

Universidad Nacional
Federico Villarreal

VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE
SOPORTE DE SUBRASANTE PARA MEJORAMIENTO DE SERVICIABILIDAD
EN CARRETERA RURAL-PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC.”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

JIMÉNEZ RICALDE DAVID WILDER

ASESOR:

MG. ING. AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO

JURADO:

Dr. RAUL VALENTIN PUMARICRA PADILLA

Ms. ROQUE JESUS LEONARDO GARCIA URRUTIA OLAVARRIA

Dr. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi madre y a mi padre, gracias por todo su apoyo a lo largo de mi vida.

Agradecimiento

A los catedráticos de la Universidad Nacional Federico Villarreal, mi prestigiosa Alma Máter,
gracias por todas sus enseñanzas.

Índice general

Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Resumen	12
Abstract	13
I. Introducción	14
1.1 Descripción y formulación del problema	15
1.2 Antecedentes	16
1.3 Objetivos	21
1.4 Justificación e importancia.....	22
1.5 Hipótesis.....	22
II. Marco teórico.....	23
2.1 Bases teóricas	23
III. Método	25
3.1 Tipo de investigación	25
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	25
3.3 Variables.....	25

3.4 Población y muestra	26
3.5 Instrumentos	27
3.6 Procedimientos	27
3.7 Análisis de datos.....	28
IV. Resultados	40
4.1 Trabajos de campo	40
4.2 Ensayos de laboratorio	40
4.3 Características de los materiales de subrasante.....	42
4.4 Capacidad de soporte de la sub-rasante.....	55
4.5 Canteras.....	59
V. Discusión de resultados	63
5.1 Calidad del material de cantera	63
5.2 Fuentes de agua	64
5.3 Estabilidad de taludes.....	65
VI. Conclusiones	67
VII. Recomendaciones	68
VIII. Referencias	69

IX. Anexos71

Anexo 01: Panel fotográfico.....72

Anexo 02: Planos.....83

Anexo 03: Estudio de tráfico.....91

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.	29
Figura 2: Inicio de tramo.	30
Figura 3: Fin del tramo.	30
Figura 4: Anexo Huancané, sector con mayor altura en el tramo.	31
Figura 5: Los pobladores al intentar regar sus sembríos realizan cruces de agua sin contar con una adecuada obra de arte, dañando esto la plataforma.	32
Figura 6: Debido a la presencia de zonas de cultivo existen filtraciones en los taludes, siendo necesario corregir con la construcción de cunetas.	33
Figura 7: En el tramo URANMARCA – INCACHAKA, la plataforma no presenta material de afirmado así mismo las características geométricas son inapropiadas para este tipo de camino. ...	35
Figura 8: En el cartel de obra se puede apreciar las características financieras para llevar a cabo el Mantenimiento Rutinario del Camino Vecinal HUANCANE – URANMARCA –SAYAREC ...	38
Figura 9: Evaluando cantera N° 01 10+920 km. Lado derecho.	73
Figura 10: Cantera N° 02 14+660 km. Lado derecho.	74
Figura 11: Cantera N° 03 19+650 km. Lado derecho.	75
Figura 12: Cantera N° 04 23+440 km. Lado derecho.	76
Figura 13: Cantera N° 05 25+300 km. Lado derecho.	77

Figura 14: Cantera N° 06 31+280 km. Lado derecho.	78
Figura 15: Cantera N° 07 37+450 km. Lado derecho.	79
Figura 16: Fuente de agua rio Collpani en la progresiva 8+750 km. Lado derecho.	80
Figura 17: Fuente de agua rio Quishuarchaca, progresiva 19+210 km. Lado izquierdo.	81
Figura 18: Quebrada Palloc Huayjo - fuente de agua - Progresiva 25+620 km. Lado izquierdo. .	82
Figura 19: Plano de ubicación y localización.....	84
Figura 20: Plano topográfico.....	85
Figura 21:Plano clave.....	86
Figura 22: Plano de ubicación de fuentes de agua.	87
Figura 23: Plano N°1 de secciones transversales.	88
Figura 24: Plano N°2 de secciones transversales.....	89
Figura 25: Plano N°3 de secciones transversales.....	90
Figura 26: Estudio de tráfico – hoja 1.	92
Figura 27: Estudio de tráfico – hoja 2.	92
Figura 28: Estudio de tráfico – hoja 3.	92
Figura 29: Estudio de tráfico – hoja 4.	92
Figura 30: Estudio de tráfico – hoja 5.	92

Figura 31: Estudio de tráfico – hoja 6.....	92
Figura 32: Estudio de tráfico – hoja 7.....	92
Figura 33: Estudio de tráfico – hoja 8.....	92
Figura 34: Estudio de tráfico – hoja 9.....	92
Figura 35: Estudio de tráfico – hoja 10.....	92
Figura 36: Estudio de tráfico – hoja 11.....	92
Figura 37: Estudio de tráfico – hoja 12.....	92
Figura 38: Estudio de tráfico – hoja 13.....	92
Figura 39: Estudio de tráfico – hoja 14.....	92
Figura 40: Estudio de tráfico – hoja 15.....	92
Figura 41: Estudio de tráfico – hoja 16.....	92
Figura 42: Estudio de tráfico – hoja 17.....	92
Figura 43: Estudio de tráfico – hoja 18.....	92
Figura 44: Estudio de tráfico – hoja 19.....	92
Figura 45: Estudio de tráfico – hoja 20.....	92
Figura 46: Estudio de tráfico – hoja 21.....	92
Figura 47: Estudio de tráfico – hoja 22.....	92

Figura 48: Estudio de tráfico – hoja 23.....	92
Figura 49: Estudio de tráfico – hoja 24.....	92
Figura 50: Estudio de tráfico – hoja 25.....	92
Figura 51: Estudio de tráfico – hoja 26.....	92
Figura 52: Estudio de tráfico – hoja 27.....	92
Figura 53: Estudio de tráfico – hoja 28.....	92
Figura 54: Estudio de tráfico – hoja 28.....	92
Figura 55: Estudio de tráfico – hoja 29.....	92
Figura 56: Estudio de tráfico – hoja 30.....	92
Figura 57: Estudio de tráfico – hoja 31.....	92
Figura 58: Estudio de tráfico – hoja 32.....	92
Figura 59: Estudio de tráfico – hoja 33.....	92

Índice de tablas

Tabla 1: Ensayos realizados.	41
Tabla 2: Características de las calicatas.	42
Tabla 3: Valores de carga unitaria.....	56
Tabla 4: Comportamiento de los suelos en función del CBR.	57
Tabla 5: CBR – Subrasante	58
Tabla 6: Cuadro - calidad de cantera.....	63
Tabla 7: Características químicas de las fuentes de agua.....	65

Resumen

La presente tesis titulada “ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE PARA MEJORAMIENTO DE SERVICIABILIDAD EN CARRETERA RURAL-PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, APURÍMAC.”, tiene por finalidad explicar los trabajos de campo realizados y los ensayos de laboratorio de suelos llevados a cabo, evaluando las características de los materiales que conforman la subrasante, con el objetivo de calcular la capacidad de soporte de ésta.

El tema elegido para la presente tesis es muy importante debido a que actualmente, la Municipalidad de Andahuaylas ha contemplado la construcción de pavimentos de afirmado para la optimización de la serviciabilidad de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, para lo cual resulta imprescindible un eficiente estudio geotécnico para la determinación de la capacidad de soporte de la sub-rasante, parámetro fundamental para el diseño del futuro pavimento.

Palabras clave: Estudio geotécnico, capacidad de soporte de la subrasante.

Abstract

This thesis entitled "GEOTECHNICAL STUDY FOR THE DETERMINATION OF SUPPORT CAPACITY OF SUBRASANT FOR IMPROVEMENT OF SERVICE IN RURAL HIGHWAY-PROVINCE OF ANDAHUAYLAS, APURIMAC", aims to explain the field work carried out and the soil laboratory tests carried out, evaluating the characteristics of the materials that make up the subgrade, in order to calculate the support capacity of it.

The theme chosen for the present thesis is very important because currently, the Municipality of Andahuaylas has contemplated the construction of pavements of affirmed for the optimization of the serviceability of the rural highway Cascabamba - Uranmarca - Incachaka, for which an efficient geotechnical study to determine the support capacity of the subgrade, fundamental parameter for the design of the future pavement.

Keywords: Geotechnical study, support capacity of the subgrade.

I. Introducción

La presente tesis se basa en el proyecto de mejoramiento de la carretera marginal Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, la cual cuenta con una longitud de 56.414 Km. Se propone el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad para una vida útil de 10 años, con la finalidad de incrementar el comercio, turismo, atención médica y educativa; contribuyendo al desarrollo de la zona, así como también reducir riesgos y accidentes de tránsito, fletes y el tiempo de desplazamiento de un lugar a otro, los gastos de operación y mantenimientos de sus vehículos.

En la presente tesis se ha calculado la capacidad de soporte de la subrasante en el área de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka. De acuerdo a los resultados se puede establecer que los suelos de sub-rasante tienen mayormente una capacidad de soporte regular a buena para los suelos clasificados como arenas limosas y arenas arcillosas limosas, los suelos más gruesos como las gravas limosas y gravas limosas pobremente gradadas presentan buena capacidad de soporte y también se ubicó suelos arcillosos (CL) que representan a los suelos más desfavorables y con baja capacidad de soporte o resistencia.

Dentro de los logros más importantes alcanzados se puede mencionar que el eficiente estudio geotécnico realizado para determinar la capacidad de soporte de la subrasante permitirá realizar un correcto diseño del futuro pavimento a construirse contribuyendo a mejorar la serviciabilidad en la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka del departamento de Apurímac.

1.1 Descripción y formulación del problema

Actualmente la Municipalidad de Andahuaylas ha contemplado la construcción de pavimentos de afirmado para la optimización de la serviciabilidad de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, para lo cual resulta imprescindible un eficiente estudio geotécnico para la determinación de la capacidad de soporte de la sub-rasante, parámetro fundamental para el diseño del futuro pavimento. Por ello la presente tesis expone el estudio geotécnico realizado, con fines de determinar las características físicas de los materiales, el perfil estratigráfico de la vía y la determinación de la capacidad de soporte para el diseño del pavimento.

El problema ocurre debido a las malas condiciones de serviciabilidad que sufre actualmente la carretera Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, lo cual dificulta enormemente el comercio, el turismo, y la atención médica y educativa de la población los distritos de Santa María de Chicmo y Uranmarca con sus respectivos poblados, los cuales forman parte del área de influencia de dicha carretera. Todo ello a su vez retrasa el desarrollo económico de los distritos en mención, así como incrementa los riesgos de accidentes de tránsito. Por ello la presente tesis busca contribuir al mejoramiento de la carretera Cascabamba – Uranmarca – Incachaka con el desarrollo de un eficiente estudio geotécnico que permita la futura construcción del nuevo pavimento.

Así, la presente tesis busca responder las siguientes preguntas:

¿De qué manera se puede determinar la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del futuro pavimento a construirse en la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka del departamento de Apurímac?

¿Cuáles son las características físicas de los suelos existentes en el área de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka y cómo es el perfil estratigráfico de dicha vía?

¿Realizando un eficiente estudio geotécnico se podrá determinar la capacidad de soporte de la subrasante para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka del departamento de Apurímac?

1.2 Antecedentes

a) En el ámbito internacional

Niño (2015) señala en la tesis titulada “Estudio de suelos y análisis geotécnico del sector ubicado en el k4+180 de la vía Puente Reyes-Gameza”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Colombia, tiene por objetivo principal, diseñar las obras requeridas para la estabilización del sector k4+180 de la vía Puente Reyes- Gámeza, en función del tipo de proceso y las propiedades geotécnicas del subsuelo.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- La exploración del subsuelo correspondió a una exploración indirecta por medio de un estudio de geoelectrico y directa, empleando equipo de perforación mecánico, con el cual fue posible obtener muestras de suelo alterado e inalterado empleando el dispositivo de cuchara partida y tubos de pared delgada tipo Shelby.
- Conforme lo anterior y teniendo en cuenta las características del proyecto en cuestión, se realizaron dos perforaciones las cuales alcanzaron profundidades de 5m y 6m respectivamente, destacando que se realizaron sobre los márgenes de la vía existente.
- A partir de la tipología del muestreo la cual indico características de materiales en su mayoría finogranulares, se proyecta un plan de ensayos de laboratorio el cual se enfoca en determinar propiedades índices del suelo mediante ensayos como, límites de Atterberg, granulometrías.
- Junto con estas propiedades se determinaron propiedades de resistencia empleando ensayos como compresión Inconfiada, cuyos resultados fueron comparados con las apreciaciones obtenidas a partir del ensayo de campo SPT.

Pico (2016) señala en la tesis titulada “Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la Parroquia Benítez Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, tiene por objetivo principal, diseñar la vía de las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez con su respectiva estabilización.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Actualmente la vía tiene una capa de rodadura deteriorada lo que origina diversos problemas al tráfico vehicular ya que afecta a la seguridad, el presente estudio ayudará a mejorar la calidad de la infraestructura vial la misma que apoyará el desarrollo económico de la comunidad de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez del cantón San Pedro de Pelileo.
- El muestreo llevado a cabo en el campo para cada ensayo en particular, fueron realizados de acuerdo a su norma específica.
- La presente investigación sobre la estabilización con cal y cloruro de sodio fue llevada a cabo en base a información bibliográfica sobre estos materiales como agentes de estabilización, técnicas poco implementadas en Ecuador.

- Los valores de CBR obtenidos en la mezcla suelo – cloruro de sodio y suelo – cal generados para la presente investigación, servirán como parámetros para comparar las mejoras que se pueden obtener al adicionar un agente estabilizador a un suelo inestable.

b) En el ámbito nacional

Bonilla (2018) señala en la tesis titulada “Estudio geológico y geotécnico en el mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Perú, tiene por objetivo principal, realizar el Estudio Geológico y Geotécnico en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- El estudio se ha realizado con la finalidad de evaluar las características Geológicas y Geotécnicas del área que comprende el proyecto: “Mejoramiento y Construcción de la Carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro, en los Distritos de San Rafael y Panao, de las Provincias de Ambo y Pachitea, en La Región Huánuco”.
- El área de estudio se encuentra en la micro cuenca local, del río Huarichaca, cuenca hidrográfica del río Pachitea. Está representada por una cadena de cerros alineados

dispersamente, con relieve abrupto variable; litológicamente consta de unidades del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico: rocas metamórficas del Complejo Maraón, sedimentarias del Grupo Pucará, Mitu, conformado predominantemente por secuencias de rocas metamórficas y el Batolito de Paucartambo en condiciones alteradas por efectos del intemperismo (suelos residuales), y fracturas de carácter regional – local en las secuencias graníticas.

Ochoa (2014) señala en la tesis titulada “Estudio Geotécnico de Suelos para Diseñar la Estructura del Pavimento en la Carretera Ticaco - Candarave, Tramo Aricota – Quilahuani (km 146+500 – km 151+500)”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo-Geotécnico por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna – Perú, tiene por objetivo principal, realizar el estudio geotécnico de suelos para diseñar la estructura del pavimento en la carretera Ticaco – Candarave, tramo Aricota–Quilahuani (km 146+500 – km 151+500).

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Para poder diseñar la estructura de un pavimento flexible se debe tener en cuenta cuatro factores fundamentales: estudio de tráfico, estudio de suelos, datos de precipitación y un método de diseño. El diseño del pavimento va depender directamente según el tránsito proyectado para un período de diseño.

- El tránsito proyectado en la carretera Ticaco – Candarave tramo Aricota – Quilahuani (km 146+500 – km 151+500) para un período de 10 años es bajo ($1,0 \times 10^5$) porque la mayoría de vehículos que transitan son de tipo A2 (autos y camionetas) y este tipo de vehículo es insignificante para obtener un tránsito alto. Sin embargo, los vehículos de mayor interés que son los de tipo B2 (buses), C2 (camión de 2 ejes) y C3 (camión de 3 ejes) transitan con baja frecuencia. Por lo tanto, según Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, para un tránsito bajo se utilizará una superficie de rodadura de tipo Tratamiento Superficial Bicapa.

1.3 Objetivos

a) Objetivo general

Realizar el estudio geotécnico para la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante para el mejoramiento de la serviciabilidad en carretera rural de la provincia de Andahuaylas, Apurímac.

b) Objetivos específicos

- Explicar los trabajos de campo realizados y los ensayos de laboratorio de suelos llevados a cabo.

- Evaluar las características de los materiales que conforman la subrasante.

1.4 Justificación e importancia

El tema elegido para la presente tesis es muy importante debido a que actualmente, la Municipalidad de Andahuaylas ha contemplado la construcción de pavimentos de afirmado para la optimización de la serviciabilidad de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, para lo cual resulta imprescindible un eficiente estudio geotécnico para la determinación de la capacidad de soporte de la sub-rasante, parámetro fundamental para el diseño del futuro pavimento. Por ello la presente tesis expone el estudio geotécnico realizado, con fines de determinar las características físicas de los materiales, el perfil estratigráfico de la vía y la determinación de la capacidad de soporte para el diseño del pavimento.

1.5 Hipótesis

Realizando un eficiente estudio geotécnico se podrá determinar la capacidad de soporte de la subrasante para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka del departamento de Apurímac.

II. Marco teórico

2.1 Bases teóricas

Definición de estudio de mecánica de suelos

Laboratorio de suelos concreto y asfalto GEO PERU (2019) señala que:

El Estudio de Suelos, también conocido como Estudio Geotécnico, es un conjunto de actividades que nos permiten obtener la información de un determinado terreno. Es una de las informaciones más importantes para la planificación, diseño y ejecución de todo proyecto de construcción.

Aspectos de geología y geomorfología

Ochoa (2014) señala que:

Los estudios de geología y geomorfología consisten en el reconocimiento e investigación de campo siguiendo el trazo del eje de la carretera, para detectar la presencia o ausencia de problemas geológicos y de geodinámica externa e interna activos en el tramo vial materia de estudio, que pudieran en algún caso afectar las características del proyecto tales como problemas de inestabilidad de taludes y fallas geológicas localizadas. (p. 9)

Geología estructural

Bonilla (2018) señala que:

Es la ciencia que estudia las deformaciones que presenta la corteza terrestre relacionada con el tiempo geológico. Estudia las deformaciones orogénicas, díastróficas, epirogénicas, etc. Las deformaciones pueden ser los pliegues (homoclinales, anticlinales, sinclinales, domos, etc.), fallas (normales, inversas, etc.), intrusiones (vetas, diques, lacolitos, batolitos, etc.).

(p. 6)

III. Método

3.1 Tipo de investigación

Aplicada.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La presente tesis se basa en el proyecto de Optimización de la transitabilidad vehicular de la carretera Cascabamba – Uranmarca – Incachaka del departamento de Apurímac. El proyecto se encuentra en ejecución.

3.3 Variables

- **Variable independiente**

Estudio geotécnico.

- **Variable dependiente**

Determinación de la capacidad portante de la subrasante.

3.4 Población y muestra

- **Población**

La población es un conjunto reducido o ilimitado con características similares para los cuales las conclusiones de la investigación serán extensas. Esta queda limitada por los objetivos y el problema de la investigación. Para la presente investigación, el universo poblacional estará conformado por los estudios geotécnicos para evaluación de subrasantes realizados en el departamento de Apurímac.

- **Muestra**

Un subconjunto específico y limitado que se separa de la población es definido como una muestra. En la presente tesis se ha tomado como muestra el estudio geotécnico para evaluar la subrasante de la carretera Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, en la provincia de Andahuaylas, Apurímac.

3.5 Instrumentos

- Revisión de documentos: a través de esta técnica se han revisado normas, manuales, libros, tesis, etc., respecto al tema de estudio geotécnico para la evaluación de la capacidad de subrasante.
- Observación: Esta técnica ha permitido recolectar información vista en campo.
- Ensayos de laboratorio de suelos: Análisis granulométrico por tamizado; límites de Atterberg, contenido de humedad.

3.6 Procedimientos

- Se hizo el reconocimiento de campo.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos.
- Se definió los ensayos de laboratorio de suelos a emplearse.
- Se evaluó las características de los materiales de la subrasante.
- Se determinó la capacidad portante (CBR) de la subrasante para el diseño del pavimento.

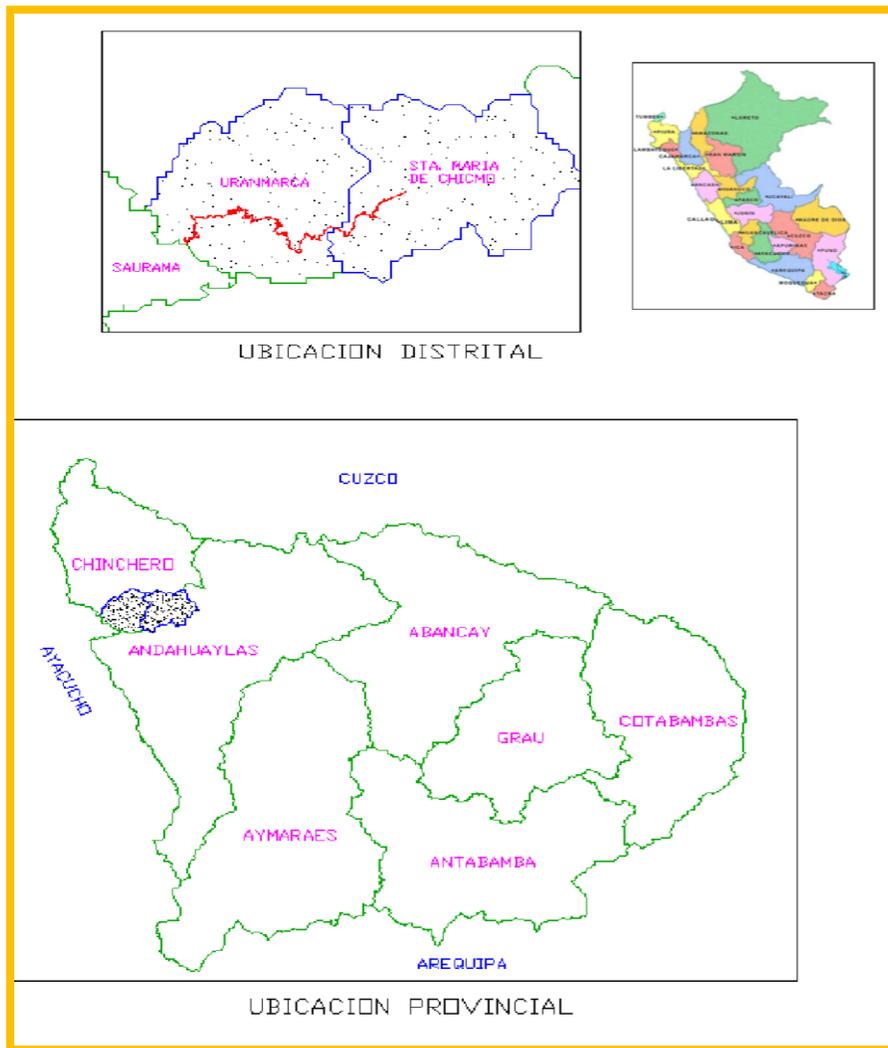
3.7 Análisis de datos

Descripción de la zona en estudio

El Camino Vecinal Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, se encuentra ubicado dentro de los límites territoriales de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros. Se inicia en el Km. 26+000 aproximadamente de la Carretera Andahuaylas – Chincheros – Ayacucho (Ruta 03S) en donde existe una bifurcación hacia el lado izquierdo (Sector Nueva Esperanza – Distrito de Santa María de Chicmo – Provincia de Andahuaylas) atravesando por los poblados de Pacchipata, Cascabamba, Ccolca, Rebelde Huayrana, Culluni, Huancane y Uranmarca, finalizando en el Sector Inca Chaka (Distrito de Uranmarca – Provincia de Chincheros) lugar donde se encuentra en proceso constructivo el Puente Incachaka (sobre el Río Pampas); debido a que el tramo existente poco transitado entre Uranmarca y el sector Incachaka presenta pendientes pronunciadas (14–16%) y curvas de volteo cuyos radios son demasiado reducidas (5–8 m). La vía en su totalidad se caracteriza por la falta de transitabilidad de vehículos de mayor capacidad de carga, pese a ser de importancia su existencia, ya que interconecta al distrito de Uranmarca con la capital de la Provincia Andahuaylas, así mismo se encuentra en su recorrido distintos anexos como Pacchipata, Cascabamba, Ccolca, Rebelde Huayrana, Culluni y Huancane, y al contar con la construcción del Puente Incachaka unirá desde el Distrito de Uranmarca al Distrito de Saurama en la provincia de Vilcashuaman en la región Ayacucho. Siendo esto de mayor importancia no solo para los pobladores del Distrito de Uranmarca quienes se verán beneficiados directamente ya que se sumarán beneficiarios indirectos actualmente como los pobladores de los distritos de Cocharcas y Uripa en la provincia de Chincheros y los distritos de Huancaray y San Antonio de Cachi pertenecientes a la provincia de Andahuaylas.

El tramo en estudio se encuentra ubicado en la Sierra Sur del Perú, departamento de Apurímac, Provincias de Andahuaylas y Chincheros, Distritos de Santa María de Chicmo y Uranmarca respectivamente.

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.



Fuente: Municipalidad de Apurímac.

Figura 2: Inicio de tramo.



Fuente: Propia.

Figura 3: Fin del tramo.



Fuente: Propia.

El desarrollo de la vía se presenta casi exclusivamente en corte a media ladera y topografía accidentada a ondulada en la altura máxima (3725 m.s.n.m.), en el anexo Huacane, ubicado entre las progresivas 25+500 al 32+700 Km.

Con desarrollo irregular por lo que los cursos de agua la cruzan en ambos sentidos, es decir del lado derecho al lado izquierdo y viceversa. Asimismo, es notorio indicar que casi el total de quebradas y cerros se encuentran cubiertas de vegetación (pastos y arbustos), encontrando ciertos sectores con presencia de rocas.

Figura 4: Anexo Huancané, sector con mayor altura en el tramo.



Fuente: Propia.

Existen también problemas de falta de pasos de agua para riego, que los mismos pobladores en el intento de regar sus terrenos dañan la vía, al transportar las aguas provenientes de las quebradas existente, ubicada a lo largo del tramo.

Figura 5: Los pobladores al intentar regar sus sembríos realizan cruces de agua sin contar con una adecuada obra de arte, dañando esto la plataforma.



Fuente: Propia.

El camino vecinal presenta sectores cuyo talud en la parte inferior muestra inicios de erosión, coadyuvando a que las cunetas que por falta de aliviaderos se encuentran erosionados comprometiendo la plataforma del camino, debiendo esto solucionarse con el revestimiento con concreto, afín de evitar filtraciones y producir en el futuro deslizamiento de la plataforma.

Figura 6: Debido a la presencia de zonas de cultivo existen filtraciones en los taludes, siendo necesario corregir con la construcción de cunetas.



Fuente: Propia.

Finalmente, en cuanto al estado de la plataforma de rodadura, ésta presenta actualmente un estado regular a bueno, debido al mantenimiento y/o rehabilitación que ha recibido por parte de las autoridades locales y provinciales.

A esto se puede sumar la presencia de las obras de arte para conducir adecuadamente las aguas de las quebradas existentes y el drenaje de las pocas cuentas existentes, aunque esto es deficiente debido a las características técnicas con las que cuentan el cual al no contar con un diseño adecuado de drenaje genera obstrucción de estas obras de arte, provocando que las aguas invadan la plataforma, erosionando el material de afirmado aflorando el material granular provocando polvareda, así mismo se forma bofedales, y esto se agrava en temporada de lluvias, llegando a ser intransitable por la consistencia arcillosa del material de rodadura en los algunos sectores y en otros por la falta de este al ser lavados presenta un plataforma peligrosa.

Así mismo en el tramo desde URANMARCA hasta INCACHAKA no se cuenta con material de afirmado en la plataforma, debido a que esta no es muy utilizada por los pobladores, debido a las características geométricas que presenta siendo necesario considerar la construcción de variantes para mejorar su transitabilidad.

Figura 7: En el tramo URANMARCA – INCACHAKA, la plataforma no presenta material de afirmado así mismo las características geométricas son inapropiadas para este tipo de camino.



Fuente: Propia.

En sectores específicos es necesario realizar el corte para dotar de la sección necesaria y de otro lado mejorar las condiciones de trazo actuales, las que en puntos específicos no garantizan un tránsito seguro, por lo que se plantea el mejoramiento de los radios de giro, donde son mínimos y la uniformización de la rasante del camino. En otros en los que no es posible dicha labor por su costo se plantean medidas de seguridad mediante señalización.

De acuerdo a lo verificado en campo se establece que el camino se considera como de bajo tránsito debido a la falta de intercomunicación con otro poblado de mayor necesidad ya que en la actualidad esta vía solo es transitada hasta la capital del distrito de URANMARCA, ha esto se suma el estado de conservación de la vía en algunos sectores sobretodo en la temporada de lluvias en el que se vuelve intransitable. Las características técnicas del diseño geométrico se enmarcan dentro de los parámetros que establece el Manual Para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito.

La vía actualmente presenta problemas básicamente de ancho de sección, debido a que con el ancho actual es imposible el tránsito de vehículos de mayor tonelaje, a ello se suma el sistema de drenaje con el que cuenta actualmente en su mayoría son alcantarillas rusticas (tajeas) y pontones de madera, presentando mayores daños en el Anexo Rebelde Huayrana y el Centro Poblado Huancane, llegando a considerar cambiar el material de base, debido al estado crítico que presenta, por el mal drenaje de la inexistencia parcial de cunetas las cuales son necesarias para la conducción adecuada de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales estacionales y temporales así como de las quebradas existentes.

Así mismo en la progresiva 8+140 Km., se aprecia restos de huayco ocurrido con anterioridad, de vegetación propia de la región, lugar en que la topografía de la vía es ondulado y semi plano, apreciando una plataforma de rodadura con abundante plasticidad, es decir terreno arcilloso, y poca presencia o nada de material gravoso, haciendo esto que también sea peligroso, así mismo de acuerdo a la topografía es necesario modificar los radios de curvas ya que presenta riesgo, perjudicando el tránsito vehicular.

Ya en la progresiva 26+500 se ubica una curva de giro cuyo radio no se encuentra dentro de lo permitido, motivando a los pocos vehículos que transitan desde el C.P. Huancane al distrito de Uranmarca, realizar maniobras especiales en este sector, así mismo presenta pendientes y el material de la plataforma de rodadura contiene plasticidad alta.

Desde la progresiva 0+000 hasta 4+500, la plataforma de rodadura presenta plasticidad, y ausencia de material gravoso, así mismo se evidencia filtraciones con mayor frecuencia provenientes de las quebradas, las cuales no cuentan con un debido drenaje, dañando notoriamente el talud, así mismo a esto se suma la pendiente que presenta actualmente y la intención de los pobladores de regar sus sembríos empleando como canal natural a la plataforma. Continuando con el recorrido, entre la progresiva 5+000 hasta 17+070, se aprecia la plataforma de rodadura con la ausencia de plasticidad, y la abundancia de material gravoso, así mismo se evidencia filtraciones con mayor frecuencia provenientes de las lagunas, las cuales no cuentan con un debido drenaje, dañando notoriamente el talud.

Desde el C.P. Huancané hasta la capital del distrito de Uranmarca la vía se encuentra en regular estado debido a que cuenta con el mantenimiento adecuado brindado en convenio por la Municipalidad Provincial de Chincheros y la Municipalidad Distrital de Uranmarca, quienes se encargan del estado de la plataforma mas no del sistema de drenaje y tampoco consideran realizar una ampliación al ancho de vía debido a sus escasos presupuestos con que cuentan anualmente.

Figura 8: En el cartel de obra se puede apreciar las características financieras para llevar a cabo el Mantenimiento Rutinario del Camino Vecinal HUANCANE – URANMARCA –SAYAREC



Fuente: Propia.

Así mismo desde la progresiva 39+270 Km., se aprecia la presencia de malezas en la parte central de la vía, esto se debe a que no cuenta con tránsito fluido, también abundan bofedales, los cuales son causados por las quebradas pequeñas, generadas por la presencia de las lagunas, estas se producen debido al material que presenta la plataforma, ya que al no drenar, permanece en la plataforma hasta que sea evaporado, dañando en forma paulatina la plataforma, y ocasionando a la vez socavaciones internas al talud del camino.

IV. Resultados

4.1 Trabajos de campo

El trabajo de campo consistió en la ejecución de 57 calicatas o excavaciones a cielo abierto, con una profundidad promedio de 1.50m, ubicadas aproximadamente cada 1000 m las mismas que permitieron efectuar el registro estratigráfico.

Paralelamente se tomó muestras de los estratos representativos en cantidad suficiente para la ejecución de ensayos de laboratorio, estándar y especiales. En los registros de excavación se han anotado el espesor de los estratos de suelo y aplicando el procedimiento de campo (visual-manual), se han obtenido la clasificación de suelos.

4.2 Ensayos de laboratorio

En las muestras representativas de suelos extraídas de las calicatas se procedió a determinar el contenido de humedad, así como a la Clasificación de suelos en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y en el Sistema de la AASHTO, con el fin de corroborar la Clasificación visual realizada en campo y elaborar el perfil estratigráfico de la subrasante del tramo en estudio.

Para determinar la resistencia al corte, se efectuó ensayos CBR, el mismo que permite determinar la capacidad de soporte de la subrasante y controla la calidad de los materiales de cantera. En resumen, los ensayos realizados en las muestras fueron los siguientes:

Tabla 1: Ensayos realizados.

ENSAYOS	NORMATIVAS		
	MTC	ASTM	AASHTO
Análisis granulométrico	E 107	D 422	T 88
Humedad Natural	E 108	D 2216	-----
Límite Líquido	E 110	D 4318	T 89
Límite Plástico e Índice de Plasticidad	E 111	D 4318	T 90
California Bearing Ratio (CBR)	E 132	D 1883	T 193
Humedad-Densidad Proctor Modificado	E 115	D 1557	-----
Clasificación de Suelos (SUCS y AASHTO)		D 2487	
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96
Gravedad Especifica de los Suelos	E 113	D 854	T 100

Fuente: MTC.

4.3 Características de los materiales de subrasante

Después de compatibilizar la Clasificación visual de los diferentes suelos que conforman los estratos subyacentes a la subrasante, con los resultados de los ensayos de Clasificación en laboratorio, que se presentan en el cuadro siguiente se procedió a elaborar el perfil estratigráfico de 57 calicatas.

Tabla 2: Características de las calicatas.

Calicata	Progresiva	Primer estrato		Segundo estrato	
		Prof.(m)	CLASIF.	Prof.(m)	CLASIF.
C-1	0+120	0.00-0.50	GM-GC	0.50-1.50	SM
C-2	1+000	0.00-0.60	GM-GC	0.60-1.50	SM
C-3	2+230	0.00-1.50	GM-GC		
C-4	3+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-5	4+000	0.00-1.50	GC		
C-6	5+000	0.00-1.50	GC		
C-7	6+000	0.00-1.50	GC		
C-8	7+000	0.00-1.00	GC	1.00-1.20	Roca
C-9	8+000	0.00-1.50	GC		
C-10	9+000	0.00-0.50	SC	0.50-0.70	Roca
C-11	10+000	0.00-0.40	SC	0.40-0.60	Roca
C-12	11+000	0.00-1.50	CL		
C-13	12+000	0.00-1.50	SC		
C-14	13+000	0.00-0.40	SC	0.40-0.60	Roca
C-15	14+000	0.00-1.50	SC		
C-16	15+000	0.00-1.50	SC		
C-17	16+000	0.00-1.50	GC		
C-18	17+000	0.00-1.50	CL		
C-19	18+000	0.00-1.50	CL		
C-20	19+000	0.00-1.50	SC		
C-21	20+000	0.00-1.50	SM		
C-22	21+000	0.00-1.50	SM		
C-23	22+000	0.00-1.50	SC		
C-24	23+000	0.00-1.50	SC		
C-25	24+000	0.00-1.50	SC		
C-26	25+000	0.00-1.50	SC		
C-27	26+000	0.00-1.50	SC		

C-28	27+000	0.00-1.50	SC		
C-29	28+000	0.00-1.50	SC		
C-30	29+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-31	30+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-32	31+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-33	32+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-34	33+000	0.00-1.50	GC		
C-35	34+000	0.00-1.50	GC		
C-36	35+000	0.00-1.50	GC		
C-37	36+000	0.00-1.50	GC		
C-38	37+000	0.00-1.50	GC		
C-39	38+000	0.00-1.50	SC		
C-40	39+000	0.00-1.50	CL		
C-41	40+000	0.00-1.50	CL		
C-42	41+000	0.00-1.50	GC		
C-43	41+000	0.00-1.50	SC		
C-44	43+000	0.00-1.50	SC		
C-45	44+000	0.00-1.50	SC		
C-46	45+000	0.00-1.50	SC		
C-47	46+000	0.00-1.50	CL		
C-48	47+000	0.00-1.50	SC		
C-49	48+000	0.00-1.50	SC		
C-50	49+000	0.00-1.50	SC		
C-51	50+000	0.00-1.50	SM		
C-52	51+000	0.00-1.50	SM		
C-53	52+000	0.00-1.50	SC		
C-54	53+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-55	54+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-56	55+000	0.00-1.50	GM-GC		
C-57	56+000	0.00-1.50	GM-GC		

Fuente: Propia.

A continuación, se procede a describir la estratigrafía encontrada en cada calicata, la cual ha servido de base para la elaboración del perfil estratigráfico indicado.

Calicata N° 01: Progresiva: 0+150

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma subangulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semicompacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM-GC.

Continuando a la capa anterior y hasta una profundidad de 1.50m se detectó arenas limosas, de color gris amarillento de compacidad relativa media. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) SM.

Calicata N° 02: Progresiva: 1+000

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma subangulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semicompacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM-GC.

Continuando a la capa anterior y hasta una profundidad de 1.50m se detectó arenas limosas de color gris amarillento de compacidad relativa media. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) SM.

Calicata N° 03: Progresiva: 2+000

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma subangulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semicompacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM-GC.

Continuando a la capa anterior y hasta una profundidad de 1.50m se detectó arenas limosas de color gris amarillento de compacidad relativa media. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) SM.

Calicata N° 04: Progresiva: 3+000

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma subangulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semicompacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM-GC.

Continuando a la capa anterior y hasta una profundidad de 1.50m se detectó arenas limosas de color gris amarillento de compacidad relativa media. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) SM.

Calicatas N° 05 Progresiva: 4+000

Se registró un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 06 Progresiva: 5+000

Se registró un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 07 Progresiva: 6+000

Se registró un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 08: Progresiva: 7+000

Superficialmente se tiene una primera capa de grava limosa GM que llega hasta 1.00m. de profundidad, este material es residual y se halla sobre un manto rocoso intemperizado. El material rocoso se presenta de mejor calidad por debajo de 1m

Calicatas N° 09: Progresiva: 8+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semisuelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 10: Progresiva: 9+000

Superficialmente presenta una cobertura con arena limosa semisuelta, el afloramiento rocoso se ubicó a 0.50m., la roca se presenta ligeramente intemperizada.

Calicatas N° 11: Progresiva: 10+000

Superficialmente presenta una cobertura con arena limosa semi-suelta, el afloramiento rocoso se ubicó a 0.40m., la roca se presenta ligeramente intemperizada.

Calicatas N° 12: Progresiva: 11+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 13: Progresiva: 12+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 14: Progresiva: 13+000

Superficialmente presenta una cobertura con arena limosa semi-suelta, el afloramiento rocoso se ubicó a 0.40m., la roca se presenta ligeramente intemperizada.

Calicatas N° 15: Progresiva: 14+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 16: Progresiva: 15+000

Presenta un depósito de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color marrón claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 17 Progresiva: 16+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compactidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 18 Progresiva: 17+000

Se registró un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 19 Progresiva: 18+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compactidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 20: Progresiva: 19+000

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GP-GM.

Calicatas N° 21: Progresiva: 20+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 22: Progresiva: 21+000

Se registró un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compacidad relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 23 Progresiva: 22+000

El perfil estratigráfico corresponde a un suelo limoso de baja plasticidad, el material presenta baja compactación, continúa hasta el fondo de la excavación. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es ML.

Calicatas N° 24 Progresiva: 23+000

Se registró un limo arenoso de baja plasticidad, en estado semi-suelto, color marrón claro, el material presenta baja compactación, continúa hasta el fondo de la excavación. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es ML.

Calicatas N° 25 Progresiva: 24+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compactación relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 26 Progresiva: 25+000

El perfil estratigráfico corresponde a un suelo limoso de baja plasticidad, el material presenta baja compactación, continúa hasta el fondo de la excavación. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es ML.

Calicatas N° 27 Progresiva: 26+000

Se registró un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GM.

Calicatas N° 28 Progresiva: 27+000

Presenta un estrato de arena limosa hasta el fondo de la excavación, marrón claro y con una compactación relativa semi-suelta. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SM.

Calicatas N° 29: Progresiva: 28+000

El perfil estratigráfico corresponde a un suelo arcilloso de baja plasticidad, el material presenta baja compactación, continúa hasta el fondo de la excavación. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es CL.

Calicatas N° 30: Progresiva: 29+000

El perfil estratigráfico corresponde a una arena arcillosa en estado semi-compacto. el material presenta baja compactación, continúa hasta el fondo de la excavación. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SC.

Calicatas N° 31: Progresiva: 30+000

Presenta un estrato de arena arcillosa limosa hasta el fondo de la excavación, color marrón claro y en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es SC-SM.

Calicatas N° 32 Progresiva: 30+600

El perfil estratigráfico corresponde a una grava limosa pobremente gradada con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto. Su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos es GP-GM.

4.4 Capacidad de soporte de la sub-rasante

El ensayo CBR determina la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El número de CBR o simplemente CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una penetración del pistón (área de $19.35 \text{ cm}^2 \approx 3 \text{ pulg}^2$ dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad, con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado, que expresada en forma de ecuación es:

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patron}} \times 100\%$$

Los valores de carga unitaria que deben utilizarse en la ecuación anterior son los siguientes:

Tabla 3: Valores de carga unitaria.

Penetración		Carga Unitaria Patrón	
mm.	Pulg.	Mpa	Psi
2.54	0.100	6.9	1000
5.08	0.200	10.3	1500
7.62	0.300	13.0	1900
10.16	0.400	16.0	2300
12.70	0.500	18.0	2600

Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos de CBR se han realizado sobre muestras compactadas al Óptimo Contenido de Humedad, utilizando el ensayo de compactación estándar. Se compactó 3 moldes de suelo saturándolo por 4 días y el ensayo se realizó en una máquina de compresión utilizando una tasa de deformación unitaria de 1.27 mm/min. Se tomaron lecturas de carga contra penetración a cada 0.50 mm de penetración hasta llegar a un valor de 5.0 mm. A partir de este valor se tomaron lecturas con incrementos de 2.5 mm hasta obtener una penetración total de 12.7 mm.

El comportamiento de los suelos se describe en función a los valores de CBR obtenidos, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 4: Comportamiento de los suelos en función del CBR.

CBR %	Calificación General	Usos	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
0 –3	Muy pobre	Sub Rasante	CL, ML, MH, CH, OH	A5, A6, A7
3 -5	Pobre	Sub Rasante	CL, ML, MH, CH, OH	A4, A5, A6, A7
6 – 10	Regular	Sub Base	GM, GC, SM, SC, CL, ML, CH, OH, MH, CH	A2, A4, A6, A7
11 – 19	Bueno	Base y Sub Base	GM, GP, SM, SP	A1b, A3
>20	Muy Buena	Base	GW, GP, GM, SW, SP, SM	A1a, A3

Fuente: Propia.

Se evaluó la capacidad de soporte de la subrasante, mediante ensayos CBR (CALIFORNIA Bearing Ratio) los cuales fueron efectuados en los suelos representativos, los resultados obtenidos son coherentes para los tipos de suelos ensayados y permite establecer que en el camino evaluado hay variación de materiales de acuerdo a las progresivas.

En el cuadro adjunto se muestran los resultados de los ensayos CBR realizados en las muestras representativas de subrasante.

Tabla 5: CBR – Subrasante

CALICATA	Prof.(m)	PROG.	CLASIF. SUCS	C.B.R. al 100% de la M.D.S	C.B.R. al 95% de la M.D.S
C-4	0.00-1.50	3+000	SM	17.8	11.5
C-9	0.00-1.50	8+000	GM	43.5	22.0
C-16	0.00-1.50	19+000	SC	18.05	12.8
C-19	0.00-1.50	20+000	CL	5.4	3.2
C-29	0.00-1.50	28+000	SC	18.05	12.8
C-38	0.00-1.50	37+000	GC	23.5	17.1

Fuente: Propia.

De acuerdo a los resultados se puede establecer que los suelos de sub-rasante tienen mayormente una capacidad de soporte regular a buena para los suelos clasificados como arenas limosas y arenas arcillosas limosas, los suelos más gruesos como las gravas limosas y gravas limosas pobremente gradadas presentan buena capacidad de soporte y también se ubicó suelos arcillosos (CL) que representan a los suelos más desfavorables y con baja capacidad de soporte ó resistencia

4.5 Canteras

En el camino vecinal materia de estudio, se encuentran canteras adecuadas, las cuales se han definido, considerando la información proporcionado por los pobladores y la verificación in situ, así mismo se ha descartado algunas por conocimientos adquiridos y experiencia propia. Estas muestras han sido tomadas haciendo exploraciones adecuadas, obteniendo de cada 3.00 Ha., y a una profundidad de 3.50 m., aproximadamente, luego han sido embaladas en bolsas plásticas de polietileno, para su posterior traslado al laboratorio, de acuerdo a las Normas MTC E 104.

Las posibles canteras que se han tomado en cuenta son:

CANTERA	: N° 01
UBICACIÓN	: 10+920
	: Distrito Santa María de Chicmo
ACCESO	: 0+000 Km. Lado derecho
MATERIAL	: Para Afirmado y Relleno (Arena con Limo y Grava)
Potencia	: 50,000 m3 Aprox.
Volumen a utilizar	: 15,000 m3
Explotación	: Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga.

CANTERA : N° 02

UBICACIÓN : 14+660

: Distrito Santa María de Chicmo

ACCESO : 0+000 Km. Lado derecho

MATERIAL : Para Afirmado y Relleno (Arena con Limo y Grava)

Potencia : 30,000 m3 Aprox.

Volumen a utilizar : 15,000 m3

Explotación : Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga.

CANTERA : N° 03

UBICACIÓN : 19+650

: Distrito Uranmarca

ACCESO : 0+000 Km. Lado derecho

MATERIAL : Para Afirmado y Relleno (Arena con Limo y Grava)

Potencia : 50,000 m3 Aprox.

Volumen a utilizar : 15,000 m3

Explotación : Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga.

CANTERA : N° 04

UBICACIÓN : 25+300

: Distrito Uranmarca

ACCESO : 0+000 Km. Lado derecho

MATERIAL : Para Afirmado y Relleno (Arena con Arcilla, Limo y Grava)

Potencia : 60,000 m3 Aprox.

Volumen a utilizar : 5,000 m3

Explotación : Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga

CANTERA : N° 05

UBICACIÓN : 31+280

: Distrito Uranmarca

ACCESO : 0+000 Km. Lado derecho

MATERIAL : Para Afirmado y Relleno (Arena con Arcilla, Limo y Grava)

Potencia : 80,000 m3 Aprox.

Volumen a utilizar : 7,000 m3

Explotación : Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga

CANTERA : N° 06

UBICACIÓN : 37+450

: Distrito Uranmarca

ACCESO : 0+000 Km. Lado derecho

MATERIAL : Para Afirmado y Relleno (Arena con Arcilla, Limo y Grava)

Potencia : 70,000 m3 Aprox.

Volumen a utilizar : 17,000 m3

Explotación : Enero – Diciembre, con cargador frontal y tractor oruga

V. Discusión de resultados

5.1 Calidad del material de cantera

Se efectuó ensayos de calidad en muestras de dos de las canteras consideradas en el estudio, los ensayos han sido básicamente para evaluar la resistencia del material, su resistencia al desgaste por abrasión mecánica y la verificación del equivalente de arena. A continuación, se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 6: Cuadro - calidad de cantera

CANTERA	PROG.	CLASIF. SUCS	PROCTOR		C.B.R. al 100% de la M.D.S	C.B.R. al 95% de la M.D.S	Desgaste por abrasión (%)	Equivalent e Arena (%)
			M.D.S (gr/cm3)	O.C.H .				
N° 01	10+920 L.D.	GP	2.208	6.8	41.00	30.00	23.0	80.0
N° 02	14+660 L.D.	SC-SM	1.959	9.1	49.00	38.00	18.0	25.3
N° 03	19+650 L.D	SM	1.847	12.2	18.00	12.0	28.0	52.0
N° 04	25+300 L.D.	GP	2.216	6.8	34.00	16.0	21.3	72.0
N° 05	31+280 L.D.	SW-SM	2.251	7.00	27.00	18.0	26.0	55.0
N° 06	37+450 L.D.	GP	2.090	6.9	39.00	27.0	26.0	55.0

Fuente: Propia.

5.2 Fuentes de agua

En la zona de estudio se han inventariado puntos de agua, perteneciente a quebradas existentes, los caudales que presentan se han obtenido al realizar aforos, así mismo se ha consultado a los pobladores sobre la continuidad del caudal, quienes han indicado que esto se mantiene en todo el año, se incrementa en un 30% aproximadamente en épocas de lluvia.

De estas fuentes de agua se han tomado muestras que han sido trasladados al laboratorio, para realizar los análisis químicos correspondientes y analizar su idoneidad para el uso en las obras de concreto y el humedecimiento del material de afirmado.

Se han evaluado las características químicas de las muestras de agua tomadas en los siguientes puntos:

Km. 8+750.00 : (Río Collpani)

Km. 19+210.00 : (Río Quishuarchaca)

Km. 25+620.00 : (Quebrada Palloc Huayjo)

Los resultados de dicha evaluación, se muestran a continuación

Tabla 7: Características químicas de las fuentes de agua.

Parámetro Evaluado	Ubicación – Progresiva Km.)			Valor Límite
	8+750	19+210	25+620	
PH	6.70	6.60	6.70	Mayor o igual a 7
CL (Ppm)	5.60	5.40	5.70	300
SO4 (Ppm)	11.40	10.80	11.30	300
SSTp (pm)	80.00	80.40	80.60	1500

Fuente: Propia.

Los resultados de los análisis químicos de las muestras determinan que las fuentes de agua son aptas para su empleo en las obras de pavimentación. Las fuentes, en su mayoría corresponden manantiales utilizados por los pobladores.

5.3 Estabilidad de taludes

El estado de los taludes en gran porcentaje son adecuados, no existe zonas con deslizamientos peligrosos, su composición es de material Conglomerado Común, en proporción mayor, existiendo zonas con presencia de rocas sueltas, el estado en su mayoría es estable, solo en la parte inferior, es decir al pie de los taludes, se aprecia erosión provocado por las aguas de lluvias que ingresan a algunas cunetas aun existentes, en tramos donde no existe cunetas, las aguas dañan la superficie de la plataforma.

En las curvas de volteo, cuyo radio son mínimos excepcionales, la pendiente de los taludes son inadecuadas, propiciando esto, deslizamientos en menor escala de riesgo, cuya presencia altera el tránsito del camino, el cual viene siendo atendido por las autoridades locales y provinciales.

VI. Conclusiones

En la presente tesis se ha calculado la capacidad de soporte de la subrasante en el área de la carretera rural Cascabamba – Uranmarca – Incachaka. De acuerdo a los resultados se puede establecer que los suelos de sub-rasante tienen mayormente una capacidad de soporte regular a buena para los suelos clasificados como arenas limosas y arenas arcillosas limosas, los suelos más gruesos como las gravas limosas y gravas limosas pobremente gradadas presentan buena capacidad de soporte y también se ubicó suelos arcillosos (CL) que representan a los suelos más desfavorables y con baja capacidad de soporte o resistencia.

El trabajo de campo consistió en la ejecución de 57 calicatas o excavaciones a cielo abierto, con una profundidad promedio de 1.50m, ubicadas aproximadamente cada 1000 m las mismas que permitieron efectuar el registro estratigráfico.

Se ha realizado el perfil estratigráfico de cada una de las calicatas realizadas, registrándose en la mayoría un estrato de grava limosa con partículas de forma sub-angulosa, color beige claro hasta el fondo de la excavación, en estado semi-compacto.

VII. Recomendaciones

Se deben realizar los ensayos de CBR sobre muestras compactadas al Óptimo Contenido de Humedad, utilizando el ensayo de compactación estándar. Se recomienda que se compacte 3 moldes de suelo saturándolo por 4 días y los ensayos se debe realizar en una máquina de compresión utilizando una tasa de deformación unitaria de 1.27 mm/min.

Se recomienda siempre, en los estudios geotécnicos, que se tomen muestras de los estratos representativos en cantidad suficiente para la ejecución de ensayos de laboratorio, estándar y especiales. En los registros de excavación se debe anotar el espesor de los estratos de suelo.

Dentro de la evaluación de las características del material, se recomienda determinar la resistencia del material, su resistencia al desgaste por abrasión mecánica y la verificación del equivalente de arena.

VIII. Referencias

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.

Bonilla, R. (2018). *Estudio geológico y geotécnico en el mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú.

Laboratorio de suelos concreto y asfalto GEO PERU. (2019). *Laboratorio de suelos concreto y asfalto, estudio de suelos, laboratorio de suelos concreto y asfalto, estudio geotecnicos, laboratorio de suelos, laboratorio de suelos en GEO PERU*. [online] Recuperado de: <https://www.geoperuingenieros.com/laboratorio-de-suelos-concreto-asfalto-estudio-de-suelo.html>

Niño, J. (2015). *Estudio de suelos y análisis geotécnico del sector ubicado en el k4+180 de la vía Puente Reyes-Gameza* (Tesis de Pregrado), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia.

Ochoa, M. (2014). *Estudio Geotécnico de Suelos para Diseñar la Estructura del Pavimento en la Carretera Ticaco - Candarave, Tramo Aricota – Quilahuani (km 146+500 – km 151+500)* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

Pico, J. (2016). *Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la Parroquia Benítez. Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma* (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

IX. Anexos

Anexo 01

Panel fotográfico

Figura 9: Evaluando cantera N° 01 10+920 km. Lado derecho.



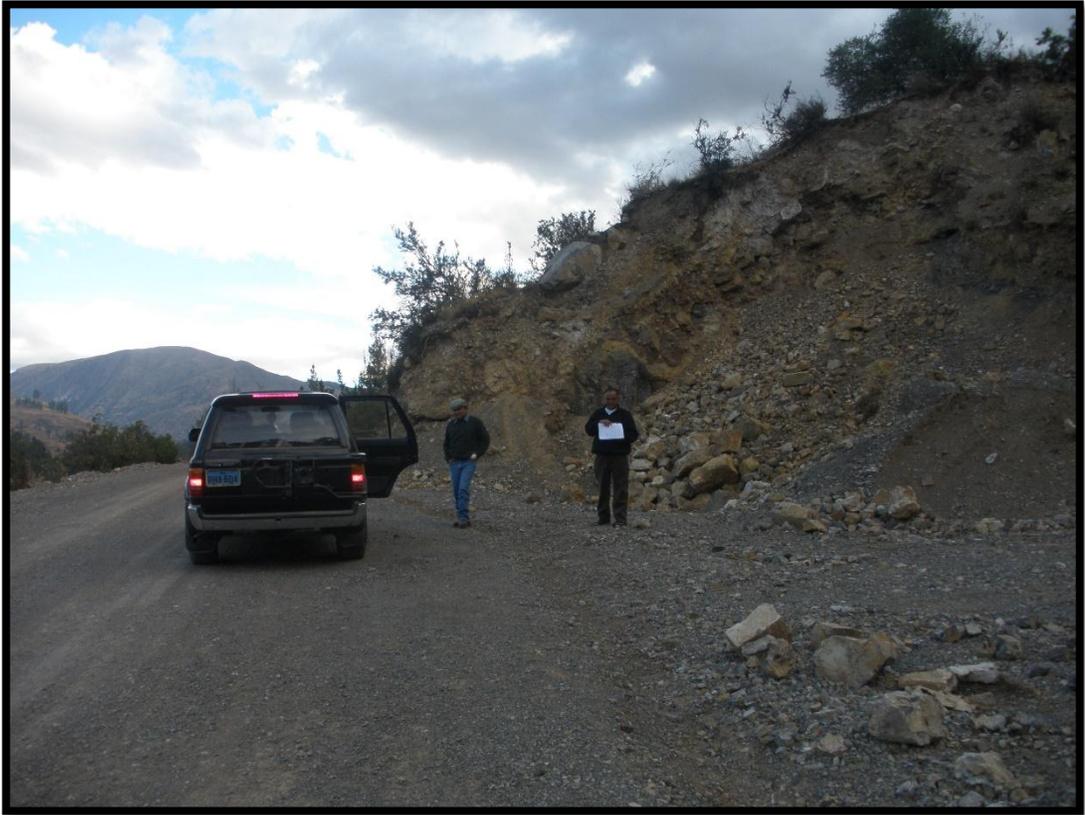
Fuente: Propia.

Figura 10: Cantera N° 02 14+660 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 11: Cantera N° 03 19+650 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 12: Cantera N° 04 23+440 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 13: Cantera N° 05 25+300 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 14: Cantera N° 06 31+280 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 15: Cantera N° 07 37+450 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 16: Fuente de agua rio Collpani en la progresiva 8+750 km. Lado derecho.



Fuente: Propia.

Figura 17: Fuente de agua rio Quishuarchaca, progresiva 19+210 km. Lado izquierdo.



Fuente: Propia.

Figura 18: Quebrada Palloc Huayjo - fuente de agua - Progresiva 25+620 km. Lado izquierdo.

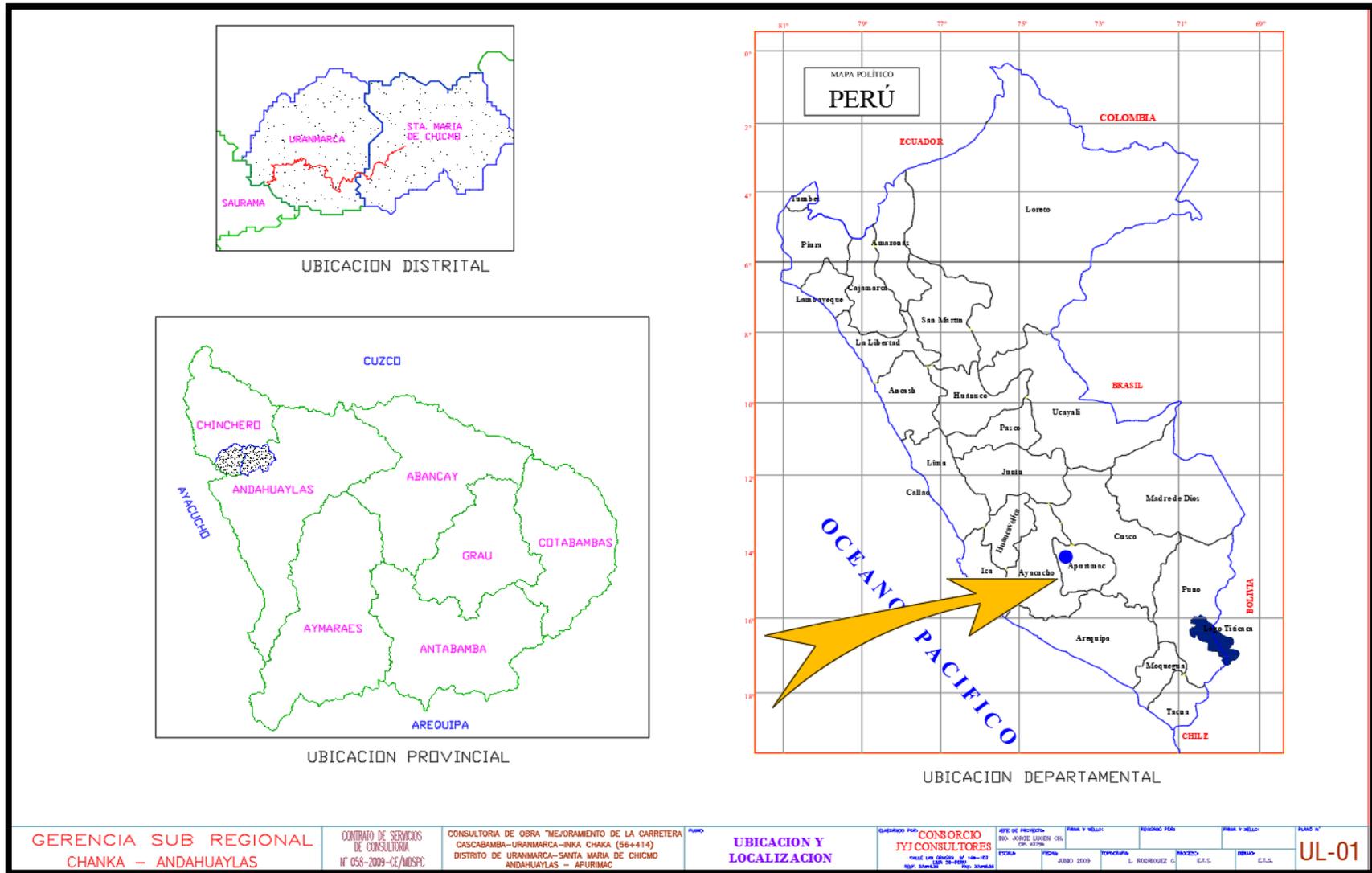


Fuente: Propia.

Anexo 02

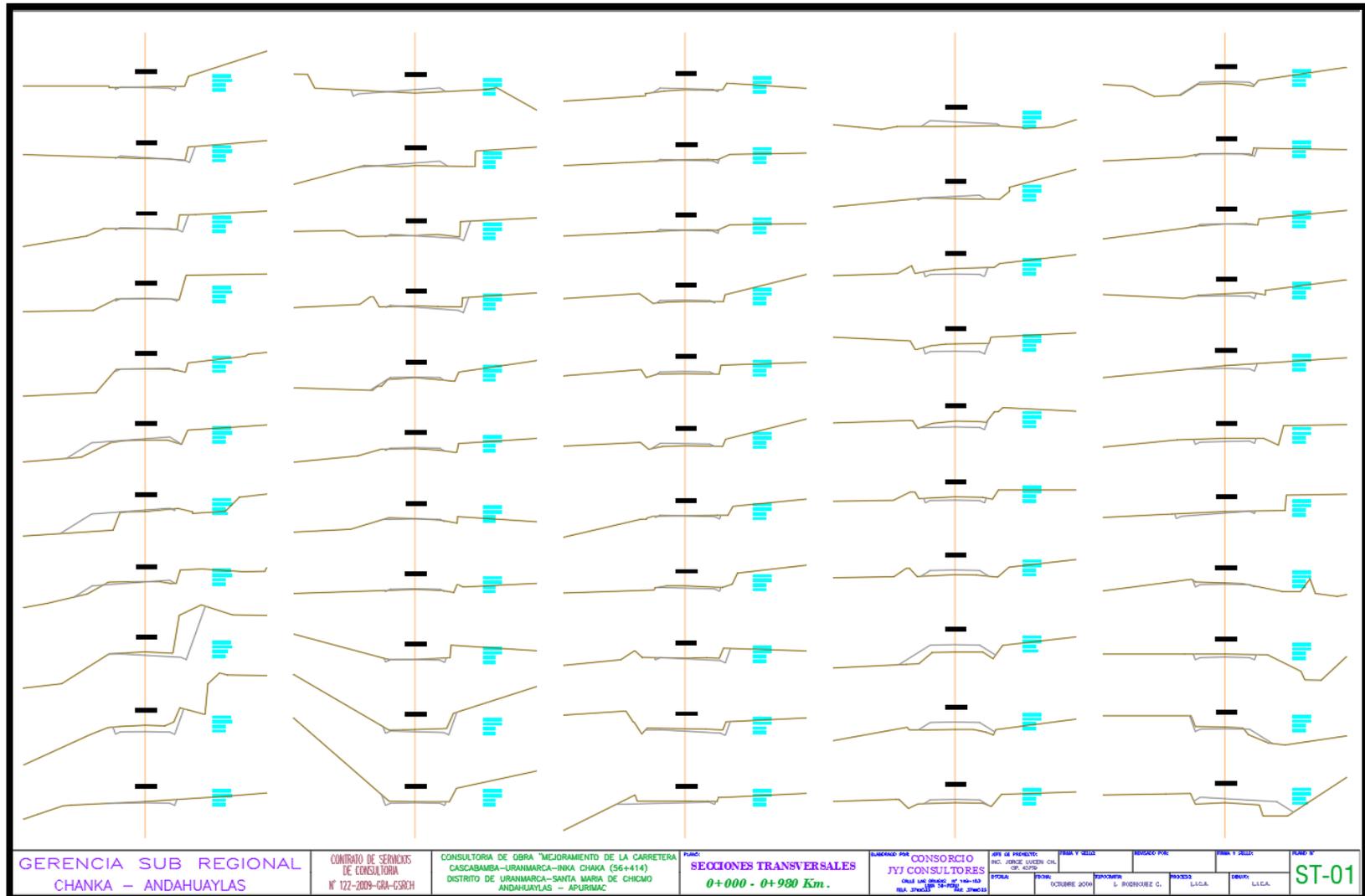
Planos.

Figura 19: Plano de ubicación y localización.



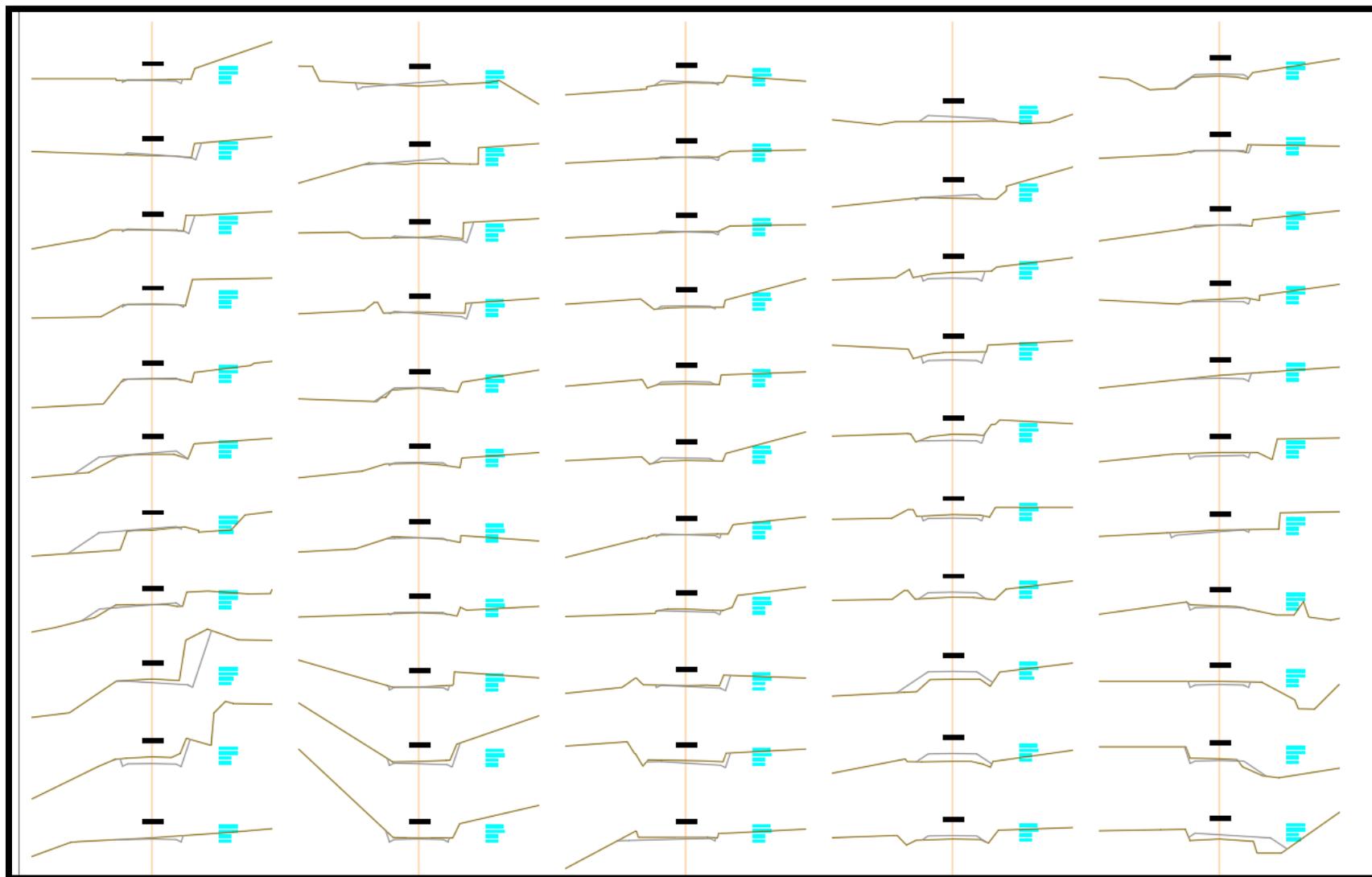
Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 23: Plano N°1 de secciones transversales.



Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 24: Plano N°2 de secciones transversales.

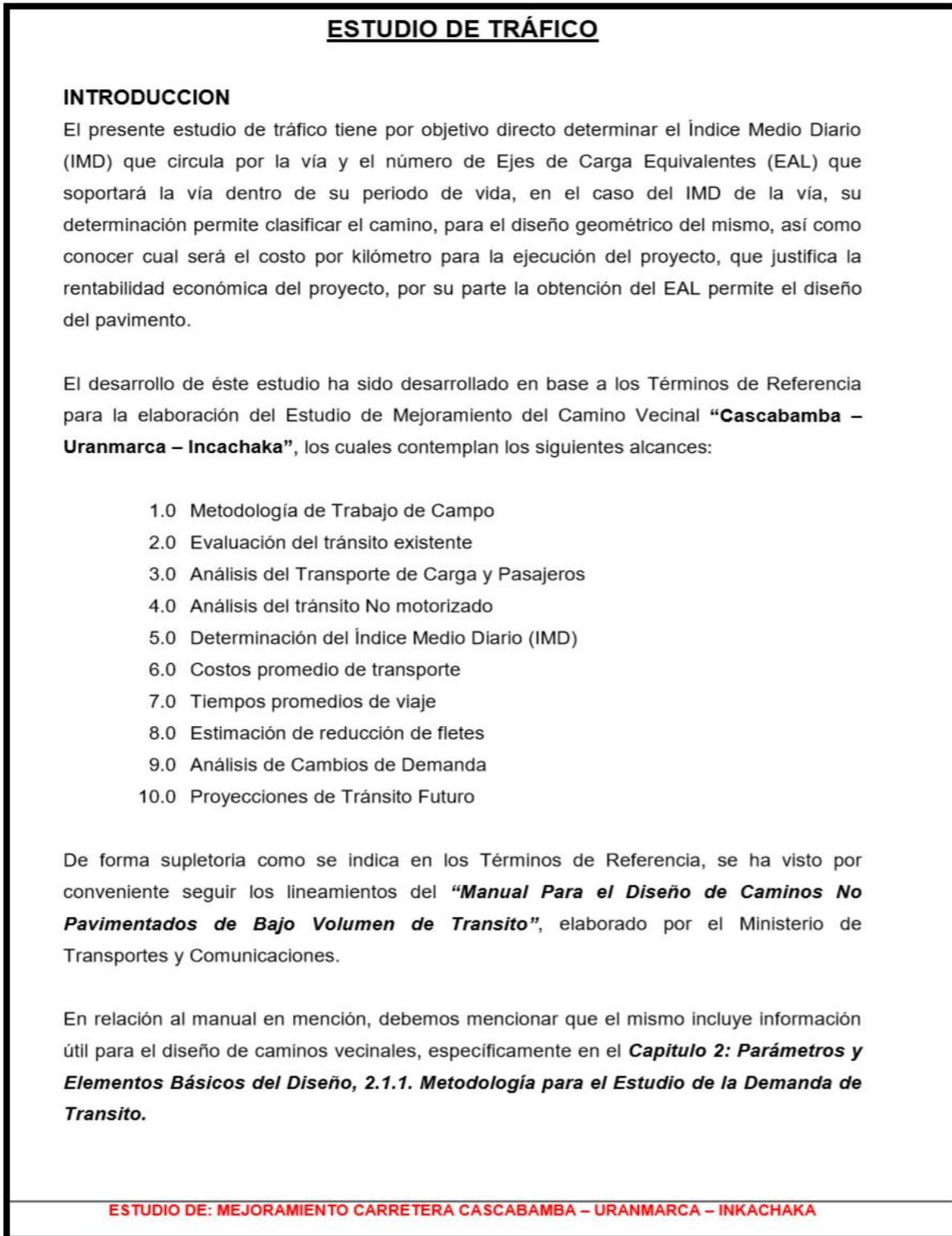


Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Anexo 03

Estudio de tráfico.

Figura 26: Estudio de tráfico – hoja 1.



Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 27: Estudio de tráfico – hoja 2.

1.0 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio, se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del "Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito", dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito motorizado y NO motorizado y Encuestas de Origen y Destino.

Dentro de las actividades que han tenido que llevarse a cabo, para el desarrollo normal del estudio:

- Etapa de planificación
- Etapa de Organización
- Etapa Ejecución
- Etapa de Procesamiento

Para el desarrollo de los conteos, que permitan conocer el volumen de tránsito que soporta la vía así como su composición, se procedió a ubicar las estaciones de control en el Km. 0+910 en el anexo Pacchipata, en el anexo Cascabamba 11+500 y en Uranmarca Progresiva 39+270.

Las labores de Conteo y clasificación en el campo se desarrollaron de forma continua, las 12 horas del día durante 7 días de la semana, iniciándose el día Lunes 28 de Setiembre y concluyendo el Domingo 04 de Octubre del año 2009.

En el caso de las encuestas de origen y destino, las mismas fueron realizadas en forma simultanea a los trabajos de trazo y topografía, y consistieron en entrevistas a transeúntes, arrieros y los pocos conductores que se desplazaban a lo largo de la vía, así como con coordinaciones llevadas a cabo con autoridades provinciales, distritales y de las comunidades existentes.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 28: Estudio de tráfico – hoja 3.

2.0 EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

El tránsito existente en el Camino Vecinal “**Cascabamba – Uranmarca – Incachaka**”, esta compuesto por tránsito motorizado y NO motorizado, éste último compuesto de transeúntes, que transitan a lo largo de la vía tanto a pie y en acémilas de silla, observándose también acémilas de carga y el uso del camino vecinal como vía para el arreo de los ganados existentes en la zona de influencia directa del proyecto.

El transporte motorizado por su parte esta conformado por Autos, Camionetas, Camiones de 2 ejes eventualmente, existe servicio de transporte de pasajeros limitado debido a las condiciones pésimas de transitabilidad que presenta la vía y a la falta de demanda, hecho que también afecta al transporte de carga, impidiendo su movilización.

El transporte de pasajeros es cubierto por 02 Empresas de transporte que brindan el servicio a diario en forma permanente y parcialmente por vehículos informales que realizan viajes “expresos” en función de la demanda de pasajeros que se presente, así mismo se registra un número considerable de pobladores que transitan a pie o en lomo de bestia, los cuales emplean los caminos de herradura existentes en la zona y ciertos tramos del Camino Vecinal “**Cascabamba – Uranmarca – Incachaka**”.

En cuanto al transporte del ganado para los centros de abastos, el mismo se realiza empleando camiones de 2 ejes y por sus propios medios, el transporte de carga alternativo para distancias cortas, lo constituye el empleo de bestias en acémilas de carga.

SECTORIZACION DEL CAMINO

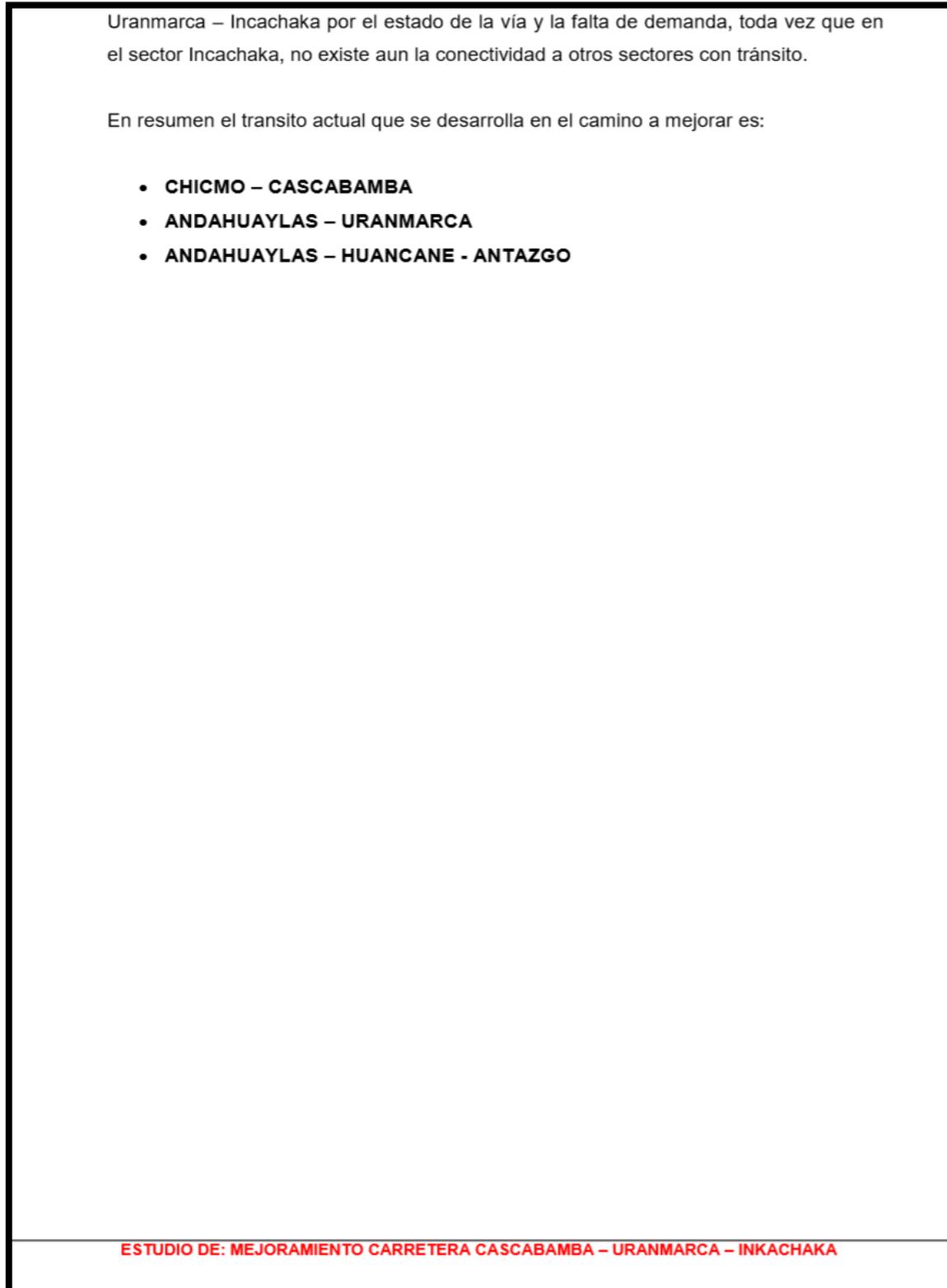
En el Anexo se presentan las hojas de conteo de tránsito motorizado y no motorizado llevadas a cabo en el tramo en estudio, así como las encuestas de carga, pasajeros, acémilas y transeúntes.

El tránsito actual que circula por la Camino Vecinal “**Cascabamba – Uranmarca – Incachaka**”, durante los trabajos de recopilación de información en el tramo se pudo apreciar que existe hasta el distrito de Uranmarca, estando abandonado el tramo

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 29: Estudio de tráfico – hoja 4.



Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 30: Estudio de tráfico – hoja 5.

3.0 ANÁLISIS DEL TRANSPORTE DE CARGA

A partir del reconocimiento de la zona de proyecto como de los resultados de las encuestas de origen y destino de carga llevadas a cabo en el tramo en estudio se pudo determinar lo siguiente:

El transporte de carga a lo largo del tramo se realiza tanto por acémilas de carga como por camiones de dos ejes, el uso de acémilas de carga, constituye una alternativa de transporte en la zona, ante el reducido número de camionetas y camiones que circulan la ruta, debido principalmente al pésimo nivel de transitabilidad que presenta el actual camino y la falta de continuidad en su recorrido, a ello se suma el deterioro acelerado en épocas de lluvia. Se han encontrado casos en que propietarios de unidades de transporte de carga, se ven obligados a emplear acémilas de carga, debido a la posibilidad de quedarse varados en la vía y la inexistencia de transporte público continuo.

La carga transportada esta constituida básicamente por productos agrícolas y ganado, que salen de la zona de estudio, los volúmenes de carga se ven incrementados cuando los propietarios de los ganados y productores agrícolas requieren para venta.

A continuación presentamos un cuadro resumen del transporte de carga NO motorizado, es decir en acémilas, en el se puede apreciar el número de animales empleados para este trabajo, así como la frecuencia con la que se usan, es preciso resaltar que los días picos observados corresponden a los días de feria en la capital de la Provincia de Andahuaylas, así como en los poblados de Chicmo y Talavera, es decir los días Sábados y Domingos, así mismo es necesario indicar que el uso de acémilas para carga y el arreo de ganados para su traslado a los centros de abastos solo se realiza hasta el inicio del tramo es decir hasta el sector Nueva Esperanza en el distrito de Chicmo.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 31: Estudio de tráfico – hoja 6.

TRANSITO DE ACEMILAS DE CARGA Y ARREO DE GANADO			
DIA	SENTIDO	ACEMILA DE CARGA (Unid.)	ARREO DE GANADO (Cabeza)
LUNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	5	10
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	1	0
	AMBOS	6	10
MARTES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	3	5
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	1	3
	AMBOS	4	8
MIERCOLES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	5	2
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	2	8
	AMBOS	7	10
JUEVES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	1	2
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	3	7
	AMBOS	4	9
VIERNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	1	8
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	2	5
	AMBOS	3	13
SABADO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	1	4
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	3	5
	AMBOS	4	9
DOMINGO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	8	10
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	1	0
	AMBOS	9	10
TOTAL	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	24	41
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	13	28
	AMBOS	37	69

En relación al uso de acémilas para el transporte de carga y el arreo de ganado, debemos manifestar la disposición de los dueños al uso de vehículos motorizados de carga, una vez que se mejore la vía y se presenta la oferta de transporte de carga, en ese sentido el cambio de la modalidad de transporte constituye un volumen de tránsito derivado, que incrementará el tránsito actual.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 32: Estudio de tráfico – hoja 7.

3.1 ANÁLISIS DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Con respecto al transporte de pasajeros que circulan por la zona de proyecto, debemos subdividir el mismo en transporte interprovincial que permite el acceso a los poblados de Chicmo y Chincheros, desde las ciudades de Lima, Ayacucho y Andahuaylas y el transporte interdistrital que cubre la ruta **ANDAHUAYLAS – CHICMO – NUEVA ESPERANZA – CASCABAMBA – URANMARCA**, este servicio es prestado con Automóviles tipo Station Wagon y Buses pequeños, ya que debido a las dimensiones que presenta la vía no es posible que transite vehículos mas grandes.

A continuación se presenta un cuadro resumen con las empresas interprovinciales e interdistritales, que ingresan y salen de los Distritos Chicmo, Andahuaylas y Uranmarca, así como la frecuencia de viajes a la semana correspondiente a cada una de ellas, en el mismo se puede apreciar que la mayoría de las empresas tiene por destino final el Distrito de Uranmarca y Andahuaylas; los cuales constituyen la población con mayor demanda de trafico. De las empresas existentes, solamente solo una de ellas recorre la ruta Andahuaylas – Huancane – Antazgo, a pesar de las condiciones de transitabilidad existentes, frecuencia que sin duda será incrementada una vez que la carretera se mejore:

Cuadro N° 02
EMPRESAS DE TRANSPORTE

EMPRESA DE TRANSPORTES	RUTA	FRECUENCIA
ETCEL	Andahuaylas – Uranmarca	Diario
ARGUEDAS	Andahuaylas – Huancane – Antazgo	Diario

En la ruta Andahuaylas – Uranmarca, el servicio de transportes de pasajeros es prestado por las Empresas de Transportes: ETCEL (4 Unidades), y en la ruta Andahuaylas – Huancane – Antazgo la empresa ARGUEDAS (5 Unidades), las unidades de transporte de estas empresas están conformadas por Microbuses; mientras que los servicios particulares (EXPRESOS) se evidencia camionetas tipo Station Wagon; todas estas empresas cubren la ruta diariamente.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 33: Estudio de tráfico – hoja 8.

Así mismo, es necesario indicar que existe transporte interprovincial diario realizado por la que permite el acceso a los poblados de Chincheros y Chicmo, desde las ciudades de Lima, Ayacucho y Andahuaylas; actualmente se realiza hasta el distrito de Chincheros y Chicmo mediante la ruta Lima – Ayacucho – Chincheros – Chicmo y Andahuaylas – Talavera Chincheros – Chicmo, es decir y en algunos casos los pobladores del distrito de Cascabamba y Uranmarca, acceden por la bifurcación que existe en el Sector Nueva Esperanza, y/o desde Chincheros se realiza a través de la repartición ubicada en la progresiva 3+850 del Camino **Cascabamba – Uranmarca – Incachaka**, el mismo que se encuentra en buenas condiciones transitables, evitando realizar el tránsito por la ruta Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, a los usuarios que transitan desde Chincheros y Uripa.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 34: Estudio de tráfico – hoja 9.

4.0 ANÁLISIS DEL TRÁNSITO NO MOTORIZADO

Un tipo de tránsito que se registra en la zona de proyecto lo constituye el tránsito no motorizado compuesto por transeúntes que recorren la vía a pie, así como por las acémilas de silla y carga; y el arreo de ganado, en el cuadro mostrado a continuación se puede apreciar la clasificación del tránsito no motorizado, obtenida a partir de la recopilación de datos de campo.

Cuadro N° 03
CLASIFICACION DIARIA DE TRANSITO NO MOTORIZADO

DIA	SENTIDO	A PIE (Pers.)	ACEMILA DE SILLA (Unid.)	ACEMILA DE CARGA (Unid.)	ARREO DE GANADO (Cabeza)
LUNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	6	3	5	10
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	6	3	1	0
	AMBOS	12	6	6	10
MARTES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	3	2	3	5
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	3	1	1	3
	AMBOS	6	3	4	8
MIÉRCOLES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	4	0	5	2
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	4	1	2	8
	AMBOS	8	1	7	10
JUEVES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	0	3	1	2
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	0	3	3	7
	AMBOS	0	6	4	9
VIERNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	2	1	1	8
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	2	3	2	5
	AMBOS	4	4	3	13
SABADO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	6	2	1	4
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	5	2	3	5
	AMBOS	11	4	4	9
DOMINGO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	3	3	8	10
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	3	3	1	0
	AMBOS	6	6	9	10
TOTAL	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	24	14	24	41
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	23	16	13	28
	AMBOS	47	30	37	69

Es preciso mencionar que el recorrido del tránsito NO motorizado registrado, tiene como inicio el anexo Nueva Esperanza (Chicmo), así como Cascabamba y Rebelde Huayrana, finalizando en el sector Huancane, y Uranmarca.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CAScabAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 35: Estudio de tráfico – hoja 10.

A partir de las encuestas realizadas a los transeúntes que recorren la vía tanto a pie, como a lomo de bestia, que tal como se aprecia en el cuadro anterior, representa un número, se pudo conocer la predisposición a usar unidades de transporte público de pasajeros que se puedan ofrecer una vez que la vía haya sido mejorada, igual predisposición han manifestado los usuarios de acémilas de carga y comerciantes que usan la vía para el arreado de ganado, en hacer lo propio con las unidades de transporte de carga.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 36: Estudio de tráfico – hoja 11.

5.0 DETERMINACION DEL INDICE MEDIO DIARIO

METODOLOGÍA

El conocimiento de las características del tráfico de la carretera, tanto en la cantidad de vehículos como en la cantidad de las cargas, es vital para la determinación del espesor del pavimento y en las características que deberá tener la nueva vía mejorada, convirtiéndose en el principal elemento que se debe de tener en cuenta.

El desarrollo del estudio de tráfico contempla tres etapas claramente definidas.

a) Recopilación de la información

Se recopiló información básica para la elaboración del estudio de tráfico que procedió de dos fuentes diferenciales referenciales y directas.

Normalmente la fuente referencial a utilizar de la información existente en las diversas dependencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Municipalidades, Policía Nacional, entre otros; para nuestro caso del Camino Vecinal en estudio, se ha tenido información contenida en el estudio del Perfil de Pre Inversión, así mismo se ha realizado el conteo de tráfico, destino y origen.

Cabe notar que la recolección de datos fue de 12 horas consecutivas de 6:00 a.m. a 6:00 p.m., el tráfico vehicular es mínimo debido al mal estado de los caminos.

El conteo de tráfico se realizó los días Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado y Domingo.

b) Tabulación de la información.

Con la información obtenida se ha efectuado el trabajo de gabinete, efectuando sus análisis y evaluación respectiva.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 37: Estudio de tráfico – hoja 12.

c) Análisis de la información.

Conteos Volumétricos.

Los conteos se han realizado para conocer los volúmenes de tráfico en los caminos vecinales en estudio, su composición vehicular y variación diaria. Para convertir el volumen de tráfico en índice medio diario, se aplicó la fórmula.

$$\text{IMD} = (\text{VD}_1 * 5 + (\text{V}_s + \text{VD}) / 7 * \text{F.C.}$$

Donde: VD_1 = Volumen Promedio de los días laborales.

V_s = Volumen de sábado.

VD = Volumen de domingo.

F.C = Factor Estacional o de corrección.

DESARROLLO DEL CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR.

• **Resultado Directo de los Conteos.**

Después de haber realizado el trabajo de gabinete, se efectuó la consolidación y del análisis de la consistencia de la información recogida de los conteos, lo que ha permitido obtener los resultados de los volúmenes de tráfico para cada día en los tramos identificados.

La información se ha consolidado en cuadro de conteo de tráfico diario, que nos permiten precisar los volúmenes horarios vehiculares, por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo.

- Conteo y Clasificación Vehicular Diaria

En los cuadros se ha resumido los recuentos de tráfico y la clasificación diaria por sentido y el total en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas respectivamente.

- Promedio de Tráfico Vehicular de la Semana de Conteo

El promedio de tráfico vehicular de la semana, se obtendrá aplicando la fórmula antes indicada.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 38: Estudio de tráfico – hoja 13.

- Factor de Corrección Diaria

Se ha determinado relacionando el Volumen Promedio diario con el volumen de cada día.

- Factor de Corrección Estacional

Dado que el flujo vehicular se ha realizado en una muestra de un periodo de una semana y requiriéndose estimar el comportamiento anualizado del tránsito, para determinar el IMDA, resulta necesario usar factores de corrección que permitan expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

Como bien es sabido los volúmenes de tráfico varían cada mes debido los periodos de lluvia que pueden afectar la transitabilidad de la vía, de los periodos de siembra y cosecha, de las festividades que se celebran, de las ferias que se realizan, de los periodos de clases, entre otras. El uso de las factores de corrección estacionales, permiten corregir dichas variaciones que se presentan a lo largo del año, a fin de conseguir un índice medio diario anual representativo, dichos factores de corrección pueden obtenerse a partir de series históricas de IMD del tramo en estudio o de vías ubicadas en zonas similares a la del estudio.

En vista que en el presente caso se trata de un camino vecinal, en donde NO existen series históricas de IMD, dado que no existen estudios previos en la zona de estudio y que las estaciones de control existentes en Chincheros y Andahuaylas, pertenecientes al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se encuentran muy alejadas del tramo en estudio y se ubican sobre la ruta nacional, no es factible obtener un factor de corrección estacional.

Muy a pesar de ello y teniendo en cuenta que el presente estudio de tráfico se realiza en el mes de Setiembre, al inicio del periodo de lluvias, en donde el número de unidades que usan la vía es mínimo, debido al pésimo nivel de transitabilidad que presenta la vía, a lo que se suma que en el mes de Setiembre no pertenece al periodo de cosechas, se tiene que el volumen vehicular diario registrado se encontrará por debajo del promedio anual, por lo que el Factor de Corrección correspondiente a dicho mes será mayor a UNO, por lo mismo y considerando las condiciones especiales de la vía se ha creído por conveniente castigar los volúmenes de tráfico por un Factor de Corrección conservador de 1.20

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 39: Estudio de tráfico – hoja 14.

- Clasificación Vehicular Promedio

Se consideró 2 tipos de tráfico.

- 1) Tráfico ligero, compuesta por autos, camionetas, combis, microbuses.
- 2) Tráfico pesado, compuesto por ómnibuses y camiones.

- Índice Diario Anual Según Tipo de Vehículo

Se estimaron los resultados del IMD, a partir de la expansión de la muestra obtenida en el estudio del tráfico.

En cuanto a las características de la carga, los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas respectivamente.

RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de los datos obtenidos en los conteos y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar la consistencia de la misma. En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada tramo y total.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 40: Estudio de tráfico – hoja 15.

Cuadro N° 04 CLASIFICACION DIARIA DE TRANSITO MOTORIZADO (EXCEP. MOTOS)							
DIA	SENTIDO	AUTOS CAMIONETAS PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES	TOTAL
LUNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	5	4	0	9	0	18
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	9	5	0	12	0	26
	AMBOS	14	9	0	21	0	44
MARTES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	6	5	0	11	1	23
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	7	3	0	13	1	24
	AMBOS	13	8	0	24	2	47
MIERCOLES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	8	3	0	5	0	16
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	9	4	0	7	0	20
	AMBOS	17	7	0	12	0	36
JUEVES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	3	3	0	15	2	23
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	7	4	0	7	1	19
	AMBOS	10	7	0	22	3	42
VIERNES	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	7	4	0	9	0	20
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	9	5	0	8	0	22
	AMBOS	16	9	0	17	0	42
SABADO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	5	3	0	13	1	22
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	6	4	0	18	2	30
	AMBOS	11	7	0	31	3	52
DOMINGO	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	8	5	0	18	2	33
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	9	4	0	14	4	31
	AMBOS	17	9	0	32	6	64
TOTAL	NUEVA ESPERANZA - URANMARCA	42	27	0	80	6	155
	URANMARCA - NUEVA ESPERANZA	56	29	0	79	8	172
	AMBOS	98	56	0	159	14	327

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 41: Estudio de tráfico – hoja 16.

CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

En donde

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

Cuadro N° 05

TRAMO: NUEVA ESPERANZA – URANMARCA

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
47	14	8	0	23	2
100 %	29.78%	17.02%	0.00%	48.94%	4.26%

FACTORES DE CORRECCION

Dado que el flujo vehicular se ha realizado en una muestra de un periodo de una semana y requiriéndose estimar el comportamiento anualizado del tránsito, para determinar el IMDA, resulta necesario usar factores de corrección que permitan expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

Como bien es sabido los volúmenes de tráfico varían cada mes debido los periodos de lluvia que pueden afectar la transitabilidad de la vía, de los periodos de siembra y cosecha, de las festividades que se celebran, de las ferias que se realizan, de los periodos de clases, entre otras. El uso de las factores de corrección estacionales, permiten corregir dichas variaciones que se presentan a lo largo del año, a fin de conseguir un índice medio diario anual representativo, dichos factores de corrección pueden obtenerse a partir de series históricas de IMD del tramo en estudio o de vías ubicadas en zonas similares a la del estudio.

De acuerdo de ello y teniendo en cuenta que el presente estudio de tráfico se realiza en el mes de Setiembre, en el inicio del periodo de lluvias, en donde el número de unidades que usan la vía es mínimo, debido al pésimo nivel de transitabilidad que presenta la vía, a lo que se suma que en el mes de Setiembre no se cuenta con la época de cosechas, se tiene que el volumen vehicular diario registrado se encontrará por debajo del promedio anual, por lo que el Factor de Corrección correspondiente a dicho mes será mayor a UNO, por lo mismo y considerando las condiciones especiales de la vía se ha creído por conveniente castigar los volúmenes de tráfico por un Factor de Corrección conservador de 1.50

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 42: Estudio de tráfico – hoja 17.

CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, indicados en la tabla anterior y aplicando el factor de corrección de 1.50 recomendado, se procedió a obtener el INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, el cual se muestra a continuación, es preciso mencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado en los dos tramos definidos por los distritos ubicados en el eje de la carretera a mejorar.

Cuadro N° 06
TRAMO: NUEVA ESPERANZA – URANMARCA

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
71	21	12	0	35	3
100 %	29.58%	16.90%	0.00%	49.30%	4.22%

CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular empleando para ello el de mayor incidencia que muestra, la cual esta conformada de la siguiente manera:

- CAMIONES 2 EJES 49.30%
- VEHICULOS LIGEROS..... 29.58%
- COMBIS/MICROBUS..... 16.90%
- CAMIONES 3 EJES 4.22%
- BUS..... 0.00%

ANALISIS DE LA VARIACION HORARIA

En vías de bajo volumen de tráfico, como en el presente caso, la distribución horaria es variable y aleatoria, sin embargo se puede indicar que el volumen vehicular en la mañana es mayor que el de las tardes, especialmente en las primeras horas del día, coincidente con la llegada de ómnibuses desde Andahuaylas y Chincheros desde Lima y Ayacucho.

Figura 43: Estudio de tráfico – hoja 18.

A partir de los datos de campo procesados, se puede deducir que el mayor volumen de tráfico se presenta el día Domingo en que se realiza la feria de Uranmarca, notándose un incremento en el volumen vehicular desde el día sábado, toda vez que el día domingo se realiza la feria de Andahuaylas, Chincheros y Chicmo.

CAMINO VECINAL CASCABAMBA – URANMARCA – INCACHAKA (56.414 Km.)

De acuerdo al análisis de los resultados del Cuadro Anterior, se obtiene que un IMD para el día domingo es de 09 Veh/día, que es el representativo, debido a la presencia de ferias dominicales en los diferentes anexos, así como en Andahuaylas y Uranmarca, motivando ha realizar comercio hacia y entre los centros poblados, y cuyos resultados varían en mínimo al que se registra en la temporada de campaña de cosecha de sus productos agrícolas; para efecto de diseño del camino vecinal este valor se encuentra en el rango $IMD < 15$ Veh./día; Camino de Bajo Volumen de Tránsito que a su vez, de acuerdo a la clasificación de caminos vecinales, corresponde a T0.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 44: Estudio de tráfico – hoja 19.

6.0 COSTOS PROMEDIO DE TRANSPORTE

Los costos de transporte para la zona de estudio se puede determinar, debido al servicio continuo, como se ha explicado anteriormente, es por ello que han sido obtenidos a partir de la encuestas realizadas a los conductores de las unidades de transporte que cubre la ruta Andahuaylas – Uranmarca y Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca, estos costos actuales se podrán reducir luego de mejorar el estado de la Carretera que une estos poblados, ya que se reducirá el Costo de mantenimiento de los vehículos y la cantidad de combustible ha utilizar, así como se incrementara la demanda y se generara la nueva ruta hasta el distrito de Saurama en la provincia de Vilcashuaman, región Ayacucho al tener el puente Incachaka en servicio.

COSTO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

Para estimar los costos de transporte de pasajeros, se ha considerado la tarifa de Andahuaylas – Uranmarca y Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca:

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	COSTO (S/.)
ANDAHUAYLAS – URANMARCA	65.00	15.00
NUEVA ESPERANZA – CASCABAMBA – URANMARCA	39.00	7.00

COSTO DE TRANSPORTE DE CARGA

De igual manera para estimar los costos de transporte de carga, se ha considerado la tarifa de Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca, debido a que en el camino vecinal materia de estudio se brinda el servicio de carga hasta el sector Nueva Esperanza:

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	COSTO (S/.)	
		CABEZA DE GANADO	COSTAL DE CARGA
NUEVA ESPERANZA – CASCABAMBA – URANMARCA	39.00	7.00	2.00

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 45: Estudio de tráfico – hoja 20.

7.0 TIEMPOS PROMEDIOS DE VIAJE

Los tiempos promedio de viaje varían de acuerdo a la distancia de viaje y de la modalidad de transporte, en el siguiente cuadro se puede apreciar los tiempos promedio de viaje, los cuales han sido proporcionados por las autoridades, el Jefe del Puesto de Salud de Cascabamba, Huancane y Uranmarca, así como pobladores de Pacchipata y Rebelde Huayrana, los cuales han sido registrados por el personal de campo:

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (Promedio)				
		A PIE	A CABALLO	EN CAMIONETA	EN BUS	EN CAMION
NUEVA ESPERANZA – CASCABAMBA	11.00	1.20 hr.	1 hr.	30 min.	45 min.	50 min.
CASCABAMBA – HUANCANE	18.00	2 hr. y 10 min	1 hr. y 30 min	50 min.	1 hr.	1 hr. y 10 min
HUANCANE – URANMARCA	10.00	1.20 hr.	1 hr.	30 min.	45 min.	50 min.
TOTAL	39.00	4 hr. y 50 min.	3 hr. y 30 min.	1 hr. y 50 min.	2 hr. y 30 min.	2 hr. y 50 min.

Es preciso indicar que los tiempos de viaje que actualmente se registran se verán reducidos una vez rehabilitada el camino vecinal Cascabamba – Uranmarca – Incachaka y así como llegar al distrito de Chincheros y Saurama vía Uranmarca, empleando la vía mejorada y el puente Incachaka sobre el río Pampas para llegar al distrito de Saurama.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 46: Estudio de tráfico – hoja 21.

8.0 ESTIMACIÓN DE REDUCCIÓN DE FLETES

Los costos de transporte están relacionados directamente con el costo de operación vehicular, el cual a su vez se encuentra relacionado con el estado de transitabilidad de la vía y los tiempos de viaje, una vía en pésimo estado de transitabilidad significará mayores costos de operación que una vía en buen estado, así mismo significará un menor tiempo de recorrido, siendo este el punto mas importante para el pronto mejoramiento del Camino Vecinal Cascabamba – Uranmarca – Incachaka, ya que al contar con una vía en buenas condiciones se reducirá la cantidad de combustible a utilizar y la frecuencia de mantenimiento de los vehículos que transitan.

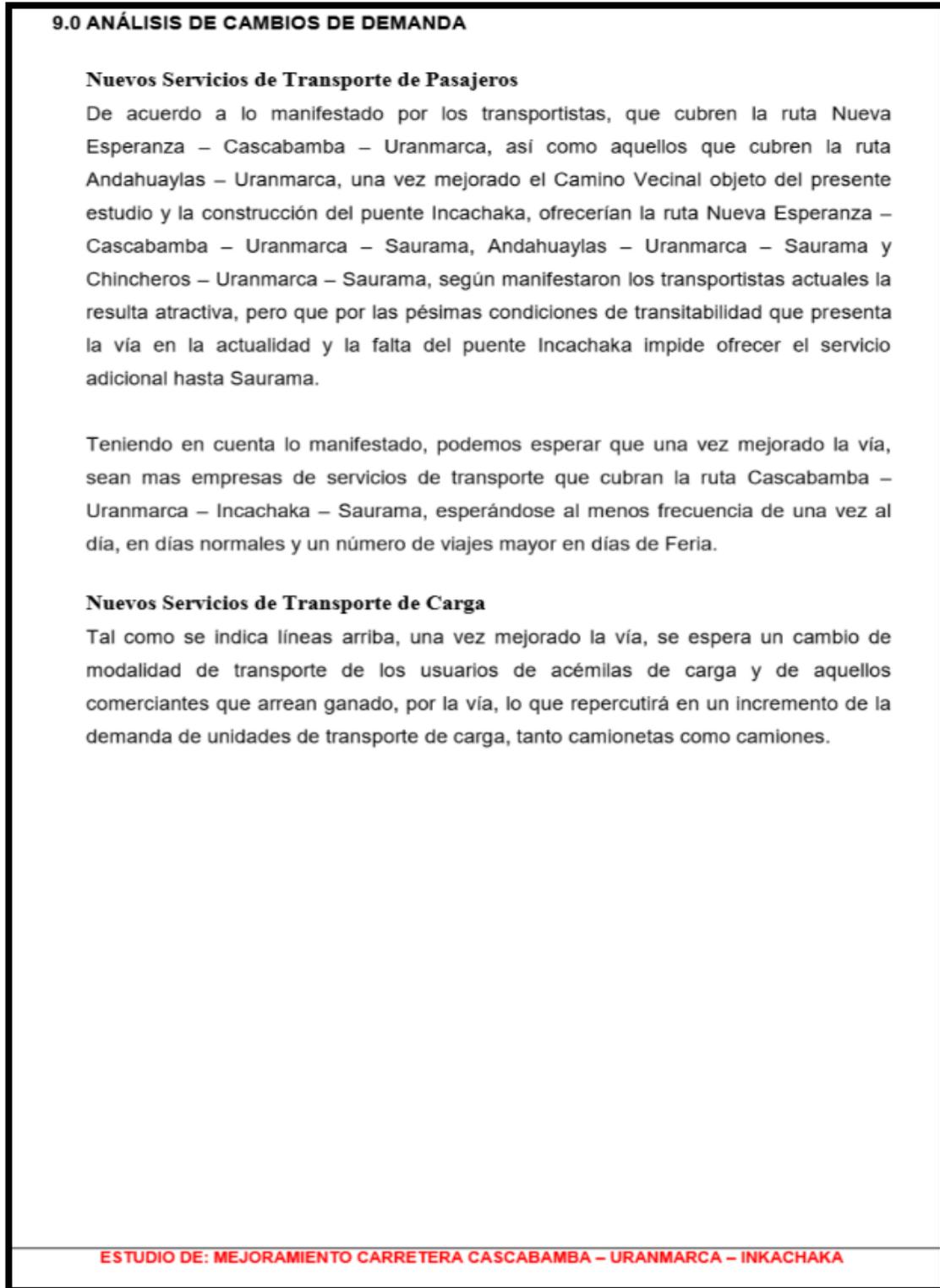
En relación a los costos de transporte de pasajeros, se estima que el costo de los pasajes se reduzca un promedio de 30%, dicha apreciación se basa en las encuestas realizadas a los transportistas que cubren la ruta Andahuaylas – Uranmarca y Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca, quienes cobran en la actualidad S/.15.00, S/. 7.000, respectivamente y al encontrarse la vía Cascabamba – Uranmarca – Incachaka mejorado, la nueva tarifa seria S/. 10.00 para la ruta Andahuaylas – Uranmarca y S/. 5.00 para el tramo Nueva Esperanza – Cascabamba – Uranmarca.

A partir de lo indicado y de la información recopilada, se considera aceptable considerar que la reducción de pasajes y fletes variará entre 30% y 50%, respectivamente, dependiendo de los costos actuales de pasajes y fletes, a fin de tener tarifas enteras.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 47: Estudio de tráfico – hoja 22.



Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 48: Estudio de tráfico – hoja 23.

10.0 PROYECCIONES DE TRÁNSITO FUTURO

En vista que el diseño del pavimento de la vía, se basa tanto en el tráfico actual así como en los incrementos de tránsito que se espera utilicen la carretera, resulta necesario realizar las proyecciones de Tránsito Futuro.

En primer lugar resulta necesario determinar el periodo de proyección del tráfico, el cual está en función de la vida útil del pavimento, así como las tasas de crecimiento, las cuales están en función de las tasas de crecimiento demográficas y macroeconómicas.

VIDA UTIL DEL PAVIMENTO

La vida útil de una Carretera de naturaleza semejante al presente, varía entre 5 a 10 años, para el presente caso se ha establecido un periodo de diseño de 10 años, contados a partir de la fecha de apertura del camino, por otro lado considerando que la vía entrará en servicio a partir del año 2010 y que el estudio de tráfico se realizó en Setiembre del 2009, el número de años hasta llegar a la vida útil del pavimento será de 10 años.

VOLUMEN DE TRANSITO PROYECTADO

El volumen de Tránsito Futuro (TF), se deriva a partir del Tránsito Actual (TA) y del Incremento de Tránsito (IT) esperado al final del periodo de vida útil del pavimento esperado.

$$TF = TA + IT$$

El Tránsito Actual (TA) es el tránsito que usará la carretera mejorada en el momento de quedar completamente en servicio, en el presente caso el Tránsito Actual se compone del Tránsito Existente (TE) antes de la mejora y del Tránsito Atraído (Tat) al nuevo camino una vez finalizada su mejoramiento.

$$TA = TE + TA_t$$

El TA estará compuesto por los vehículos que no cambian ni su origen ni su destino, ni su modo de viaje, pero eligen la vía motivados por las mejoras en los tiempos de recorrido y en las distancias principalmente. En nuestro caso el TA esta compuesto por unidades de transporte de pasajeros que actualmente usan la ruta **CASCABAMBA – URANMARCA – INCACHAKA**, los cuales alcanzan a mas de 60 unidades por semana.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 49: Estudio de tráfico – hoja 24.

El Incremento de Tránsito (IT), es el volumen que se espera use la carretera Mejorada en el año futuro seleccionado como de proyecto, éste tránsito se compone del Crecimiento Normal del Tránsito (CNT), del Tránsito Generado TG y del Tránsito Desarrollado TD.

El Crecimiento Normal del tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de "n" años, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{CNTF} = \text{TA} ((1+i)^n - 1)$$

El Tránsito Generado, por su parte consta de aquellos viajes vehiculares que no se realizarían si no se mejoraría la vía, el tránsito generado se compone de tres categorías Tránsito Inducido, Tránsito Convertido y Tránsito Traslado.

El Tránsito Inducido o nuevos viajes no realizados previamente por ningún modo de transporte, esta constituido en el presente caso por el posible tránsito que circulará por el incremento de la actividad agrícola y ganadera en Cascabamba, Rebelde Huayrana, Huancane, Uranmarca y en un futuro Chincheros y Saurama, en ese sentido se considera un incremento de camionetas y camiones básicamente, estimándose en un número de diez por cada tipo y día.

El Tránsito Convertido o nuevos viajes que previamente se hacían empleando otros medios de transporte y que por el mejoramiento de la vía, cambiarían de medio, en nuestro caso el tránsito convertido estará constituido por el volumen de transeúntes que circulan por la vía y que pasarían a emplear transporte de pasajeros, así como por las acémilas de carga y arreo de ganado, que pasarían a emplear camionetas y camiones de carga, se estima que para el transporte de pasajeros se habilitarán dos viajes diarios, uno por cada empresa de transportes interesada en brindar este servicio, en el caso del transporte de carga, se estima que por cada tonelada de carga de acémilas se empleará una camioneta y por cada 20 ton., un camión, en el caso de transporte de ganado se estima que por cada 15 cabezas de ganado vacuno o 30 cabezas de ganado ovino, se empleará un camión de dos ejes.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 50: Estudio de tráfico – hoja 25.

El Tránsito Traslado, consiste básicamente en viajes hechos previamente a destinos completamente diferentes atribuibles a la atracción de la nueva vía y no al cambio de uso de suelo. En nuestro caso el tránsito trasladado es de 4 a 6 viajes por día, hacia los distritos de Chincheros y Saurama.

El Tránsito Desarrollado (TD), es el incremento del volumen de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la vía, a diferencia del tránsito generado, el tránsito desarrollado continúa actuando por años después que la vía ha sido puesta en servicio. Un valor recomendable para el tránsito desarrollado es del orden del 25% del tránsito actual.

En resumen el tránsito final para el periodo de diseño es el siguiente:

$$TF= TA + (CNT+TG+TD)$$

TASAS DE CRECIMIENTO

Las tasas de crecimiento vehicular varían dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo en estudio o de otras vías de naturaleza similar. Para el presente tramo en estudio no se ha encontrado información histórica o estadística de tráfico en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que pueda resultar de utilidad.

Una metodología alternativa o complementaria en el caso de no contar con información histórica o en caso que la misma resulte insuficiente es realizar un análisis elástico de las variables macroeconómicas (PBI, Demografía, etc.) del área de influencia del proyecto, considerando los resultados de una encuesta de origen - destino.

En el presente caso, en donde se registra un volumen vehicular BAJO – REGULAR, compuesto básicamente por unidades ligeras y algunos vehículos pesados, se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico a la proyección de la tasa de crecimiento poblacional para el periodo 2009 – 2019 de la Provincia de Andahuaylas y Chincheros, como tasa de crecimiento del tráfico pesado a la proyección de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno del departamento de Apurímac.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 51: Estudio de tráfico – hoja 26.

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO DE APURIMAC

Variable Macroeconómica	Tasa de Crecimiento Histórica	Tasa de Crecimiento Promedio Anual Proyecciones		
		2010 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2040
POBLACION	(1993-2007)			
PROVINCIA ANDAHUAYLAS	1.00	1.2	1.8	1.6
DISTRITO CHICMO	0.5			
PROVINCIA CHINCHEROS	1.09	1.2	1.4	1.6
DISTRITO URANMARCA	1.07			
PBI	(1994-2002)			
Región APURIMAC	1.1	2.5	3.2	3.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

En resumen las tasas de crecimiento del tráfico vehicular ligero y pesado que han sido consideradas para la proyección del tráfico, son las siguientes:

TASAS DE CRECIMIENTO

TIPO DE VEHÍCULO	TASA % ANUAL
Vehículos Ligeros	1.09
Ómnibus	2.5
Camión 2E/3E	2.5

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 52: Estudio de tráfico – hoja 27.

TRANSITO PROYECTADO

El tránsito actual queda definido de la siguiente manera:

IMDA TRANSITO ACTUAL

TRAMO: NUEVA ESPERANZA – URANMARCA

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
71	21	12	0	35	3
100 %	29.58%	16.90%	0.00%	49.30%	4.22%

Luego de aplicar las fórmulas indicadas, se obtiene el siguiente resultado del tránsito proyectado:

IMDA TRANSITO PROYECTADO AÑO 2020

TRAMO: NUEVA ESPERANZA – URANMARCA

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
361	84	63	39	128	47
100 %	23.27%	17.45%	10.80%	35.46%	13.02%

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 53: Estudio de tráfico – hoja 28.



**CONSORCIO J Y J
CONSULTORES**

Calle Las Druas N° 149 – 2do.
Piso – Urb. San Hilarión – San
Juan de Lourigancho
Telefax N° 3769535

11.0 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

El número de ejes equivalentes resulta necesario para el diseño de pavimentos, dicho cálculo se desarrolla sobre la base de los factores destructivos del pavimento, los cuales son determinados a partir de un censo de cargas en donde se realice el pesaje y medida de la presión de llantas de una muestra representativa de vehículos que circulan por la vía objeto de estudio.

Habida cuenta que en el presente estudio, el censo de cargas no forma parte de los alcances de los servicios a prestar por el consultor y siendo el mismo no representativo debido a los bajos volúmenes que registra, hemos precedido a calcular el número de ejes equivalentes en base a las máximas cargas permitidas para el tipo de vehículo correspondiente.

ESTIMACION DE PESOS POR EJE

De las encuestas realizadas en el campo, se ha obtenido la clasificación de tráfico diario por sentido, que se muestra en el cuadro adjunto, en esta clasificación se han seleccionado los tipos de vehículos, así como la composición de los ejes en cada uno de ellos (ejes simples, dobles o tándem).

Las fórmulas para el cálculo de los ejes equivalentes empleados corresponden a las planteadas por la AASHTO y analizadas por la Transportation Research Laboratory:

FACTORES DESTRUCTIVOS

Para el cálculo de los factores destructivos para cada tipo de vehículo se utilizó las relaciones siguientes:

$$EE = (Ps/8.20)^{4.5}$$
$$EE = (Pd/15.30)^{4.5}$$
$$EE = (Pt/22.95)^{4.5}$$

Donde:

- EE = Factores Destructivos o Ejes Equivalentes.
- Ps = Carga por Eje Simple.
- Pd = Carga por Eje Doble.
- Pt = Carga por Eje Triple.

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 54: Estudio de tráfico – hoja 28.

Los factores destructivos considerados son el factor de carga y el factor de presión neumática, debido a que ambos influyen sobre las superficies asfaltadas. Para conocer las cargas por ejes de cada tipo de vehículo, se considera la información contenida en las "NORMAS DE PESO Y DIMENSIONES PARA CIRCULACION EN LAS CARRETERAS DE LA RED VIAL NACIONAL según RESOLUCION MINISTERIAL 375 - 98 - MTC/15.02 del 10 de Setiembre de 1998

PESOS VEHICULARES POR EJE

Ejes	Neumáticos	Kg.
Simple	02	6,000
Simple	04	11,000
Doble (Tandem)	06	15,000

A partir de los pesos máximos indicados, se ha procedido a calcular los factores de carga, que se muestran a continuación:

FACTORES DE CARGA

Tipo Vehículo	Eje Delantero	Grupo 2	Grupo 3	Total
LIGEROS	0.2451			0.2451
C2E	0.2451	3.7506		3.9958
C3E	0.2451	2.0778		2.3230
BUS	0.2451	3.7506		3.9958

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES (EAL)

A partir del tráfico proyectado y los factores de carga se procede a calcular el número de ejes equivalentes para el último año de diseño, obteniéndose los siguientes resultados

La fórmula general de cálculo se detalla a continuación, teniendo en cuenta que esta formula es para cada tipo de vehículo y luego se efectuara la sumatoria de los mismos teniendo el EAL para diseño:

Figura 55: Estudio de tráfico – hoja 29.

$$ESAL = (365 \times IMD((1+(Rt/100))^{N^{\circ}}-1)) / (N^{\circ}/100) \times EE$$

Donde:

IMD = Índice Medio Diario Corregido.

Rt. = Tasa de Crecimiento Anual expresada en Porcentaje.

N° = Periodo de Análisis - Años

EE = Factores Destructivos o Ejes Equivalentes según tipo de vehículo.

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES AL AÑO 2020

Tipo de Vehículo	LIGEROS	COMBIS	BUS	C2E	C3E
Tránsito Anual	30,751	22,995	14,235	46,629	17,064
Factores Carga	0.2451	0.2451	3.9958	3.9958	2.3230
EAL	8,400	6,281	72,811	238,504	50,741

Del cuadro anterior se puede obtener que el EAL es igual a 376,739 ó 3.77E+05 ejes equivalentes.

Figura 56: Estudio de tráfico – hoja 30.



VEHICULO QUE TRANSITAN TIPO STATION WAGON

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 57: Estudio de tráfico – hoja 31.



ARREO DE GANADO VACUNO, POR LA FALTA DE TRANSPORTE ADECUADO



ARREO DE GANADO OVINO, POR LA FALTA DE TRANSPORTE ADECUADO

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 58: Estudio de tráfico – hoja 32.



TRASLADAN ANIMALES A PIE HACIA EL MERCADO POR LA FALTA DE TRANSPORTE



UNIDAD DE EMPRESA ETCEL QUE PRESTA SERVICIO EN EL TRAMO

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.

Figura 59: Estudio de tráfico – hoja 33.



UNIDAD DE EMPRESA ARGUEDAS QUE PRESTA SERVICIO ANDAHUAYLAS – URANMARCA



CAMIONES DE UN EJE QUE TRANSITAN EN EL CAMINO A MEJORAR

ESTUDIO DE: MEJORAMIENTO CARRETERA CASCABAMBA – URANMARCA – INKACHAKA

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac.