	5.970	0.000	6.179
2027	1.360	0.080	0.000	1.440	4.488	1.055	0.000	0.000	5.543	0.000	6.983
2028	0.000	0.072	0.000	0.072	4.154	0.979	0.000	0.000	5.133	0.000	5.205
2029	0.000	0.065	0.000	0.065	3.855	0.908	0.000	0.000	4.763	0.000	4.828
2030	0.000	0.058	0.000	0.058	3.578	0.843	0.000	0.000	4.421	0.000	4.479
<b>Total:</b>	5.220	1.883	0.000	7.103	95.428	22.473	0.000	0.000	117.901	0.000	125.004

Todos los costes estan descontados al: 11,00 %

**ANEXO 10**  
**RELACIÓN BENEFICIO/COSTO**

## Relaciones Beneficio Coste

Nombre del estudio: **Carretera PE-38 Tramo: Tacna-Tarata**

Fecha de ejecución: **25-06-2016**

Moneda: **Nuevos Soles (millones)**

Tasa de descuento: **11,00%**.

Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costes de capital de la administración (CAP)	Incremento en Costes de la Administración (C)	Disminución en Costes de los Usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN = B + E - C)	Ratio VAN/Coste (VAN/RAC)	Ratio VAN/Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
ALTERNATIVA 0	7.415	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0,000	0,000	0,000
ALTERNATIVA I	31.688	19.429	24.272	57.854	0.000	33.582	1,060	1,728	28,6 (1)
ALTERNATIVA II	32.530	24.066	25.115	59.817	0.000	34.702	1,067	1,442	25,5 (1)

El numero entre parentesis es el numero de soluciones de la TIR en el rango -90 a

**ANEXO 11**  
**CRONOGRAMA Y CALENDARIO DE**  
**ACTUACIONES**

**Todos los costes se expresan en : Nuevos Soles.**

Nota: sólo se muestran tramos que tienen actuaciones activadas.

**Alternativa: ALTERNATIVA 0**

**Tramo: Alto de la Alianza-Tarata**

**Clase de carretera: Secondary or Main**

**Tipo rodadura: Bituminosa**

**Longitud: 64,50 km**

**Ancho: 7,50 m**

Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2028	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total para el tramo:</b>			11,349,807.0	14,187,936.0	

**Alternativa: ALTERNATIVA I****Tramo: Alto de la Alianza-Tarata****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura: Bituminosa****Longitud: 64,50 km****Ancho: 7,50 m**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Coste económico</b>	<b>Coste financiero</b>	<b>Cantidad de trabajo</b>
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Lechada Asfáltica (Slurry sea	LASF	8,760,713.0	11,677,725.0	483.750,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	20,00 sq. m
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,073,576.4	2,764,670.5	29.408,26 sq. m
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Lechada Asfáltica (Slurry sea	LASF	8,760,713.0	11,677,725.0	483.750,00 sq. m
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Lechada Asfáltica (Slurry sea	LASF	8,760,713.0	11,677,725.0	483.750,00 sq. m

2028	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
<b>Coste total para el tramo:</b>			<b>48,554,543.4</b>	<b>63,784,057.5</b>	

**Alternativa: ALTERNATIVA II****Tramo: Alto de la Alianza-Tarata****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura: Bituminosa****Longitud: 64,50 km****Ancho: 7,50 m**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Coste económico</b>	<b>Coste financiero</b>	<b>Cantidad de trabajo</b>
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Recapeo Asfáltico e=1.5"	RA40	15,470,325.0	20,627,100.0	483.750,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		1,410.2	1,880.2	20,00 sq. m
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	1,238,041.4	1,650,663.3	17.558,38 sq. m
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	1,238,041.4	1,650,663.3	17.558,38 sq. m
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km

2027	Recapeo Asfaltico e=1.5"	RA40	15,470,325.0	20,627,100.0	483.750,00 sq. m
2028	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total para el tramo:</b>			44,767,950.0	58,814,873.7	

---

**Alternativa: ALTERNATIVA 0****Tramo: Tacna - Alto de la Alianza****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura: Bituminosa****Longitud: 20,00 km****Ancho: 6,70 m**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Coste económico</b>	<b>Coste financiero</b>	<b>Cantidad de trabajo</b>
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2028	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
<b>Coste total para el tramo:</b>			<b>3,519,513.2</b>	<b>4,399,465.0</b>	

**Alternativa: ALTERNATIVA I****Tramo: Tacna - Alto de la Alianza****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura: Bituminosa****Longitud: 20,00 km****Ancho: 6,70 m**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Coste económico</b>	<b>Coste financiero</b>	<b>Cantidad de trabajo</b>
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Refuerzo Asfáltico e=1"	RA25	2,323,560.0	3,098,080.0	134.000,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		7,420.8	9,894.0	105,24 sq. m
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Refuerzo Asfáltico e=1"	RA25	2,323,560.0	3,098,080.0	134.000,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		795.5	1,060.6	11,28 sq. m
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km

2027	Refuerzo Asfaltico e=1"	RA25	2,323,560.0	3,098,080.0	134.000,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		1,069.1	1,425.4	15,16 sq. m
2028	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total para el tramo:</b>			10,499,481.4	13,706,092.0	

**Alternativa: ALTERNATIVA II****Tramo: Tacna - Alto de la Alianza****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura: Bituminosa****Longitud: 20,00 km****Ancho: 6,70 m**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Coste económico</b>	<b>Coste financiero</b>	<b>Cantidad de trabajo</b>
2017	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Refuerzo Asfáltico e=1.5"	RA37	4,285,320.0	5,713,760.0	134.000,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		7,420.8	9,894.0	105,24 sq. m
2018	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2019	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2020	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2021	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2022	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2023	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2024	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2025	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2026	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	342,036.3	456,032.3	4.850,89 sq. m
2027	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km

2027	Refuerzo Asfáltico e=1.5"	RA37	4,285,320.0	5,713,760.0	134.000,00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		1,864.6	2,486.0	26,44 sq. m
2028	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2029	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
2030	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
	Parchado Superficial y Profur	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total para el tramo:</b>			12,441,281.7	16,295,292.3	

## Resumen de Costes Económicos Totales Anuales

	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II
2017	<b>1,062,094.30</b>	<b>12,153,788.25</b>	<b>20,826,556.45</b>
2018	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2019	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2020	<b>1,062,094.30</b>	<b>3,135,670.88</b>	<b>1,062,080.50</b>
2021	<b>1,062,094.30</b>	<b>3,274,349.75</b>	<b>1,062,080.50</b>
2022	<b>1,062,094.30</b>	<b>12,147,162.99</b>	<b>1,062,080.50</b>
2023	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2024	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2025	<b>1,062,094.30</b>	<b>3,274,349.75</b>	<b>2,300,121.88</b>
2026	<b>1,062,094.30</b>	<b>3,274,349.75</b>	<b>2,642,158.22</b>
2027	<b>1,062,094.30</b>	<b>12,147,436.61</b>	<b>20,819,590.10</b>
2028	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2029	<b>1,062,094.30</b>	<b>1,062,094.50</b>	<b>1,062,080.50</b>
2030	<b>1,062,094.30</b>	<b>3,274,349.75</b>	<b>1,062,080.50</b>
Total	<b>14.869.320,20</b>	<b>59.054.024,73</b>	<b>57.209.231,65</b>

Todos los costes se expresan en: Nuevos Soles.

### ALTERNATIVA 0

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2017	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2018	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2019	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2020	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2021	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2022	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2023	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2024	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.3</b>	<b>1,327,671.5</b>	
2025	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarata	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
2026	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
2027	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
2028	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
2029	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
2030	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,393.8	314,247.5	20,00 km
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.3	1,327,671.5	
<b>Costes totales para la Alternativa:</b>				14,869,320.2	18,587,401.0	

**ALTERNATIVA I**

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2017	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Refuerzo Asfáltico e=1"	RA25	2,323,560.0	3,098,080.0	34.000,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		7,420.8	9,894.0	105,24 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Lechada Asfáltica (Slurry se LASF)		8,760,713.0	11,677,725.0	83.750,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	20,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				12,153,788.3	16,113,371.0	
2018	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				1,062,094.5	1,327,672.0	
2019	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

2019	Alto de la Alianza-Taral	Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.5</b>	<b>1,327,672.0</b>	
2020	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas SFG		2,073,576.4	2,764,670.5	29.408,26 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>3,135,670.9</b>	<b>4,092,342.5</b>	
2021	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas SFG		2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>3,274,349.8</b>	<b>4,277,241.0</b>	
2022	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Refuerzo Asfaltico e=1" RA25		2,323,560.0	3,098,080.0	34.000,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		795.5	1,060.6	11,28 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Lechada Asfaltica (Slurry se LASF		8,760,713.0	11,677,725.0	83.750,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>12,147,163.0</b>	<b>16,104,537.6</b>	
2023	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.5</b>	<b>1,327,672.0</b>	
2024	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.5</b>	<b>1,327,672.0</b>	
2025	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

2025	Alto de la Alianza-Taral	Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>3,274,349.8</b>	<b>4,277,241.0</b>	
2026	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>3,274,349.8</b>	<b>4,277,241.0</b>	
2027	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Refuerzo Asfaltico e=1"	RA25	2,323,560.0	3,098,080.0	34.000,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		1,069.1	1,425.4	15,16 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Lechada Asfaltica (Slurry se	LASF	8,760,713.0	11,677,725.0	83.750,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>12,147,436.6</b>	<b>16,104,902.4</b>	
2028	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.5</b>	<b>1,327,672.0</b>	
2029	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,094.5</b>	<b>1,327,672.0</b>	
2030	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,394.0	314,248.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Taral	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,013,424.0	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y Grietas	SFG	2,212,255.3	2,949,569.0	31.375,05 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>3,274,349.8</b>	<b>4,277,241.0</b>	
<b>Costes totales para la Alternativa:</b>				<b>59,054,024.7</b>	<b>77,490,149.5</b>	

**ALTERNATIVA II**

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2017	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Refuerzo Asfaltico e=1.5"	RA37	4,285,320.0	5,713,760.0	34.000,00 sq. m

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

2017	Tacna - Alto de la Alian	Prep. Rep. Bordes		7,420.8	9,894.0	105,24 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Recapeo Asfaltico e=1.5" RA40		15,470,325.0	20,627,100.0	83.750,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		1,410.2	1,880.2	20,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>20,826,556.5</b>	<b>27,685,264.7</b>	
2018	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2019	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2020	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2021	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2022	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario MR		810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas SFG		0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2023	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario MR		251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

2023	Tacna - Alto de la Alian	Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2024	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2025	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	1,238,041.4	1,650,663.3	17.558,38 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>2,300,121.9</b>	<b>2,983,293.8</b>	
2026	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	342,036.3	456,032.3	4.850,89 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	1,238,041.4	1,650,663.3	17.558,38 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>2,642,158.2</b>	<b>3,439,326.0</b>	
2027	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Refuerzo Asfaltico e=1.5"	RA37	4,285,320.0	5,713,760.0	34.000,00 sq. m
		Prep. Rep. Bordes		1,864.6	2,486.0	26,44 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Recapeo Asfaltico e=1.5"	RA40	15,470,325.0	20,627,100.0	83.750,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>20,819,590.1</b>	<b>27,675,976.5</b>	
2028	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	
2029	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu	P	0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m

**HDM-4 Calendario de actuaciones (por año)**

2029	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	

2030	Tacna - Alto de la Alian	Mantenimiento Rutinario	MR	251,380.0	314,240.0	20,00 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de Fisuras y Grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
	Alto de la Alianza-Tarat	Mantenimiento Rutinario	MR	810,700.5	1,018,390.5	64,50 km
		Parchado Superficial y Profu P		0.0	0.0	0,00 sq. m
		Sellado de fisuras y grietas	SFG	0.0	0.0	0,00 sq. m
<b>Coste total anual:</b>				<b>1,062,080.5</b>	<b>1,332,630.5</b>	

**Costes totales para la Alternativa:** 57,209,231.7      75,110,166.0

**Resumen de Costes Económicos Totales Anuales**

	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II
2017	1,062,094.30	12,153,788.25	20,826,556.45
2018	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2019	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2020	1,062,094.30	3,135,670.88	1,062,080.50
2021	1,062,094.30	3,274,349.75	1,062,080.50
2022	1,062,094.30	12,147,162.99	1,062,080.50
2023	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2024	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2025	1,062,094.30	3,274,349.75	2,300,121.88
2026	1,062,094.30	3,274,349.75	2,642,158.22
2027	1,062,094.30	12,147,436.61	20,819,590.10
2028	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2029	1,062,094.30	1,062,094.50	1,062,080.50
2030	1,062,094.30	3,274,349.75	1,062,080.50
Total	14.869.320,20	59.054.024,73	57.209.231,65

**ANEXO 12**  
**ESTADO ANUAL DE LA CARRETERA**

Nombre del estudio: **Carretera PE-38 Tramo: Tacna-Tarata**

Fecha de ejecución: **25-06-2016**

**Detalles tramo:**

ID: 22+000 - 86+500

Descripción: Alto de la Alianza-Tarata

Clase de carretera Secondary or Main

Longitud 64,50km

Ancho 7,50m

Rampa + Pendient: 45,00m/km

Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA 0

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4	Tipo de firme	Numero Estructura I medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50	
						Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Área (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS			
2016	439	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	452	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,31	2,26	19,62	19,62	0,00	19,62	22,01	0	0,00	20,00	5,22	3,61	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,31	2,26	19,62	19,62	0,00	19,62	22,01	0	0,00	20,00	5,22	3,61	0,50	0,50
2018	466	0,05	Antes trabajos	AMGB	5,97	2,42	33,93	33,93	0,00	33,93	38,08	0	0,00	20,00	5,35	3,67	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	5,97	2,42	33,93	33,93	0,00	33,93	38,08	0	0,00	20,00	5,35	3,67	0,50	0,50
2019	479	0,05	Antes trabajos	AMGB	5,48	2,68	52,62	52,62	0,00	52,62	47,00	83	0,11	20,00	5,52	3,75	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	5,48	2,68	52,62	52,62	0,00	52,62	47,00	83	0,11	20,00	5,52	3,75	0,50	0,50
2020	494	0,05	Antes trabajos	AMGB	4,91	3,12	71,15	71,15	0,00	71,15	28,29	222	0,30	20,00	5,74	3,85	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	4,91	3,12	71,15	71,15	0,00	71,15	28,29	222	0,30	20,00	5,74	3,85	0,50	0,50
2021	509	0,06	Antes trabajos	AMGB	4,40	3,77	84,83	84,83	0,00	84,83	14,37	402	0,54	20,00	6,01	3,96	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	4,40	3,77	84,83	84,83	0,00	84,83	14,37	402	0,54	20,00	6,01	3,96	0,50	0,50
2022	524	0,06	Antes trabajos	AMGB	4,04	4,77	93,94	93,94	0,00	93,94	4,94	642	0,86	20,00	6,32	4,09	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	4,04	4,77	93,94	93,94	0,00	93,94	4,94	642	0,86	20,00	6,32	4,09	0,50	0,50
2023	540	0,06	Antes trabajos	AMGB	3,79	6,22	98,48	98,48	0,00	98,48	0,00	943	1,26	20,00	6,68	4,23	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,79	6,22	98,48	98,48	0,00	98,48	0,00	943	1,26	20,00	6,68	4,23	0,50	0,50
2024	556	0,06	Antes trabajos	AMGB	3,65	8,26	97,99	97,99	0,00	97,99	0,00	1307	1,74	20,00	7,06	4,36	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,65	8,26	97,99	97,99	0,00	97,99	0,00	1307	1,74	20,00	7,06	4,36	0,50	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2025	573	0,06	Antes trabajos	AMGB	3,63	11,06	97,42	97,42	0,00	97,42	0,00	1735	2,31	20,00	7,45	4,48	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,63	11,06	97,42	97,42	0,00	97,42	0,00	1735	2,31	20,00	7,45	4,48	0,50	0,50
2026	590	0,06	Antes trabajos	AMGB	3,61	14,84	96,75	96,75	0,00	96,75	0,00	2240	2,99	20,00	7,83	4,59	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,61	14,84	96,75	96,75	0,00	96,75	0,00	2240	2,99	20,00	7,83	4,59	0,50	0,50
2027	607	0,07	Antes trabajos	AMGB	3,58	16,00	95,95	95,95	0,00	95,95	0,00	2837	3,78	20,00	8,22	4,70	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,58	16,00	95,95	95,95	0,00	95,95	0,00	2837	3,78	20,00	8,22	4,70	0,50	0,50
2028	626	0,07	Antes trabajos	AMGB	3,55	16,00	95,01	95,01	0,00	95,01	0,00	3546	4,73	20,00	8,61	4,78	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,55	16,00	95,01	95,01	0,00	95,01	0,00	3546	4,73	20,00	8,61	4,78	0,50	0,50
2029	644	0,07	Antes trabajos	AMGB	3,52	16,00	93,88	93,88	0,00	93,88	0,00	4390	5,85	20,00	9,00	4,86	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,52	16,00	93,88	93,88	0,00	93,88	0,00	4390	5,85	20,00	9,00	4,86	0,50	0,50
2030	664	0,07	Antes trabajos	AMGB	3,47	16,00	92,54	92,54	0,00	92,54	0,00	5397	7,20	20,00	9,39	4,92	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,47	16,00	92,54	92,54	0,00	92,54	0,00	5397	7,20	20,00	9,39	4,92	0,50	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

**Detalles tramo:**

ID: 22+000 - 86+500  
 Longitud 64,50km

Descripción: Alto de la Alianza-Tarata  
 Ancho 7,50m

Rampa + Pendent: 45,00m/km

Clase de carretera Secondary or Main  
 Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA I

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4	Tipo de firme	Numero Estructura l medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50	
						Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Area (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS			
2016	439	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	452	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,31	2,26	19,62	19,62	0,00	19,62	22,01	0	0,00	20,00	5,22	3,61	0,50	0,50
			Después trabajos	STAP	6,31	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5,22	3,61	1,00	0,50
2018	466	0,05	Antes trabajos	STAP	6,46	2,34	2,49	0,00	0,00	2,49	0,00	0	0,00	0,00	5,32	3,66	0,68	0,50
			Después trabajos	STAP	6,46	2,34	2,49	0,00	0,00	2,49	0,00	0	0,00	0,00	5,32	3,66	0,68	0,50
2019	479	0,05	Antes trabajos	STAP	6,33	2,46	9,94	0,00	0,00	9,94	0,00	0	0,00	0,00	5,43	3,71	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,33	2,46	9,94	0,00	0,00	9,94	0,00	0	0,00	0,00	5,43	3,71	0,67	0,50
2020	494	0,05	Antes trabajos	STAP	6,14	2,63	25,38	6,08	0,00	25,38	0,00	0	0,00	0,00	5,54	3,76	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,14	2,59	19,30	0,00	0,00	19,30	0,00	0	0,00	0,00	5,54	3,76	0,67	0,50
2021	509	0,06	Antes trabajos	STAP	5,92	2,81	41,70	6,49	0,00	41,70	0,00	0	0,00	0,00	5,67	3,82	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	5,92	2,77	35,22	0,00	0,00	35,22	0,00	0	0,00	0,00	5,67	3,82	0,67	0,50
2022	524	0,06	Antes trabajos	STAP	5,52	3,04	63,84	6,49	0,00	63,84	0,00	0	0,00	0,00	5,82	3,88	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	5,52	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5,82	3,88	1,00	0,50
2023	540	0,06	Antes trabajos	STAP	6,38	3,15	2,87	0,00	0,00	2,87	0,00	0	0,00	0,00	5,93	3,93	0,68	0,50
			Después trabajos	STAP	6,38	3,15	2,87	0,00	0,00	2,87	0,00	0	0,00	0,00	5,93	3,93	0,68	0,50
2024	556	0,06	Antes trabajos	STAP	6,32	3,29	10,86	0,00	0,00	10,86	0,00	0	0,00	0,00	6,04	3,98	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,32	3,29	10,86	0,00	0,00	10,86	0,00	0	0,00	0,00	6,04	3,98	0,67	0,50
2025	573	0,06	Antes trabajos	STAP	6,13	3,49	27,08	6,49	0,00	27,08	0,00	0	0,00	0,00	6,16	4,03	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,13	3,44	20,59	0,00	0,00	20,59	0,00	0	0,00	0,00	6,16	4,03	0,67	0,50
2026	590	0,06	Antes trabajos	STAP	5,90	3,69	43,84	6,49	0,00	43,84	0,00	0	0,00	0,00	6,29	4,08	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	5,90	3,65	37,35	0,00	0,00	37,35	0,00	0	0,00	0,00	6,29	4,08	0,67	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2027	607	0,07	Antes trabajos	STAP	5,49	3,95	65,93	6,49	0,00	65,93	0,00	0	0,00	0,00	6,45	4,14	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	5,49	3,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	6,45	4,14	1,00	0,50
2028	626	0,07	Antes trabajos	STAP	6,41	4,07	2,87	0,00	0,00	2,87	0,00	0	0,00	0,00	6,55	4,18	0,68	0,50
			Después trabajos	STAP	6,41	4,07	2,87	0,00	0,00	2,87	0,00	0	0,00	0,00	6,55	4,18	0,68	0,50
2029	644	0,07	Antes trabajos	STAP	6,34	4,24	10,86	0,00	0,00	10,86	0,00	0	0,00	0,00	6,66	4,22	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,34	4,24	10,86	0,00	0,00	10,86	0,00	0	0,00	0,00	6,66	4,22	0,67	0,50
2030	664	0,07	Antes trabajos	STAP	6,15	4,46	27,08	6,49	0,00	27,08	0,00	0	0,00	0,00	6,78	4,26	0,67	0,50
			Después trabajos	STAP	6,15	4,42	20,59	0,00	0,00	20,59	0,00	0	0,00	0,00	6,78	4,26	0,67	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

**Detalles tramo:**

ID: 22+000 - 86+500  
 Longitud 64,50km

Descripción: Alto de la Alianza-Tarata  
 Ancho 7,50m

Rampa + Pendent: 45,00m/km

Clase de carretera Secondary or Main  
 Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA II

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4	Tipo de firme	Numero Estructura l medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50	
						Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Area (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS			
2016	439	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,54	2,13	9,55	9,55	0,00	9,55	11,41	0	0,00	20,00	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	452	0,05	Antes trabajos	AMGB	6,31	2,26	19,62	19,62	0,00	19,62	22,01	0	0,00	20,00	5,22	3,61	0,50	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,31	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,78	0,68	0,60	0,50
2018	466	0,05	Antes trabajos	AMAP	6,70	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,88	0,76	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,70	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,88	0,76	0,60	0,50
2019	479	0,05	Antes trabajos	AMAP	6,62	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,98	0,84	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,62	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,98	0,84	0,60	0,50
2020	494	0,05	Antes trabajos	AMAP	6,60	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1,08	0,93	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,60	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1,08	0,93	0,60	0,50
2021	509	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,60	2,35	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0	0,00	0,00	1,18	1,01	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,60	2,35	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0	0,00	0,00	1,18	1,01	0,60	0,50
2022	524	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,43	1,51	0,00	0,00	1,51	0,00	0	0,00	0,00	1,29	1,09	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,43	1,51	0,00	0,00	1,51	0,00	0	0,00	0,00	1,29	1,09	0,60	0,50
2023	540	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,56	2,51	3,52	0,00	0,00	3,52	0,00	0	0,00	0,00	1,39	1,17	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,56	2,51	3,52	0,00	0,00	3,52	0,00	0	0,00	0,00	1,39	1,17	0,60	0,50
2024	556	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,51	2,60	6,97	0,00	0,00	6,97	0,00	0	0,00	0,00	1,50	1,26	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,51	2,60	6,97	0,00	0,00	6,97	0,00	0	0,00	0,00	1,50	1,26	0,60	0,50
2025	573	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,42	2,71	12,36	3,63	0,00	12,36	0,00	0	0,00	0,00	1,61	1,35	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,42	2,69	8,73	0,00	0,00	8,73	0,00	0	0,00	0,00	1,61	1,35	0,60	0,50
2026	590	0,06	Antes trabajos	AMAP	6,38	2,81	14,99	3,63	0,00	14,99	0,00	0	0,00	0,00	1,72	1,43	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,38	2,78	11,36	0,00	0,00	11,36	0,00	0	0,00	0,00	1,72	1,43	0,60	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2027	607	0,07	Antes trabajos	AMAP	6,31	2,91	18,81	3,63	0,00	18,81	0,00	0	0,00	0,00	1,83	1,51	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,31	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,28	0,25	0,60	0,50
2028	626	0,07	Antes trabajos	AMAP	6,85	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,37	0,33	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,85	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,37	0,33	0,60	0,50
2029	644	0,07	Antes trabajos	AMAP	6,85	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,47	0,41	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,85	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,47	0,41	0,60	0,50
2030	664	0,07	Antes trabajos	AMAP	6,85	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,57	0,50	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,85	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,57	0,50	0,60	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

**Detalles tramo:**

ID: 02+000 - 22+000  
Longitud 20,00km

Descripción: Tacna - Alto de la Alianza

Ancho 6,70m

Rampa + Pendent: 45,00m/km

Clase de carretera Secondary or Main

Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA 0

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4	Tipo de firme	Numero Estructura l medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50	
						Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Area (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS			
2016	1412	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	1454	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,24	2,56	16,34	16,34	0,00	16,34	51,35	0	0,00	105.24	5,20	3,60	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,24	2,56	16,34	16,34	0,00	16,34	51,35	0	0,00	105.24	5,20	3,60	0,50	0,50
2018	1498	0,03	Antes trabajos	AMGB	5,95	2,75	29,40	29,40	0,00	29,40	68,90	45	0,07	109.24	5,32	3,66	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	5,95	2,75	29,40	29,40	0,00	29,40	68,90	45	0,07	109.24	5,32	3,66	0,50	0,50
2019	1543	0,03	Antes trabajos	AMGB	5,53	3,34	46,71	46,71	0,00	46,71	51,22	254	0,38	113.48	5,47	3,73	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	5,53	3,34	46,71	46,71	0,00	46,71	51,22	254	0,38	113.48	5,47	3,73	0,50	0,50
2020	1589	0,03	Antes trabajos	AMGB	4,95	4,80	66,26	66,26	0,00	66,26	31,09	599	0,89	117.98	5,66	3,81	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	4,95	4,80	66,26	66,26	0,00	66,26	31,09	599	0,89	117.98	5,66	3,81	0,50	0,50
2021	1637	0,03	Antes trabajos	AMGB	4,28	7,93	81,02	81,02	0,00	81,02	15,44	1142	1,70	122.75	5,90	3,92	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	4,28	7,93	81,02	81,02	0,00	81,02	15,44	1142	1,70	122.75	5,90	3,92	0,50	0,50
2022	1686	0,03	Antes trabajos	AMGB	3,78	13,87	91,17	91,17	0,00	91,17	4,05	1925	2,87	127.84	6,20	4,04	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,78	13,87	91,17	91,17	0,00	91,17	4,05	1925	2,87	127.84	6,20	4,04	0,50	0,50
2023	1737	0,03	Antes trabajos	AMGB	3,39	16,00	93,45	93,45	0,00	93,45	0,00	3052	4,55	133.74	6,56	4,18	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,39	16,00	93,45	93,45	0,00	93,45	0,00	3052	4,55	133.74	6,56	4,18	0,50	0,50
2024	1789	0,03	Antes trabajos	AMGB	3,20	16,00	90,99	90,99	0,00	90,99	0,00	4623	6,90	141.51	6,94	4,32	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,20	16,00	90,99	90,99	0,00	90,99	0,00	4623	6,90	141.51	6,94	4,32	0,50	0,50
2025	1843	0,03	Antes trabajos	AMGB	3,10	16,00	87,76	87,76	0,00	87,76	0,00	6800	10,15	150.27	7,32	4,44	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	3,10	16,00	87,76	87,76	0,00	87,76	0,00	6800	10,15	150.27	7,32	4,44	0,50	0,50
2026	1898	0,03	Antes trabajos	AMGB	2,95	16,00	87,62	87,62	0,00	87,62	0,00	9838	14,68	159.56	7,71	4,56	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	2,95	16,00	87,62	87,62	0,00	87,62	0,00	9838	14,68	159.56	7,71	4,56	0,50	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2027	1955	0,04	Antes trabajos	AMGB	2,61	16,00	87,47	87,47	0,00	87,47	0,00	14130	21,09	169.42	8,15	4,68	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	2,61	16,00	87,47	87,47	0,00	87,47	0,00	14130	21,09	169.42	8,15	4,68	0,50	0,50
2028	2013	0,04	Antes trabajos	AMGB	2,13	16,00	87,32	87,32	0,00	87,32	0,00	20241	30,21	179.89	8,66	4,79	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	2,13	16,00	87,32	87,32	0,00	87,32	0,00	20241	30,21	179.89	8,66	4,79	0,50	0,50
2029	2074	0,04	Antes trabajos	AMGB	1,50	16,00	87,15	87,15	0,00	87,15	0,00	29003	43,29	190.98	9,36	4,92	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	1,50	16,00	87,15	87,15	0,00	87,15	0,00	29003	43,29	190.98	9,36	4,92	0,50	0,50
2030	2136	0,04	Antes trabajos	AMGB	1,50	16,00	86,97	86,97	0,00	86,97	0,00	41664	62,19	202.76	11,00	5,06	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	1,50	16,00	86,97	86,97	0,00	86,97	0,00	41664	62,19	202.76	11,00	5,06	0,50	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

**Detalles tramo:**

ID: 02+000 - 22+000  
 Longitud 20,00km

Descripción: Tacna - Alto de la Alianza  
 Ancho 6,70m

Rampa + Pendent: 45,00m/km

Clase de carretera Secondary or Main  
 Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA I

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4		Tipo de firme	Numero Estructura l medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50
							Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Area (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS		
2016	1412	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	1454	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,24	2,56	16,34	16,34	0,00	16,34	51,35	0	0,00	105.24	5,20	3,60	0,50	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,24	2,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0.00	0,78	0,68	0,60	0,50
2018	1498	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.00	0,87	0,75	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.00	0,87	0,75	0,60	0,50
2019	1543	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	4.12	0,97	0,84	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	4.12	0,97	0,84	0,60	0,50
2020	1589	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	6.37	1,06	0,91	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	6.37	1,06	0,91	0,60	0,50
2021	1637	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.75	1,16	0,99	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.75	1,16	0,99	0,60	0,50
2022	1686	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,73	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0	0,00	11.28	1,25	1,06	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0.00	0,19	0,17	0,60	0,50
2023	1737	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,76	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.69	0,28	0,25	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,76	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.69	0,28	0,25	0,60	0,50
2024	1789	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,76	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	5.53	0,37	0,33	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,76	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	5.53	0,37	0,33	0,60	0,50
2025	1843	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,76	2,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.56	0,47	0,41	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,76	2,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.56	0,47	0,41	0,60	0,50
2026	1898	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,76	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11.76	0,56	0,49	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,76	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11.76	0,56	0,49	0,60	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2027	1955	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,76	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	15.16	0,65	0,57	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,76	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0.00	0,10	0,09	0,60	0,50
2028	2013	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,93	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3.61	0,19	0,17	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,93	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3.61	0,19	0,17	0,60	0,50
2029	2074	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,93	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	7.44	0,28	0,25	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,93	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	7.44	0,28	0,25	0,60	0,50
2030	2136	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,93	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11.50	0,37	0,33	0,60	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,93	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11.50	0,37	0,33	0,60	0,50

**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

**Detalles tramo:**

ID: 02+000 - 22+000  
 Longitud 20,00km

Descripción: Tacna - Alto de la Alianza  
 Ancho 6,70m

Rampa + Pendent: 45,00m/km

Clase de carretera Secondary or Main  
 Curvatura 75,00 %/km

Alternativa:ALTERNATIVA II

Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4		Tipo de firme	Numero Estructura l medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Area Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m <sup>2</sup> /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50
							Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Area (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS		
2016	1412	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
			Después trabajos	AMGB	6,57	2,43	7,42	7,42	0,00	7,42	20,20	0	0,00	101.48	5,10	3,55	0,50	0,50
2017	1454	0,03	Antes trabajos	AMGB	6,24	2,56	16,34	16,34	0,00	16,34	51,35	0	0,00	105.24	5,20	3,60	0,50	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,24	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0.00	0,78	0,68	0,70	0,50
2018	1498	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,69	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.00	0,87	0,75	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,69	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	2.00	0,87	0,75	0,68	0,50
2019	1543	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,69	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	4.12	0,96	0,83	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,69	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	4.12	0,96	0,83	0,68	0,50
2020	1589	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,69	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	6.37	1,06	0,91	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,69	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	6.37	1,06	0,91	0,68	0,50
2021	1637	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,69	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.75	1,15	0,98	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,69	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	8.75	1,15	0,98	0,68	0,50
2022	1686	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,69	2,45	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0	0,00	11.28	1,24	1,05	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,69	2,45	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0	0,00	11.28	1,24	1,05	0,68	0,50
2023	1737	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,68	2,53	1,51	0,00	0,00	1,51	0,00	0	0,00	13.97	1,34	1,13	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,68	2,53	1,51	0,00	0,00	1,51	0,00	0	0,00	13.97	1,34	1,13	0,68	0,50
2024	1789	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,65	2,61	3,50	0,00	0,00	3,50	0,00	0	0,00	16.81	1,43	1,21	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,65	2,61	3,50	0,00	0,00	3,50	0,00	0	0,00	16.81	1,43	1,21	0,68	0,50
2025	1843	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,59	2,71	6,92	0,00	0,00	6,92	0,00	0	0,00	19.84	1,53	1,28	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,59	2,71	6,92	0,00	0,00	6,92	0,00	0	0,00	19.84	1,53	1,28	0,68	0,50
2026	1898	0,03	Antes trabajos	AMAP	6,49	2,82	12,28	3,62	0,00	12,28	0,00	0	0,00	23.04	1,63	1,36	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,49	2,79	8,66	0,00	0,00	8,66	0,00	0	0,00	23.04	1,63	1,36	0,68	0,50

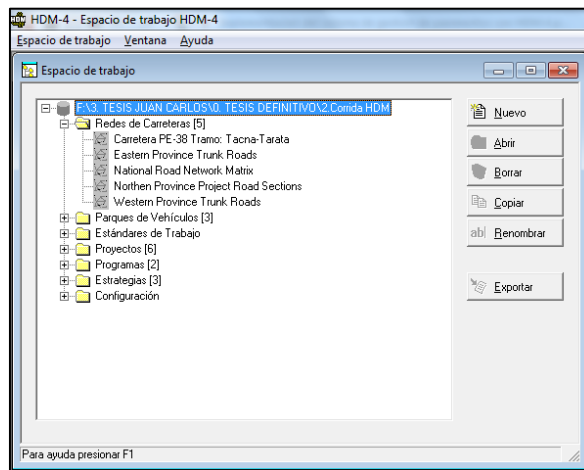
**HDM-4 Estado anual de la carretera (rodadura bituminosa)**

2027	1955	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,44	2,91	14,87	3,62	0,00	14,87	0,00	0	0,00	26,44	1,73	1,44	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,44	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,26	0,23	0,70	0,50
2028	2013	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,95	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3,61	0,35	0,31	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,95	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3,61	0,35	0,31	0,68	0,50
2029	2074	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,95	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	7,44	0,44	0,39	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,95	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	7,44	0,44	0,39	0,68	0,50
2030	2136	0,04	Antes trabajos	AMAP	6,95	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11,50	0,53	0,47	0,68	0,50
			Después trabajos	AMAP	6,95	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	11,50	0,53	0,47	0,68	0,50

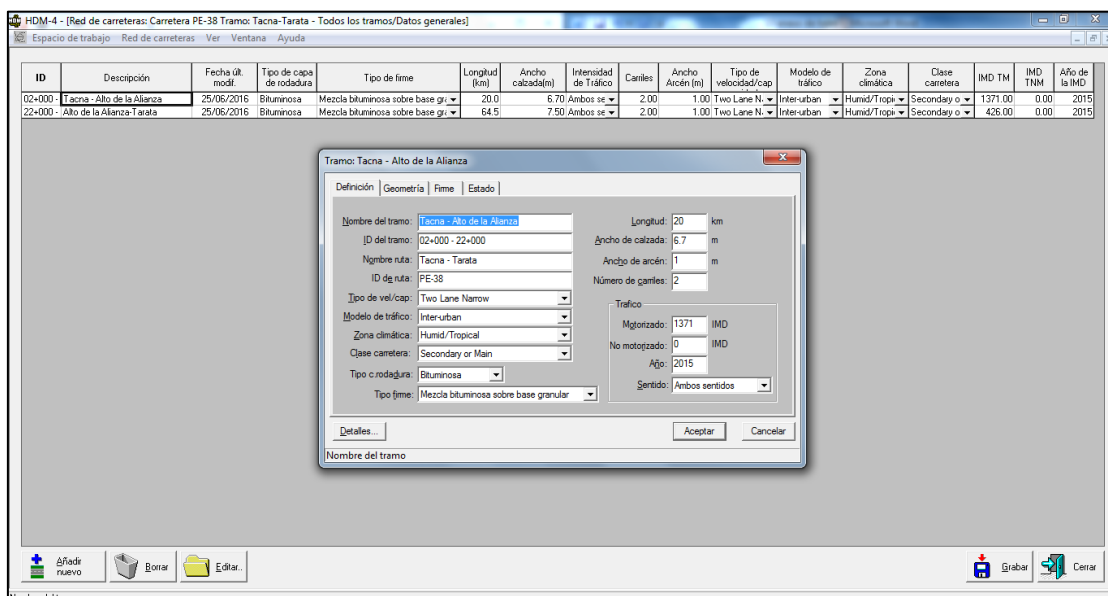
**ANEXO 13**  
**INTERFAZ DEL SOFTWARE HDM-4**



- ✓ Ingreso de datos a red de carreteras: se ingresa al programa HDM-4, se eligió la opción "ir espacio de trabajo HDM-4". Se observa la pantalla principal del HDM-4



- ✓ Luego de eso se empieza a ingresar los datos de carretera Tacna – Tarata, como se dividió en dos sub tramos, se tienen datos técnicos como geometría, características, pavimento y estado que para cada sub tramo.



En las figuras se observa cómo se va ingresando los datos para los sub tramos.

Tramo: Tacna - Alto de la Alianza

Definición | Geometría | Fime | Estado

Capa de Rodadura

Tipo material: Mezcla bituminosa en caliente

Esesor más reciente: 50 mm

Esesor anterior/antiguo: 0 mm

Capacidad de Soporte

Parámetros calc. para estación húmeda

SNP: 6.36 DEF: 0.34 mm

[1] Número estructural: 0.95339

DBF: explanada: 14.62 %

Estación seca Estación húmeda

[2] SNP calculado: Calcular SNP

Base (sólo para bases estabilizadas)

Esesor base: mm

Módulo Resistente: GPa

Trabajos previos (tipos de trabajos de HDM-4)

Últ. reconst. o nueva const.: 2000 año

Última rehabilitación (capa rodadura): 2000 año

Último repavimentado (resellado): 2000 año

Último tratamiento preventivo: 2000 año

Detalles... Aceptar Cancelar

Esesor de la capa de rodadura más reciente (en mm)

Tramo: Tacna - Alto de la Alianza

Definición | Geometría | Fime | Estado

Estado a final de año	2015
Regularidad (IRI - m/km)	2.33
Área total fisurada (%)	2.22
Área con desp. de áridos (%)	5.00
Número de baches (Nº/km)	0.00
Área con rotura de borde (m²/km)	100.00
Profundidad media de roderas	5.00
Textura (mm)	0.50
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0.50
Drenaje	Pobre

Nuevo año

Borrar año

Ordenar años

Detalles... Aceptar Cancelar

Datos de estado anuales

- ✓ Ingreso de datos a Parque vehicular: para la evaluación los vehículos fueron divididos en: autos, bus, camión articulado, camión ligero, camión mediano 2E, camión pesado 2E, camioneta, camioneta rural y microbús. Las características de los vehículos son las que se especifican en el capítulo VI.

HDM-4 - [Parque de Vehículos: Carretera Tacna - Tarata - Datos generales]

Espacio de trabajo Parque Ver Ventana Ayuda

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
AUTOS	Coche de pasajero	20/06/2016	Coche grande	Motorizado
BUS	Autobuses	20/06/2016	Autobús medio	Motorizado
CAMION ARTICULADO	Camiones	20/06/2016	Camión articulado	Motorizado
CAMION LIGERO	Camiones	20/06/2016	Camión mediano	Motorizado
CAMION MEDIANO 2E	Camiones	20/06/2016	Camión	Motorizado
CAMION PESADO 2E	Camiones	20/06/2016	Camión	Motorizado
CAMIONETA	Vehículos de rep.	20/06/2016	Vehículo	Motorizado
CAMIONETA RURAL	Vehículos de rep.	20/06/2016	Vehículo	Motorizado
MICROBUS	Autobuses	20/06/2016	Microbus	Motorizado

Características del vehículo: AUTOS

Definición Características básicas Costes económicos unitarios

Físicas

Neumáticos

Espacio equiv. en vehículo de pasajeros: 1

Nº de ruedas: 4

Nº de ejes: 2

Neumáticos

Tipo neumático: Radial

Nº de recauchutados: 1.3

Coste recauchutado: 15 %

Utilización

Km anuales: 25000 km

Horas trabajo: 480 h

Vida media: 10 años

Uso privado: 50 %

Pasajeros: 5 personas

Viajes de trabajo: 50 %

Carga

ESALF: 0.00228361

Peso en marcha: 1.4 toneladas

Calibración... Valores por Defecto

Aceptar Cancelar

Factor de equivalencia del espacio de coche pasajeros (PCSE)

Añadir nuevo Borrar Editar Info Guardar Centrar

- ✓ Ingreso de datos para estándares de trabajo: considerados para la presente Tesis refuerzo asfáltico, parchado superficial y profundo, sellado de fisuras y grietas y mantenimiento rutinario

Estándar de conservación: ALT I Subtramo I: Tacna - Alto de la Alianza

General

Nombre: ALT I Subtramo I: Tacna - Alto de la Alianza

Código: TA-1

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Tareas

Refuerzo Asfáltico e=1"	RA25	Nueva tarea...
Parchado Superficial y Profundo	P	Copiar tarea
Sellado de fisuras y grietas	SFG	Borrar tarea
Mantenimiento Rutinario	MR	Editar...

Aceptar Cancelar

Nombre de este estándar de conservación

Elemento de trabajo de conservación: Refuerzo Asfáltico e=1"

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Material de capa de rodadura: Mezcla bituminosa en caliente

Espesor de nuevo pavimento: 25 mm

Coef. resistencia estación seca: 0.2

Profundidad de fregado: 0 mm

Área of carriageway to inlay: 50 %

Indicadores de defectos de construcción

Capa bituminosa: 1 0.5 <= CDS <= 1.5

Aceptar Cancelar Aplicar

Espesor de la nueva capa de rodadura

- ✓ Datos de configuración como clima, moneda etc.

Zona climática: Tacna - Tarata

Clima

Nombre: Tacna - Tarata

Clasificación por humedad: Semiárido

Índice de humedad: -40

Duración estación seca: 0.75 (como parte de un año)

Precipitación media mensual: 50 mm

Clasificación temperatura: Subtropical - cálido

Temperatura media: 22 °C

Rango temperaturas medias: 17 °C

Días T > 32°C: 0 días

Índice de helada: 0 °C-día

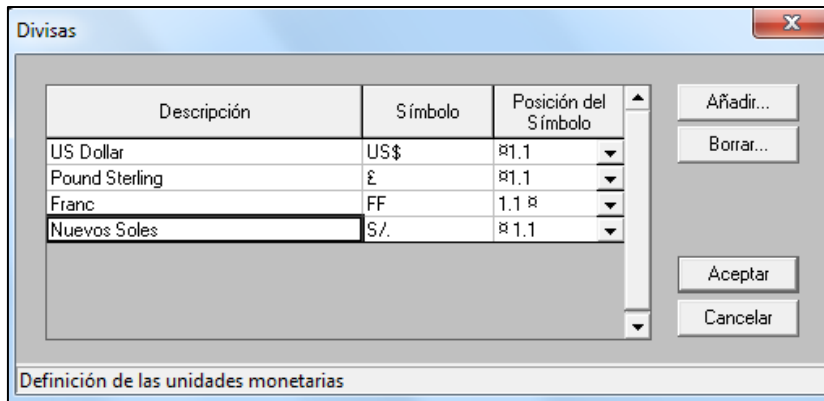
Porcentaje de tiempo que se conduce

Carreteras cubiertas nieve: 0 0 <= PCTDS <= 100

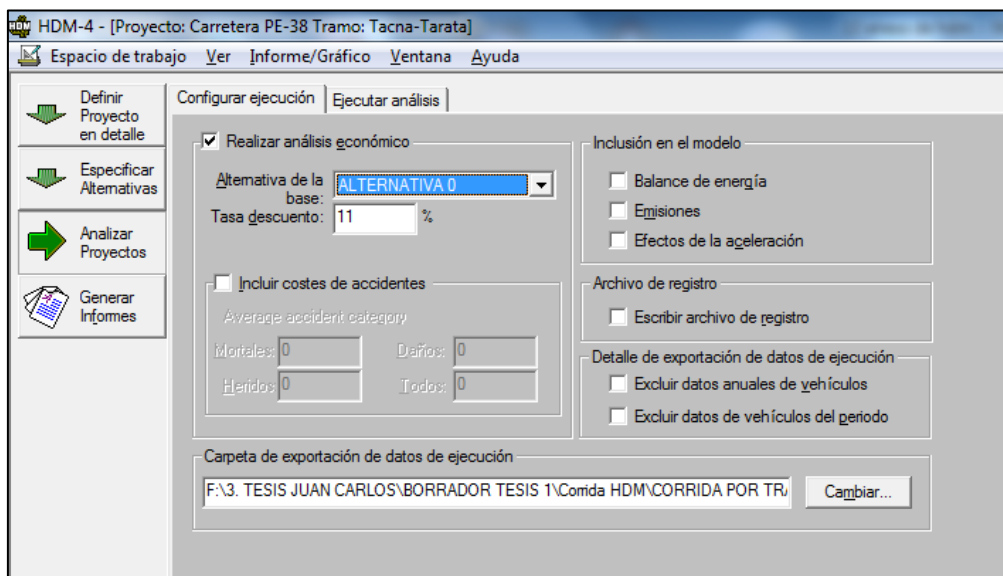
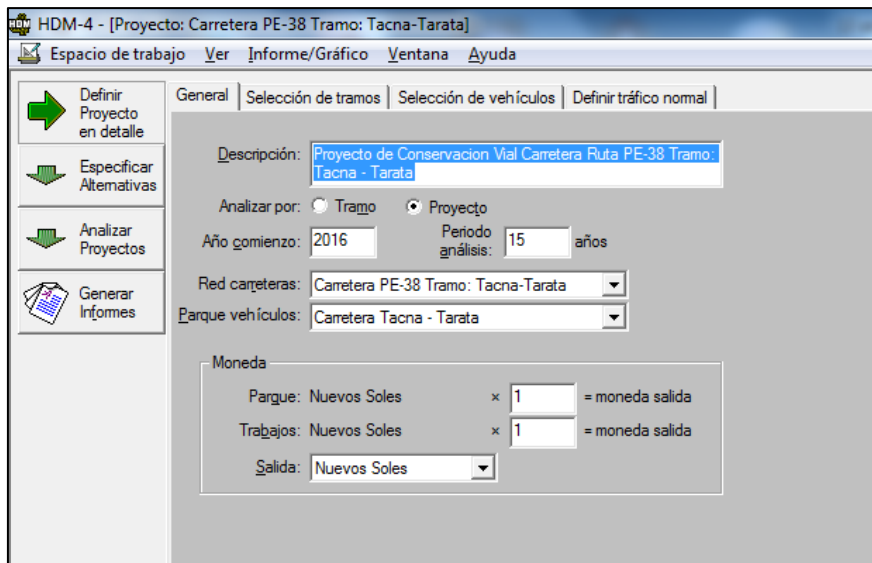
Carreteras cubiertas agua: 0 0 <= PCTDW <= 100

Aceptar Cancelar Por defecto...

Nombre de esta zona climática

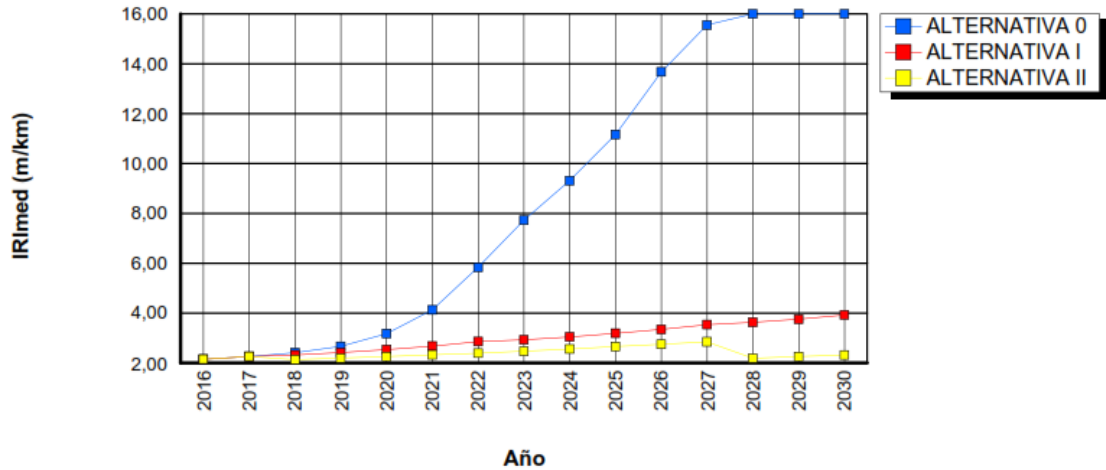


- ✓ Configuración del proyecto para luego proseguir con la corrida del modelo.



- ✓ Informes generados por el HDM-4

### Regularidad Media (IRImed) por Proyecto (ponderado según longitud de tramo)



Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: Nuevos Soles (millones).

Tasa de descuento: 11,00%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

#### Alternativa: ALTERNATIVA I vs Alternativa: ALTERNATIVA 0

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operación de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Económico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	33,25	10,93	0,00	158,75	16,40	0,00	0,00	0,00	130,97
Descontados	19,43	4,84	0,00	52,61	5,24	0,00	0,00	0,00	33,58

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 28,6% (No. de soluciones = 1)

#### Alternativa: ALTERNATIVA II vs Alternativa: ALTERNATIVA 0

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operación de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Económico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	39,51	2,83	0,00	165,25	16,41	0,00	0,00	0,00	139,31
Descontados	24,07	1,05	0,00	54,57	5,24	0,00	0,00	0,00	34,70

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 25,5% (No. de soluciones = 1)