

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LA  
CARRETERA PANAMERICANA SUR INTERVALO ENTRE LOS  
PUENTES MONTALVO – CAMIARA**

**TESIS:  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:  
Bach. Dino Paz Torres  
Bach. David Copaquira Quispe**

**ASESOR:  
ING. Enrique Manuel Durand Bazán**

**TRUJILLO – PERÚ  
2021**

## HOJA DE FIRMAS

Propuesta para el Mantenimiento Rutinario de la Carretera Panamericana Sur  
Intervalo entre los Puentes Montalvo – Camiara

**Autores:**

Bachiller. Dino Paz Torres

Bachiller. David Coaquira Quispe

---

Ing. Enrique Durand Bazán

PRESIDENTE

---

Ing. Guido Marín Cubas

SECRETARIO

---

Ing. Elton Javier Galarreta Malaver

VOCAL

## DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a mi familia entera, por siempre estar para mí en todo momento.

A los valiosos docentes que me impartieron sus conocimientos y me ayudaron en cada paso que di.

A la Universidad privada de Trujillo, casa de estudio que me permitió crecer académicamente y tener una educación de calidad.

Dino Paz Torres  
David Coaquira Quispe

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a mi familia le agradezco la paciencia, el apoyo incondicional, y el amor que fue necesario para poder seguir en este largo camino. A mis docentes y tutores, grandes maestros de la investigación y de la pedagogía, fueron la guía necesaria para ir por el camino correcto de este proyecto. Gracias sinceras a mis compañeros que me apoyaron cuando el recorrido se hizo empinado. Sin ustedes nada esto hubiese sido posible

Los autores.

## INDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE FIRMAS .....	2
ABSTRACT .....	12
I. INTRODUCCION.....	13
1.1. Realidad Problemática .....	13
1.2. Formulación del Problema .....	15
1.3. Justificación .....	16
1.4. Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos .....	19
1.5. Antecedentes.....	20
1.6. Bases Teóricas.....	22
1.6.1. Definición de Términos Básicos .....	26
1.7. Formulación de Hipótesis .....	29
1.8. Propuesta de aplicación profesional.....	30
1.8.1. Metas del proyecto .....	30
1.8.2. Información existente .....	30
II. MATERIALES Y METODOS.....	32
2.1. Material de Estudio .....	32
2.1.1. Población .....	32
2.1.2. Muestra .....	32
2.1.3. Técnicas de recolección de datos .....	32
2.1.3.1. Instrumentos .....	33
2.1.3.2. Procedimientos .....	33
III. RESULTADOS.....	35
3.1. Aspectos generales .....	35
3.1.1. Ubicación del área de estudio .....	35
3.1.2. Ubicación .....	36
3.1.2.1. Ubicación del área de estudio .....	36
3.1.2.2. Accesos.....	36
3.1.3. Geología .....	37
3.1.4. Condiciones climáticas .....	38
3.1.5. Características del Proyecto .....	38
3.2. Propuesta del proyecto.....	38
3.2.1. Criterios de Diseño .....	38
3.3. Levantamiento topográfico.....	39
3.3.1. Desarrollo de las actividades.....	39

3.3.2.	Empalmes altimétrico y planimétrico en la vía.....	40
3.3.3.	Levantamiento especial.....	40
3.3.4.	Levantamientos de Canteras.- Se han levantado, tres (3) canteras, las denominadas:...	40
3.4.	Estudio hidrológico .....	41
3.4.1.	Descripción general de la zona de estudio.....	41
3.4.2.	Características del tramo en estudio.....	41
Estación Locumba .....		42
3.4.3.	Información pluviométrica en el tramo .....	43
3.4.4.	Comportamiento térmico.....	43
3.5.	Estudio de Tráfico Vial .....	45
3.5.1.	Trafico normal .....	46
3.5.1.1.	Seccionamiento de la carretera con fines de tráfico .....	46
3.5.1.2.	Información Histórica de Tráfico .....	46
3.5.1.3.	Conteos Volumétricos de Tráfico .....	47
3.5.1.4.	Determinación del índice medio diario (imd).....	50
3.5.1.5.	Encuestas de origen y destino.....	52
3.5.2.	Proyecciones de tráfico.....	54
3.5.3.	Planteamiento metodológico .....	54
3.5.4.	Tasas de generación de viajes .....	55
a.	Vehículos ligeros.....	58
b.	Omnibus .....	58
c.	Camiones.....	59
3.5.5.	Elasticidad .....	59
3.5.6.	Tasas de Crecimiento del Tráfico .....	60
3.5.6.1.	Tráfico generado.....	61
3.5.6.2.	Trafico desviado.....	61
3.5.6.3.	Proyecciones de tráfico.....	61
3.5.7.	Factores destructivos del pavimento .....	65
3.5.8.	Numero de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn. (eal) .....	68
3.6.	Geología y geotecnia .....	74
3.6.1.	Objetivo del Estudio .....	74
3.7.	Geología.....	74
3.7.1.	Geología General.....	74
a)	Basamento mesozoico .....	74
b)	Cobertura Pleistocenica.....	74
c)	Neotectonica .....	75
d)	Movimientos Verticales de la Costa.....	75

---

e) Sedimentación Cuaternaria.....	75
3.7.2. Geología Local.....	76
3.7.3. Geomorfología.....	79
3.7.3.1. Puntos y Zonas Críticas.....	80
Evaluación Realizada.....	81
3.7.4. Sismicidad y coeficiente sísmico.....	81
3.7.4.1. Sismicidad.....	81
3.7.4.2. Coeficiente Sísmico.....	83
3.7.5. Diseño del Pavimento.....	83
3.7.5.1. Consideraciones en el diseño de la estructura del pavimento en la calzada.....	83
3.7.5.2. Soluciones de la estructura del pavimento a considerar en la calzada.....	84
3.7.6. Información base y metodologías para el diseño del pavimento.....	87
3.7.6.1. Método AASHTO,.....	88
b. Confiabilidad.....	89
c. Desviación Standard Total o Varianza.....	91
d. Serviciabilidad.....	91
e. Cálculo del Refuerzo.....	91
3.7.6.2. Método Racional del DR. Ruiz.....	92
b. Cálculo del refuerzo.....	92
3.8. Monto estimado de la Inversión.....	92
IV. DISCUSIÓN.....	95
V. CONCLUSIONES.....	96
VI. RECOMENDACIONES.....	98
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Precipitacion total mensual promedio .....	27
TABLA N° 02 Comportamiento termico.....	28
TABLA N° 03 Conteo de trafico.....	30
TABLA N° 04 Factores de correccion anual.....	30
TABLA N° 05 Promedio semanal por tipo de vehiculo .....	32
TABLA N° 06 Indice medio diario anual por tipo de vehiculo .....	38
TABLA N° 07 Año de fabricacion .....	39
TABLA N° 08 Vehiculos tipicos según marca y modelo .....	40
TABLA N° 09 Numero de pasajeros promedio.....	41
TABLA N° 10 PBI total de los departamentos Tumbes,Piura,Ancash,Junin,Lima e Ica por años.....	43
TABLA N°11 PBI total de los departamentos Arequipa,Moquegua,Cusco,Puno y Tacna por años .....	45
TABLA N°12 Tasas y factores de crecimiento e variables economicas por departamento y provincias relacionadas con el trafico .....	62
TABLA N° 13 Elasticidad del trafico .....	64
TABLA N° 14 Carretra puente Montalvo puente Caimara tasas de crecimiento del trafico por tipo de vehiculo.....	65
TABLA N° 15 Proyecciones de trafico imd anual por tipo de vehiculo .....	66
TABLA N° 16 Proyecciones de trafico imd anual por tipo de vehiculo .....	68
TABLA N° 17 Proyecciones de trafico imd anual por tipo de vehiculo .....	68
TABLA N° 18 Proyecciones de trafico imd anual por tipo de vehiculo .....	69
TABLA N° 19 Puente montalvo puente caimara factores de carga .....	71
TABLA N° 20 Puente montalvo puente caimara presion promedio de	



llantas y factores de ajuste.....	73
TABLA N° 21 Puente montalvo puente caimara factores destructivos.....	75
TABLA N° 22 Tramo puente montalvo dv.moquegua ejes equivalentes acumulados.....	77
TABLA N° 23 Tramo dv. Moquegua dv.llo ejes equivalentes acumulados. ....	77
TABLA N° 24 Tramo dv.llo dv.toquepala ejes equivalentes Acumulados.....	78
TABLA N° 25 Tramo dv.toquepala ejes equivalentes puente camiara ejes equivalentes acumulados.....	93
TABLA N° 26 Horizontes arcillosos .....	98

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01 Mapa de localizacion .....	36
FIGURA N° 02 Localizacion del proyecto .....	37
FIGURA N° 03 Comportamiento termico .....	40
FIGURA N° 04 Clasificacion funcional .....	51
FIGURA N° 05 Clasificacion funcional .....	100
FIGURA N° 06 Monto estimado para el proyecto.....	102
FIGURA N° 07 Monto estimado para el proyecto.....	102

---

## RESUMEN

Con el propósito de mejorar la Transitabilidad de las redes viales y aportar al desarrollo económico de las mismas se plantea el presente Informe de Tesis, “Propuesta para el Mantenimiento Rutinario de la Carretera Panamericana Sur Intervalo entre los Puentes Montalvo Camiara” el cual tiene por objetivo plantear el mantenimiento rutinario de una carretera que beneficiara a la provincia de Mariscal Nieto, región de Moquegua, así como al distrito de Locumba provincia de Jorge Basadre región de Tacna.

La filosofía del mantenimiento está orientada a no dejar que ningún tramo vuelva a ser rehabilitado. Se trata de aprovechar la capacidad remanente del soporte estructural del pavimento, y sobre esta estructura existente, recapear o reforzar o aplicar cualquier otro tratamiento que sea el más rentable en el tiempo.

En cuanto a los otros elementos de la infraestructura vial, el mantenimiento se orienta a aplicar el tratamiento más adecuado para devolver o mejorar su condición estructural y funcional.

La experiencia en estudios de mantenimiento periódico anteriores, nos exige que se elabore una priorización escalonada de la inversión año por año, sustentada en una programación que nos permita decidir qué sectores del tramo tienen que intervenir de inmediato, y que sectores pueden ejecutarse en los años subsiguientes.

Los tipos de tratamiento a aplicar serán de acuerdo al estado del pavimento, evaluando su rentabilidad, así como los costos de su aplicación, definiendo el diseño definitivo óptimo del mantenimiento rutinario.

Para el caso específico del pavimento, los tratamientos producto de estos estudios, están orientados a controlar la fisuración y rugosidad, y en los casos que requieran, devolverle la capacidad de soporte estructural para igual periodo de diseño de su última rehabilitación

---

## ABSTRACT

In order to improve the walkability of the road networks and contribute to their economic development, this Thesis Report is proposed, "Proposal for the Routine Maintenance of the South Pan-American Highway Interval between the Montalvo Camiara Bridges" which aims to propose the routine maintenance of a highway that will benefit the Mariscal Nieto province, Moquegua region, as well as the Locumba district, Jorge Basadre province, Tacna region.

The maintenance philosophy is aimed at not letting any section be rehabilitated again. The aim is to take advantage of the remaining capacity of the structural support of the pavement, and on this existing structure, re-coat or reinforce or apply any other treatment that is the most profitable over time.

As for the other elements of the road infrastructure, maintenance is aimed at applying the most appropriate treatment to restore or improve its structural and functional condition.

Experience in previous periodic maintenance studies requires us to draw up a staggered prioritization of investment year by year, based on a schedule that allows us to decide which sectors of the section have to be intervened immediately, and which sectors can be executed in the years subsequent.

The types of treatment to be applied will be according to the state of the pavement, evaluating its profitability, as well as the costs of its application, defining the optimal final design for routine maintenance.

For the specific case of the pavement, the treatments resulting from these studies are aimed at controlling the cracking and roughness, and in the cases that require, returning the structural support capacity for the same design period of its last rehabilitation.

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Realidad Problemática

En cuanto a la realidad problemática a nivel internacional la infraestructura vial representa un valor alto para la economía de una nación, debido a que esta rama de la ingeniería estudia todo lo relacionado con el diseño, la construcción y operación de vías, en la actualidad los países desarrollados vienen realizando grandes e importantes avances en las obras de infraestructura vial, que a través del tiempo ha tenido que superar enormes desafíos como el clima, la gravedad y otros. Además estas obras mejoran la calidad de vida de las personas, estas obras requieren inversiones millonarias pero que a su vez generan un gran desarrollo y modernización de las grandes ciudades. (Peñafiel, 2017).

Hoy en día también hay que resaltar que a nivel global hay problemas muy recurrentes con respecto a factores externos e internos en las carreteras como resultado de tráfico excesivos, cargas pesadas o falta de carreteras para la circulación del parque automotor, esto puede provocar consecuencias a los usuarios entre las cuales están la inconformidad y afectaciones directas a los vehículos que en todo momento transitan en una vía determinada.

Con respecto a Latinoamérica se puede mencionar que hay serios problemas graves que causan la congestión en las vías debido al crecimiento de los habitantes, las infraestructuras viales son cada vez más pocas, de acuerdo al volumen de vehículos. Esto ha motivado a que se realicen diversos estudios para mejorar esta problemática en los países Latinos. (Cevallos, Cevallos, Galarza, & molina, 2017).

En el ámbito Nacional en Perú las infraestructuras viales no está muy desarrolladas, el 70% de las carreteras no está pavimentada, y la gran mayoría de carreteras no están debidamente construidas, además no cumplen con las normas de diseño geométrico establecidas por el MTC, por otra parte se menciona que también el gobierno y autoridades no le dan importancia al desarrollo de las vías y esto es uno de los fundamentales problemas para el crecimiento económico del país, ya que si se realizaran redes viales de calidad se comunicarían los

pueblos alejados, mejorando el comercio, turismo y otras actividades como la construcción y mantenimiento de estas vías.

El Estado Peruano ha invertido importantes recursos económicos en la rehabilitación y modernización de las carreteras de la Red Vial Nacional Asfaltada, y para su mantenimiento sucesivamente ha ido racionalizando la gestión, habiendo en este proceso finalmente llegado a crear PROVIAS NACIONAL (Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional), según D.S. Nº 033-2002-MTC, entidad a la cual se le transfirió la administración y el mantenimiento de las carreteras de la Red Vial Nacional.

Las carreteras de la Red Vial Nacional en su mayoría han sido rehabilitadas con un periodo de diseño de 10 años. A la fecha, buena parte de estas carreteras tienen una antigüedad superior a los 5 años, y durante este período, solo han recibido mantenimiento rutinario y atención de emergencias.

Por el tiempo de servicio, estos tramos tienen deterioros que han derivado en problemas funcionales y estructurales en el pavimento, y en general en su infraestructura vial, como consecuencia del tráfico, cargas que soportan, condiciones climatológicas y eventos extraordinarios (Fenómeno del Niño, Sismos y otros), que se manifiestan con la presencia de sectores homogéneos en cuanto a la evolución de su deterioro, y también problemas puntuales y/o puntos críticos, motivo por el cual es necesario ejecutar trabajos oportunos de Mantenimiento Periódico que incluyan Reparaciones, a fin de preservar el Patrimonio Nacional.

De no efectuarse estos trabajos de Mantenimiento Periódico, la evolución natural del deterioro y otros factores complementarios, más rápido o más lentamente, pero inexorablemente, contribuirán a que estos tramos vayan camino a su destrucción, entrando al costoso ciclo de rehabilitación – destrucción - rehabilitación.

## 1.2. Formulación del Problema

### Pregunta General

¿Cuál es la propuesta para el mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

### Problema Específico

#### A. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de topografía para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo - Camiara?

#### B. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio hidrológico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

#### C. Problema Especifico

¿Cómo es el estudio de tráfico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

#### D. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de geología y geotecnia para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

#### E. Problema Especifico

¿Cómo es el diseño de pavimento para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

## **F. Problema Especifico**

¿Cuál es el costo estimado para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara?

### **1.3. Justificación**

El objetivo del presente estudio es poder definir los trabajos de Mantenimiento Periódico que requiere la infraestructura vial en cada sector del tramo, especificando el tipo de tratamiento a aplicar, la oportunidad de su aplicación y el presupuesto requerido, seleccionando a la vez la alternativa óptima que maximice la rentabilidad de los recursos financieros empleados.

Como parte de las soluciones a plantear, se incluye las Reparaciones necesarias en la infraestructura vial, y todos los Trabajos de Mantenimiento Rutinario que sea necesario ejecutar previo a la aplicación del Mantenimiento Rutinario recomendado, tales como sellos, tratamientos de fisuras, bacheos, etc.

#### **Justificación legal**

### **REGLAMENTO NACIONAL DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

#### **MANTENIMIENTO VIAL**

##### **Artículo 36º.- Programas de Mantenimiento Vial.**

Serán elaborados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Gobiernos Regionales y las Municipalidades respectivamente, y estarán orientados a la preservación del patrimonio vial, así como a la prevención y mitigación de desastres que afecten su infraestructura.

##### **Artículo 37º.- Pautas para normar los trabajos de Mantenimiento Vial.**

Sin ser limitativo, comprende:

- a) Trabajos preliminares: Movilización y desmovilización, topografía y georeferenciación, campamentos y obras provisionales, mantenimiento de tránsito temporal, seguridad vial.



b) Mantenimiento de las explanaciones: Limpieza general, remoción de derrumbes y huaycos, eliminación del material inadecuado de la subrasante, reposición del material de la subrasante, relleno de plataforma erosionada por asentamiento, formación de terraplenes, pedraplenes (enrocado de plataforma), construcción de pasos provisionales, construcción de plazoletas de cruce.

c) Mantenimiento de la superficie de rodadura: Reparación y/o mantenimiento del afirmado, perfilado y compactación de la rasante (desencalaminado), bacheo superficial, bacheo profundo, requisitos de los materiales, proceso constructivo, colocación y extendido, mezcla de materiales, compactación del afirmado, exigencias del espesor, requisitos de la capa superior, método medición.

Como elemento de evaluación, medida, control de calidad de la superficie de rodadura debe tenerse en consideración el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

d) Mantenimiento de obras de arte y drenaje: Limpieza de cunetas y alcantarillas, reparación y/o mantenimiento de: cunetas (revestidas y/o sin revestir), alcantarillas (de piedra, de concreto, metálica, etc.), badenes y muros (secos y de mampostería de piedra, concreto, etc.).

e) Señalización Vial: Señalización regulativa, preventiva, informativa, hitos kilométricos, marcas en el pavimento.

### **Artículo 38º.- Manual de Procedimientos Operativos.**

Los procedimientos y parámetros técnicos para el mantenimiento de la infraestructura vial serán establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, en los siguientes manuales:

- a) Sistema de Administración del Mantenimiento de Carreteras;
- b) Manual de Mantenimiento de Carreteras para Ingenieros;
- c) Manual de Mantenimiento de Carreteras para Capataces; y
- d) Manual de Mantenimiento de Carreteras para Operarios.

### **Artículo 39º.- Tipos de Mantenimiento.**

El Mantenimiento de Carreteras se divide en dos grandes actividades que son:

- a) Mantenimiento Rutinario: actividad permanente con el fin de dotar de óptimas condiciones de transitabilidad y comodidad en la vía.
- b) Mantenimiento Periódico: actividades más especializadas que permiten recuperar las características técnicas originales de la vía, cuando esta ha sido deteriorada en su superficie de rodadura.

#### **Artículo 40º.- Guía de Evaluación de Pavimentos.**

Se elaborará una Guía de Evaluación de Pavimentos dando énfasis a los métodos simplificados de evaluación Visual, y con métodos no destructivos.

#### **Artículo 41º.- Sistemas de Gestión de Mantenimiento.**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en coordinación con las unidades ejecutoras responsables, promoverá modalidades de tercerización de servicios en mantenimiento vial, mediante la aplicación de Sistemas de Gestión de Mantenimiento, a través de:

- a) Administración del mantenimiento
- b) Mantenimiento rutinario con microempresas asociativas
- c) Mantenimiento periódico por precios unitarios
- d) Mantenimiento integral.
- e) Mantenimiento por indicadores de estado
- f) Gestión y mantenimiento por niveles de servicio

#### **Artículo 42º.- Manual por Tipo de Mantenimiento.**

Para los trabajos de Mantenimiento Rutinario y Periódico de carreteras, que permita contar con normas administrativas y técnicas para que los organismos se ocupen de esta labor, en especial los concesionarios encargados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, guarden uniformidad en responsabilidad y se procure un mejor monitoreo de la labor cumplida.

## 1.4. Objetivos

### Objetivo General

Realizar la propuesta para el mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

### Objetivos Específicos

#### A. Objetivo Especifico

Desarrollar el estudio de topografía para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### B. Objetivo Especifico

Desarrollar el estudio hidrológico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### C. Objetivo Especifico

Desarrollar el estudio de tráfico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### D. Objetivo Especifico

Desarrollar el estudio geología y geotecnia para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### E. Objetivo Especifico

Desarrollar el diseño de pavimento para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### **F. Objetivo Especifico**

Estimar el costo del proyecto para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

### **1.5. Antecedentes**

**Ortegón & Torres, (2016).** Hizo el reconocimiento sobre los niveles de tráfico y accidentalidad que se presentan diariamente en una avenida con alto flujo vehicular. El estudio concluyó que al utilizar una intersección se mejora el tráfico vehicular luego de la identificación de la parte débil del planeamiento que se presenta sobre los corredores que requieren la adquisición de predios de alto costo. Al excluir las intersecciones semaforizadas para las calles apartadas, se conserva un flujo vehicular más perpetuo que con la geometría actual.

**Beltrán & Torres, (2016).** Realizó un análisis de tráfico vial, un diseño geométrico del tramo, un diseño de pavimentos del tramo 1 de la vía Paracuspamba – Cauquil, así como realizar el diseño de las obras complementarias necesarias (muros de contención, cunetas, etc.) y por ende todo lo que abarca el estudio técnico – financiero para la vía Paracuspamba – Cauquil ubicada en el cantón Girón. Llegando a la conclusión de que con el diseño geométrico planteado se lograra llegar a los niveles de seguridad, comodidad y de estética, requeridos para que la vía Paracuspamba – Cauquil tenga los niveles de servicio adecuados para la intensidad de transito actual y futuro. La finalización de este proyecto en el sector mencionado beneficiara a más de 12500 habitantes a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto.

**Hernandez & Riaño, (2016).** Tomo como objetivo elaborar el estudio de tránsito ara proponer posibles soluciones viales a desnivel en la intersección de la Carrera 8 entre Calles 25 y 26, que puedan mejorar el tránsito y la congestión vehicular de este sitio. Llegando a la conclusión que al plantear la simulación de 2 posibles escenarios de congestión vehicular cada uno de estos con 2 tipos de solución; se opta por el escenario 2 de diseño modificado y en este escenario la solución 1 nos da como resultado que en cuanto al nivel de servicio en el sentido sur a norte será del tipo A con un 71.5% de velocidad limite y en el sentido de norte a sur pasara de un nivel de servicio F a un nivel de servicio A con el 51.3 % de la Velocidad Limite.

**MANHÃES, (2018)** realizaron un estudio para determinar la viabilidad de adaptar la intersección vial existente entre las autopistas PR - 498 y PR - 554 en el municipio de Presidente Castelo Branco - PR. La geometría de la unión actual no incluye las dimensiones de los vehículos que la utilizan, además de ser un punto crítico de la red de carreteras de Paraná con la ocurrencia de varios accidentes. El estudio se basó en la encuesta de los datos básicos del sitio y el pre-dimensionamiento de las características principales de la solución propuesta para la adecuación, para lo cual el vehículo del proyecto adoptado fue el BLT, un camión de doble articulación comúnmente utilizado para el transporte de caña de azúcar incidente. La locación.

**ALTHMAN, MORETTI, & PEREIRA, (2018)** realizaron comparaciones entre metodologías topográficas tradicionales y modernas, Estación total y Laser Scanner 3D respectivamente en la cual concluyeron que trabajando con Laser Scanner 3D se logra un mayor detalle en los levantamientos topográficos y una mejor eficacia, sin embargo se necesita de una computadora más sofisticada debido a la cantidad de puntos e información que recolecta esta metodología. Otra desventaja es que el Laser Scanner 3D es mucho más costoso que una Estación total.

## 1.6. Bases Teóricas

### **Topografía aplicada a carreteras**

La topografía es la ciencia que nos permite representar a la tierra con sus formas y detalles. Para el estudio, construcción o supervisión de cualquier proyecto de infraestructura vial será necesario el uso de la topografía, para la construcción de una carretera se tiene diferentes etapas como son la planificación, anteproyecto, proyecto y construcción, y en lo que respecta a la topografía tenemos el estudio de rutas, estudio del trazado, Anteproyecto y Proyecto. Para el estudio de las rutas se tendrán datos preliminares y reconocimiento de campo, en esta etapa se elaborarán croquis, obtendrán datos preliminares y se evalúan las rutas. Con respecto al estudio del trazado se inspeccionará detalladamente las rutas seleccionadas, definiendo los posibles trazados para la carretera, en esta etapa también se realizará la poligonal de apoyo, ésta debe ser tal que recopile todos los detalles necesarios para tener una óptima línea de trazado del eje.

Para el anteproyecto se tendrá una línea tentativa del eje, elaborando planos donde se indique la planimetría y altimetría de la carretera en estudio. Finalmente, el Proyecto es donde se definirá el eje de la vía, el replanteo del trazado, se definirá las obras de artes, los sistemas de drenaje y redacción de los informes y memorias de cálculos con sus respectivos planos. (Medina & Olin, 2018).

### **Levantamientos topográficos**

El levantamiento es uno de los más antiguos artes practicados por el hombre, ya que desde la antigüedad ha sido necesario demarcar límites y dividir la tierra. Es una operación técnica que consiste en medir directamente el terreno. Se puede definir el levantamiento como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano. En cuanto a su extensión, los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos. (Casanova, 2002)

## **Planimetría**

Se denomina planimetría al conjunto de los trabajos realizados para tomar en el campo los datos geométricos necesarios que permitan construir una figura semejante a la del terreno, proyectada sobre un plano horizontal. (Casanova, 2002).

## **Altimetría**

Es una rama de la topografía que calcula la coordenada vertical o cota de los puntos en el terreno o de una construcción. Para determinar las cotas de los puntos se usará un método topográfico denominado Nivelación geométrica. También hay una rama de la topografía para calcular de manera rápida y sencilla la planimetría y la altimetría simultáneamente llamada Taquimetría. (Casanova, 2002).

## **Estudio de tráfico**

### **Aforo de tráfico**

Para la realización del estudio de tráfico es necesario conocer sus características, desarrollar medidas en el área del proyecto. Se recolectarán datos como base para la programación del intercambio vial. Para minimizar los costos nos podemos apoyar en investigaciones pasadas con datos con suficientemente confiables. La calidad de datos que se desea obtener dependerá de los métodos y técnicas de estudio a realizarse. Las primordiales cualidades del tráfico que se estudian son: Las velocidades y tiempos de recorrido de los vehículos, las intensidades de circulación, el origen, destino y objeto de los viajes, etc.

Para la intensidad de circulación será necesario contar o aforar la cantidad de vehículos que transitan por la determinada vía. El objetivo primordial para la realización de un plan de aforo de vehículos es obtener el (IMDA) Índice diario medio anual, del lugar a desarrollar el proyecto. Los resultados que se obtienen en los planes de aforo nos servirán para el diseño y acondicionamiento del intercambio vial. (Sotil & Chalco, 2014).

## **Mediciones de velocidad**

La medición de velocidades y de tiempo de recorrido de un vehículo es primordial para el diseño de un intercambio vial, ya que la velocidad de un vehículo nos permite determinar el funcionamiento de la circulación y así poder evaluarla correctamente. Realizando diferentes técnicas podemos medir las velocidades, como por ejemplo estableciendo dos marcas en la calzada y medir el tiempo que transcurre el vehículo al pasar por dichas marcas.

También podemos realizar medidas de tiempos de recorrido y demoras, para realizar esta técnica debemos obtener el valor medio de este tiempo de recorrido más que la distribución por frecuencias. Se puede obtener los tiempos midiendo en el instante que circulan los vehículos en dicho tramo, es decir cuando entran y salen, o también recorrer dicho tramo varias veces con un solo vehículo. (Abanto y Pedraza 2019 p.99).

## **Estudios de origen y destino**

Para determinar una futura demanda de tráfico necesitamos obtener el origen y destino de los vehículos y porque se realizan, ya que realizando los aforos de tráfico solo podemos obtener la cantidad de vehículos que circulan por la vía. Mediante una encuesta que se realiza a los viajeros podemos obtener dichos datos para ello debemos planificar bien y organizar las preguntas acerca de la característica de los viajes que se realizan. Para ello se realizan encuesta de pantalla y cordón que consiste en encuestar a los viajeros en la propia vía, consiguiendo información sobre las características de los viajes, así mismo se determinan en diferentes lugares de la vía estaciones de encuesta.

## **Estudio de Suelos**

Con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico se procede a:

### **Reconocimiento Geológico y de Suelo**

Se realizó un recorrido previo por la vía en estudio para determinar factores como tipo de suelo, vegetación, clima, etc. Para así poder exponer algo acerca de lo que podamos encontrar durante la recolección de muestras.



### **Planificación de la Exploración y Muestreo.**

Se definió el lugar donde serán las calicatas, las cuales servirán para la obtención de muestras las que al ser llevadas a laboratorio nos darán el tipo de suelo que tenemos para la construcción de nuestra vía.

Interpretación, Análisis y Diseño Geométrico.

Se realizó la evaluación, interpretación y análisis de los resultados obtenidos para luego ser utilizados en el diseño geométrico de la vía.

### **Diseño de la Estructura de Pavimento.**

El método a utilizar para el diseño de la estructura de pavimento flexible en caliente de la vía en estudio será el Método AASHTO , siendo este uno de los métodos el más utilizado para determinar los diferentes parámetros involucrados en el diseño de pavimentos flexibles.

### **Método AASHTO.**

Este método fue conocido originalmente como AASHO y fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60's., hasta su última actualización en 1993, el Método AASHTO, es un instrumento que facilita y/o permite el diseño de estructuras de pavimento flexible, se presenta como una ecuación que nos permite obtener un parámetro llamado Número Estructural(SN), a través del cual obtenemos el espesor total requerido para el pavimento de una vía a construir y los espesores de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento, todo esto en función de parámetros como son: tránsito, desviación estándar, confiabilidad índice de Serviciabilidad.

### **1.6.1. Definición de Términos Básicos**

#### **Alcantarilla**

Es un elemento del sistema de drenaje de una carretera, construido en forma transversal al eje. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

#### **Afirmado**

Capa de material selecto procesado o semiprocesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la subrasante de una carretera. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en carreteras no pavimentadas. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización.

#### **Área Ambiental Sensible**

Aquella que puede sufrir daños graves severos (medio ambiente y/o cultural) y en muchos casos de manera irreversible como consecuencia de la construcción de la carretera. Dentro de estas áreas se encuentra los Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas y Resguardos Indígenas, lagunas costeras, estuarios, y en general cualquier Unidad de Conservación establecida o propuesta, y que por su naturaleza de ecosistema fácilmente vulnerable o único puede sufrir un deterioro considerable.

#### **Base**

Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

#### **Berma**

Área contigua y paralela a la calzada de una carretera. Su función es la de servir como zona de estacionamiento de emergencia de vehículos y de confinamiento del pavimento.

## **BM**

Es un punto topográfico de elevación fija que sirve de control para la construcción de la carretera de acuerdo a los niveles del proyecto. Generalmente está constituido por un hito o monumento.

## **Bombeo**

Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

## **Calzada**

Sector de la carretera que sirve para la circulación de los vehículos, compuesta de un cierto número de carriles. Para el presente caso lo constituye la carpeta asfáltica.

## **Carretera o Camino**

Calificativo general que designa una vía pública para fines de tránsito de vehículos, comprendiendo dentro de ella la extensión total construida incluyendo el derecho de vía.

## **Cunetas**

Elemento de la sección transversal de una carretera que corre paralela al eje y en el borde de la berma. Sirve para recoger el agua proveniente de los taludes y de la plataforma para evacuarla en un determinado lugar. Por lo general las cunetas se ubican en sectores en corte.

## **Derecho de Vía**

Área reservada hacia ambos lados de una carretera con la finalidad de efectuar futuras ampliaciones ya sea por el ensanche de la vía o por el número de éstas.

El derecho de vía comprende el terreno, obras complementarias, servicios y zonas de seguridad para los usuarios.

El ancho que comprende el Derecho de Vía responde a reglamentos y regulaciones establecidos por el MTC.

### **Dispositivos de Control de Tránsito**

Están conformados por las señales, marcas en el pavimento, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en carreteras como en las calles de la ciudad.

### **Efecto**

Todo comportamiento o acontecimiento del que pueda razonablemente decirse que ha sido influido por algún aspecto del programa o proyecto.

### **Subbase**

Capa de material con determinadas características que se coloca entre la subrasante de una carretera y la parte inferior de la base. La subbase forma parte de la estructura del pavimento.

### **Subrasante**

Nivel superior de la plataforma de una carretera adecuadamente conformada, nivelada y compactada. La Línea de Subrasante generalmente se ubica en el eje de la carretera.

Sobre la subrasante se coloca la estructura del pavimento.

### **Terraplenes**

Parte de la plataforma conformado por procesos de relleno.

El Terraplén puede estar conformado por material procedente de excedentes de corte, de excavaciones laterales, de la zona compensada, o de canteras.

### **Zona compensada**

Sector dentro del cual la distancia de traslado del material de corte es menor o igual que 120 metros.

## **Zona del Proyecto**

Zonas situadas dentro de las áreas de construcción.

### **1.7. Formulación de Hipótesis**

#### **a. Hipótesis general: Hi**

Se desarrollara la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

#### **b. Hipótesis específicas: Ha**

**HE1:** Se desarrollará es el estudio de Topografía para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara.

**HE2:** Se desarrollara el estudio hidrológico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara

**HE3:** Se desarrollara el estudio de tráfico vial para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara

**HE4:** Se realizara el diseño de pavimento para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara

**HE4:** Se realizara el presupuesto estimado para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo-Camiara

## 1.8. Propuesta de aplicación profesional

### 1.8.1. Metas del proyecto

#### Descripción de la vía

Este tramo de la Carretera Panamericana Sur, es una vía importante debido a que interconecta el departamento de Moquegua con el departamento de Tacna, atravesando importantes poblados y desvíos como Moquegua, Ite, Toquepala, etc. Y por las Bodegas de Pisco como Biondi y Ghersi.

La carretera se inicia en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur, a una altitud aproximada de 1225 m.s.n.m., a partir de esta progresiva la carretera se desarrolla en descenso hasta el Km. 1152+500 al margen izquierdo del Río Moquegua con un ancho de pavimento promedio de 7.20 y berma de 2.00 m.

Luego empieza a ascender hasta el Km. 1173, pasando por la Pampa Pan de Azúcar, encontrándose el desvío a la ciudad de Moquegua en el Km. 1139+900.

A partir del Km. 1173, la carretera empieza su descenso hasta el fin del tramo Km.1213+050 (cota 400 m.s.n.m.). Existe un sector de zona de neblina entre las progresivas Km. 1175 al 1193, encontrándose en el Km. 1178 el desvío a Ilo.

En el Km. 1211+720 se encuentra el Desvío al Santuario de Locumba, además entre las progresivas Km. 1179 al Km. 1204 se encuentran la Pampa Colorada y la Pampa Puite.

### 1.8.2. Información existente

Una de las mayores facilidades para el desarrollo del proyecto es la existencia de Información sobre:

- Estudios Definitivos para su construcción, Informes Finales y Planos de Post-construcción, de la Rehabilitación de la Carretera Panamericana Sur, elaborados por la empresa consultora GEOTECNICA en el año 1995.
- Informes de las zonales con respecto a sus labores de mantenimiento rutinario, trabajos de emergencia e inventario de fallas.
- Información de tráfico actual y de años anteriores las cuales serán de gran utilidad para la proyección del tráfico y el diseño del refuerzo del pavimento (Suministrados por las estaciones de Peaje de Provias Nacional).
- Se cuenta con Mapas y Cartas del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL los cuales nos facilitaran la ubicación de áreas de influencia para la prevención de desastres naturales (sismos).

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Material de Estudio

#### 2.1.1. Población

En el estudio esta representa la carretera Panamericana Sur donde se va hacer la modelación para plantear la propuesta de mantenimiento. De acuerdo a lo planteado por Tamayo y Tamayo (1997), la población representa a los elementos que se van a estudiar de acuerdo al universo en estudio donde se considera los factores que muestran los valores y resultados de acuerdo al estudio realizado.

#### 2.1.2. Muestra

Según lo proyectado por Hernández, Fernández y Batista (2014) define que la muestra está representada por una porción del universo de estudio que sea característica de esta donde se realizara los valores proporcionados. La muestra estará representada por la desarrollo de la propuesta de mantenimiento rutinario de la Carretera panamericana.

#### 2.1.3. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos a utilizar para poder analizar la averiguación y así poder recolectar todos los datos se encuentran, como debe ser, interconectados en forma directa con la hipótesis y los objetivos, los cuales buscan a su vez dar una respuesta segura a la problemática que se ha planteado. Fidias (2012).



### **2.1.3.1. Instrumentos**

El instrumento a manejar para la recolección de información será notas de las informaciones utilizados, el cual permitirá alcanzar los datos proporcionados Dichos resultados describen con el aval de la confiabilidad y validez según los procedimientos estandarizados en el reglamento de la norma MTC.

### **2.1.3.2. Procedimientos**

Para el presente proyecto de investigación se utilizó diferentes plataformas virtuales de investigación académicamente certificadas, en primer orden se consideró los artículos de revistas indexadas, capítulos de libros, investigaciones de pregrado de diferentes universidades reconocidas, investigaciones de instituciones, entre otros.

Estas investigaciones se realizaron en base de datos académicas como EBSCO, Google Académico, Dialnet, Scielo, Proquest, teniendo en cuenta conjuntamente que la antigüedad no sea mayor a cinco años y utilizando el uso de palabras clave en idiomas inglés, español, portugués, etc.

### **Variable de estudio**

Propuesta para el Mantenimiento Rutinario de la carretera Panamericana Sur Intervalos entre los Puentes Montalvo Camiara.

**Indicador:** km. Tramo de la carretera.

### **Operacionalización de variables.**

El proyecto de mantenimiento rutinario de la carretera Panamericana Sur, intervalo entre los puentes Montalvo-Camiara, cuenta con una longitud total de 73.255 km., que nace en el km.1139+795, desde el distrito de

Moquegua provincia de mariscal Nieto, región de Moquegua, luego finaliza en el km. 1213+050, en el distrito de Locumba provincia de Jorge Basadre, región Tacna, siendo considerado dentro de las carreteras de la red Vial Nacional por el IMDA asumido, también por la topografía como terreno llano.

El diseño geométrico se realizará con la aplicación de la normativa vigente, Manual DG-2018.

### **Tipo de estudio**

El tipo de estudio es experimental, ya que coincide concentrar un proceso, no se maniobra las variables, se proyectan los objetivos y consiente simbolizar las técnicas.

**Perfil de la investigación:** infraestructura sostenible.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Aspectos generales

##### 3.1.1. Ubicación del área de estudio

###### Ubicación Geográfica

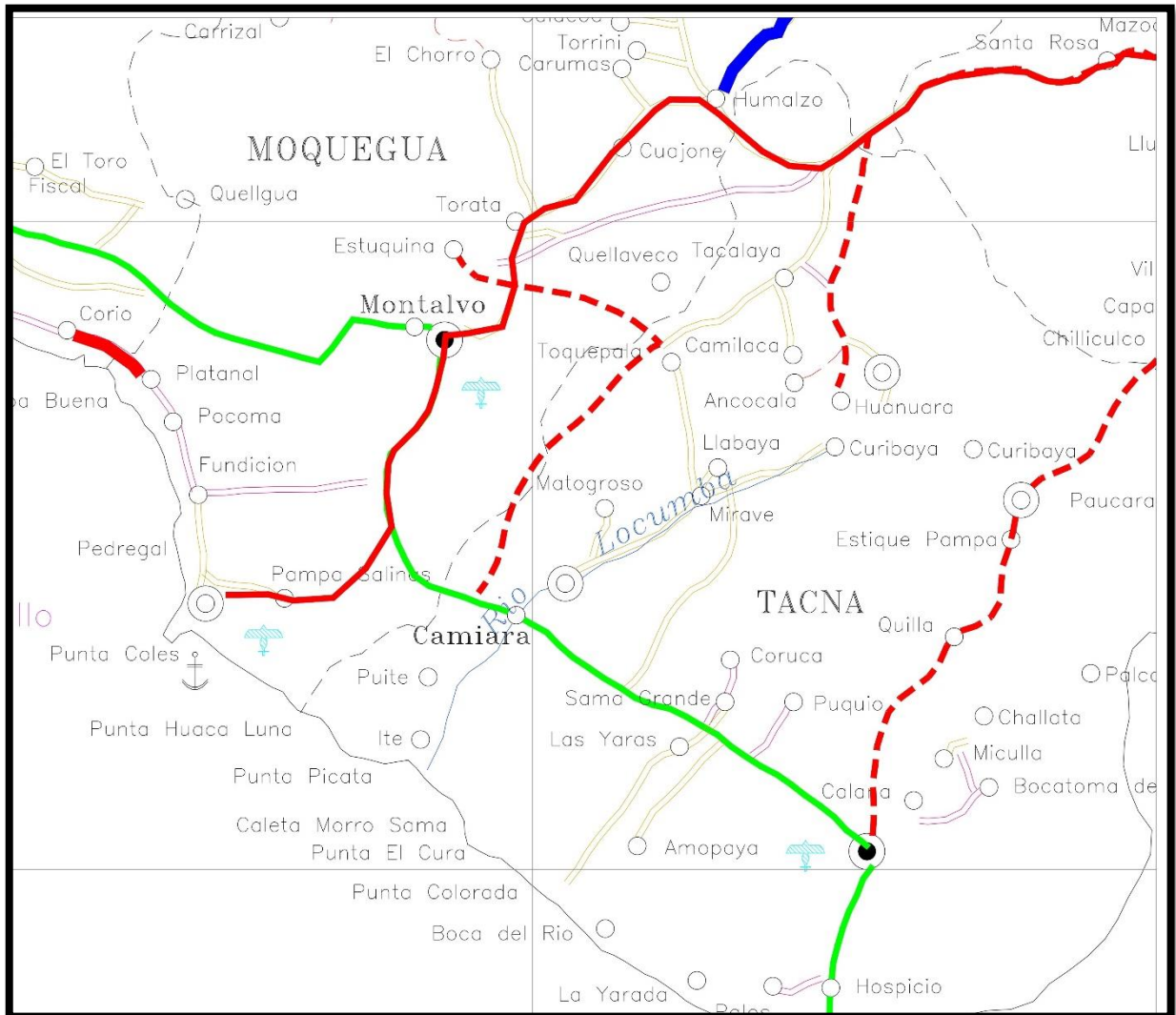
El tramo en estudio se inicia pasando el Puente Montalvo en la señal informativa ubicada al lado izquierdo en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur “Puente Montalvo Carga 36 Tn. Luz 33 mt”, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, aproximadamente a 1400 m.s.n.m.; y finaliza pasando el Puente Camiara en la señal informativa ubicada al lado izquierdo de la vía en el Km. 1213+050, en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna, aproximadamente a 570 m.s.n.m; con una longitud total de 73.255 Km.

Figura N°01: mapa de localización



FUENTE: Elaboración propia

**Figura N°02 Localización del proyecto**



FUENTE: Elaboración propia

### 3.1.2. Ubicación

#### 3.1.2.1. Ubicación del área de estudio

El tramo de investigación se encuentra entre el Puente Montalvo (Moquegua) – Puente Camiara (Tacna), Provincia y Departamento de Moquegua – Tacna.

#### 3.1.2.2. Accesos.

En general, la accesibilidad geográfica hacia la zona de estudio presenta escenarios propicios, con medios de transporte terrestre de servicio frecuente. El acceso se establece mediante la carretera panamericana sur.

### **3.1.3. Geología**

En la zona que abarca el estudio se encuentran bien expuestos los sedimentos de la formación Moquegua apreciándose mejor en los valles y quebradas que imperan en la zona, los depósitos del Qr.-fluvial aluvional, son secuencias producto de la erosión y posterior sedimentación de los restos de la formación Moquegua los cuales estratigráficamente están compuestos de una secuencia de areniscas arcósicas a tufáceas de color marrón claro a gris los cuales alternan en forma casi irregular con areniscas arcillosas y arcillas grises a rojizas estas areniscas son de grano fino a medio con componentes principalmente feldespato y cuarzo esta formación tiene una regular cohesión y a veces es bastante compacta por tener en su matriz arcilla, como la que se puede apreciar en el corte de la carretera ubicado en la progresiva 1160+100 donde tenemos un estrato de arcilla.

#### **Hidrología y drenaje**

1. El tramo en estudio corresponde por su ubicación entre los 93 msnm y los 1400 msnm a un tramo costero, caracterizado por una nula y/o escasa presencia de lluvias.
2. La información pluviométrica existente corresponde a una zona desértica por su escasa o esporádica precipitación.
3. El estudio hidrológico no tiene mayor inferencia sobre la carretera, debido a su mínima incidencia; las obras de drenaje existentes son las suficientes y necesarias para este tramo, tal como se observa en el inventario de obras de arte y drenaje sobre los cuales la definición de su

CLASE corresponde a criterios de una adecuada ejecución de trabajos de mantenimiento y limpieza.

#### **3.1.4. Condiciones climáticas**

El clima de la zona es típico de la costa: desértico, cálido y con temperaturas altas en los meses de verano y relativamente baja en el invierno. La precipitación es leve y se produce en forma de lluvias finas y garúas durante los meses de invierno, insuficientes para producir vegetación de plantas naturales en las lomas. Las neblinas que se originan durante este período son densas ascendiendo hasta la zona de las pampas costaneras. Temperatura Máxima 21.26, Temperatura mínima 16.86, Humedad relativa 25.8%. Precipitación 7.8 mm.

#### **3.1.5. Características del Proyecto**

El proyecto se encuentra inicialmente a unos 1225 m.s.n.m. con pocas sinuosidades, con tramos en tangentes descendiendo hasta los 400 m.s.n.m.

### **3.2. Propuesta del proyecto**

#### **3.2.1. Criterios de Diseño**

##### **Diseño Geométrico**

Para el presente proyecto para el diseño geométrico se tiene en cuenta todo lo que se establece en el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”, que es la actualización del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014), aprobado por R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14.

### 3.3. Levantamiento topográfico

#### 3.3.1. Desarrollo de las actividades

El levantamiento topográfico se efectuó de manera directa, utilizando para ello equipos topográficos como la estación total. TOPCON GPS Garmin, Cartas nacionales, Todas las coordenadas que se muestran en los planos de planta y perfil han sido referidos al sistema UTM WGS 84.

#### **Descripción del desarrollo del alineamiento de la carretera**

La carretera en sus 73 kilómetros de longitud, presenta principalmente alineamientos rectos, las cuales se encuentran ubicadas en las Pampas Colorada y Puite. A continuación se describirá el alineamiento según tramos de similar relieve topográfico y alineamiento geométrico, como se muestra en los Planos de Planta y Perfil PP-01 al PP-04.

- La carretera se inicia en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur, a una altitud aproximada de 1225 m.s.n.m. A partir de esta progresiva, la carretera se desarrolla en descenso hasta el Km. 1152+500. La topografía se presenta plana y con un desarrollo semi ondulado, con un radio mínimo de 100 metros y máximo de 4000 metros. Este sector presenta varios tramos en tangente de aproximadamente 1 a 2 kilómetros de longitud.
- A partir del Km. 1152+500, que posee la cota 1000 m.s.n.m. hasta la progresiva Km. 1163, la carretera se desarrolla en ascenso y la vez, la Topografía se vuelve de ondulada a sinuosa. En este sector el radio mínimo es de 65 metros y el máximo de 5000 metros.
- Llegando al sector de Pampa Pan de Azúcar, a partir del Km. 1163 (cota 1030 m.s.n.m.); la carretera presenta una topografía semi plana, mostrando un radio mínimo de 130 metros y un máximo de 1000 metros.
- Siguiendo en ascenso hasta el Km. 1173 (cota 1070 m.s.n.m.) a media ladera, con curvas con radios mayores a 376 metros, siendo un total de 4 curvas horizontales.
- A partir del Km. 1173, la carretera empieza su descenso hasta el Km.



1213+050 (final del tramo) con amplia curvas horizontales, siendo el radio mínimo de 462 metros y el máximo 1216 metros. Este sector es casi lineal y horizontal, con solo dieciséis (16) curvas horizontales a lo largo de los 40 kilómetros.

- Al inicio de este sector muestra un tramo en tangente de casi 3 kilómetros de longitud entre las progresivas Km. 1176 y 1179.

- Entre las progresivas Km. 1179 al Km. 1204 sobre la Pampa Colorada y Pampa Puite la topografía es plana, continuando con el desarrollo horizontal del alineamiento de la carretera, existiendo nueve (9) curvas horizontales de radios mayores a 400 metros. En este sector entre las progresivas Km. 1175 al 1193 se encuentra la zona de neblina.

- Desde el Km. 1204 (cota 570 m.s.n.m.) hasta el Km. 1211 (cota 490 m.s.n.m.) la topografía es casi plana, y toda en descenso, siendo todo este sector en tangente.

- Descendiendo finalmente hasta llegar al fin del tramo Km. 1213+050 (cota 400 m.s.n.m.). En este tramo hay dos (2) curvas horizontales con un radio mínimo de 161.5 metros.

### **3.3.2. Empalmes altimétrico y planimétrico en la vía**

La carretera no presenta empalmes longitudinales ni verticales. En general, se está siguiendo las progresivas existentes en la carretera.

### **3.3.3. Levantamiento especial**

Se han efectuado levantamientos especiales en la carretera a fin de cuantificar las soluciones de las obras que en dichos sectores se ejecutaran. Estas fueron:

### **3.3.4. Levantamientos de Canteras.-** Se han levantado, tres (3) canteras, las denominadas:

**Cantera San Antonio**, ubicada en la progresiva Km. 1140+000

**Cantera Jaway**, ubicada en la progresiva Km. 1201+500

**Cantera Km. 1213**, ubicada en la progresiva Km. 1213+000



El levantamiento nos ha permitido cuantificar la potencia de cada una de las canteras, las mismas que se muestran en el estudio de suelos correspondiente y las secciones transversales.

**3.4.2 Levantamiento de Botaderos.**- El levantamiento topográfico de los botaderos, al igual que las canteras, nos permitió determinar la capacidad de las mismas. Los botaderos levantados han sido:

**Km. 1159+500**, en el lado izquierdo.

**Km. 1161+000**, en el lado derecho.

**Km. 1163+500**, en el lado izquierdo.

**Km. 1165+300**, en el lado izquierdo.

**Km. 1167+400**, en el lado derecho.

### **3.4. Estudio hidrológico**

#### **3.4.1. Descripción general de la zona de estudio.**

La zona se inicia pasando el Puente Montalvo en la señal informativa ubicada al lado izquierdo en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur “Puente Montalvo Carga 36 Tn. Luz 33 mt”, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, aproximadamente a 1400 m.s.n.m.; y finaliza pasando el Puente Camiara en la señal informativa ubicada al lado izquierdo de la vía en el Km. 1213+050, en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna, aproximadamente a 570 m.s.n.m.

#### **3.4.2. Características del tramo en estudio**

Las características del tramo de la carretera en estudio, tramo Puente Montalvo – Puente Camiara, se pueden considerar representadas por la información recopilada por el SENAMHI en su estación

metereológica de Locumba, por su ubicación sobre el trazado de la carretera se le puede considerar como representativa de las condiciones de la zona del proyecto.

El siguiente cuadro preparado por la Oficina General de Estadística e Informática del SENAMHI, muestra la precipitación promedio mensual (mm), para los últimos 35 años de registro en la Estación Locumba.

### Estación Locumba

**Tabla N°01 Precipitación Total Mensual Promedio 2014 – 2019 (mm)**

<b>Mes</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Enero	0.4
Febrero	1.3
Marzo	0.1
Abril	0.0
Mayo	0.4
Junio	0.1
Julio	0.1
Agosto	0.6
Setiembre	0.2
Octubre	0.0
Noviembre	0.0
Diciembre	0.1
<b>Total Anual</b>	<b>3.3</b>

Los valores anotados muestran claramente que se trata de una zona desértica con esporádica o escasa precipitación.

### 3.4.3. Información pluviométrica en el tramo

El tramo en estudio, cruza la cuenca del río Moquegua en el Dpto. de Moquegua y el río Locumba en la region de Tacna.

Para el tramo considerado los sistemas de drenaje y obras de arte existentes son los que se muestran en el Relevamiento Físico y Estado de Obras de Arte, que se encuentra; como se puede observar estas muestran consideraciones geométricas mínimas y/o características que atienden los requerimientos de flujo o escorrentía existente, etc. tal como se observa en el inventario de obras de arte y drenaje.

Los caudales de los ríos de la región de Moquegua, presentarán un comportamiento deficitario con relación a su promedio histórico, debido a las escasas y esporádicas precipitaciones.

En el mes de Febrero de este año (2019) las precipitaciones pluviales en las zonas costeras de Tacna y Moquegua, mostraron un comportamiento muy variable, se observó anomalías positivas en la cuenca del Caplina, hasta precipitaciones nulas en las demás cuencas. Durante el mes predominaron los días con cielo cubierto en las primeras horas variando a despejado hacia el mediodía.

### 3.4.4. Comportamiento térmico

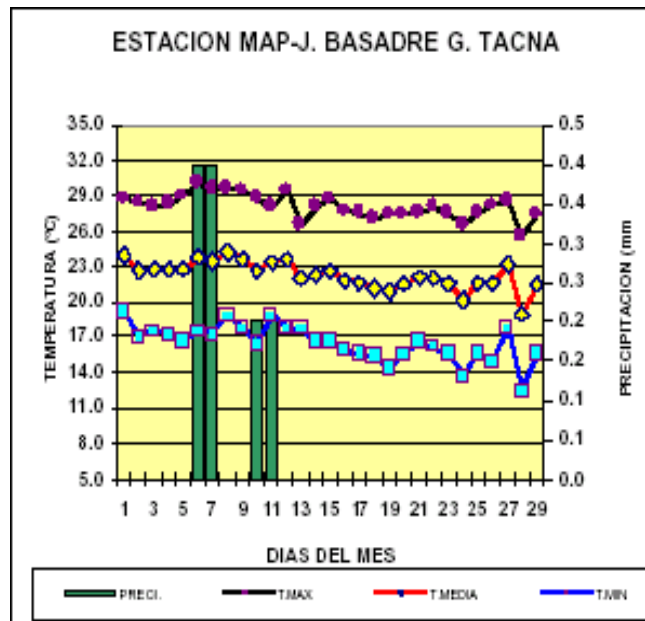
La temperatura superficial de agua de mar (TSM), registró en el mes de Febrero un valor debajo de su registro normal, con una media mensual de 17,0° C. y una anomalía de -0,3° C. Registrándose la más alta temperatura de 18,5° C el día 01/02/19 y la más baja de 16,0° C el día 07/02/04, según la estación CO-Punta Coles. La temperatura máxima presentó anomalías positivas que oscilaron desde +0,2° C en el distrito de Sama hasta +1,5° C en el distrito de Locumba, mientras la temperatura mínima, registró una anomalía negativa de -0,4° C en Sama hasta - 1.2° C en la ciudad de Tacna.

Durante el mes de Febrero en la ciudad de Tacna, presento los siguientes parámetros meteorológicos: La temperatura máxima fue 28,1° C, que estuvo sobre su valor normal y la temperatura mínima registró 16,5° C, con una anomalía de -1,2° C. La temperatura máxima absoluta fue de 30,0° C el día 06 de Febrero del 2019 y la mínima absoluta de 12,5° C el día 28 de Febrero del 2019. La media de horas sol por día fue 8,8. La evaporación media mensual fue 5,2 mm. y la humedad relativa media mensual de 68%, con una máxima humedad de 79% y una mínima de 51%. La precipitación total del mes en la ciudad de Tacna fue 1,2mm.

**Tabla N°02 Comportamiento térmico**

Estación Meteorológica	Ubicación Geográfica (Indicar referencia)	TEMPERATURA				PRECIPITACION	
		Máxima Mensual °C	Anomalia (T. Máxima) °C	Mínima Mensual °C	Anomalia (T. Mínima) °C	Acurulado mes (mm)	Anomalia (%)
Tacna	Ciudad de Tacna	28,1	+0,0	16,5	-1,2	1,2	+20
Calana	Valle Caplina	26,4	-0,1	15,0	+0,0	1,2	-46
Locumba	Valle de Locumba	31,4	+1,5	15,6	-0,7	T	-100
La Yarada	Acuífero La Yarada	27,6	-0,1	17,7	-1,2	2,0	+100
Sama	Valle de Sama	28,9	+0,2	16,1	-0,4	0,0	-100
Punta Coles	Litoral costero	24,8	-0,4	18,7	-0,5	0,0	-100

**Figura N°03 Comportamiento térmico**



La tendencia de las condiciones térmicas en general, continuará sobre sus valores normales, predominando el buen tiempo con mayor presencia de brillo solar y escasa nubosidad. Se prevé neblinas al amanecer, pero estas tienden a disiparse rápidamente en la mañana.

Los caudales de los ríos de las regiones de Tacna y Moquegua, presentarán un comportamiento deficitario en relación a su promedio histórico, debido a las escasas y esporádicas precipitaciones.

### 3.5. Estudio de Tráfico Vial

Para el presente estudio de tráfico, fue necesario efectuar un análisis preliminar del comportamiento que éste presenta por la influencia que en él puedan ejercer los diversos centros poblados o de actividad productiva a los que se tiene acceso desde la carretera; lo que permitió definir las características de la información histórica que fue necesario recolectar y del relevamiento de los

datos de campo como son los conteos volumétricos y las encuestas de origen y destino, la documentación.

Con este fin, se efectuó un recorrido a lo largo de los tramos del estudio y definió un seccionamiento con fines exclusivamente de tráfico.

### **3.5.1. Trafico normal**

#### **3.5.1.1. Seccionamiento de la carretera con fines de tráfico**

El seccionamiento que efectuó el Consultor obedeció a una observación pormenorizada del comportamiento del tráfico a lo largo de la vía en estudio. En este caso se pudo observar cuatro comportamientos del tráfico claramente identificables, que corresponden a cada tramo del proyecto.

Los conteos de tráfico realizados corroboraron el seccionamiento efectuado.

#### **3.5.1.2. Información Histórica de Tráfico**

Con la finalidad de efectuar los ajustes correspondientes a la información obtenida de los conteos de tráfico y realizar las proyecciones que serán utilizadas, tanto para el diseño del pavimento como para proponer, de acuerdo al empleo del HDMIII, las políticas de mantenimiento periódico indicadas en los Términos de Referencia, se recurrió a información de la Unidades de Peaje de Montalvo y Tomasiri, de Provías Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### 3.5.1.3. Conteos Volumétricos de Tráfico

De acuerdo a los requerimientos del estudio y en función al seccionamiento efectuado, se realizaron los conteos volumétricos de tráfico que corresponden a la información que permite establecer el IMD anual del tráfico para el año base del estudio.

Los conteos o censos volumétricos de tráfico, se efectuaron durante 24 horas desde las 0 hasta las 24 horas de cada día, registrándose todo vehículo que cruzase la estación, por sentido y en forma discriminada por tipo de vehículo. Los conteos se efectuaron en forma continua entre el día lunes 12 al domingo 18 de Enero de 2019. Se utilizaron las siguientes estaciones:

#### - Estación Peaje Montalvo

Cubre el tráfico entre Puente Montalvo y el Dv. Moquegua, ubicada en el Km. 1139.

#### - Estación Dv. Moquegua

Cubre el tráfico entre Dv. Moquegua y Dv. Ilo, ubicada en el Km. 1140.

#### - Estación Dv. Ilo

Cubre el tráfico entre Dv. Ilo y Dv. Toquepala, ubicada en el Km. 1187. De la carretera del proyecto.

#### - Estación Locumba

Cubre el tráfico entre Dv. Toquepala y Puente Camiara, ubicada en el Km. 1213 de la carretera del proyecto.

Los resultados de estos conteos, para cada una de las estaciones, en forma horaria, por día, sentido y tipo de vehículo.

**Tabla N°03 Conteo de trafico**

VEHICULOS DIARIOS POR TIPO DE VEHICULO Y TRAMO											
SENTIDO: AMBOS											
TRAMOS	AUTO Y SW	CAMI O NETA	CA M. RUR AL	MICR O	BUS			CAMION		ARTI C	TOTA L
					2E	3E	4E	2E	3E		
LUNES ( 12 - 01 – 2019 )											
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	512	95	41	6	61	65	31	42	31	220	1104
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	328	51	28	4	29	18	9	31	11	143	652
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	431	61	28	14	72	80	5	37	24	98	850
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	594	96	39	12	68	86	22	15	15	90	1037
MARTES ( 13 – 01 – 2019 )											
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	522	76	36	3	65	76	31	57	25	240	1131
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	373	44	27	2	14	36	8	23	13	95	635
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	469	49	29	9	87	77	10	53	23	89	895
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	552	66	42	8	63	81	23	25	10	75	945
MIERCOLES ( 14 – 01 – 2019 )											
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	501	80	34	12	60	74	35	55	42	267	1160
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	355	43	24	12	19	37	10	30	26	123	679
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	537	72	40	5	73	73	10	54	28	127	1019
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	358	153	40	24	54	80	29	18	21	110	887



	JUEVES ( 15 – 01 – 2019 )										
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	347	101	67	15	41	61	8	28	41	168	877
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	252	31	18	4	22	24	17	25	20	101	514
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	459	68	41	14	78	83	17	50	22	98	930
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	398	101	46	7	65	61	9	43	20	101	851
	VIERNES ( 16 – 01 – 2019 )										
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	165	124	83	16	46	59	7	36	32	192	760
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	150	40	21	5	22	35	8	23	18	126	448
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	494	61	45	15	82	71	10	51	28	88	945
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	492	122	66	8	82	76	8	42	41	79	1016
	SABADO ( 17 – 01 – 2019 )										
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	349	99	101	9	39	70	11	47	38	166	929
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	201	47	42	6	22	38	10	28	25	101	520
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	505	86	43	5	63	73	12	48	26	96	957
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	437	106	57	7	59	55	5	37	22	70	855
	DOMINGO ( 18 – 01 - 2019 )										
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	164	77	76	6	39	57	6	32	22	126	605
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	101	37	29	4	37	33	19	30	11	99	400
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	307	82	33	6	63	81	6	36	24	92	730
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	278	73	33	6	61	83	9	35	19	47	644

### 3.5.1.4. Determinación del índice medio diario (imd)

En la carretera del proyecto, se utilizaron los datos de las Unidades de Peaje Montalvo y Tomasiri, del año 2002, a fin de obtener el factor de corrección anual a ser aplicado a los conteos realizados para hallar el Índice Medio Diario anual, correspondiente a cada tramo del proyecto.

**Tabla N°04 Factores de corrección anual**

Mes	Peaje Montalvo		Peaje Tomasiri	
	IMD 2019	Factor de corrección anual	IMD 2019	Factor de corrección anual
<b>Enero</b>	886	<b>0.905</b>	966	<b>0.939</b>
Febrero	864	0.928	929	0.976
Marzo	831	0.965	928	0.977
Abril	753	1.065	881	1.030
Mayo	729	1.100	845	1.073
Junio	727	1.103	832	1.090
Julio	796	1.008	913	0.994
Agosto	829	0.967	963	0.942
Septiembre	795	1.009	1016	0.893
Octubre	752	1.066	851	1.066
Noviembre	793	1.011	864	1.050
Diciembre	866	0.926	897	1.011
<b>Promedio</b>	<b>802</b>	<b>1.000</b>	<b>907</b>	<b>1.000</b>

El factor de corrección empleado fue de 0.922, promedio de los factores correspondientes al mes de Enero.

Se obtuvo el promedio diario semanal corriente por tipo de vehículo que semuestra en el Cuadro y a partir de éste, aplicando el factor de corrección, el IMD anual ajustado, por tipo de vehículo y por tramo, tal como se muestra en el Cuadro.

**Tabla N° 05 Promedio diario semanal por tipo de vehículo sentido: ambos**

PROMEDIO DIARIO POR TIPO DE VEHICULO Y TRAMO											
SENTIDO: AMBOS											
TRAMOS	AUTO Y SW	CAMI O NETA	CAM. RUR AL	MICR O	BUS			CAMION		ARTI C	TOTA L
					2E	3E	4E	2E	3E		
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	366	93	62	10	50	66	18	42	33	197	937
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	251	42	27	5	24	32	12	27	18	112	550
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	457	68	37	10	74	77	10	47	25	98	903
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	444	102	46	10	64	74	15	31	21	82	889

**Tabla N°06 Índice medio diario anual por tipo de vehículo sentido: ambos**

PROMEDIO DIARIO POR TIPO DE VEHICULO Y TRAMO											
SENTIDO: AMBOS											
TRAMOS	AUTO Y SW	CAMI O NETA	CAM. RURA L	MICR O	BUS			CAMION		ARTI C	TOTA L
					2E	3E	4E	2E	3E		
P.MONTALVO- DV.MOQUEGUA	338	86	58	10	47	61	17	39	31	182	869
DV. MOQUEGUA - DV. ILO	232	39	25	5	23	30	12	25	17	104	512
DV. ILO – DV. TOQUEPALA	422	63	35	10	69	71	10	44	24	91	839
DV. TOQUEPALA - P.CAMIARA	410	95	43	10	60	69	14	29	20	76	826

---

### 3.5.1.5. Encuestas de origen y destino

La encuesta de Origen y Destino constituye la base para definir los centros generadores de tráfico para el proyecto y realizar sus respectivas proyecciones. También sirve para establecer los parámetros necesarios para el estudio de la evaluación del mantenimiento futuro, como por ejemplo los vehículos típicos, promedio de pasajeros por vehículo, etc.

Para la carretera en estudio, se efectuó el relevamiento de la información de Origen y Destino, durante los días 12, 13 y 14 de Enero, en el Pte. Montalvo (Km. 1140) y en el Dv. Toquepala (Km. 1205), mediante una muestra bastante considerable de 270 vehículos; deteniéndose al azar vehículos pesados y algunos ligeros para solicitarle al conductor información, de acuerdo a un cuestionario previamente preparado, destacándose el correspondiente al origen y destino del viaje que efectuaban.

Una vez obtenida la información en los formularios respectivos, se efectuó su procesamiento, con lo cual se definieron 11 zonas de tráfico y se confeccionaron las matrices con dichos viajes, que permitieron realizar las proyecciones del tráfico.

Las matrices confeccionadas, en las que se presentan las zonas de tráfico establecidas.

Se muestran las frecuencias y porcentajes con respecto a la antigüedad de los vehículos que circulan por la carretera del proyecto; siendo los de mayor porcentaje los de la década 1990 - 1999 con un 56.8%.

**Tabla N°07 Año de fabricación**

INTERVALO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<1985	6	2,3%
1985 - 1999	80	29,5%
1999 - 2009	154	56,8%
2009 - 2015	31	11,4%
<b>Total</b>	<b>271</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Encuestas de Origen y Destino

El Cuadro muestra los vehículos con mayor participación en la muestra de O/D.

**Tabla N°08 Vehículos Típicos según Marca y Modelo**

Tipo Veh.	Marca	Modelo
AUTO	TOYOTA	COROLLA
PICK UP	TOYOTA	JAYAS
BUS	VOLVO	B-12
C 2E	VOLVO	N-10
C 3E	VOLVO	F-12
ARTICULADO	VOLVO	F-12

Fuente: Encuestas de Origen y Destino

El Cuadro muestra el número de pasajeros promedio.

**Tabla N°09 Número de pasajeros promedio**

INTERVALO	PORCENTAJE
Auto	3
Cam. Rural	11
Bus 2 Ejes	36
Bus 3 Ejes	44
Bus 4 Ejes	50

Fuente: Encuestas de Origen y Destino

### 3.5.2. Proyecciones de tráfico

Revisadas las estadísticas del MTC, se ha podido comprobar que no existe información histórica de tráfico para la carretera en estudio, por lo que se ha descartado la posibilidad de tomar la tasa de crecimiento del tráfico basada en series históricas y se ha efectuado la proyección en base a las variables macro-económicas representadas por las tasas de crecimiento del PBI y de la población.

### 3.5.3. Planteamiento metodológico

Debido a que no existe información oficial de tráfico de la carretera, se estimó razonable, para las proyecciones de tráfico, utilizar un método de uso generalizado en estudios como el presente y su formulación matemática se basa en el método de las tasas de generación de viajes. Este método considera las estructuras de flujos de transporte.

Las Tasas de generación de viajes entre pares de zonas, se obtuvieron con la relación:

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2}$$

Donde:

$R_i$  = Tasa de generación de viajes de la zona i.  $R_j$  = Tasa de generación de viajes de la zona j.

Las tasas de crecimiento del tráfico por tramos y tipo de vehículo, estarán dadas por:

$$R_t = \frac{\sum_1^N (R_{ij} \times T_{ijt})}{\sum_1^N T_{jit}}$$

En base a las encuestas de Origen y Destino efectuadas en el Estudio de Tráfico respectivo, se definieron 11 zonas de tráfico y se confeccionaron las matrices con dichos viajes, las que permitieron realizar las proyecciones del tráfico.

Las matrices confeccionadas, en las que se presentan las zonas de tráfico establecidas.

Las tasas de crecimiento del tráfico obtenidas, se aplicaron a todos los tramos del proyecto, ya que la proporcionalidad de participación zonal está referida a todos ellos.

#### 3.5.4. Tasas de generación de viajes

Para establecer las tasas de generación de viajes, se tuvo en cuenta la participación de las variables socio-económicas como el PBI y la población, de los departamentos de Tumbes, Piura, Ancash, Junín, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua, Cusco, Puno, y Tacna que tienen relación con el tráfico que soporta la vía.

La tasa de crecimiento del PBI se estimó mediante el empleo de la función exponencial:

$$Y = ab^x$$

Siendo:

$x$  = Serie de años

$Y$  = Valores anuales del PBI total departamental

Para el presente estudio se han tomado las estadísticas del PBI correspondientes a las series históricas comprendidas entre los años 2004 – 2011, que presentan el comportamiento respecto al crecimiento económico del área.

La función indicada fue aplicada a las series históricas del PBI a valores constantes y que son los siguientes:

**Tabla N°10 PBI total de los departamentos de Tumbes, Piura, Ancash, Junín, Lima e Ica, por años**

AÑO	TUMBES	PIURA	ANCASH	JUNIN	LIMA	ICA
2004	477	4211	2904	4420	50155	3712
2005	450	4469	2840	4394	50444	3773
2006	517	4361	2979	4614	55890	4008
2007	431	3868	2968	4696	55522	3736
2008	479	3917	3379	4642	56191	3767
2009	513	4061	3409	4575	57388	3938
2011	500	3923	3526	4498	57462	4098

Fuente: INEI, Distribución: Instituto Cuanto.



**Tabla N°11 PBI total de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Cuzco, Puno, y Tacna, por años**

AÑO	AREQUIPA	MOQUEGUA	CUSCO	PUNO	TACNA
2006	8196	1912	2764	1898	1574
2007	8285	2029	2671	1918	1755
2006	8701	2143	2796	1983	1628
2007	8585	2122	2924	2066	1554
2008	8531	2100	2780	2056	1543
2009	8613	2162	2821	4042	1586
2011	8728	2366	2983	3664	1690

Fuente: INEI, Distribución: Instituto Cuanto.

**Tabla N°12 Tasas y factores de crecimiento de variables socio - económicas por departamentos y/o provincias relacionados con el trafico**

DEPARTAMENTO/ PROVINCIA	CRECIMIENTO PBI (%)	CRECIMIENTO POB (%)
Tumbes	1.17	2.47
Piura	1.00*	1.45
Ancash	3.91	1.24
Junín	1.00*	1.30
Lima	2.43	1.83
Ica	1.15	1.73

Arequipa	1.00*	1.63
Moquegua	2.70	1.95
Cusco	1.19	1.18
Puno	8.00**	1.36
Tacna	1.00*	2.85

Fuente: INEI

Elaboración propia del Consultor

\* Tasa menor a la unidad considerada como 1.00

\*\* La tasa resultante es mayor al 13%, para los próximos años se ha estimado en 8%

Las tasas de generación de viajes se calcularon para cada tipo de vehículo considerando como variable la elasticidad del tráfico, de acuerdo a lo siguiente:

#### a. Vehículos ligeros

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{ki} = R_{pi} \times E_{1i}$$

Donde:

$R_{ki}$  = Tasa de generación de viajes en vehículos ligeros de la zona i.  
 $R_{pi}$  = Tasa de crecimiento de la población de la zona i.

$E_{1i}$  = Elasticidad del tráfico en vehículos ligeros.

#### b. Omnibus

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{oi} = R_{pi} \times E_{2i}$$

Donde:

$R_{oi}$  = Tasa de generación de viajes en ómnibus de la zona i.  
 $R_{pi}$  = Tasa de crecimiento de la población de la zona i.

$E_{2i}$  = Elasticidad del tráfico en ómnibus.

### c. Camiones

Las tasas de generación de viajes, por zonas de tráfico, se estimaron con la relación:

$$R_{ci} = R_{pbi} \times E_{3i}$$

Donde:

$R_{ci}$  = Tasa de generación de viajes en camiones de la zona i.

$R_{pbi}$  = Tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno de la zona i.  
 $E_{3i}$  = Elasticidad del tráfico en camiones.

#### 3.5.5. Elasticidad

Las elasticidades consideradas son las que se utilizan en proyectos similares al presente y se muestran en el Cuadro.

**Tabla N°13 Elasticidad del tráfico.**

<b>VEHICULO</b>	<b>ELASTICIDAD AREA ESTUDIO</b>
Vehículos ligeros	1.2
Buses	1.4
Camiones	1.0

Las tasas de generación de viajes por pares de zonas para cada tipo de vehículo.

### **3.5.6. Tasas de Crecimiento del Tráfico**

Como se ha explicado anteriormente, las tasas de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo, constituyen el promedio ponderado de las tasas de generación de viajes entre pares de zonas (ponderadas por los volúmenes de tráfico correspondientes). Para su determinación se efectuó una asignación de los tráficos registrados en las encuestas origen – destino a los respectivos tramos viales por pares de zonas, obteniéndose los promedios ponderados indicados.

El Cuadro muestra las tasas de crecimiento del tráfico, por tipo de vehículo, para ser empleadas en todos los tramos del proyecto, tal como se mencionara durante el desarrollo de la metodología.

**Tabla N°14 carretera: puente. Montalvo – puente.  
Camiara tasas de crecimiento del tráfico por tipo  
de vehículo**

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>TASA ANUAL</b>
Vehículo ligero	2.7%
Bus	3.1%
Camión 2 Ejes	1.7%
Camión 3 Ejes	1.5%
Articulado	3.0%

#### **3.5.6.1. Tráfico generado**

No se ha considerado tráfico generado, por tratarse de un tramo de la Panamericana Sur que tiene un tráfico ya establecido.

#### **3.5.6.2. Trafico desviado**

No se presenta tráfico desviado por no existir una vía alterna a la del proyecto.

#### **3.5.6.3. Proyecciones de tráfico**

Efectuadas las estimaciones del tráfico en la carretera y aplicadas las tasas decrecimiento anual con las fórmulas descritas anteriormente, se obtuvo para la carretera Pte. Montalvo – Pte. Camiara, los resultados de los Cuadros que muestran los Indices Medios Diarios anuales del tráfico normal y sus respectivas proyecciones, para cada tramo y tipo de

vehículo. Las proyecciones han sido calculadas para el año 5 (2014) y para el año 10 (2020), horizonte del proyecto.

**Tabla N°15 proyecciones de tráfico - imd anual por tipo de vehículo**

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>2009</b>	<b>2014</b>	<b>2019</b>
<b>Tráfico Normal</b>			
Auto	338	387	442
Camioneta	86	99	113
Camioneta Rural	58	67	76
Micro	10	12	14
Bus 2E	47	55	64
Bus 3E	61	72	83
Bus 4E	17	20	24
Camión 2E	39	43	47
Camión 3E	31	34	36
Articulado	182	211	245
<b>TOTALES</b>	<b>869</b>	<b>1000</b>	<b>1144</b>

Fuente: Elaboración propia

## CARRETERA: PTE. MONTALVO – PTE. CAMIARA

Tramo: Dv. Moquegua – Dv. Ilo

**Tabla N°16 Proyecciones de tráfico - imd  
anual por tipo de vehículo**

TIPO DE VEHÍCULO	2009	2014	2019
<b>Tráfico Normal</b>			
Auto	232	266	303
Camioneta	39	45	51
Camioneta Rural	25	29	33
Micro	5	6	7
Bus 2E	23	27	32
Bus 3E	30	35	41
Bus 4E	12	14	17
Camión 2E	25	28	30
Camión 3E	17	19	20
Articulado	104	121	140
<b>TOTALES</b>	<b>512</b>	<b>590</b>	<b>674</b>

Fuente: Elaboración propia

**CARRETERA: PTE. MONTALVO – PTE. CAMIARA**

Tramo: Dv. Ilo – Dv. Toquepala

**Tabla N°17 Proyecciones de tráfico - imd  
anual por tipo de vehículo**

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>2009</b>	<b>2014</b>	<b>2019</b>
<b>Tráfico Normal</b>			
Auto	422	483	551
Camioneta	63	72	83
Camioneta Rural	35	40	46
Micro	10	12	14
Bus 2E	69	81	94
Bus 3E	71	83	97
Bus 4E	10	12	14
Camión 2E	44	48	53
Camión 3E	24	26	28
Articulado	91	106	123
<b>TOTALES</b>	<b>839</b>	<b>963</b>	<b>1103</b>

Fuente: Elaboración del Consultor



## CARRETERA: PTE. MONTALVO – PTE. CAMIARA

Tramo: Dv. Toquepala – Pte. Camiara

**Tabla N°18 proyecciones de tráfico - imd  
anual por tipo de vehículo**

TIPO DE VEHICULO	2009	2014	2019
<b>Tráfico Normal</b>			
Auto	410	469	536
Camioneta	95	109	125
Camioneta Rural	43	50	57
Micro	10	12	14
Bus 2E	60	70	82
Bus 3E	69	81	94
Bus 4E	14	17	19
Camión 2E	29	32	35
Camión 3E	20	22	24
Articulado	76	89	103
<b>TOTALES</b>	<b>826</b>	<b>951</b>	<b>1089</b>

Fuente: Elaboración del Consultor

### 3.5.7. Factores destructivos del pavimento

Para la determinación de los Ejes Equivalentes a 8.2 Tn, se efectuó en primertérmino el cálculo de los factores de carga tomando como base los pesajes efectuados en el Estudio Definitivo de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Matarani – Ilo, realizado en el año 2001.

Para el cálculo de estos factores se ha considerado la composición de los ejes respectivos, usando las fórmulas de las tablas de la ASSHTO siguientes:

Eje simple: (P/8200)<sup>4.5</sup>  
 Eje tandem: (P/15300)<sup>4.5</sup>  
 Eje tridem: (P/22950)<sup>4.22</sup>

**Tabla N°19 Puente. Montalvo – puente.  
 Camiara factores de carga**

Tipo de vehículo	Eje Delantero	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Total
BUS 2E	0.33601	1.44557			1.78158
BUS 3E	0.49066	1.22301			1.71366 *
BUS 4E	0.67060	1.22301			1.89361 *
C2E LIV	0.49066	0.49066			0.98132 *
C2E	0.05701	0.99462			1.05163
C3E	0.55809	6.30246			6.86056
2S1	0.49066	3.75063	3.75063		7.99193
2S2	0.24076	7.16308	4.92692		12.33076 *
2S3	0.29325	4.46652	3.80220		8.56198
3S1	0.49066	2.07785	3.75063		6.31915
3S2	0.31299	3.04154	8.71794		12.07247
3S3	0.30885	3.28518	4.89981		8.49384
2T2	0.49066	3.75063	3.75063	3.75063	11.74256 *
3T2	0.44249	3.58581	1.69207	2.81397	8.53434
3T3	0.65166	5.76820	2.65459	3.80848	12.88292
3T4	0.49066	2.07785	2.07785	2.07785	6.72422

Elaboración propia

\* valores asignados de acuerdo al peso máximo reglamentario

Las presiones promedio de inflado de llantas por tipo de vehículo y los correspondientes factores de ajuste son los que se presentan en el Cuadro.

**Tabla N°20 Puente. Montalvo – puente. Camiara presión promedio de llantas y factores de ajuste**

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Presión de Inflado de llantas (en psi)</b>	<b>Factor de ajuste</b>
BUS 2E	113	2.0
BUS 3E	112	1.9
BUS 4E	113	1.9
C2E LIV	45	1.0
C2E	99	1.6
C3E	104	1.7
2S1	117	2.0
2S2	100	1.6
2S3	108	1.9
3S1	119	2.1
3S2	103	1.7
3S3	107	1.9
2T2	107	1.9
3T2	114	2.0
3T3	120	2.1
3T4	114	2.0

Elaboración propia

Los factores destructivos son el resultado de aplicar el factor de ajuste, por presión de llantas, a los factores de carga anteriormente calculados; los mismos que se muestran en el Cuadro.

**Tabla N°21 Puente. Montalvo – puente. Camiarafactores destructivos**

Tipo de vehículo	Factores Destructivos
BUS 2E	3.56317
BUS 3E	3.25596
BUS 4E	3.59785
C2E LIV	0.98132
C2E	1.68260
C3E	11.66295
2S1	15.98385
2S2	19.72921
2S3	16.26776
3S1	13.27021
3S2	20.52320
3S3	16.13830
2T2	22.31087
3T2	17.06869
3T3	27.05414
3T4	13.44843

Elaboración propia

### 3.5.8. Numero de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn. (eal)

Con los factores destructivos del pavimento, el IMDA por tramos y las tasas de decrecimiento del tráfico, se calcula el número de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 Tn. por tipo de vehículo y luego el total por tramo.

El EAL se ha calculado para el horizonte de 10 años del proyecto de mantenimiento periódico. La fórmula usada es la siguiente:

$$EAL = \sum \{ IMDA_i * Fc * FD_i * (1 + r_i)^n - 1 \} / r_i$$

Donde

:

EAL = Número de ejes equivalentes acumulados  
Indice Medio Diario Anual por tipo de vehículo  
Fc = Factor  
carril

FD<sub>i</sub> = Factor Destructivo por tipo de vehículo

r<sub>i</sub> = Tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo

n = Número de años

Los EAL calculados por tramo se presentan en los Cuadros.

**Tabla N°22 Tramo: puente. Montalvo – dv. Moqueguaejes equivalentes  
acumulados**

Tipo de vehículo	Tasa de Crecimiento (%)	IMD 2004	Factor Carril	Factor Destructivo	EAL 2004	EAL 2013
BUS 2E	3.1	47	0.5	3.56317	30,563	351,989
BUS 3E	3.1	61	0.5	3.25596	36,247	417,450
BUS 4E	3.1	17	0.5	3.59785	11,162	128,555
C2E LIV	1.7	10	0.5	0.98132	1,791	19,343
C2E	1.7	39	0.5	1.68260	11,976	129,349
C3E	1.5	31	0.5	11.66295	65,983	706,199
2S1	3.0	11	0.5	15.98385	32,088	367,848
2S2	3.0	12	0.5	19.72921	43,207	495,319
2S3	3.0	16	0.5	16.26776	47,502	544,555
3S1	3.0	3	0.5	13.27021	7,265	83,290
3S2	3.0	66	0.5	20.52320	247,202	2,833,894
3S3	3.0	45	0.5	16.13830	132,536	1,519,374
3T2	3.0	4	0.5	17.06869	12,460	142,842
3T3	3.0	19	0.5	27.05414	93,810	1,075,429
3T4	3.0	6	0.5	13.44843	14,726	168,817
<b>TOTAL</b>		<b>387</b>			<b>788,518</b> <b>7.89 E+05</b>	<b>8,984,254</b> <b>8.98 E+06</b>

Elaboración propia

**Tabla N°23 Tramo: dv. Moquegua – dv. Iloejes equivalentes acumulados**

Tipo de vehículo	Tasa de Crecimiento (%)	IMD 2004	Factor Carril	Factor Destructivo	EAL 2004	EAL 2013
BUS 2E	3.1	23	0.5	3.56317	14,956	172,250
BUS 3E	3.1	30	0.5	3.25596	17,826	205,303
BUS 4E	3.1	12	0.5	3.59785	7,879	90,744
C2E LIV	1.7	5	0.5	0.98132	895	9,672
C2E	1.7	25	0.5	1.68260	7,677	82,916
C3E	1.5	17	0.5	11.66295	36,184	387,270
2S1	3.0	9	0.5	15.98385	26,253	300,967
2S2	3.0	12	0.5	19.72921	43,207	495,319
2S3	3.0	7	0.5	16.26776	20,782	238,243
2T2	3.0	1	0.5	13.27021	2,422	27,763
3S1	3.0	27	0.5	20.52320	101,128	1,159,320
3S2	3.0	28	0.5	16.13830	82,467	945,388
3S3	3.0	2	0.5	22.31087	8,143	93,356
3T2	3.0	7	0.5	17.06869	21,805	249,973
3T3	3.0	7	0.5	27.05414	34,562	396,211
3T4	3.0	4	0.5	13.44843	9,817	112,545
<b>TOTAL</b>		<b>216</b>			<b>436,006</b> <b>4.36 E+05</b>	<b>4,967,241</b> <b>4.97 E+06</b>

Elaboración propia

**Tabla N°24 Tramo: dv. ilo – dv. Toquepala ejes equivalentes acumulados**

Tipo de vehículo	Tasa de Crecimiento (%)	IMD 2004	Factor Carril	Factor Destructivo	EAL 2004	EAL 2013
BUS 2E	3.1	69	0.5	3.56317	44,869	516,750
BUS 3E	3.1	71	0.5	3.25596	42,189	485,884
BUS 4E	3.1	10	0.5	3.59785	6,566	75,620
C2E LIV	1.7	10	0.5	0.98132	1,791	19,343
C2E	1.7	44	0.5	1.68260	13,511	145,932
C3E	1.5	24	0.5	11.66295	51,084	546,735
2S1	3.0	4	0.5	15.98385	11,668	133,763
2S2	3.0	6	0.5	19.72921	21,603	247,660
2S3	3.0	7	0.5	16.26776	20,782	238,243
3S1	3.0	1	0.5	13.27021	2,422	27,763
3S2	3.0	29	0.5	20.52320	108,619	1,245,196
3S3	3.0	25	0.5	16.13830	73,631	844,097
2T2	3.0	1	0.5	22.31087	4,072	46,678
3T2	3.0	8	0.5	17.06869	24,920	285,683
3T3	3.0	6	0.5	27.05414	29,624	339,609
3T4	3.0	4	0.5	13.44843	9,817	112,545
<b>TOTAL</b>		<b>319</b>			<b>467,170</b> <b>4.67 E+05</b>	<b>5,311,502</b> <b>5.31 E+06</b>

Elaboración propia



**Tabla N°25 Tramo: dv. toquepala – puente. camiaraejes equivalentes  
acumulados**

Tipo de vehículo	Tasa de Crecimiento (%)	IMD 2004	Factor Carril	Factor Destructivo	EAL 2004	EAL 2013
BUS 2E	3.1	60	0.5	3.56317	39,017	449,348
BUS 3E	3.1	69	0.5	3.25596	41,001	472,197
BUS 4E	3.1	14	0.5	3.59785	9,193	105,869
C2E LIV	1.7	10	0.5	0.98132	1,791	19,343
C2E	1.7	29	0.5	1.68260	8,905	96,183
C3E	1.5	20	0.5	11.66295	42,570	455,612
2S1	3.0	5	0.5	15.98385	14,585	167,204
2S2	3.0	7	0.5	19.72921	25,204	288,936
2S3	3.0	6	0.5	16.26776	17,813	204,208
3S2	3.0	26	0.5	20.52320	97,383	1,116,382
3S3	3.0	18	0.5	16.13830	53,014	607,750
2T2	3.0	1	0.5	22.31087	4,072	46,678
3T2	3.0	7	0.5	17.06869	21,805	249,973
3T3	3.0	4	0.5	27.05414	19,750	226,406
3T4	3.0	2	0.5	13.44843	4,909	56,272
<b>TOTAL</b>		<b>278</b>			<b>401,010</b> <b>4.01</b> <b>E+05</b>	<b>4,562,361</b> <b>4.56 E+06</b>

Elaboración propia

### **3.6. Geología y geotecnia**

#### **3.6.1. Objetivo del Estudio**

El objetivo del Estudio, al realizar la investigación geológica-geotécnica en la zona de la Carretera Panamericana Sur en el Tramo Puente Montalvo (Moquegua) – Puente Camiara (Tacna), es determinar las características del suelo teniendo como marco la geología del área.

### **3.7. Geología**

#### **3.7.1. Geología General**

La zona de estudio se encuentra en el sur del Perú, entre los departamentos de Moquegua y Tacna, a nivel regional, la faja costanera del sur del Perú presenta la siguiente estratigrafía:

##### **a) Basamento mesozoico**

a lo largo de la zona mencionada, el basamento compuesto de rocas sedimentarias y volcánicas submarinas del cretáceo, que alcanzan más de 3000 m de potencia y están afectadas por diferentes tipos de procesos erosivos.

##### **b) Cobertura Pleistocénica**

Pueden distinguirse dos sectores: Puente Montalvo a Puente Camiara, caracterizándose por presentar la presencia de rocas sedimentarias que van tomando gran desarrollo hacia Tacna. El Cuaternario de esta región está constituido por diferentes tipos de depósitos: fluviales, marinos, eólicos y aluviales desérticos.

### **c) Neotectonica**

Como norma general los terrenos cuaternarios aflorantes se hallan poco deformados como efecto de la tectónica. Se nota que a pesar que la zona esta situada sobre una margen activa, que actualmente es un área eminentemente sísmica, los fenómenos geodinámicos internos no han dejado huellas de una fuerte actividad durante el cuaternario, encontrándose una de las pocas evidencias de Falla en el Km. 1159 + 500 con un rumbo R: N 120° y un buzamiento de B: 49° SW.

### **d) Movimientos Verticales de la Costa**

La morfología del litoral de la costa del Sur del Perú muestra la presencia de terrazas marinas y que se sabe que durante el Cuaternario ha habido niveles del mar más altos que el actual, los cuales han dejado sobre las costas terrazas marinas actuales.

### **e) Sedimentación Cuaternaria**

El Pleistoceno está constituido por 500 m de espesor de cascajos, arenas y arcillas, los cuales a veces se encuentran entre mezclados, los regímenes de sedimentación han sido diversos, alternándose en ellos los del tipo turbulento con el laminar. Pero en el Holoceno impera la sedimentación arcillosa. Las arcillas cubren los cascajos y permiten que prosperen los campos agrícolas. Las arcillas Holocenitas se contaminaron en muchos lugares con Huaycos y limos, o con las arenas eólicas aportados de playas levantadas.

En el cuaternario más reciente hubo desequilibrios en el litoral es por esto que encontramos depósitos arenosos, limosos hasta aglomerados aluviónicos a cientos de metros sobre el nivel del mar. Todos estos materiales pertenecen a las descargas de los diferentes ríos y quebradas.

En el Pleistoceno la masa volcánica de la cordillera elevó las terrazas 3000 a 4500 m.s.n.m. Y se produjo el más intenso diastrofismo, fallamiento, vulcanismo y sobre escurrimientos. Como consecuencia gran aporte de materiales de desechos fueron transportados hacia los terrenos inferiores de la costa, continuando el proceso de formación de rellenamiento de los terrenos bajos de la costa.

En el cuaternario se produjeron ligeros desplomes, hundimientos y levantamientos en el litoral, el acabado del perfil de la costa adquiere una configuración definitiva, concluyendo estos levantamientos con las formaciones de diferentes terrazas costaneras marinas escalonadas, las cuales así quedan constituidas las pampas, tablazos, las playas, los acantilados y la morfología definitiva del litoral.

Los sedimentos aluvionales, han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre los terrenos más antiguos, compuesto por rocas sedimentarias del Mesozoico.

### **3.7.2. Geología Local**

El tramo en estudio se inicia pasando el Puente Montalvo en la señal informativa ubicada al lado izquierdo en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur “Puente Montalvo Carga 36 Tn. Luz 33 mt”, y finaliza pasando el Puente Camiara en la señal informativa ubicada al lado izquierdo de la vía en el Km. 1213+050.

Los grupos y las unidades litoestratigráficas se encuentran bien definidas a lo largo del proyecto, mostrando ocho (8) sectores en su recorrido.

**Km. 1139+795 – Km. 1141+000**, el sector atraviesa por una zona grava arenosa perteneciente al cuaternario reciente aluvional, con estratos de arena, arcilla y tufos volcánicos semi compactos.

**Km. 1141+000 – Km. 1161+500**, el sector atraviesa la formación Moquegua, conformado por arenisca poco consolidado con intercalaciones de gravilla, areniscas arcosicas, arcillas rojas e intercalaciones de tufo con estratos de 0.50 m de espesor.

**Km. 1161+500 – Km. 1163+000**, el lecho presenta roca volcánico dacitico, perteneciente a la formación del Vocánico Quellaveco, del Terciario Inferior, con pequeñas incrustaciones de grava arenosa.

**Km. 1163+000 – Km. 1168+500**, el sector atraviesa una zona grava arenosa, pertenecientes al grupo de depósitos fluviales aluviales recientes, con incrustaciones de grava arenosa.

**Km. 1168+500 – Km. 1175+500**, perteneciente también a la formación Moquegua, pero con intercalaciones de gravilla y de areniscas arcosicas en menor proporción, además en el sector de la progresiva Km. 1171+000 al 1173+500 existe un afloramiento de depósitos aluvionales.

**Km. 1175+500 – Km. 1184+500**, perteneciente al cuaternario reciente aluvional con depósitos recientes de gravas y conglomerados

**Km. 1184+500 – Km. 1186+000**, afloramiento de areniscas poco consolidadas de la formación Moquegua.

**Km. 1186+000 – Km. 1213+000**, continua la formación de depósitos aluviales, hasta terminar con el tramo en estudio.

En la zona que abarca el estudio se encuentran bien expuestos los sedimentos de la formación Moquegua apreciándose mejor en los valles y quebradas que imperan en la zona, los depósitos del Qr.-fluvial aluvional, son secuencias producto de la erosión y posterior sedimentación de los restos de la formación Moquegua, los cuales estratigráficamente están compuestos de una secuencia de areniscas arcóscicas a tufáceas de color marrón claro a gris las cuales alternan en forma casi irregular con areniscas arcillosas y arcillas grises a rojizas estas areniscas son de grano fino a medio con componentes principalmente feldespato y cuarzo esta formación tiene una regular Cohesión y a veces es bastante compacta por tener en su matriz arcilla.

En algunos sectores de los cortes de carretera donde predomina los horizontes arcillosos como en el tramo 1144+000 tenemos un conglomerado de matriz arcillosa, en el tramo 1160+100 y 1150+500, 1156+500, 1156+700 tenemos una arcilla arenosa que es apreciable en los cortes de la carretera, así también tenemos capitas y venillas de yeso las cuales se presentan horizontales o suavemente inclinados y siguiendo las direcciones de los estratos apreciables en los cortes de la carretera ubicados cerca del Puente Camiara. A continuación en el cuadro de abajo se indica cuáles son los sectores donde aparecen horizontes arcillosos:

**Tabla N°26 Horizontes arcillosos**

<b>PROGRESIVA</b>	<b>HORIZONTES ARCILLOSOS</b>
1144+000	ARCILLA LIMOSA
1150+500	ARCILLA ARENOSA
1156+500	ARCILLA LIMOSA
1156+700	ARCILLA LIMOSA
1160+100	ARCILLA LIMOSA

Esta zona la cobertura del cuaternario reciente fluvial aluvional se manifiesta mejor dentro de quebradas en los cuales en algunos casos como en el de la cantera 1213+000 (ubicado por el Puente Camiara) se encuentra presencia de sales y se puede apreciar a sales cristalizados lo que nos da un indicio que esta zona estuvo bajo el mar; lo también explicaría la presencia de yeso en algunos cortes de la cantera, porque el yeso es una evaporita y con un ambiente de formación marino, ver sección geológica: **SG-01**.

### **3.7.3. Geomorfología**

La zona de estudio está compuesta de grandes planicies y pequeñas quebradas, endonde se han depositado las gravas y arenas.

La quebrada donde se encuentra ubicado el puente Montalvo está compuesta de material gravoso, conglomerados con intercalaciones de areniscas las colinas tienen formas cónicas, los que son producto del trabajo de la erosión, la carretera panamericana que cruza el Puente Camiara 1213+050 se encuentra sobre una terraza del río, las riberas del río se encuentran aparentemente estables no sufriendo ningún tipo de erosión, y en el caso que estuviera sufriendo erosión de las riberas es mínimo o casi imperceptible, esta zona aflora

en los taludes de los cerros la formación Moquegua. El Puente Montalvo se encuentra sobre depósitos del Qr-flu específicamente sobre las terrazas del Río y está compuesta de conglomerado y arenas.

Los cerros tienen pendientes suaves con inclinaciones que van desde 60° a 70° y en las quebradas de 30° a 5° de Talud, los cerros se encuentran estables la erosión no ha afectado la estabilidad de sus taludes, encontrándose terrenos de cultivo en las terrazas y lecho del río, la carretera se presenta en ciertos sectores con fracturas y aberturas siendo uno de los tramos que se encuentra más afectada los que se encuentran disectados por las quebradas.

En el tramo 1144 el conglomerado de matriz arcillosa da un cambio a arcilla arenoso color rojizo la cual sigue el mismo rumbo y buzamiento R: N 148° y buzamiento B: 6° SW llegando hasta la progresiva 1150+500, que da un cambio a un conglomerado arenoso con el mismo rumbo y buzamiento

En el Km. 1155 el rumbo y buzamiento de los estratos cambia a rumbo N 182° y B: 12° NW los estratos se encuentra afectados por pequeñas fracturas, se encuentra disectado en el Km. 1156+000 por una quebrada. Una posible cantera se encuentra entre la línea departamental en el Km. 1203+900 se encuentra ubicada dentro de una quebrada y compuesta de un material conglomerado de matriz arenosa.

### **3.7.3.1. Puntos y Zonas Críticas**

#### **Antecedentes**

Los puntos y zonas críticas ubicados a lo largo del tramo en estudio Tramo Puente Santa Rosa – Puente Montalvo debidos al efecto del sismo de magnitud 6.9 mb ocurrido el 23 de Junio del año 2001, son en total 51 con una longitud acumulada de 6.46 Km.



En el año 2003 CPS de Ingeniería SAC realizó un estudio de estos tramos críticos, se determinó que los mayores daños causados por el sismo fue la generación de grietas y el desprendimiento de las bermas y daños en partes del carril situadas en rellenos con ángulos de inclinación del talud muy inclinados, debiéndose estos ángulos de inclinación elevados al proceso de rehabilitación de la Panamericana Sur efectuado alrededor de los años 80 y posteriormente en los años 90, donde se levantó la rasante de la vía sin conformar los derrames de los taludes del terraplén.

### **Evaluación Realizada**

Se encontró que algunos de los 51 puntos y zonas críticas están siendo actualmente reparadas por la Zonal de Tacna, encontrándose algunos que han fallado y otros funcionando muy bien.

Adicionalmente, se identificó 5 sectores en donde se propondrán trabajos de reparación de bermas que se encuentran en mal estado para la adecuada seguridad vial y transitabilidad de la carretera, proponiendo tratamientos tipo parches donde existan grietas entre las uniones del pavimento y berma, colocación de gavión de altura de 1.5 m y, desquinche y limpieza en la zona de pequeños derrumbes.

## **3.7.4. Sismicidad y coeficiente sísmico**

### **3.7.4.1. Sismicidad**

El Perú está ubicado en una de las zonas de las áreas de actividad sísmica más activas del mundo, formando parte del cinturón circunpacífico. El registro de movimientos sísmicos en el Perú es impresionante, tanto por la dimensión de los eventos que han ocurrido como por el período del registro que comprende más de

400 años. La alta actividad sísmica está relacionado a los rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, tales como la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú – Chile, como consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuyo efecto es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes.

A partir de las investigaciones de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, presentados por Silgado (1978). Se presenta en el mapa de zona sísmica de máximas intensidades observada en el Perú, el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Alva Hurtado de 1984).

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de zonificación sísmica y de acuerdo a las Normas Sismo - Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones, a la localidad de Moquegua le corresponde una Sismicidad alta de intensidad media mayor de IX en la Escala Mercalli modificado.

El terremoto de Arequipa del 23 de Junio del 2001 ( $M_w=8.4$ ), de origen tectónico, ocurrió a 82 Km. al NW de la localidad de Ocoña en el departamento de Arequipa. La estación MOQ, la más cercana al epicentro del terremoto de Arequipa (329 Km.), registró aceleraciones máximas del orden de  $295 \text{ cm/seg}^2$  en la componente E-W. Esta estación MOQ se encuentra ubicada en la ciudad de Moquegua.

De acuerdo al estudio de microzonificación sísmica efectuado por convenio CISMID-UNI-CONCYTEC, para la ciudad de Moquegua para un periodo de exposición sísmica de 50 años se espera una aceleración pico de 0.41 g.

### **3.7.4.2. Coeficiente Sísmico**

El valor del coeficiente sísmico depende, entre otros factores, de la sismicidad de la zona, condiciones de cimentación, período fundamental del depósito e importancia de la obra. El valor del coeficiente sísmico se toma como un porcentaje de la máxima aceleración sísmica, aproximadamente entre  $1/3$  y  $1/2$  de la aceleración máxima de la zona, determinada de un estudio de peligro sísmico o del registro de aceleraciones en tiempo-historia.

De acuerdo al registro de aceleraciones del sismo de Moquegua, donde se observó que la aceleración pico fue de 0.41 g. Lo que significa que el coeficiente sísmico varía entre 0.136 g y 0.205 g.

Por otro lado, en la Figura 5 se presenta la zonificación del Coeficiente Sísmico para Presas de Tierra y Enrocado en el Perú (Ruesta et al., 1988). Se puede observar que para la zona en estudio y considerando que el talud del terraplén tiene casi el mismo comportamiento al de una presa de tierra, el coeficiente sísmico varía entre 0.10 y 0.20. De esta manera, el valor adoptado del coeficiente sísmico es de 0.2 g.

### **3.7.5. Diseño del Pavimento**

#### **3.7.5.1. Consideraciones en el diseño de la estructura del pavimento en la calzada**

La sectorización y características del pavimento existentes nos permiten tomar la decisión de analizar distintas alternativas de solución para prolongar eficazmente la vida del pavimento para el periodo de diseño previsto.

La última etapa masiva de rehabilitación ó Mantenimiento Periódico de la carretera Panamericana en este tramo, ha sido

realizada el año 1994. Es decir, al casi cumplirse el periodo de diseño de la carretera, el conocer el estado funcional y estructural de la vía para efectos de prolongar su vida útil, resulta de fundamental importancia.

El estado funcional, determinó el buen estado de la vía, con sectores localizados de condición pobre.

La evaluación estructural determinó que el estado actual del pavimento (basado en las deflexiones), está presentando un comportamiento adecuado en la totalidad del tramo. Se comprobó que actualmente, las deflexiones características son menores a las admisibles para el mismo año, demostrando en general el buen desempeño que presenta tanto la estructura de los pavimentos como las capas subyacentes. Es decir, nos muestra que los problemas de funcionalidad localizados, son debidos principalmente a las capas superficiales y que no se ha comprometido sustancialmente a los materiales granulares.

La proyección para un periodo de 10 años adicionales contempla como premisa básica el aporte remanente que pudiera presentar el pavimento existente, el cual fue evaluado y calculado para su posterior consideración en el cálculo de la nueva estructura del pavimento.

Surge entonces la necesidad de plantear la mejor alternativa para prolongar la vida del pavimento existente, sea mediante el uso de su valor residual, o mediante la rehabilitación integral de la vía en función del juicio estructural ya determinado.

### **3.7.5.2. Soluciones de la estructura del pavimento a considerar en la calzada**

## a. Alternativas propuestas

En cumplimiento de los alcances de los Términos de Referencia, diversas alternativas se analizarán. Previamente, el pavimento ha sido sectorizado para tal efecto, cuyo sustento se muestra en la Memoria Descriptiva del Proyecto.

Se ha tenido en cuenta para el planteamiento de las alternativas de solución, las condiciones ambientales existentes en la zona, como son la temperatura, exposición solar y vientos con transportes de arena sobre la superficie del pavimento. Es decir, como los agentes del medio ambiente están actuando esencialmente sobre la capa superficial del pavimento. Esto pudo ser comprobado durante el recorrido del tramo y en la etapa de evaluación del pavimento (ver planilla de evaluación superficial) donde se ha plasmado y cuantificado como parte de esta evaluación, los valores de fisuramiento y ahuellamiento, y mostraron que en efecto los problemas son básicamente en la capa superficial del pavimento.

Estas propuestas toman en cuenta que necesariamente deba efectuarse: 1) la colocación de un SAMI para retardar las fisuras en la superficie del pavimento y; 2) la recuperación de la carpeta asfáltica de determinados sectores del pavimento, debido a las características e intensidad de las fisuras, con una base estabilizada.

- **El SAMI** permite retardar la propagación de fisuras existentes en el pavimento antiguo a la superficie nueva por un mayor tiempo, permitiendo prolongar la vida útil del pavimento.

Esta capa actuará como retardadora de las fisuras existentes en la superficie del pavimento

- **La recuperación de la carpeta asfáltica existente mediante**

**una base estabilizada**, se efectuará para los sectores Km. 1169+000 al Km. 1172+500 y Km. 1184+500 al Km. 1186+000, que han mostrado un significativo fisuramiento y ahuellamiento, motivando un bajo valor del PCI, con un estado de regular, pobre a muy pobre (Ver Volumen N° 1, Anexo III). Sin embargo, este material será posteriormente utilizado para la fabricación de la base asfáltica reciclada, material que permitirá mantener como mínimo, el valor estructural que ha estado aportando la carpeta fisurada en este sector, con ciertas mejoras inclusive en cuanto a su mayor flexibilidad (la carpeta fresada se presentaba rígida).

- **Micropavimento en caliente**, está constituido por una mezcla de agregados, filler y cemento asfáltico modificado. Como tal, podrá atender la mayoría de las causas que están generando la aparición de fallas en el pavimento existente (causas como el fisuramiento por reflejo, por fatiga y por el medio ambiente (temperatura, exposición solar, viento y arenado), y al ahuellamiento debido a la intensidad del tráfico, a las características de los vehículos y del medio ambiente).

Esta mezcla posee una gran vida útil, pues la misma está constituido por un aglomerante modificado, básicamente por polímeros, el cual le confiere gran durabilidad, resistente a grandes variaciones térmicas, a la protección contra la exposición solar y al proceso erosivo del viento y el arenado en general.

Menores costos en el mantenimiento rutinario y periódico, como consecuencia del mayor periodo de vida útil del material asfáltico.

Al ser una tecnología nueva que está empezando a ser utilizado en el continente (aunque en Europa data desde la década del 70), la experiencia que se pueda adquirir en su aplicación y uso no nos permitirá alejarnos del gran experiencia que se está adquiriendo para efectos de reducir costos mediante la aplicación de técnicas modernas.

### **3.7.6. Información base y metodologías para el diseño del pavimento**

En la metodología de medición, análisis e interpretación de las deflexiones para la evaluación estructural del pavimento, se basa en el modelo Elástico.

El método utilizado para este análisis considera las simplificaciones y aproximaciones matemáticas de soluciones rigurosas (modelo de Hogg) y conceptos de la teoría de la elasticidad y de resistencia de materiales.

El modelo de Hogg representa al pavimento como una placa elástica de espesor delgado y horizontalmente infinito, sustentada por una capa elástica, lineal, homogénea e isotrópica, de espesor que puede ser infinito o limitado por una base rígida, horizontal y perfectamente rugosa.

La expresión matemática desarrollada para el cálculo de las deformaciones en la superficie del sistema viene dada por una integral infinita de funciones Bessel y funciones angulares hiperbólicas, la cual se expresa para el caso de una carga circular de radio “a” uniformemente distribuida, en función del módulo de elasticidad de la subrasante  $E_0$ , la longitud característica  $l_0$ , el módulo de Poisson de la subrasante, la carga  $p$  y la distancia horizontal de la superficie de la placa desde el eje de la carga “r”

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible por acción de cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo uso de deflectómetros tales como el denominado “Viga Benkelman”. Llamado así en honor a Daniel Benkelman quien la desarrollo en 1955 como parte del programa de ensayos viales WASHO (WASHO Road Test).

En general, se han concentrado la atención en la medida de las deflexiones recuperables, o sea en la deformalidad de las estructuras por elasticidad instantánea y retardada. La deflexión es parte de carácter elástico, pero también interviene esfuerzos plásticos. Los primeros desaparecen en cuanto se remueven la carga mientras que los segundos son permanentes, y su acumulación a través de las reiteraciones de las cargas produce las distorsiones o ahuellamientos en la superficie del pavimento.

La evaluación estructural de la calzada se efectuó mediante la medición de sus deflexiones bajo carga normalizada de acuerdo a la técnica Benkelman.

Los datos de la evaluación deflectométrica permitirán determinar el diseño del pavimento. Para tal efecto, se utilizarán dos procedimientos: 1) el método mecánico-empírico de la AASHTO el método racional del DR. Ruiz.

Se plantearán varias alternativas de diseño del pavimento a fin de elegir la mas adecuada a considerar en el Proyecto. Estas alternativas se analizaran en detalle en las secciones siguientes. El análisis comprenderá la evaluación económica de cada una de las alternativas diseñadas.

### **3.7.6.1. Método AASHTO,**

#### **Parámetros básicos**



Para la determinación del espesor del refuerzo del pavimento mediante la aplicación del método AASHTO 93, (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES), se ha analizado cuidadosamente los siguientes parámetros:

- Confiabilidad (R%)
- Desviación standard total (So)
- Tráfico (EAL)
- Módulo Resiliente (Mr)
- Serviciabilidad
- Indices estructurales del pavimento

Luego se procedió a calcular el número estructural que requiere la vía actualmente para luego compararlo con el existente, de esta manera se encuentra el número estructural.

#### **b. Confiabilidad**

La confiabilidad de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento, es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada usando el proceso, se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente durante el periodo de diseño, los valores para nuestro caso particular corresponderían a una vía Interestatal rural cuya confiabilidad varia entre 80 y 99.9, adoptando un valor de 95%. Para este nivel de confiabilidad, la Desviación Standard Normal resulta  $Z_r = - 1.645$ .

### Figura N°04 clasificación funcional

*II-9*

**Table 2.2. Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications**

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85-99.9	80-99.9
Principal Arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

NOTE: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force.

### Figura N°05 clasificación funcional

**Table 4.1. Standard Normal Deviate ( $Z_R$ ) Values Corresponding to Selected Levels of Reliability**

Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, $Z_R$
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

### **c. Desviación Standard Total o Varianza**

Por otro lado, considerando que se ha efectuado un estudio de tráfico detallado, que ha incluido censos de vehículos y de cargas, se adopta, para pavimento flexible un valor de  $S_o = 0.45$ .

### **d. Serviciabilidad**

La serviciabilidad de un pavimento está definido como su habilidad para servir al tipo de tráfico (automóviles y camiones) que usa la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, Present Serviciability Index), que varía entre cero (0), camino imposible, y cinco (5), camino perfecto.

Se propone en base al desarrollo de otros proyectos similares que el índice de serviciabilidad inicial sea de  $P_o = 4.0$  y el índice de serviciabilidad final  $P_t = 2.5$ , lo que la disminución del índice de serviciabilidad será 1.5.

### **e. Cálculo del Refuerzo**

Se procedió a efectuar el cálculo del refuerzo del pavimento existente. Se resume el cálculo del refuerzo de la metodología mecánica-empírica de la AASHTO-93. Los cuadros adjuntos denominados “Diseño del Refuerzo” muestran el sustento respectivo, encontrándose los cálculos respectivos de los valores asumidos. Además se muestra los respectivos gráficos del Módulo de Elasticidad de Subrasante, CBR del Suelo de Subrasante, Modulo de Elasticidad del Pavimento y Relación Modular de amos carriles a lo largo del tramo.

### **3.7.6.2. Método Racional del DR. Ruiz**

#### **a. Generalidades**

Este método fue propuesto por el Dr. Ruiz en el año de 1964 y revisada y elaborado el Manual de diseño por el mismo en 1972. Se basa en un procedimiento racional que tiene en cuenta las medidas de las deflexiones además de la inspección visual detallada y la ejecución de ensayos destructivos. Se adopta para el diseño el valor de la deflexión característica a una confiabilidad del 95%.

#### **b. Cálculo del refuerzo**

Se procedió a efectuar el cálculo del refuerzo del pavimento existente. En el cual resume el cálculo del refuerzo de la metodología racional. Los valores mostrados en aquel cuadro indican que solo algún sector necesitarían del refuerzo del pavimento.

### **3.8. Monto estimado de la Inversión**

La elaboración de los análisis de Costos, es muy importante ya que mediante los conocimientos necesarios se elaborará el Presupuesto Base de Obra empleando criterios técnicos para la realización del presente Proyecto.

#### **Objetivo del estudio**

El objetivo del Estudio es el de elaborar los Análisis de Costos Unitarios, para la obtención del presupuesto Base del Proyecto (dentro de los 10 años de servicio), para lo cual se tendrá en consideración, los costos de materiales, manos de obra, equipo a utilizar, metrados, tiempo de ejecución y otros.

### Figura N°06 Monto estimado para el proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO TOTAL	PRECIO UNIT. S/.	MONTO PARCIAL S/.
<b>PRELIMINARES</b>					<b>630,806.22</b>
101.A	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	465603.22	465,603.22
103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	165,203.00	165,203.00
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>83,633.59</b>
202.B	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	M3	1.13	15.62	17.65
202.F	DEMOLICION DE PAVIMENTOS	M3	44.78	7.92	354.66
202.N	REMOCION DE POSTES Y SEÑALES EXISTENTES	UND	1.00	37.42	37.42
205.A	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	104.49	4.62	482.74
206.B	DESQUINCHE Y LIMPIEZA	M3	72.00	5.99	431.28
208.A	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	M2	373.17	1.47	548.56
213.A	LIMPIEZA DE BERMAS	M2	255,504.00	0.32	81,761.28
<b>SUB BASES Y BASES</b>					<b>11,805.23</b>
305.D	BASE GRANULAR PARA CALZADA	M3	111.95	37.62	4,211.56
305.E	BASE GRANULAR PARA BERMAS	M3	54.00	38.14	2,059.56
325.A	ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE BERMAS	M3	306.09	18.08	5,534.11
<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>					<b>15,888,241.41</b>
401.A	IMPRIMACION DE CALZADA	M2	535.17	0.71	379.97
401.B	IMPRIMACION DE BERMAS	M2	5,523.90	0.71	3,921.97
402.A	RIEGO DE LIGA	M2	320,550.31	0.74	237,207.23
405.B	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	M2	163,812.00	3.17	519,284.04
408.B	BASE ESTABILIZADA	M3	4,834.34	38.02	183,801.61
410.C	CARPETA ASFALTICA	M3	37.32	122.51	4,572.07
412.A	MICROPAVIMENTO EN CALIENTE CON ASFALTO MODIFICADO CON POLI	M3	18,813.55	154.04	2,898,039.24
420.I	CEMENTO ASFALTICO	GLN	1,332.22	4.61	6,141.53
420.J	CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON POLIMEROS	KG	2,596,270.18	2.44	6,334,899.24
420.K	CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON POLIMEROS PARA SAMI	KG	499,911.72	3.51	1,754,690.14
421.B	EMULSION CATIONICA DE ROTURA RAPIDA CRS-2	GLN	129,411.48	5.72	740,233.67
421.F	EMULSION CATIONICA DE ROTURA LENTA CSS -1h	GLN	186,605.59	5.72	1,067,383.97
421.G	EMULSION ASFALTICA MODIFICADA DE ROTURA RAPIDA CRS-2p	GLN	80,137.58	6.60	528,908.03
422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC 30	GLN	1,769.12	6.16	10,897.78
423.A	FILLER	KG	867,139.98	0.45	390,212.99
424.B	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	KG	7,804.26	15.08	117,688.24
426.D	SELLADO DE FISURAS MODERADAS	M	21,912.74	3.71	81,296.27
426.E	SELLADO DE FISURAS SEVERAS	M	55,560.70	5.92	328,919.34
428.A	PARCHADO PROFUNDO	M2	100.00	69.96	6,996.00
428.B	BACHEO SUPERFICIAL	M2	2,702.39	49.74	134,416.88
428.C	BACHEO DE BERMAS	M3	903.24	20.90	18,877.72
429.A	TRATAMIENTO SUPERFICIAL SAMI	M2	217,352.92	2.39	519,473.48
<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>					<b>12,554.58</b>
601.E	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	115.20	7.90	910.08
602.A	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	M3	18.62	39.07	727.48
602.B	LIMPIEZA DE CAUCES	M3	38.00	6.58	250.04
603.B	REPOSICION DE MURETES	M3	0.35	1,025.11	358.79
605.A	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	55.20	25.96	1,432.99
670.A	GAVION TIPO CAJA	M3	80.00	110.94	8,875.20
<b>TRANSPORTE</b>					<b>479,058.60</b>
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL A OBRA HASTA 1 KM	M3KM	3,196.37	3.34	10,675.88
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL A OBRA DESPUES 1 KM	M3KM	55,233.30	0.49	27,064.32
700.C	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE D < 1 Km	M3KM	1,484.72	3.34	4,958.96
700.D	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE D > 1 Km	M3KM	47,439.79	0.49	23,245.50
700.E	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA D<=1 KM	M3KM	18,850.87	5.33	100,475.14
700.F	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA D>1 KM	M3KM	539032.42	0.58	312,638.80

### Figura N°07 Monto estimado para el proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO TOTAL	PRECIO UNIT. S/.	MONTO PARCIAL S/.
<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					<b>324,067.24</b>
801.D	SEÑAL PREVENTIVA 0.75 X 0.75 m	UND	8.00	410.16	3,281.28
802.B	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	1.00	536.32	536.32
	SEÑAL INFORMATIVA		0.00		0.00
803.A	PANEL DE SEÑAL	M2	25.12	460.45	11,566.50
803.B	CIMENTACION DE SEÑAL	M3	7.14	368.68	2,632.38
803.C	POSTE DE SEÑAL	M	78.40	110.54	8,666.34
805.A	POSTES DELINEADORES	UND	101.00	83.92	8,475.92
805.B	TACHAS RETROREFLECTIVAS	UND	10,110.00	12.29	124,251.90
810.A	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	18,400.16	7.57	139,289.21
812.A	POSTES DE CONCRETO PARA SEÑAL PREVENTIVA	UND	1.00	174.36	174.36
820.A	GUARDAVIAS NUEVAS (Inc.terminal)	M	23.00	101.97	2,345.31
	REPOSICION DE PANELES DE SEÑALES		0.00		0.00
852.A	REPOSICION DE PANEL DE SEÑAL PREVENTIVA 0.75 X 0.75 m	UND	5.00	250.66	1,253.30
852.B	REPOSICION DE PANEL DE SEÑAL REGLAMENTARIA (RESTRICTIVA) 0.80	UND	4.00	376.82	1,507.28
852.C	REPOSICION DE PANEL SEÑAL INFORMATIVA	M2	30.00	460.45	13,813.50
852.E	REPOSICION DE POSTE DE CONCRETO PARA SEÑAL PREVENTIVA	UND	3.00	174.36	523.08
	MANTENIMIENTO DE SEÑALES		0.00		0.00
854.A	MANTENIMIENTO DE PANEL DE SEÑAL PREVENTIVA 0.75 X 0.75 m	UND	33.00	14.22	469.26
854.B	MANTENIMIENTO DE PANEL DE SEÑAL REGLAMENTARIA (RESTRICTIVA)	UND	10.00	13.00	130.00
854.C	MANTENIMIENTO DE PANEL DE SEÑAL INFORMATIVA	M2	41.25	4.25	175.31
856.A	MANTENIMIENTO DE POSTE DE ACERO	M	63.00	10.78	679.14
856.B	MANTENIMIENTO DE POSTE DE CONCRETO	UND	12.00	19.52	234.24
858.A	MANTENIMIENTO DE GUARDAVIAS	M	244.00	7.59	1,851.96
858.B	MANTENIMIENTO DE POSTES DELINEADORES	UND	95.00	23.27	2,210.65
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>					<b>24,941.06</b>
906.A	ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,605.77	2.09	3,356.06
907.E	CLAUSURA DE SILOS Y RELLENOS SANITARIOS	UND	5.00	4.20	21.00
907.F	REMOCION Y READECUACION DE SUPERFICIE	M2	4,800.00	2.43	11,664.00
907.G	REACONDICIONAMIENTO DE AREAS	M2	4,000.00	1.10	4,400.00
910.A	TALLERES	GLB	1.00	4,500.00	4,500.00
910.B	MATERIAL DIDACTICO	MILL	1.00	1,000.00	1,000.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>17,455,107.93</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					<b>3,254,769.18</b>
<b>UTILIDAD</b>			<b>10.00%</b>		1,745,510.79
<b>MONTO DEL VALOR REFERENCIAL</b>					<b>22,455,387.90</b>
<b>I.G.V.</b>			<b>19.00%</b>		4,266,523.70
<b>MONTO DEL VALOR REFERENCIAL + I.G.V. EN M.N. S/. ---&gt;</b>					<b>26,721,911.60</b>

#### RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS

	PARCIAL S/.
<b>GASTOS GENERALES:</b>	
A) GASTOS FIJOS	368,992.58
B) GASTOS VARIABLES	2,836,490.60
C) MANTENIMIENTO DE ACCESOS A CANTERAS FUENTES DE AGUA Y BOTADEROS, Y DE LAS OBRAS	49,286.00
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>	<b>3,254,769.18</b>

El Presupuesto estimado; ha sido elaborado, con precios referidos a noviembre del 2021, que asciende a: S/. 313,315.20 (INCLUIDO I.G.V) Trescientos Trece Mil Trescientos Quince con 20/100 Nuevos Soles.



---

## IV. DISCUSIÓN

### **Hipótesis general: Hi**

Desarrollar la propuesta para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal en la localidad de Mollebamba distrito de Oronccooy provincia de la Mar Región Ayacucho.

### **Hipótesis específicas: Ha**

**HE1:** Desarrollar es el estudio de Topografía para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo –Camiara.

**HE2:** Desarrollar el estudio hidrológico para la propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo –Camiara.

**HE3:** Desarrollar el estudio de trafico vial para propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo –Camiara.

**HE3:** Desarrollar el diseño de pavimento para propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo –Camiara.

**HE4:** Desarrollar el presupuesto estimado para propuesta de mantenimiento rutinario de la carretera panamericana sur intervalos entre los puentes Montalvo –Camiara.

---

## V. CONCLUSIONES

OE1:

Mediante el levantamiento topográfico se observó, a lo largo del tramo se identificó un sector entre el Km. 1150+350 al Km. 1150+390, donde la berma existente se encuentra en mal estado, siendo necesario la reparación de ella para asegurar la transitabilidad de la carretera y seguridad vial de los usuarios. Se proyectará la colocación de un muro de gaviones de 1.5 m de altura,

OE2:

- El tramo en estudio corresponde por su ubicación entre los 93 msnm y los 1400 msnm a un tramo costero, caracterizado por una nula y/o escasa presencia de lluvias.
- La información pluviométrica existente corresponde a una zona desértica por su escasa o esporádica precipitación.
- El estudio hidrológico no tiene mayor inferencia sobre la carretera, debido a su mínima incidencia; las obras de drenaje existentes son las suficientes y necesarias para este tramo. los cuales la definición de su CLASE corresponde a criterios de una adecuada ejecución de trabajos de mantenimiento y limpieza.

OE3: Para el presente estudio de tráfico, fue necesario efectuar un análisis preliminar del comportamiento que éste presenta por la influencia que en él puedan ejercer los diversos centros poblados o de actividad productiva a los que se tiene acceso desde la carretera; Con la finalidad de efectuar los ajustes correspondientes a la información obtenida de los conteos de tráfico y realizar las proyecciones que serán utilizadas, tanto para el diseño del pavimento como para proponer, de acuerdo al empleo del HDM III, las políticas de mantenimiento rutinario.



OE4:

- Los grupos y las unidades litoestratigraficas que se encuentran a lo largo del proyecto son: formación Vocánico Quellaveco del Terciario Inferior, Depósitos Fluviales Aluviales del Cuaternario Reciente y Formación Moquegua del Terciario Superior.
- Los cerros se encuentran estables sin sufrir ningún tipo de erosión, encontrándose terrenos de cultivo en las terrazas y lecho del río. La carretera presenta en ciertos sectores fracturas y aberturas, especialmente en los que se encuentran disectados por las quebradas.

OE5:

- La primera consistirá en la evaluación funcional del pavimento existente mediante la medición de la rugosidad y la evaluación de la condición del pavimento, determinado según su valor PCI (Índice de condición del pavimento). El trabajo concluirá con la sectorización en base a la respuesta funcional.
- El PCI es una técnica de levantamiento del deterioro bastante exacta, que produce resultados constantes cuando esta repetida, por eso ha sido normalizada por ASTM. El procedimiento de evaluación produce una medida significativa y muy exacta de la condición del pavimento.
- La vía en general de acuerdo a la evaluación presenta un estado de deterioro de Regular a Bueno, lo que es un buen indicativo para efectuar el respectivo mantenimiento.

---

## VI. RECOMENDACIONES

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajen conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota. Asimismo, debe seleccionarse un trecho de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.

En el tramo en estudio se encontró 20 alcantarillas. Casi la totalidad de las alcantarillas son tipo Marco de Concreto Armado (MCA), existiendo dos alcantarillas tipo circulares de Tubería Metal Corrugada (TMC), las cuales se encuentran en buen estado y regular condición de funcionamiento como se muestra en el Relevamiento Físico y de Estado adjunto. Además existen 2 alcantarillas de emboquillado de piedra con cabezales de entrada y salida de concreto.

Se recomienda que los trabajos que se van a realizar a las alcantarillas existentes como son limpieza de matorrales a la entrada y salida de ellas, además aquellas que se encuentran colmatadas. También se tendrá que realizar una reposición de algunos muretes que se encuentran dañados.

Se recomienda que el punto de pavimento a ser ensayado deberá ser marcado con una línea transversal.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, L., & Pedraza, W. (2019). *“diseño del intercambio vial a desnivel entre la intersección: vía evitamiento y prolongación Bolognesi, en la ciudad de Chiclayo - Lambayeque”*. Tesis de licenciatura. Universidad señor de sipán Lambayeque.

ALTHMAN, M., MORETTI, & PEREIRA, J. (2018). *tecnologia em levantamentos topográficos. Revista científica eletrônica de agronomia da faef, 33(1), 15-21,doi: faef.revista.inf.br/imagens\_arquivos/arquivos\_destaque/jptxzo5ing3yrtrf\_2018-11-6-12-31-7.pdf.*

Beltrán, J., & Torres, N. (2016). Moyano, Beltrán y Torres (2016). *“Estudio de Tráfico, Diseño Geométrico, Diseño de Pavimentos y Presupuesto de la Vía Paracuspamba – Cauquil, Cantón Girón – Provincia del Azuay (Tramo 1: Abs 0+000 Hasta 4+000)”*. Tesis de Licenciatura. UNIVERSIDAD DEL AZUAY, Cuenca.

Casanova, L. (2002). *Levantamiento Topográfico. En L. Casanova, Topografía Plana (págs. 201-209).Mérida: Taller de Publicaciones de Ingeniería.*

Cevallos, A., Cevallos, J., Galarza, C., & molina, A. (2017). *La Infraestructura Vial y el Desarrollo Socio Económico. Augusto Guzzo Revista Académica, 1(19), 21-37, doi:10.22287/ag.v1i19.430.*

MANHÃES, G. (2018). *ESTUDO DE VIABILIDADE DE ADEQUAÇÃO GEOMÉTRICA DA INTERSEÇÃO.* (tese de bacharel). UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ, Paraná.

Ortegón, L., & Torres, A. (2016). *Ramp geometry study for possible vehicular intersections on Avenida Caracas (from calle 76 to calle 28). Revista de la Escuela colombiana de Ingeniería,26, 39-46.*

Peñafiel, J. (2017). *BIM para infraestructuras. Rutas, Número 171, 26-31, [http://atcpiarc.com/rutas\\_descargar.php?numID=171](http://atcpiarc.com/rutas_descargar.php?numID=171).*

Sotil, A., & Chalco, K. (2014). *IMPACTO VIAL DEL TÚNEL SANTA ROSA EN LA AVENIDA PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA, SJL, LIMA. Revista Infraestructura Vial, 16(27), 25-35.*