

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO EN HIDROLOGÍA,  
DRENAJE E IMPACTO AMBIENTAL APLICADO A LA  
CARRETERA CAÑETE – LUNAHUANÁ**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**CLAUDIA SUSAN CARRILLO MARROÚ**

**Lima- Perú**

**2012**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
1.1. ASPECTOS GENERALES	8
1.1.1. Objetivos generales y específicos del estudio	9
1.1.2. Alcances del estudio	10
1.2. ANTECEDENTES DEL INVENTARIO VIAL CALIFICADO	10
1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE CARRETERAS	18
2.2. SUBSISTEMA DEL INVENTARIO VIAL CALIFICADO	20
2.3. OBRAS DE DRENAJE	22
2.4. IMPACTO AMBIENTAL	30
2.5. GEOREFERENCIACIÓN Y SIG	33
<b>CAPÍTULO III. INVENTARIO PRELIMINAR GEOREFERENCIADO</b>	<b>34</b>
3.1. TRABAJO EN CAMPO	34
3.2. ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS INVENTARIADAS	34
3.2.2. Análisis de los canales inventariados en el tramo en estudio	37
3.2.3. Análisis de los Badenes Inventariados	40
3.2.4. Hidrología de la cuenca San Jerónimo	41
3.3. ANÁLISIS DEL ASPECTO AMBIENTAL	47
<b>CAPÍTULO IV. PROPUESTA TÉCNICA</b>	<b>53</b>
4.1. INVENTARIO VIAL DE ALCANTARILLAS	58
4.2. INVENTARIO VIAL DE CANALES	62
4.3. INVENTARIO VIAL DE BADENES	65
4.4. INVENTARIO VIAL EN IMPACTO AMBIENTAL	68

---

<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
5.1. CONCLUSIONES	70
5.2. RECOMENDACIONES	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo A – Planos.	
Anexo B – Memoria fotográfica de alcantarillas inventariadas.	

## RESUMEN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha desarrollado un Sistema de Gestión de Carreteras (SGC) con la finalidad de administrar en forma organizada y rentable las tareas correspondientes a la etapa de conservación y mantenimiento de una obra vial.

Como primera etapa para dar inicio al ciclo de gestión vial se requiere contar con la información actualizada del estado de la vía, para ello el SGC cuenta con un Manual de Inventario Vial Calificado, que provee las pautas para determinar las características técnicas y físicas de la Red Vial Nacional (RVN), proporcionando así la información en formatos adecuados para la conformación de la base de datos que permitirá el funcionamiento del Sistema.

Con la finalidad de plantear nuevos elementos en el Manual del Inventario Vial Calificado, se ha realizado el inventario a un tramo de carretera modelo correspondiente a la carretera Cañete – Lunahuaná enfocado en las obras de drenaje existentes a lo largo de la vía y al aspecto ambiental actual de la zona.

De este modo se ha realizado una propuesta de actualización del manual en la cual se incluyen nuevos parámetros que proporcionen un mejor entendimiento del estado de la vía. Cabe mencionar que el aspecto ambiental no se encuentra incorporado en el Manual de Inventario Vial brindado por el MTC, por lo que su inclusión en este informe forma parte de esta propuesta técnica.

Así mismo, como parte de esta propuesta se ha incorporado, además de nuevos datos a inventariar, la georeferenciación a través del uso de mapas temáticos que faciliten la visualización del estado actual de la carretera.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 – Resumen de las Principales Variables Meteorológicas	15
Tabla 1.2 – Valores de Caudales Pico en la Estación Hidrométrica Socsi	16
Tabla 2.1 Tipos de datos del Inventario Calificado	20
Tabla 3.1 - Parámetros Fisiográficos de la Cuenca San Jerónimo	42
Tabla 3.2 - Valores de parámetros para intensidad de lluvia	44
Tabla 3.3 - Valores de intensidades de lluvia	44
Tabla 3.4 - Valores de precipitación	45
Tabla 3.5 - Descarga máxima de diseño – Badén San Jerónimo	47
Tabla 4.1–Comparación del Manual del Inventario Vial vigente y la Propuesta de Actualización	54
Tabla 4.2 – Criterio para la Condición Estructural en Alcantarillas	59
Tabla 4.3 – Criterio para la Condición Funcional en Alcantarillas	59
Tabla 4.4 – Inventario de Alcantarillas	61
Tabla 4.5 – Criterio para la Condición Estructural en Canales	62
Tabla 4.6 – Criterio para la Condición Funcional en Canales	63
Tabla 4.7 – Inventario de canales	64
Tabla 4.8 – Criterio para la Condición Estructural en Badenes	65
Tabla 4.9 – Criterio para la Condición Funcional en Badenes	66
Tabla 4.10 – Inventario de badenes	67
Tabla 4.11 - Ficha de Impacto Ambiental	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Ubicación del proyecto	12
Figura 2.1 – Visión General de los Componentes del SGC	19
Figura 4.1. Diagrama de Flujo del Sistema del Inventario Vial	53

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>Sigla</b>	<b>Descripción</b>
AID	Área de influencia directa
All	Área de influencia indirecta
CNSV	Consejo Nacional de Seguridad Vial
DS	Decreto Supremo
EBM	Modelo de presupuesto de gastos
HDM	Herramienta de manejo y desarrollo de carreteras
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
OPEI	Oficina de Programación, Evaluación e Información
RVN	Red Vial Nacional
SAM	Subsistema de Administración y Mantenimiento
SGC	Sistema de Gestión de Carreteras
SIC	Subsistema de Inventario Calificado
SIG	Sistema de Información Geográfica
SPL	Subsistema de Planeamiento

## INTRODUCCIÓN

La conservación de una obra vial viene a ser la mejor inversión posible, una conservación adecuada garantiza la inversión inicial de construcción, y a su vez disminuye el costo de explotación, así mismo, prolonga la vida tanto del camino como de los vehículos que circulan por él.

Para llevar a cabo una conservación adecuada los trabajos deben ejecutarse oportunamente por lo cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) desarrolló durante el año 2000 un Sistema de Gestión de Carreteras (SGC), el cual lo define como “una herramienta de planificación, que permite optimizar la asignación de los recursos humanos, económicos y financieros disponibles, seleccionando de manera racional y programada los tramos de la RVN (Red Vial Nacional) que requieren una intervención”.

El SGC está compuesto de 3 subsistemas:

- Inventario Vial Calificado
- Planeamiento
- Administración del Mantenimiento

El Inventario Vial Calificado cuenta con un manual que provee las pautas a tomar en cuenta para evaluar el estado de una carretera.

El presente informe tiene como objetivo principal realizar una propuesta para actualizar el manual técnico de inventario vial aplicado a las obras de drenaje e impacto ambiental, utilizando mapas temáticos e incluyendo nuevos parámetros necesarios para detallar de mejor manera el estado de la vía. Por otro lado, los objetivos específicos incluyen la realización del inventario vial de obras de drenaje y alcantarillado en un tramo de la carretera Cañete – Lunahuaná, así como un análisis del estado situacional de las obras de drenaje y la evaluación del impacto ambiental en el tramo antes mencionado.

El tramo de estudio se encuentra entre el km 33+000 y el km 35+000 de la carretera Cañete – Lunahuaná, dicha carretera se encuentra ubicada en la Región Lima, provincia de Cañete y pertenece a la Red Vial Nacional, con código

de Ruta N° PE 24, iniciándose en el distrito de Imperial, y finalizando el trazo en la Salida de Lunahuaná, Anexo de Uchupampa.

El estudio comprende en su desarrollo cuatro capítulos. El primer capítulo contiene los antecedentes del proyecto tanto del SGC y del Inventario Vial, además también se describen los objetivos, las características generales y los alcances del estudio, así como el establecimiento del marco normativo de referencia.

El segundo capítulo contiene el marco teórico necesario para la comprensión del presente documento. Se han incluido temas que van desde la definición del SGC y el subsistema del Inventario Vial Calificado, drenaje de vías e impacto ambiental hasta la descripción de conceptos generales como georeferenciación y SIG (sistema de información geográfica).

El tercer capítulo describe el inventario preliminar georeferenciado, en el cual se describe el estado actual de las obras de drenaje haciendo un análisis de los factores que han modelado las características que presentan las estructuras. Además se realiza recomendaciones para los casos en que las estructuras inventariadas presentan mal funcionamiento o deterioro. Así mismo, se describe la hidrología y el caudal de diseño para el badén inventariado.

Por otro lado, también se ha delimitado el área de influencia de la zona en estudio y se ha identificado los posibles impactos ambientales que se generan en la carretera.

En el cuarto capítulo se efectúa la propuesta técnica de actualización del Inventario con la modificación e implementación de nuevos ítems en la toma de datos, todo esto en base a las necesidades surgidas para realizar el tercer capítulo de Inventario preliminar. Así mismo, se detallan los criterios que se deben tomar en cuenta durante el inventario para calificar el estado funcional y estructural de las obras de drenaje, además se presentan las tablas correspondientes al tramo de estudio inventariado según la propuesta de este informe.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente informe.

## CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 1.1. Aspectos Generales

La infraestructura vial ha sido reconocida, principalmente en los países en vías de desarrollo, como un pilar central para estimular la actividad económica debido a que es una de las bases fundamentales sobre las que se apoyan todas las actividades privadas de un país (Banco Mundial, 1994).

En el Perú los planes de mantenimiento de las redes viales sólo contemplan alrededor de 30,000 km de carreteras, mientras que más de 40,000 km no están sujetos a ningún programa regular de mantenimiento (IPE, 2008). Asimismo, según la misma publicación, varios tramos de carreteras han sido licitados en sucesivas oportunidades a lo largo de las últimas décadas, debido a que estos han tenido que ser reconstruidos completamente ante la carencia de una política de mantenimiento vial.

La inversión en conservación de una obra vial es un aspecto de gran importancia para la gestión de carreteras. Una conservación adecuada garantiza la inversión inicial de construcción, a su vez disminuye el costo de explotación y prolonga la vida útil tanto del camino como de los vehículos que circulan por él.

La conservación vial es un proceso integral que en lo económico tiene el objetivo de optimizar el uso del dinero y preservar el valor del patrimonio vial de la Nación que, en el caso del Perú, es particularmente importante en razón de los elevados costos de inversión para la construcción de carreteras que significa vencer la morfología mayoritariamente agreste del territorio nacional, frente a las limitaciones de recursos del país (MTC, 2007). Para llevar a cabo una conservación adecuada los trabajos deben ejecutarse oportunamente, por lo cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) desarrolló durante el año 2000 un Sistema de Gestión de Carreteras (SGC) el cual lo define como “una herramienta de planificación, que permite optimizar la asignación de los recursos humanos, económicos y financieros disponibles, seleccionando de manera racional y programada los tramos de la RVN (Red Vial Nacional) que requieren una intervención”.

El SGC está compuesto de 3 subsistemas:

- Subsistema de Inventario Vial Calificado
- Subsistema de Planeamiento
- Subsistema de Administración del Mantenimiento

Para iniciar el ciclo de gestión vial, se requiere contar con la información actualizada del Inventario Vial Calificado, a fin de determinar las características técnicas y físicas de la Red Vial Nacional (RVN), proporcionando la información en formatos adecuados para la conformación de la base de datos que permitirá el funcionamiento del Sistema. Para ello, el MTC cuenta con un manual técnico elaborado con el fin de describir las diferentes metodologías que se aplicaron durante la fase del inventario a un plan piloto de carreteras de la RVN, así como métodos adicionales que el MTC podría considerar en el futuro. Además detalla los formatos que se adoptan para agrupar los datos en la base de datos del Subsistema del Inventario Vial Calificado.

Cabe mencionar que el manual con el que se cuenta para el desarrollo del Inventario Vial ha sido establecido para carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

#### **1.1.1. Objetivos generales y específicos del estudio**

El principal objetivo del presente trabajo es el de realizar una propuesta para actualizar el manual técnico del Inventario Vial Calificado aplicado a las obras de drenaje e impacto ambiental, utilizando como recursos mapas temáticos que faciliten la comprensión del estado actual de la carretera.

#### **Objetivos específicos:**

- Realizar el inventario vial de obras de drenaje en el tramo de estudio comprendido entre el km 33+000 y el km 35+000 de la carretera Cañete - Lunahuaná.
- Analizar el estado situacional de las obras de drenaje y realizar una evaluación del impacto ambiental del tramo en estudio.
- Proponer una actualización del manual del Inventario Vial existente.

### 1.1.2. Alcances del estudio

Los alcances del presente estudio son los siguientes:

- Análisis de los antecedentes del Inventario Vial Calificado correspondiente al Sistema de Gestión de Carreteras del MTC.
- Descripción de los factores físicos del territorio, en la zona de estudio, a partir de información secundaria.
- Inventario de las obras de drenaje existentes en el tramo de estudio.
- Descripción de la hidrología de la cuenca del badén San Jerónimo incluida en el Estudio Definitivo de la carretera Cañete - Lunahuaná.
- Identificación de los impactos ambientales esperados en la zona de estudio.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Propuesta de actualización del Manual Técnico del Inventario Vial Calificado que permita el mejor desarrollo de la Gestión de Carreteras en lo referente a obras de drenaje.
- Implementación del Manual Técnico del Inventario Vial Calificado con respecto a Impacto Ambiental.

### 1.2. Antecedentes del Inventario Vial Calificado

En 1999 el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción confió el estudio del Sistema de Gestión de Carreteras del MTC a la Asociación BCEOM – OIST. El estudio constó en la elaboración e implementación del SGC a un plan piloto de 1,900 km de carreteras de la Red Nacional incluyendo carreteras pavimentadas (asfaltadas y de concreto de cemento) y carreteras no pavimentadas. La primera parte del SGC, el Subsistema de Inventario Calificado SIC, describió el Manual Técnico del Inventario Vial, en el cual se explicaron las diferentes metodologías que se aplicaron durante la fase de inventario y también métodos adicionales que el MTC podría considerar.

En el año 2004, Provías Nacional encargó a la Empresa TNM el inventario vial calificado de la RVN Asfaltada en el cual se logró inventariar cerca de 8,500 km de vía.

Más adelante, en el 2006, financiado con donación de la CAF (Corporación Andina de Fomento), se efectuó con la Empresa INOCSA el inventario de unos 8,500 Km. de RVN no pavimentada (existentes a esa fecha con el Clasificador Vial anterior: D.S. 009-1995-MTC).

El DS 034-2008-MTC aprueba el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.

En el Artículo 11º, referido al Planeamiento, Inciso 11.3, se indica lo siguiente:

“Las autoridades competentes para efectos de la formulación de los planes indicados y en función a la priorización de inversiones, realizan y/o actualizan los inventarios viales, siendo éstos:

- i) De carácter básico, cuyo objetivo es obtener o actualizar información relativa a la ubicación, longitud, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura, clasificación o jerarquización, estado situacional general; y
- ii) De carácter calificado, cuyo objetivo es obtener información actualizada y detallada de todos los elementos conformantes de la vía”.

En octubre del 2008 se emite el DS N° 044-2008-MTC, aprobando el nuevo Clasificador Vial del Sistema Nacional de Carreteras - SINAC, con lo cual la longitud de la Red Vial Nacional existente pasó a 23,903 km de vía; registrándose un incremento en casi 6,000 km.

El Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen De Tránsito, fue aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con Resolución Ministerial N° 240-2008 MTC. Dicho manual incluye consideraciones. La ejecución de este manual fue financiado con aportes del Plan Binacional de la Región Fronteriza Perú – Ecuador, a través de recursos del Fondo Binacional para la Paz y el Desarrollo.

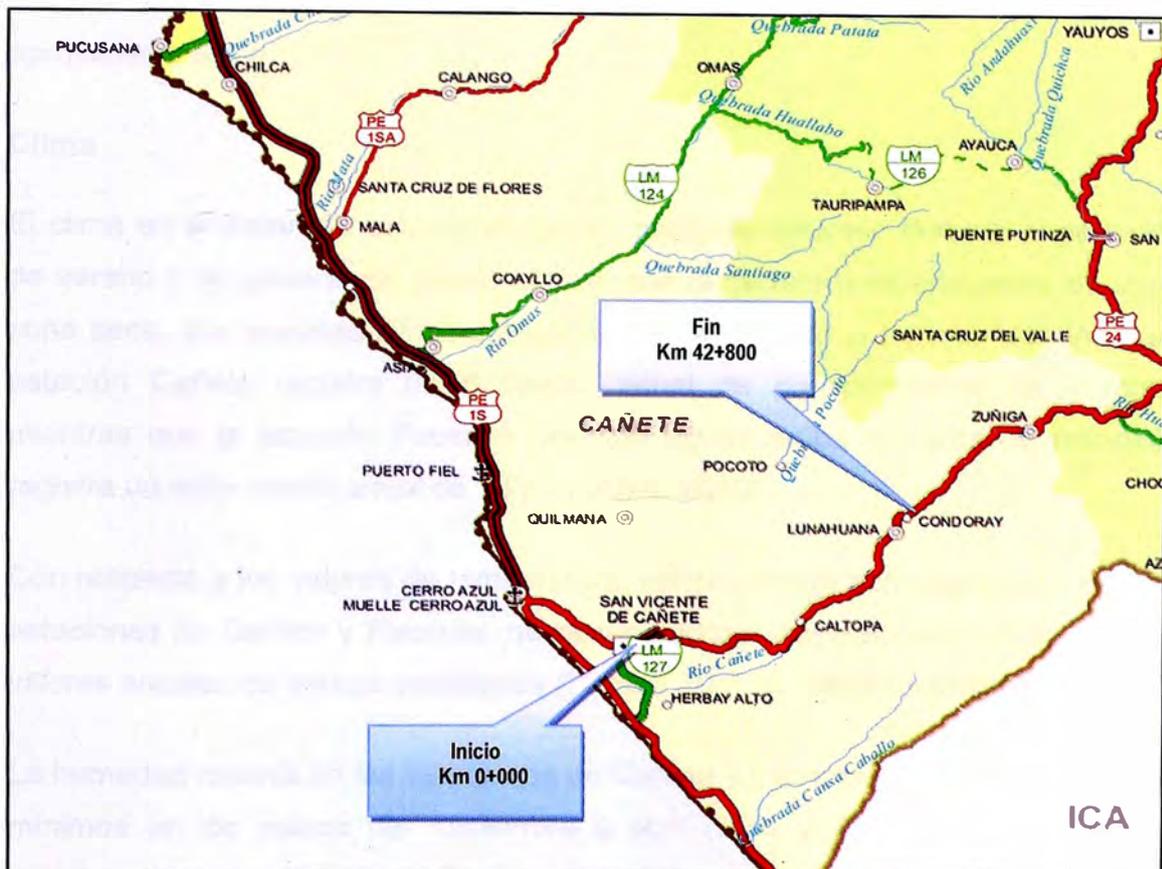
### **1.3. Características generales de la zona de estudio**

#### **Ubicación del Estudio**

La carretera Cañete Lunahuaná se encuentra ubicada en la Región Lima,

provincia de Cañete y pertenece a la Red Vial Nacional, con código de Ruta N° PE 24, iniciándose en el distrito de Imperial, y finalizando en la Salida de Lunahuaná, Anexo de Uchupampa, con una longitud de 42.8 km. En la figura 1.1 se muestra la ubicación de la carretera Cañete Lunahuaná.

**Figura 1.1 – Ubicación del proyecto**



Fuente: CESEL, Abril 2011.

En el presente informe, el tramo de estudio corresponde al tramo ubicado entre la progresiva km 33+000 al km 35+000, tal como se puede apreciar en el mapa 1.1, el tramo atraviesa el distrito de San Jerónimo.

### **Accesibilidad**

El acceso a la ciudad de Cañete, dada su cercanía con la ciudad de Lima se hace por vía terrestre empleando la Carretera Panamericana Sur y el ingreso utilizado con mayor frecuencia se ubica en el km. 144,3 aproximadamente.

## **Altitud**

Cabe indicar que, todo el tramo de la carretera Cañete - Lunahuaná discurre en costa variando su altitud de los 87,2 m.s.n.m. ubicado en su inicio en el distrito de Imperial hasta llegar a una altitud de 525,4 m.s.n.m. en el Anexo de Uchupampa, perteneciente al distrito de Lunahuaná. En cuanto al tramo en estudio, éste se encuentra a una altitud promedio de 400 m.s.n.m. aproximadamente.

## **Clima**

El clima en el tramo de estudio es cálido, bastante caluroso durante el período de verano y en general se puede afirmar que la carretera se encuentra en una zona seca, con escasas a nulas precipitaciones en todo el periodo del año. La estación Cañete registra un promedio anual de precipitaciones de 8 mm, mientras que la estación Pacarán (ubicada aguas arriba del área de estudio) registra un valor medio anual de 13 mm (ANA, 2010).

Con respecto a los valores de temperatura, estos también son registrados en las estaciones de Cañete y Pacarán, no observándose mayores variaciones en los valores anuales de ambas estaciones (20 °C y 20.7 °C respectivamente).

La humedad relativa en las estaciones de Cañete y Pacarán, registra sus valores mínimos en los meses de diciembre a abril (78% y 73% respectivamente), mientras que los valores máximos se producen en los meses de junio a setiembre (84% y 80% respectivamente).

En cuanto a la velocidad de viento, la distribución de la velocidad de viento es similar en las estaciones de Cañete y Pacarán, siendo los valores máximos de 2.5 a 2.9 m/s en los meses de diciembre a marzo y valores mínimos del orden de 2.0 m/s en los meses de abril a setiembre. La velocidad predominante del viento es SO y SO-NE respectivamente.

Finalmente, los valores de evaporación registrados en las estaciones Cañete y Pacarán son de similar orden de magnitud (1,250 mm y 1,333 mm respectivamente). La variación mensual en ambas estaciones tiene un comportamiento similar, con los mayores valores entre enero y marzo, y los

menores valores entre junio y agosto. La tabla 1.1 presenta un resumen de las principales variables meteorológicas:

Tabla 1.1 – Resumen de las Principales Variables Meteorológicas

Variable	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación Total Mensual (mm)	Pacarán	3.7	2.7	3.9	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.7	0	1.7	13
	Cañete	0.2	0.3	0.1	0	1	0.9	1.2	1.9	0.8	0.7	0.4	0.3	7.8
Temperatura Media Mensual (°C)	Pacarán	22.8	23.7	23.9	22.9	20.3	17.9	17.3	17.6	19.1	20	20.5	22	20.7
	Cañete	23.4	24.1	24.1	22.4	18	17	16.7	16.77	17.3	18.3	19.8	21.8	20.0
Humedad Relativa (%)	Pacarán	77.6	75.8	73.8	76	79	81.6	80.8	80.2	77.6	75.2	76.8	76.4	77.6
	Cañete	79.3	78.3	78.3	79.4	82.3	84.3	84.2	84.3	84.2	83.2	81.2	80.2	81.6
Velocidad de Viento (m/s)	Pacarán	2.7	2.7	2.8	2.6	2.2	2.0	1.9	2.3	2.4	2.5	2.7	3.0	2.5
	Cañete	2.9	2.5	2.7	2.6	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.5	2.5	2.4
Evaporación Total Mensual (mm)	Pacarán	121.5	120	137.4	120.4	103	79	81	92.1	106.6	120.1	121.3	130.5	1333
	Cañete	154.7	143.9	151.1	129.3	87.5	54.8	54.2	59.4	72.2	97.7	109	135.8	1250

Fuente: INRENA, 2011

## Hidrología

A nivel regional el área de estudio está ubicada en la cuenca del río Cañete. La cuenca del río Cañete se ubica entre los paralelos 11° 55' y 13° 15' de Latitud Sur, y entre los meridianos 75° 30' y 76° 30' de Longitud Oeste, con altitudes que varían entre 0 y 5,900 msnm. El área total de la cuenca es de 6,017 km<sup>2</sup>, la altitud media es de 3,686 msnm y cuenta con una pendiente media del orden de 12%. El Factor de Forma de la cuenca (0.34) indicaría que esta cuenca tiene buena respuesta a las crecidas.

El río Cañete dispone de una estación de aforos localizada 20 metros aguas abajo del puente Socsi (sobre la carretera Cañete – Lunahuaná). Geográficamente se ubica en las coordenadas 76°10' de longitud Oeste y 13°00' de latitud Sur y a una altitud de 350 m.s.n.m. El área de cuenca hasta la estación hidrométrica Socsi es de 5,890 km<sup>2</sup>.

Según registros de la estación Socsi, el caudal medio anual del río Cañete es de 48 m<sup>3</sup>/s, con variaciones mensuales de 10.2 m<sup>3</sup>/s en el mes de setiembre y 151.1 m<sup>3</sup>/s en el mes de marzo (Nippon Koei, 2001).

Con respecto a los caudales pico, estudios en la zona han obtenido los valores que se muestran a continuación en la tabla 1.2:

**Tabla 1.2 – Valores de Caudales Pico en la Estación Hidrométrica Socsi.**

<b>Tr (años)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
25	702.6
50	826.6
75	900.8
100	956.4
200	1092.3

Fuente: ANA, 2010

A nivel local, el tramo de estudio es cruzado sólo por la quebrada San Jerónimo, en cuyo punto de cruce se tiene ubicado un badén. Esta quebrada es de régimen intermitente, siendo activada sólo por las lluvias estacionales en la parte alta de su cuenca.

Estudios específicos efectuados para el tramo de carretera bajo análisis (CESEL, 2011) señalan que la quebrada tiene un área de 31.1 km<sup>2</sup> de superficie colectora, posee una cota media equivalente a 1,307 msnm y una longitud de cauce igual a 11.05 kilómetros. El mismo estudio ha efectuado un cálculo de caudales pico, habiendo obtenido valores de 6.2 m<sup>3</sup>/s para 100 años de periodo de retorno y 9.3 m<sup>3</sup>/s para 200 años (valores estimados a partir del método racional).

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Sistema de Gestión de Carreteras

El Sistema de Gestión de Carreteras es una herramienta de planificación, que permite optimizar la asignación de los recursos humanos, económicos y financieros disponibles, seleccionando de manera racional y programada los tramos de la RVN (Red Vial Nacional) que requieren una intervención (Provías Nacional, 2011).

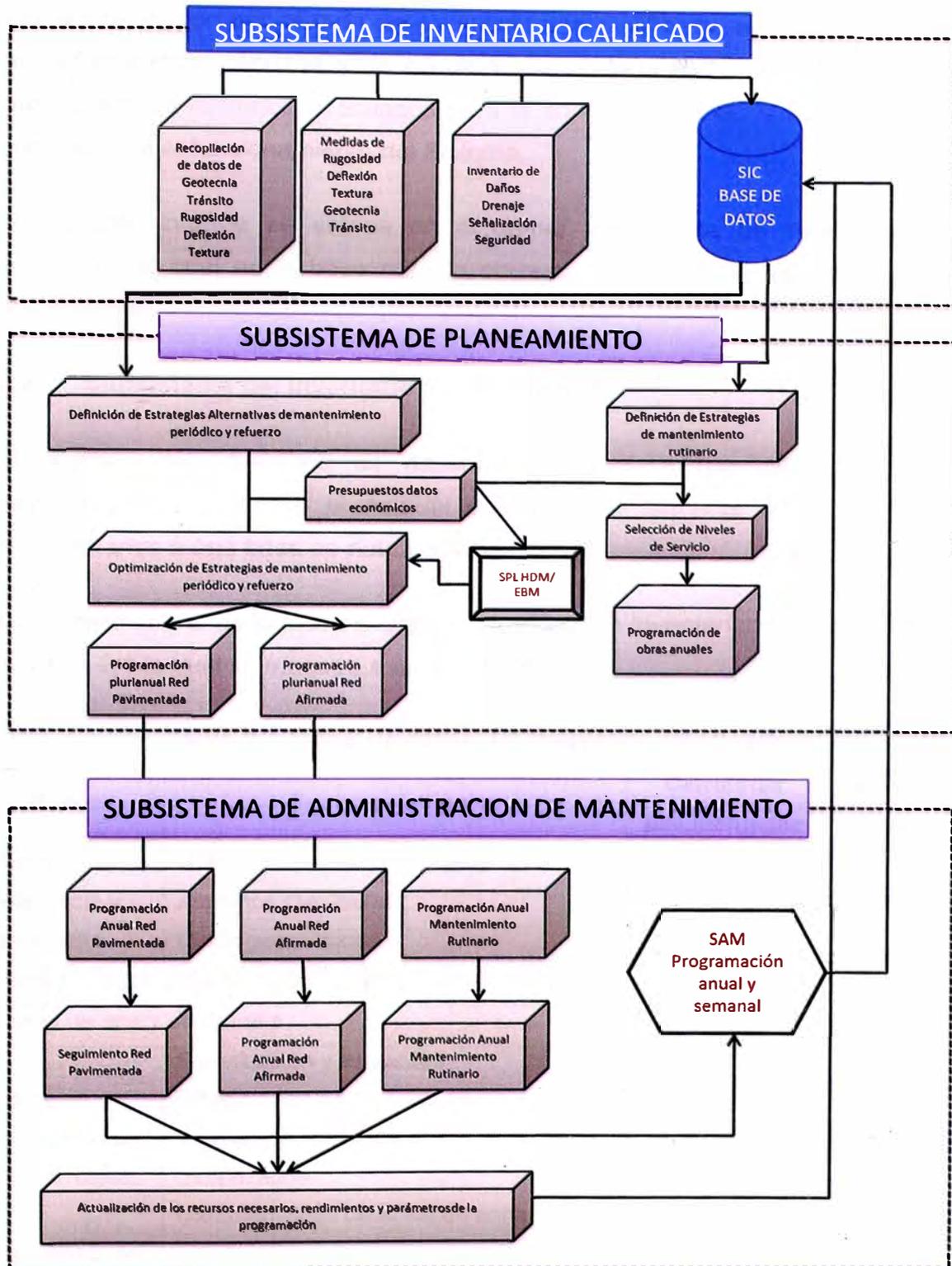
El objetivo principal del SGC es el de elaborar políticas, estrategias y programas de conservación y mantenimiento de la red vial nacional; seleccionado de manera racional los tramos que requieran intervenciones de mantenimiento; definiendo los presupuestos mínimos, y optimizando el uso de los recursos humanos y financieros disponibles (Asociación BCEOM – OIST, 2001).

El SGC comprende 3 subsistemas:

- Inventario Vial Calificado, el cual se refiere a recolectar datos y guardarlos en una base de datos denominado Subsistema de Inventario Calificado (SIC);
- Planeamiento, enfocado a optimizar los recursos para planificar y programar las obras de mantenimiento, aprovechando los datos recolectados en la etapa anterior; y
- Administración del mantenimiento, encargado de realizar el seguimiento de la Red Vial y la actualización de la base de datos.

A continuación se muestra un diagrama que explica la visión general del SGC.

**Figura 2.1 - Visión General de los Componentes del SGC.**



Fuente: Oficina de Programación, Evaluación e Información (OPEI) – Provias Nacional, 2011.

Como es evidente, el Sistema de Gestión debe ir permanentemente actualizándose a la par con la Red Vial Nacional.

Por lo antes mencionado, para iniciar el ciclo de gestión vial se requiere contar con la información actualizada del Inventario Vial Calificado, a fin de determinar las características técnicas y de condición física de la RVN, proporcionando la información en formatos adecuados para la conformación de la base de datos que permitirá el funcionamiento del Sistema.

El presente informe se enfoca en el primer subsistema de Inventario Vial Calificado, el cual es la base para la correcta aplicación de los subsistemas precedentes.

## 2.2. Subsistema del Inventario Vial Calificado

El objetivo del Inventario es describir la carretera (pavimentadas o no pavimentadas), para ello el manual cuenta con formatos adecuados para suministrarlos a una base de datos del SIC.

Los rubros sobre los cuales se recopilan los datos a inventariar se presentan en la Tabla 2.1 la cual se muestra a continuación:

**Tabla 2.1 Tipos de datos del Inventario Calificado**

Rubros	Temas principales	Carreteras pavimentadas	Carreteras afirmadas
Sistema de referencia y geometría	Ubicación de los datos viales Aspectos climáticos Datos geométricos	Sí	Sí
Puntos críticos de la carretera y daños del pavimento		Sí	Sí
Obras de arte y de drenaje		Sí	Sí
Otros elementos de las carreteras	Señalización y seguridad Condiciones de derecho de vía incluyendo demanda de los usos no motorizados Características de la vía en zona urbana	Sí	Sí
Estructura de los pavimentos	Estructura existente Antecedentes de la construcción	Sí	Sí
Deflexiones		Sí	No
Rugosidad		Sí	Sí
Textura		Sí	No

Rubros	Temas principales	Carreteras pavimentadas	Carreteras afirmadas
Tránsito		Sí	Sí
Accidentes	Base de datos específica del Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV).	Sí	Sí

Fuente: Manual SIC, Mayo 2001

Como se puede apreciar, los rubros de datos son muy semejantes tanto en carreteras pavimentadas como asfaltadas a excepción de las deflexiones y textura las cuales sólo son consideradas en carreteras pavimentadas.

El Inventario Vial se alimenta de datos bibliográficos y de datos obtenidos en el terreno de estudio, con respecto a éste último, el Manual cuenta con planillas en formato Excel las cuales se mencionan a continuación:

- SIC01 Carreteras
- SIC02 Calzadas
- SIC03 Puntos de referencia
- SIC04 Trayectoria
- SIC07 Geometría datos hdm
- SIC08 Fajas
- SIC09 Ancho de las fajas
- SIC13 Puntos críticos
- SIC14 Daños– pavimento flexible
- SIC15 Daños – pavimento rígido
- SIC16 Daños carretera no pavimentada
- SIC17 Puentes y pontones
- SIC18 Alcantarillas
- SIC19 Cunetas, bajadas, canales
- SIC20 Badenes, túneles, muros
- SIC21 Seguridad y señalización horizontal
- SIC22 Señalización vertical
- SIC 23 Derecho de vía
- SIC24 Estructura de pavimento - carreteras pavimentadas
- SIC25 Estructura de pavimento – carreteras pavimentadas - mantenimiento
- SIC26 Estructura de pavimento - carreteras no pavimentadas

- SIC27 Deflexiones detalladas
- SIC28 Deflexiones por tramo homogéneo
- SIC29 Iri / Huellas/ detallada
- SIC30 Iri / huellas 200.
- SIC32 Textura 200
- SIC33 Tránsito.
- SIC34 Accidentes

El presente informe se centrará en el capítulo 6 del Manual del Inventario Calificado el cual se refiere a las obras de drenaje y de arte, correspondiente a los SIC del 17 al 20 mencionados anteriormente. Dicho manual se presenta en el Anexo B del presente informe.

### **2.3. Obras de Drenaje**

El Manual para Diseño de Vías Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del MTC describe los criterios técnicos para el diseño de las obras de drenaje, a continuación un resumen de dichos criterios:

El drenaje de vías tiene el propósito de alejar las aguas superficiales y subsuperficiales de las carreteras. Esto evitará su influencia negativa, tanto en el aspecto de la estabilidad de su infraestructura, como en sus condiciones de transitabilidad. Las dimensiones de las obras de drenaje serán determinadas en base a cálculos hidráulicos, tomando como base la información pluviométrica disponible.

El adecuado sistema de drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una vía y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de ésta.

Los principios que orientan el desarrollo de un buen sistema de drenaje de caminos son muy elementales, pero requieren gran atención en la etapa de proyecto. Deben tenerse en cuenta factores climatológicos, topográficos, geológicos y el tipo de suelo, ya que la susceptibilidad a la erosión de las áreas alcanzadas por el trazado del camino determina las directrices que deberán tomarse para la adopción de dispositivos técnicamente eficientes, a un costo relativamente bajo.

Las aguas inadecuadamente evacuadas afectan la capacidad de uso de la vía. Cuando el agua permanece en la superficie de circulación, la acción del tráfico provocará depresiones y surcos. Si el agua no es evacuada hacia afuera del lecho podrá causar erosión y ruptura de los bordes del camino. En líneas generales y de manera práctica, podemos resumir los principios básicos más importantes que deben tenerse en cuenta, con el fin de obtener un buen drenaje para los caminos, de la siguiente manera:

- Desarrollar, cuando sea posible, el trazo del camino evitando territorios con problemas naturales de drenaje;
- Retirar de la vía toda el agua, sin dañar el camino o su estructura, lo más rápidamente posible;
- Reducir la velocidad del agua, así como la distancia que esta debe recorrer;
- Utilizar drenajes transversales donde sea necesario, tales como alcantarillas de alivio para evitar que el volumen del agua exceda la capacidad de evacuación de la cuneta;
- Adoptar cuando sea posible, plataformas cuyos anchos y alturas de cortes y terraplenes, produzcan un mínimo de alteraciones;
- Evitar la construcción de caminos en áreas húmedas, inestables o con desniveles pronunciados;
- Retirar el agua subterránea, cuando sea necesario;
- Mantener el máximo de vegetación natural en los cortes y terraplenes, y en otras áreas sensibles a los procesos erosivos; y
- Prevenir impactos negativos en el entorno de la plataforma y en el medio ambiente de manera general, reduciendo al mínimo las alteraciones en el drenaje natural.

El Manual para Diseño de Vías Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del MTC considera que el drenaje del camino comprende los siguientes rubros:

- Drenaje de aguas superficiales;
- Drenaje de aguas subterráneas (subdrenaje);
- Drenaje de la estructura del afirmado; y

- Bioingeniería (estabilidad de taludes).

El tramo en estudio en el presente informe sólo posee drenaje superficial, por lo que en este capítulo sólo se considera mencionar este rubro.

## **Drenaje Superficial**

### **Consideraciones Generales**

#### **Finalidad del Drenaje Superficial**

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera, para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de un camino y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de este.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes;
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales o hacia la napa freática; y
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

#### **Criterios Funcionales**

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales según se menciona a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles;
- La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento; y

- Los daños que se puedan producir al paso de caudales de agua correspondientes al periodo de retorno.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno, y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación;
- El máximo nivel de la lámina de agua será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m; y
- Los daños materiales, a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debido a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal, no deberán alcanzar la condición de catastróficos.

### Riesgo de Obstrucción

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial pueden verse alteradas por su obstrucción debido a cuerpos arrastrados por la corriente.

Entre los elementos del drenaje superficial de la plataforma este riesgo es especialmente importante en los buzones y tuberías enterradas, debido a la presencia de basura o sedimentación del material transportado por el agua. Para evitarlo se necesita un adecuado diseño, un cierto sobre dimensionamiento y una eficaz conservación o mantenimiento.

### Daños Debidos a la Escorrentía

Se considerarán como daños debidos a la escorrentía a aquellos que no se hubieran producido sin la presencia del camino. Es decir a las diferencias en los efectos producidos por el caudal entre las situaciones correspondientes a la presencia de la carretera y de sus elementos de drenaje superficial, y a su ausencia.

Estos daños pueden clasificarse en las categorías siguientes:

- Los producidos en el propio elemento de drenaje o en su entorno inmediato (sedimentaciones, erosiones, roturas);
- Las interrupciones en el funcionamiento de la propia carretera o de vías contiguas, debidas a inundación de su plataforma;
- Los daños a la estructura del afirmado, a la plataforma del camino o a las estructuras y obras de arte; y
- Los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas.

Estos daños, a su vez, podrán considerarse catastróficos o no. No dependen del tipo de carretera ni de la circulación que ésta soporte, sino de su emplazamiento.

### **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos**

Teniendo en cuenta que en general, en el país no se cuenta con estaciones hidrométricas para el análisis de flujos pico, las dimensiones de los elementos del drenaje superficial suelen ser establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características del clima de la zona de emplazamiento de la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Diversos autores (Ponce, 1989) indican que cuando las cuencas cuentan con áreas de pequeña magnitud, se considera apropiado el uso del método racional para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas menores a 5 km<sup>2</sup>.

Para el pronóstico de los caudales, el método racional requiere contar con la familia de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF). En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica disponible,

difícilmente pueden elaborarse estas curvas. Ordinariamente solo se cuenta con registros de precipitaciones máximas diarias, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de estos registros.

## **Elementos Físicos del Drenaje Superficial**

### **Drenaje del agua que escurre superficialmente**

#### **Función del Bombeo y del Peralte.**

La eliminación del agua de la superficie de la corona se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas.

#### **Pendiente Longitudinal de la Rasante.**

De modo general la rasante será proyectada con pendiente longitudinal no menor de 0.5 %, evitándose los tramos horizontales, con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas.

Solamente en el caso que la rasante de la cuneta pueda proyectarse con la pendiente conveniente, independientemente de la calzada, se podrá admitir la horizontalidad de ésta.

#### **Desagüe sobre los taludes en relleno o terraplén**

Si la plataforma de la carretera está en un terraplén ó relleno y el talud es erosionable, las aguas que escurren sobre la calzada deberán ser encausadas por los dos lados de la misma en forma que el desagüe se efectúe en sitios preparados especialmente y se evite la erosión de los taludes.

Para encausar las aguas, cuando el talud es erosionable se podrá prever la construcción de un bordillo al costado de la berma: el mismo que deberá ser cortado con frecuencia impuesta por la intensidad de las lluvias, encausando el agua en zanjas fabricadas con descarga al pie del talud.

## **Cunetas**

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas.

### Revestimiento de las cunetas.

Cuando el suelo es deleznable (arenas, limos, arenas limosas, arena limo arcillosos, suelos francos, arcillas, etc.) y la pendiente de la cuneta es igual o mayor de 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento, u otro revestimiento adecuado.

### Desagüe de las cunetas.

El desagüe del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio.

La distancia entre alcantarilla y su capacidad hidráulica será establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua teniendo en cuenta las precipitaciones previstas de la zona y a las dimensiones de la cuneta. En zonas lluviosas donde las cunetas sean revestidas, deberá colocarse como mínimo una alcantarilla de alivio cada 150m.

Se requiere además que en los puntos bajos del perfil de las curvas vertical cóncava, deberá colocarse una alcantarilla.

## **Zanjas de coronación**

Cuando se prevea que el talud de corte está expuesto a efecto erosivo del agua de escorrentía, se deberá diseñar zanjas de coronación.

## **Zanjas de Recolección**

La zanja de recolección será necesaria para llevar las aguas de las alcantarillas de alivio hacia los cursos de agua existente.

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona.

#### Revestimiento de las zanjas de coronación.

Se deberá revestir las zanjas en el caso que estén previstas filtraciones que pueden poner en peligro la estabilidad de talud en corte.

#### Desagüe de las zanjas.

La ubicación de los puntos de desagüe deberá ser fijada por el proyectista teniendo en cuenta la ubicación de las alcantarillas y la longitud máxima que puede alcanzar la zanja con relación a sus dimensiones y a la precipitación de la zona.

### **Canal de Bajada**

Cuando la carretera en media ladera o en corte cerrado cruza un curso de agua que no es posible desviar, es necesario encauzar las aguas en un canal de bajada, con el fin también de preservar la estabilidad del talud.

### **Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio**

#### Tipo y ubicación

El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce; y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales.

La cantidad y la ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas.

#### Dimensiones mínimas

La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación. Para el caso de las alcantarillas de paso es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea por lo menos 0.90 m, para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores a 0.45 m.

## Deflectores de arrastres

Con el fin de impedir la obstrucción de las alcantarillas por los arrastres de aguas, se preverán si son necesarios deflectores de arrastre.

## **Badenes**

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por pequeñas quebradas. Descargando esporádicamente caudales con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia y arrastrando materiales sólidos. Cuando el camino cruza un arroyo o curso de agua, este cruce a nivel se llama vado.

Idealmente deben construirse en lugares donde el cauce natural es estrecho y el fondo es rocoso o pedregoso para lograr buenas condiciones constructivas y de cimentación. Un badén puede ser angosto o amplio, pero no es conveniente para cauces muy profundos que implican rellenos altos o accesos de fuerte pendiente.

Los badenes tienen como superficie de rodadura una capa de empedrado de protección o cuentan con una superficie mejorada formada por una losa de concreto.

Los vados y badenes implican ciertas demoras al tránsito, ocasionales o periódicas en las épocas de lluvia por lo que no es aconsejable en caminos de alto tránsito.

## **2.4. Impacto Ambiental**

Los beneficios socioeconómicos proporcionados por las vías terrestres incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en obras en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales y el fortalecimiento de las economías locales.

Sin embargo, las vías terrestres pueden producir también complejos impactos negativos directos e indirectos, a continuación se mencionan los principales.

## **Impactos Directos**

Los impactos directos de las vías terrestres se dan desde la fase de construcción de las mismas, y durante toda su vida útil.

Los impactos más importantes relacionados con la construcción son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación o construcción del pavimento: pérdida de la capa vegetal, exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje; cambios en la elevación de las aguas subterráneas; deslaves, erosión y sedimentación de ríos y lagos; degradación del paisaje o destrucción de sitios culturales; e interferencia con la movilización de animales silvestres, ganado y residentes locales. Muchos de estos impactos pueden surgir no sólo en el sitio de construcción sino también en las pedreras, canteras apropiadas y áreas de almacenamiento de materiales que sirven al proyecto. Adicionalmente, pueden darse impactos ambientales y socioculturales adversos en proyectos tanto de construcción como de mantenimiento, como resultado de la contaminación del aire y del suelo, proveniente de las plantas de asfalto, el polvo y el ruido del equipo de construcción y la dinamita; el uso de pesticidas, derrame de combustibles y aceites; la basura; y, en proyectos grandes, la presencia de mano de obra no residente.

Los impactos directos por el uso de las vías terrestres pueden incluir: mayor demanda de combustibles para los motores; accidentes con los medios no motorizados de transporte o el reemplazo de los mismos; mayor contaminación del aire, ruido, desechos a los lados del camino; daños físicos o muerte a animales y personas que intentan cruzar la vía; riesgos de salud y daños ambientales a raíz de los accidentes con materiales peligrosos en tránsito; y contaminación del agua debido a los derrames o la acumulación de contaminantes en la superficie de los caminos.

## **Impactos Indirectos**

Una amplia gama de impactos indirectos negativos han sido atribuidos a la construcción o mejoramiento de las vías terrestres. Muchas de éstos son principalmente socioculturales. Éstos incluyen: la degradación visual debido a la colocación de carteles a los lados del camino; los impactos de la urbanización no planificada, inducida por el proyecto; la alteración de la tenencia local de tierras

debido a la especulación; la construcción de nuevos caminos secundarios, primarios y terciarios; el mayor acceso humano a las tierras silvestres y otras áreas naturales; y la migración de mano de obra y desplazamiento de las economías de subsistencia.

### Pérdida de tierras agrícolas

La mejor tierra agrícola, relativamente plana y con buen drenaje, proporciona una ruta ideal para las vías terrestres, y muchos son colocados allí. En sí, la pérdida de tierra para el derecho de paso puede ser relativamente insignificante y normalmente se toma en cuenta al decidir si procede con un proyecto. Sin embargo, el fenómeno del desarrollo inducido, junto con el aumento del valor de la tierra por los caminos, puede resultar en la conversión de grandes áreas de tierra agrícola a otros usos. Tales conversiones pueden tener impactos negativos sobre los programas nacionales para agricultura sostenible y la autosuficiencia, así como sobre la viabilidad de la economía agrícola local.

### Interferencia con los métodos acostumbrados de transporte local

Los peatones y vehículos tirados por animales y de pedal, son tipos importantes de tránsito por los caminos de muchos países, especialmente los caminos locales y aquellos que llevan a los principales mercados urbanos. El mejoramiento de los caminos rurales no pavimentados al nivel de los pavimentados, que no tome en cuenta el volumen de dicho tránsito, resultará en un número inaceptable de accidentes y el reemplazo de los modos más lentos de transporte.

### Implicaciones nacionales y globales

La construcción de caminos y carreteras puede incrementar la demanda de vehículos motorizados, combustibles y lubricantes. Si éstos deben ser importados, se puede agravar el problema del balance de pagos. Puede deteriorarse la calidad del aire a nivel local o regional, y aumentará el aporte a los gases de efecto invernadero.

## 2.5. Georeferenciación y SIG

El término SIG procede del acrónimo de Sistema de Información Geográfica (en inglés GIS, Geographic Information System).

El uso de este tipo de sistema facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población. Además, permite realizar las consultas y representar los resultados de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valioso apoyo en la toma de decisiones.

La georeferenciación consiste en utilizar las tecnologías del sistema de geoposicionamiento Global-GPS, y Sistema de Información Geográfica-SIG. Con la finalidad de generar un banco de datos geográficos y cartográficos que permita la elaboración de mapas temáticos sobre la red vial (inventario y características) y diseñar a partir de éste, un SIG especializado para la gestión y planificación vial.

El Uso del inventario Vial Georeferenciado es un insumo principal para el análisis de los planes viales participativos y para el proceso de priorización de los caminos. Este resultado es solamente una parte del potencial que tiene la aplicación de un sistema SIG.

El resultado del Georeferenciamiento de la red vial se visualiza en un mapa digital, donde se puede analizar mediante mapas temáticos la información y características de la red vial recogida encampo.

## **CAPÍTULO III. INVENTARIO PRELIMINAR GEOREFERENCIADO**

### **3.1. Trabajo en campo**

Se realizó una visita de campo entre los días 29 y 30 de Octubre en donde se efectuó el levantamiento de las obras de drenaje ubicadas entre el km 33+000 y el km 35+000 de la carretera Cañete-Lunahuaná.

La toma de datos se realizó mediante el uso de GPS, el cual registró el posicionamiento capturando las coordenadas de la vía así como las estructuras que forman parte de la misma. El sistema de coordenadas utilizado durante el registro de datos fue UTM, Datum WGS84.

Con la ayuda de un flexómetro se registraron las dimensiones de las secciones de las alcantarillas y los canales evaluados a lo largo del tramo de estudio. Asimismo, se evaluó el estado estructural y funcional en el que se encontraron las obras de drenaje. Finalmente, se tomaron fotografías de las mismas que sirvieron para el registro fotográfico del presente informe.

Las obras de drenaje encontradas en el tramo de estudios fueron las siguientes.

- Alcantarillas (12 und)
- Canales (833 m)
- Badenes (01 und).

### **3.2. Análisis de las estructuras inventariadas**

A continuación se presenta un análisis de las obras de drenaje inventariadas, tanto aquellas inventariadas durante la visita de campo, como aquellas registradas en estudios precedentes.

#### **3.2.1. Análisis de las alcantarillas inventariadas en el tramo en estudio**

En el tramo en estudio se han inventariado un total de 12 alcantarillas, las cuales forman parte del sistema de riego del valle del río Cañete. Estas alcantarillas sólo tienen la función de conducir aguas de riego y no han sido consideradas para el cruce de quebradas. Esto debido a que geográficamente la carretera se

encuentra en una zona árida y el único cruce de quebrada para el tramo de estudio se realizó por medio de un badén (quebrada San Jerónimo).

Las alcantarillas existentes están compuestas por una estructura mixta, es decir, constan de una base de concreto, losa de concreto en su parte inferior, en tanto la parte superior es un arco de metal corrugado.

Si bien las aguas que transportan las alcantarillas son provenientes del sistema de riego de las zonas aledañas (sean estas de canales laterales para dar inicio al riego o aquellas que son el residuo de éste) algunas alcantarillas sirven para transportar agua residual proveniente de las viviendas aledañas a la carretera, específicamente de lavanderías, cocinas, patios y lavaderos que no cuentan con una red de saneamiento. Esta situación ha originado corrosión al metal corrugado del que están compuestas. En la Foto N° 3.1 se puede observar el agua residual que fluye por una de las alcantarillas inventariadas.

De acuerdo a la información recopilada por CESEL (CESEL, 2011), las alcantarillas carecen de una sección hidráulica adecuada y la plancha galvanizada se encuentra en mal estado, específicamente corroídas, deformadas y/o desprendidas. Ante esto, recomienda colocar alcantarillas de tipo marco de concreto (MCA) como estructuras de cruce, sin embargo los tramos en los que la carretera atraviesa zonas urbanas, restringe la construcción de este tipo de alcantarillas por dos razones:

- La primera, son las cotas de entradas y salida de los canales existentes que cruzan la carretera y que determinan la cota de entrada de la futura estructura. Cotas a poca profundidad no permitirán colocar las secciones consideradas para este proyecto (secciones de alcantarillas MCA). Lo mismo sucede con las cotas de salida.
- La segunda es la restricción de los pavimentos, pues el estudio recomienda a no colocar en lo posible, estructuras de concreto a menos de 40 cm por debajo de la superficie de rodadura, porque la rigidez del concreto originaría fisuras tempranas en el asfalto, para estos casos, la recomendación fue de colocar alcantarillas con sección MCA 1.00x1.00x0.50m.

Por lo antes expuesto, en el Inventario Vial se ha calificado a la condición estructural de las alcantarillas como Preocupante (según la clasificación del Manual del Inventario Vial vigente).

En cuanto al estado funcional de las alcantarillas, estas se encuentran parcial o totalmente obstruidas. Esta situación es ocasionada por el arrastre de sedimentos, piedras, y hierbas producto del flujo del agua, así como desperdicios de basura generados por los habitantes de las zonas urbanas a lo largo de la carretera. Por este motivo la clasificación para el estado funcional de las alcantarillas en el Inventario Vial fue entre Regular y Malo. Se recomienda la limpieza de dichas obras de drenaje, caso contrario, como se mencionó en el párrafo anterior, el reemplazo de las mismas. En la Foto N° 3.2 se muestra una alcantarilla totalmente obstruida, la cual ha sido clasificada con un estado funcional Malo.

En el mapa 3.1 se presenta la ubicación de las alcantarillas inventariadas y clasificadas según su condición funcional.



Foto N° 3.1. km 33 + 405 se puede apreciar la alcantarilla transportando agua residual proveniente de las zonas urbanas existentes a lo largo de la vía.



Foto N° 3.2. km 34 + 329 Alcantarilla totalmente obstruida.

En el Anexo A se presenta una memoria fotográfica correspondiente a las alcantarillas inventariadas en el presente informe.

### **3.2.2. Análisis de los canales inventariados en el tramo en estudio**

Se han inventariado un total de 833 m de canal a lo largo del tramo de estudio, los mismos que pertenecen al sistema de riego del valle del río Cañete.

El material del cual están compuestos los canales es de tierra, concreto y de material mixto (mampostería de piedra y concreto). Los canales se encuentran situados inmediatamente después de finalizada la berma de la carretera, por lo que los compuestos por material de mampostería y tierra podrían originar filtraciones que conllevarían a un aumento del contenido de humedad de los materiales donde se funda la vía generando hundimientos que provocan el colapso de la carpeta asfáltica. Ante este problema, el Informe Definitivo de CESEL (Abril, 2011) recomienda el revestimiento de los canales con concreto simple para canales de poca sección hidráulica y de concreto armado para aquellos que se encuentren con una sección hidráulica mayor.

En los mapas 3.2, 3.3 y 3.4 se presenta la ubicación de los canales inventariados y clasificados según el tipo de material del que están compuestos.

Tal como se puede apreciar en el Mapa 3.5 y en la Foto N° 3.3, la mayoría de canales se ubican en las inmediaciones de las viviendas por lo que también es recomendable colocar pases peatonales sobre los canales, ubicados estratégicamente. Esto con el fin de evitar posibles caídas o accidentes para las personas que circulan diariamente por la zona.

Es importante mencionar que al igual que las alcantarillas, el agua es conducida por los canales que provienen del riego y de las aguas servidas procedentes de las zonas urbanas cercanas a la carretera, por tal motivo, muchos canales presentan erosión, y se considera que el estado estructural de los canales es Preocupante.

En cuanto al estado funcional, tal como se muestra en la Foto N° 3.4, los canales no presentan obstrucciones considerables por lo que se han catalogado con un estado funcional de Bueno.

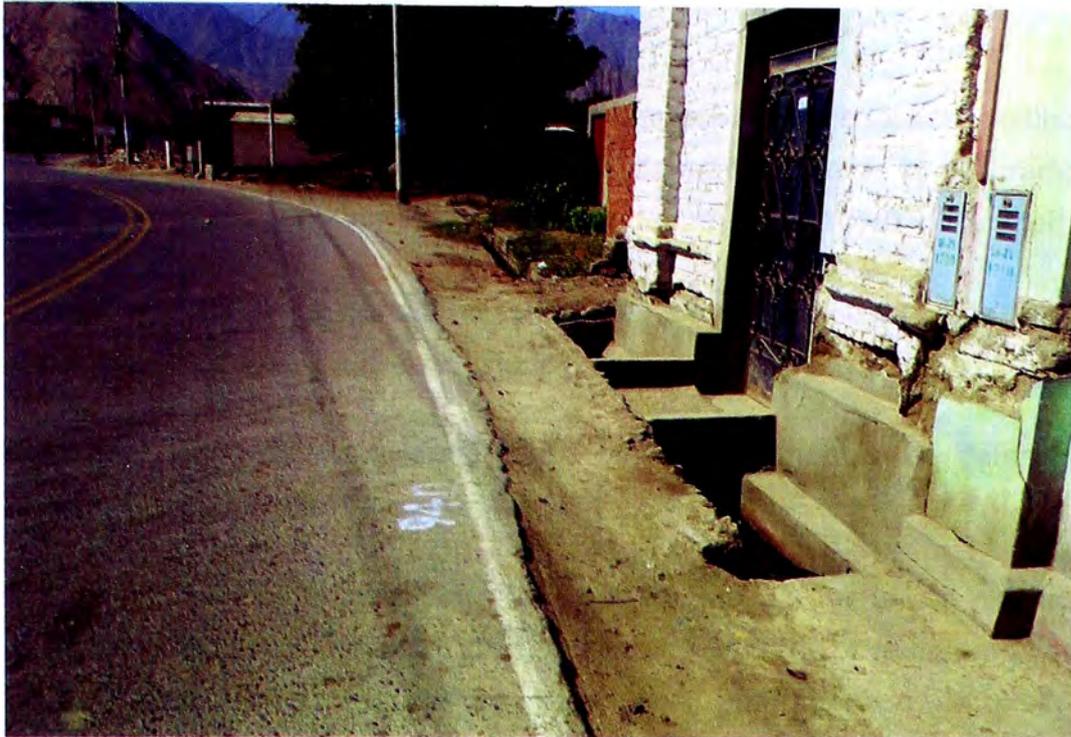


Foto N° 3.3. km 34 + 940 se puede apreciar el material de mampostería en la parte que colinda con la vía y de concreto al otro extremo. También se puede notar que las viviendas se encuentran bastante cercanas a la carretera motivo por el cual se recomienda la implementación de pases peatonales.

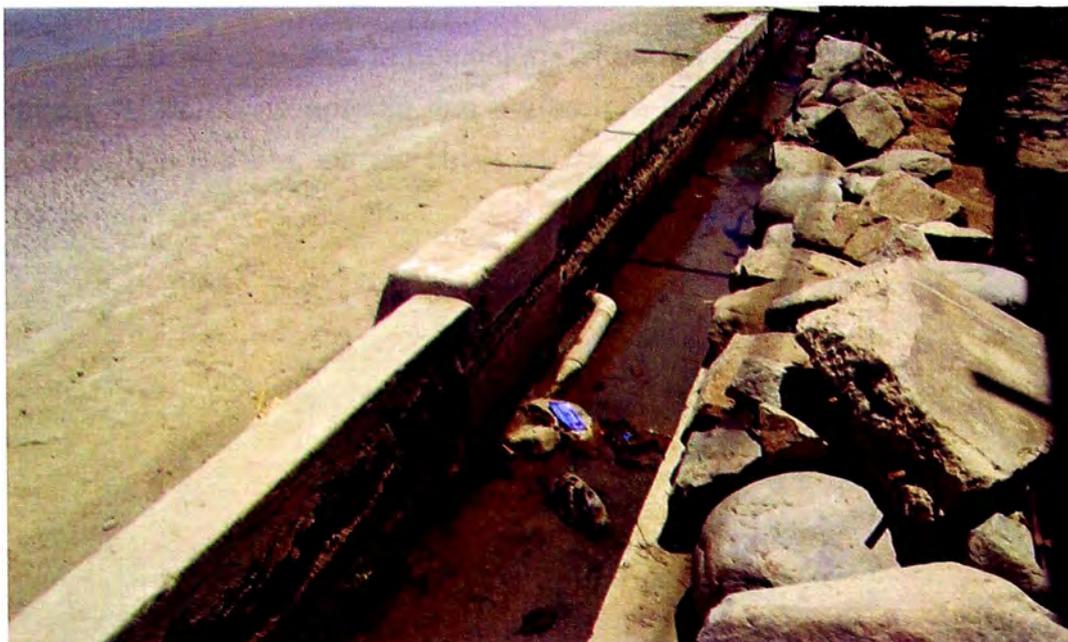


Foto N° 3.4. km 33 + 040 Se aprecia el canal de concreto ligeramente obstruido por desechos, piedras y sedimentos.

### 3.2.3. Análisis de los Badenes Inventariados

Se ha identificado un único badén en el tramo de estudio, el cual está ubicado en el km 33+025. Esta estructura ha sido construida en el cruce de la quebrada San Jerónimo, y tiene una longitud total de 23.6 m de largo con 10.40 m de ancho.

El material del cual está constituido el badén es de concreto y las losas de aproximación son de piedra emboquillada.

Asimismo, se han proyectado enrocados colocados a manera de defender las riberas y que el flujo no comprometa la vía.

En cuanto a la condición estructural del badén San Jerónimo, se clasifica de Preocupante (clasificación según el Manual del Inventario Vial vigente) puesto que a los lados de la losa de concreto, y el emboquillado de piedra se encuentran desgastados por el paso de los vehículos. En la foto N° 3.5 se muestra una fotografía panorámica del badén inventariado.

En relación a la condición funcional del badén, en el Inventario Vial, se ha clasificado al badén como Bueno, debido a que no presenta obstrucción alguna. Cabe mencionar que la quebrada San Jerónimo es una quebrada seca, por lo que el badén no se encuentra bajo funcionamiento regular.

En el mapa 3.6 se presenta la ubicación del badén inventariado durante la visita de campo, tal como se aprecia, las aguas que cruzan la estructura vierten sus aguas en el Río Cañete, siendo estas aguas las pertenecientes a la cuenca San Jerónimo.



Foto N° 3.5. 33 + 025, badén San Jerónimo. Se puede apreciar la losa de concreto y el enrocado desgastados.

#### 3.2.4. Hidrología de la cuenca San Jerónimo

La quebrada San Jerónimo, es tributaria del río Cañete y puede denominarse como una quebrada “seca”, porque sólo se activa en periodos de máximas lluvias o fenómenos extraordinarios. Según lo indicado por CESEL (CESEL, 2011) los pobladores de la zona afirman que la quebrada no se activa desde el año 1972.

Asimismo, el mencionado informe señala que la quebrada tiene un área igual a 31.10 km<sup>2</sup> de superficie colectora, posee una cota media equivalente a 1307 msnm y una longitud de cauce igual a 11.05 kilómetros. Además, del recorrido que realizaron en campo y de las imágenes satelitales (Foto N° 3.6), se constató que la cobertura vegetal de esta cuenca es escasa y su suelo está conformado por arenas de grano grueso y limo. En la zona del cruce con la carretera su pendiente es igual a 10% y los parámetros fisiográficos de la cuenca se muestran en la Tabla 3.1.

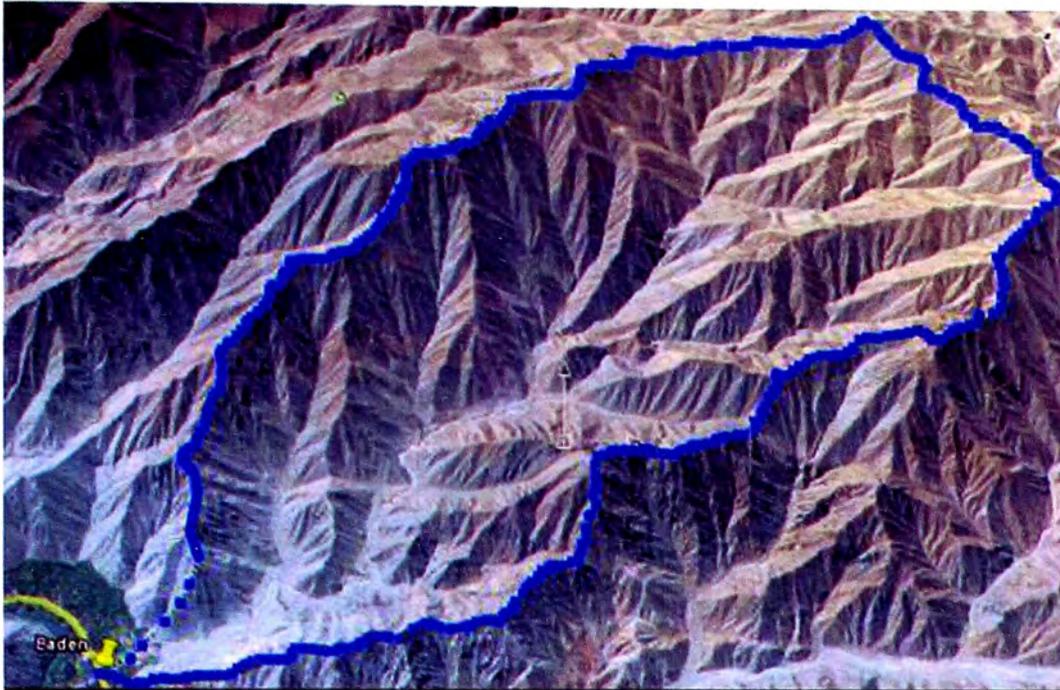


Foto 3.6. Vista satelital de la quebrada San Jerónimo, que confirma una escasa cobertura vegetal y predomina los suelos arenos – limosos. La zona cuenta con escasas a nulas precipitaciones. (CESEL, 2011)

**Tabla 3.1 - Parámetros Fisiográficos de la Cuenca San Jerónimo**

Descripción		Parámetro
Cuenca	Área	31.1 km <sup>2</sup>
	Cota máxima	2215.0 m.s.n.m.
	Cota mínima	400.0 m.s.n.m.
	Cota media	1307.5 m.s.n.m.
Cauce principal	Longitud	11.05 km
	Cota máxima	2000.0 m.s.n.m.
	Cota mínima	400.0 m.s.n.m.
	Pendiente	14.5 %

Fuente: CESEL, 2011

### Descarga de diseño del Badén San Jerónimo

Como se mencionó anteriormente, la quebrada se activa en épocas de avenidas extraordinarias, para estas cuencas no se posee información hidrométrica ni pluviométrica. Por lo tanto, para determinar las intensidades de lluvia CESEL empleó las curvas IDF definidas en el estudio regional realizado por el IILA-SENAMHI-UNI modificada para periodos de retorno pequeños ( $t < 3$  horas).

Para la determinación de las descargas de diseño, se ha empleado el Método Racional Modificado del Profesor José Ramón Témez, esta metodología está basada en el método racional, aplicable a pequeñas cuencas ( $>10\text{Km}^2$ ), pero con una serie de modificaciones se amplía el rango de validez para cuencas de hasta los  $3000\text{ Km}^2$ .

La estimación de las intensidades se plantea según la siguiente formulación:

$$i_{(t,T)} = a(1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Donde:

$i$  = intensidad de lluvia (mm/hora)

$a$  = parámetro de intensidad (mm)

$K$  = parámetro de frecuencia (adimensional)

$n$  = parámetro de duración (adimensional)

$t$  = tiempo de duración (hora)

$T$  = periodo de retorno (años)

$b$  = parámetro (hora)

De acuerdo a la subdivisión del territorio nacional en zonas y sub-zonas pluviométricas, la provincia de Cañete – departamento de Lima corresponde a la Zona 5a4, para el cual los valores para intensidad de lluvia se muestran en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 - Valores de parámetros para intensidad de lluvia**

Parámetro	Cuenca
$Y=$	1307.50
$a= 0.46+0.0023Y=$	3.47
$\varepsilon_g= 1+0.005Y=$	7.54
$K= 11. \varepsilon_g^{-0.85}=$	1.98
$n=$	0.286
$b=$	0.50

Fuente: CESEL, Abril 2011

Los valores de intensidad para diferentes combinaciones de tiempo de concentración ( $T_c$ ) vs. Tiempo de retorno ( $T_R$ ) se muestran en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3 - Valores de intensidades de lluvia**

$T_c$ (horas)	Tiempo de retorno (años)									
	5	10	20	50	100	140	145	174	200	500
	Intensidades de precipitación (mm/hora)									
<b>0.1</b>	12	15	18	22	25	26	26	27	28	32
<b>0.2</b>	11	13	16	20	22	24	24	24	25	28
<b>0.3</b>	10	12	15	18	20	21	21	22	23	26
<b>0.4</b>	9	11	13	16	19	20	20	20	21	24
<b>0.5</b>	8	10	12	15	17	18	18	19	19	22
<b>0.55</b>	8	10	12	15	17	18	18	18	19	21
<b>0.6</b>	8	10	12	14	16	17	17	18	18	21
<b>0.65</b>	7	9	11	14	16	16	17	17	17	20
<b>0.8</b>	7	9	10	13	14	15	15	16	16	18
<b>1</b>	6	8	9	11	13	14	14	14	14	16
<b>2</b>	4	5	6	8	9	9	10	10	10	11
<b>24</b>	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: CESEL, Abril 2011

Del método IILA-SENAMHI-UNI, se obtuvo la precipitación para diferentes periodos de retorno. Estos valores se muestran en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4 - Valores de precipitación**

Tc (horas)	Tiempo de retorno (años)									
	5	10	20	50	100	140	145	174	200	500
	Precipitación (mm)									
0.1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
0.2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	6
0.3	3	4	4	5	6	6	6	7	7	8
0.4	4	4	5	7	7	8	8	8	8	9
0.5	4	5	6	8	9	9	9	9	10	11
0.55	4	5	7	8	9	10	10	10	10	12
0.6	5	6	7	8	10	10	10	11	11	12
0.65	5	6	7	9	10	11	11	11	11	13
0.8	5	7	8	10	11	12	12	13	13	15
1	6	8	9	11	13	14	14	14	14	16
2	9	11	13	16	18	19	19	20	20	23
24	20	25	30	37	42	45	45	46	47	54

Fuente: CESEL, Abril 2011

Como se mencionó anteriormente, para el cálculo de descargas máximas se ha utilizado el Método Racional Modificado, el cual se basa en la expresión:

$$Q = \frac{CIA}{3.6} K$$

Donde:

Q= descarga máxima en m<sup>3</sup>/s

C= coeficiente de escorrentía

I= intensidad de la tormenta de diseño en mm/hora

A= área de la cuenca en km<sup>2</sup>

K= coeficiente de uniformidad

El tiempo de concentración es obtenido mediante una modificación de la formulación de la US Army Corps of Engineers:

$$t_c = 0.3 \left( \frac{L}{S^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Para considerar la no uniformidad espacial de la lluvia, se afecta por un coeficiente de reducción si la superficie de la cuenca es mayor a 1 km<sup>2</sup>, este coeficiente es obtenido mediante la siguiente expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

La intensidad de lluvia requerida para determinar la descarga de diseño, se obtiene a partir de la curva de intensidad – duración – frecuencia (IDF); obtenida mediante el Método IILA-SENAMHI-UNI; utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{I_t}{I_d} = \frac{I_1}{I_d} \frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$$

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Para obtener el coeficiente de escorrentía, el método de Témez utiliza el modelo de infiltración del Soil Conservation Service, de tal forma que el coeficiente de escorrentía depende tanto del parámetro del modelo de infiltración, como de la magnitud de la tormenta; este coeficiente se determina mediante la siguiente expresión.

$$C = \frac{(P_d / P_o - 1)(P_d / P_o + 23)}{(P_d / P_o + 11)^2}$$

El coeficiente de uniformidad K, es función del tiempo de concentración y considera el error introducido en la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación a medida que crece el tamaño de la cuenca; y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Finalmente, haciendo uso del método descrito, se obtuvo la descarga máxima de diseño para diferentes periodos de retorno la cual se muestra en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5 - Descarga máxima de diseño – Badén San Jerónimo**

$T_R$ años	$K_A$	$K$	$I_1$ mm/hr	$I_d$ mm/hr	$I$ mm/hr	$P_d$ Mm	$P_0$	$C$	$t_c$ hr	$Q$ m <sup>3</sup> /s
500	0.90	1.08	16	2	9	54	26	0.15	2.71	13.21
200	0.90	1.08	14	2	8	47	26	0.12	2.71	9.26
174	0.90	1.08	14	2	8	46	26	0.11	2.71	8.30
145	0.90	1.08	14	2	8	45	26	0.11	2.71	8.07
140	0.90	1.08	14	2	8	45	26	0.10	2.71	7.30
100	0.90	1.08	13	2	7	42	26	0.09	2.71	6.20

Fuente: CESEL, Abril 2011

### 3.3. Análisis del Aspecto Ambiental

Como primera etapa del inventario con respecto al impacto ambiental se han definido las áreas de influencia en el tramo de estudio, para ello, se ha utilizado las fotografías satelitales obtenidas del Google Earth, así como información de estudios anteriores realizados en la carretera.

Asimismo, de lo observado durante la visita de campo y de la información existente, se ha realizado una identificación de los posibles impactos ambientales en la carretera.

Luego se han delimitado las áreas urbanas como las agrícolas, con el fin de conocer las características socio ambientales de la zona.

#### 3.3.1. Área de Influencia ambiental en el tramo de estudio

El área de influencia se ha delimitado en 2 áreas, una de influencia directa y otra de influencia indirecta, considerando el grado de interrelación que tendrá la carretera con las distintas variables ambientales.

### **Área de Influencia Directa (AID)**

El área de influencia directa (AID), ha sido delimitada por una franja de aproximadamente 60 m de ancho, 30 m para cada lado del tramo vial.

El AID corresponde al área adyacente a la infraestructura vial, donde se prevé la ocurrencia en forma directa e inmediata de impactos durante las etapas de funcionamiento y conservación de la vía. Propiamente el AID comprende el área donde ocurrirá la mayor afluencia de vehículos y tránsito, y el mayor grado de afectación por emisión de polvo, erosión de suelos, además de los aspectos socioeconómicos tanto positivos como negativos.

El criterio considerado para la delimitación del AID fue en base a la población que se ubica dentro de la faja de 60 m, la cual tiene acceso directo a la carretera, considerando que es la única vía de comunicación terrestre con la que cuentan y pueden acceder caminando. La cantidad de viviendas dentro del AID corresponde a un orden de magnitud de 150; este valor, fue obtenido a partir de las fotografías satelitales del Google Earth.

### **Área de Influencia Indirecta (AII)**

Como área de influencia indirecta (AII) se ha considerado el área comprendida entre el Río Cañete y la falda del cerro que limita el valle.

El AII abarca un espacio de estrecha relación con el tramo evaluado, áreas potencialmente productivas, límites de zonas campesinas y urbanas, y el espacio geoeconómico donde, indirectamente, pueden ocurrir impactos positivos y negativos para la población asentada en este espacio.

Para la delimitación del área de influencia indirecta, ésta se realizó en base a las localidades generadoras y/o receptoras de la demanda de transporte. De la visita de campo y la información bibliográfica encontrada, se ha podido identificar que la actividad económica principal de la población es la agricultura la cual es comercializada en las capitales distritales.

En el Mapa 3.7 se muestra las áreas de influencia directa e indirecta descritas en párrafos anteriores. Asimismo, en el Mapa 3.8 se presenta las zonas de cultivo y las zonas urbanas dentro del área de influencia. Tal como se puede apreciar,

existe un predominio de las áreas dedicadas al cultivo. En cuanto a las áreas urbanas, estas se encuentran colindantes con la carretera.

### **3.3.2. Identificación de Impactos Ambientales**

Las principales acciones que pueden generar impactos ambientales durante el funcionamiento de la carretera se deben a los trabajos que se desarrollarán para la conservación o mantenimiento vial, así como por el incremento del tránsito vial.

#### **Impactos en el Medio Físico**

##### Alteración de la Calidad del Aire

Durante la etapa de operación de la carretera, es decir, durante el uso de vía, los vehículos que transiten por esta generan material particulado y gases de combustión.

Asimismo, debido a que para el mantenimiento de la vía es necesario realizar nuevamente movimientos de tierra, para la actividad de nivelación o compactación de la vía, se generará levantamiento de material particulado lo cual afectará la calidad del aire.

Los vehículos petroleros, sean livianos o pesados, producirán gases de combustión en pequeñas proporciones durante su recorrido por la vía.

Por otro lado, también se debe considerar que la carretera se extiende por lugares abiertos, por lo que las emisiones son rápidamente dispersadas, reduciendo así su poder contaminante.

##### Incremento de los Niveles de Ruido

Los motores de los vehículos pesados y livianos que circulan por la carretera podrían ser identificados como las principales fuentes generadoras de ruido. Los habitantes que se encuentren en el AID son afectados por el ruido de estos vehículos de forma puntual, la intensidad dependerá de que tan cerca se encuentren ellos a la carretera.

Asimismo, la fauna terrestre y avifauna también percibe los incrementos de los niveles de presión sonora, lo que podría contribuir a un desplazamiento y/o migración hacia áreas vecinas dependiendo de la especie y sensibilidad al ruido.

En lo que concierne al ganado que transite cerca de la carretera, los elevados niveles de presión sonora pueden ocasionar que estas especies sean afectadas. Sin embargo, a raíz de experiencias con similares condiciones de actividad, se puede afirmar que el ganado se adapta rápidamente a estos cambios de presión sonora.

### Aumento de los Procesos Erosivos

Durante la etapa de uso de la carretera, debido al cambio geomorfológico sufrido durante la construcción de ésta, es posible que ocurran deslizamientos en épocas lluviosas. Asimismo el deterioro de las obras de arte del tramo vial en estudio, produce un incremento del proceso erosivo, que con el tiempo puede comprometer la estabilidad de estas estructuras y con ello la estabilidad de la propia carretera.

El manejo inmediato al control de estos impactos y la rehabilitación de los elementos de protección y demás estructuras presentes en el proyecto vial, facilita la escorrentía superficial, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de erosión, con lo que, consecuentemente, se dará mayor seguridad a la estabilidad de la carretera y se mejorará su transitabilidad.

Es importante mencionar que en esta etapa de uso de la carretera no habrá desbroce de cobertura vegetal y suelo, por lo que las características originales de los suelos se mantendrán, según lo ejecutado en la etapa de construcción; salvo emergencias por grandes deslizamientos, lo cual no se espera que ocurra.

### **Impactos en el Medio Biótico**

#### Afectación del Hábitat de la Fauna

Una vez concluido el trabajo ingenieril en la carretera, la disminución de perturbación en esta área es significativa. Se espera que haya un retorno paulatino de fauna desplazada a las áreas que fueron utilizadas temporalmente

por el proyecto vial (canteras y botaderos rehabilitados, áreas de campamentos) y que han producido fragmentación de hábitats.

Con respecto al ganado que eventualmente transita por el área, no se prevé un impacto considerable por el tránsito, por experiencia en otros lugares, este se acostumbra a la presencia de vehículos.

#### Alteración de la Cobertura Vegetal

Este impacto indirecto está referido a la afectación de la cubierta vegetal por las emisiones de material particulado y gases, debido al incremento del tránsito vehicular durante el funcionamiento de la carretera.

### **Impactos en el Medio Socio Económico**

#### Generación de Puestos de Trabajo

Para la etapa de operaciones, los puestos de trabajo que se generaría serán para las tareas de mantenimiento de la carretera y de las obras de arte.

La generación de puestos de trabajo para dichas tareas, son temporales y requieren de menor personal en comparación a la etapa de construcción.

Así mismo, al ser el distrito de Lunahuaná un lugar turístico, el comercio ha aumentado generando puestos de trabajo en restaurantes, hoteles y lugares donde se practican deportes de aventura.

#### Mejoras en las Condiciones de Transporte Público

En la etapa de operaciones de la carretera, la integración espacial y socioeconómica de las poblaciones que se encuentran a lo largo de ésta, ha mejorado con respecto a la reducción del tiempo en las horas de viaje, tanto para traslado de las personas como de los diversos productos de la zona. El impacto que tiene en la población es positivo, debido al ahorro del tiempo de viaje, implicando beneficios para la comercialización de los productos, así mismo reducción de los costos de transporte de pasajeros y fletes de carga.

### Perturbación de la Tranquilidad de la Población Local

La población de los distritos que se encuentren dentro del área de impacto directo se ve afectado negativamente por las mejoras de la carretera, debido al incremento del flujo vehicular y al tránsito de vehículos que viajan, especialmente los fines de semana para realizar turismo.

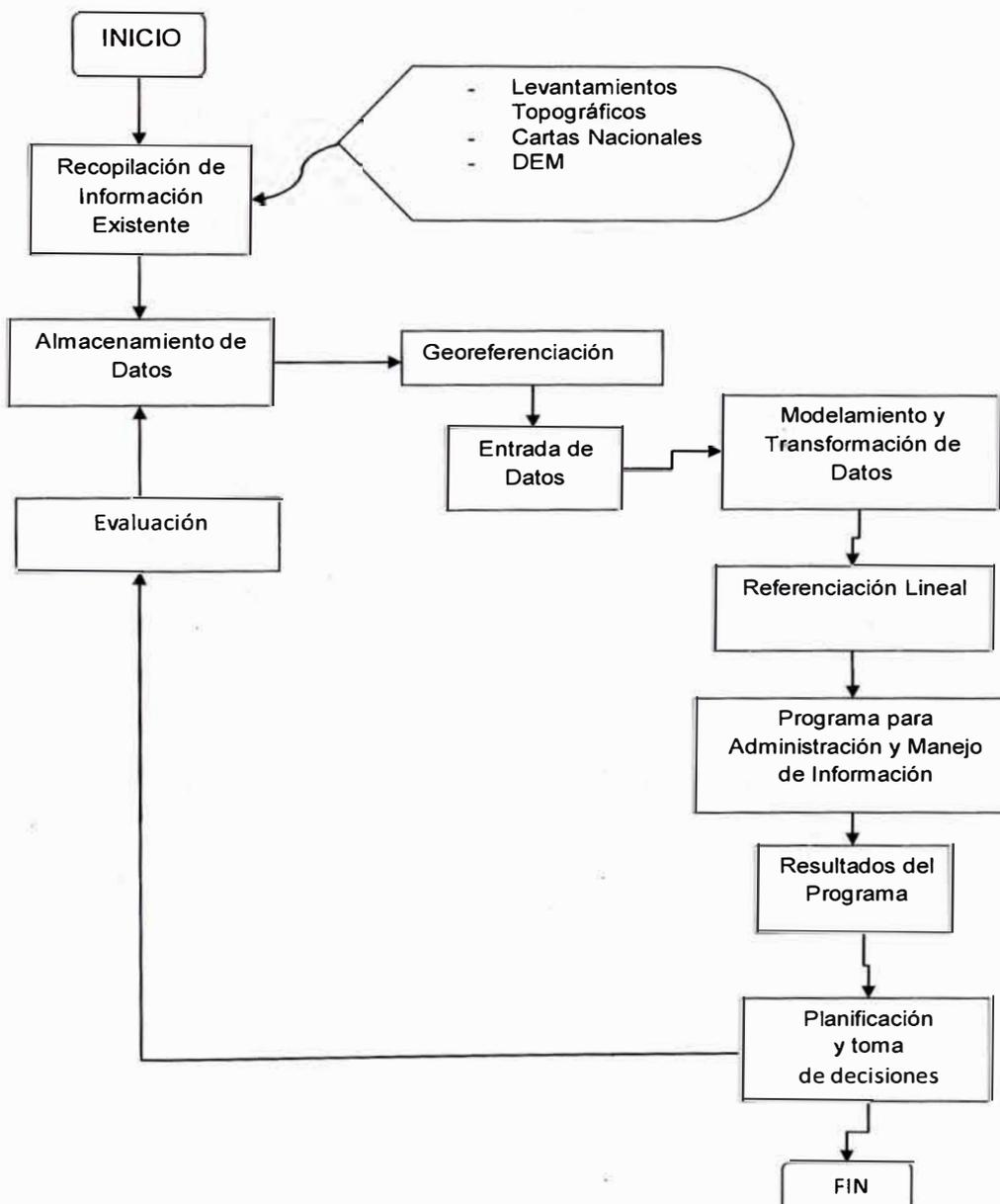
Para mitigar este impacto los vehículos tendrán límites de velocidad y la carretera contará con las respectivas señalizaciones.

## CAPÍTULO IV. PROPUESTA TÉCNICA

A partir del inventario preliminar expuesto en el capítulo III, se ha visto conveniente proponer algunas variaciones, así como incluir nuevos parámetros en los formatos estipulados por el manual del inventario vial vigente, esto con la finalidad de tener una mayor información del estado de la vía y de las características de la zona en donde ésta se ubica.

Tal como se muestra en la figura 4.1, el sistema del inventario vial debe seguir el siguiente proceso:

**Figura 4.1. Diagrama de Flujo del Sistema del Inventario Vial**



Para tal fin, se presentan las variaciones e inclusiones de los parámetros propuestos:

### Variación en la presentación de las tablas

El Manual del Inventario Vial emplea códigos para describir los tipos de datos de las estructuras, sin embargo estos códigos pueden resultar confusos a la hora de examinar las tablas, por tal motivo, se ha preferido utilizar denominaciones puntuales para cada dato a evaluar. La Tabla 4.1 muestra una comparación entre lo utilizado en el Manual y la propuesta de este informe como una forma didáctica de comprender lo expuesto.

**Tabla 4.1–Comparación del Manual del Inventario Vial vigente y la Propuesta de Actualización**

Manual del Inventario Vial	Propuesta de Actualización
<b>Material de la estructura:</b>	
1	Concreto (C)
2	Mampostería (M)
3	Acero (A)
4	Otro (O)
<b>Sección Transversal:</b>	
1	Marco
2	Circular
3	Arco
4	Pórtico
5	Otro
<b>Estado Estructural:</b>	
1	Excelente
2	Preocupante
3	Malo
<b>Estado Funcional:</b>	
1	Bueno
2	Regular
3	Malo

Fuente: Elaboración propia

## **Ubicación en coordenadas UTM**

Si bien los formatos del Manual del Inventario Vial indican que la ubicación se coloca en progresivas, las coordenadas UTM han servido para georeferenciar las estructuras y con ello elaborar los mapas temáticos. Por este motivo, la presente propuesta recomienda añadir las coordenadas UTM monitoreadas por el GPS durante la visita de campo.

Así mismo, es importante mencionar que es necesario especificar el sistema de coordenadas en el que se está trabajando y la zona en la que se encuentra el proyecto.

## **Dimensiones**

Para el caso de las alcantarillas se ha visto conveniente incluir la medición de la longitud. De acuerdo con el Manual vigente, sólo se colocan las medidas de ancho y altura.

Cabe mencionar que esta longitud se obtiene de los puntos monitoreados con GPS durante la visita de campo, que luego son georeferenciados en planos.

## **Agua que transporta**

Como se ha visto en el capítulo anterior, en una obra de drenaje, el tipo de agua que transporta dicha obra puede ser un agente importante que ocasiona la erosión en la estructura, por tal razón el tipo de agua que escurre por las obras ha sido incluido en esta propuesta como otro parámetro a identificar.

## **Presencia de desborde**

Para el caso de canales y badenes, se ha adicionado la existencia o vestigios de existencia de desbordes, ello con la finalidad de identificar los tramos en los que la carretera es vulnerable a posibles inundaciones, a causa de un inapropiado diseño de la obra de drenaje y un mal funcionamiento del sistema de drenaje.

Es importante tener un control del nivel de agua en los canales. El nivel de agua no deberá sobrepasar los 0.10 m de borde libre, según lo estipula el Manual de Diseño del MTC.

## **Presencia de filtración**

Como se mencionó anteriormente, las filtraciones ocasionan un aumento del contenido de humedad de los materiales de fundación, saturándolos y generando así, hundimientos que provocan el colapso de la carpeta asfáltica. Por tal razón, es importante identificar las zonas en donde existe presencia de filtraciones, para que en la etapa siguiente al inventario, es decir en la etapa de planificación de conservación de la carretera, se tomen medidas al respecto.

## **Cercanía a zonas urbanas**

La identificación de zonas urbanas es un parámetro importante a tomar en cuenta. Para el caso del tramo en estudio se ha observado que los canales pueden atentar contra la seguridad de las personas que residen cerca a la vía y que cruzan a diario por ella. Así mismo, la existencia de viviendas cercanas a la carretera también limitará el plan de conservación de la carretera, puesto que de haber la necesidad de cambiar el trazo de la vía o el diseño de alguna estructura ésta se verá restringida por las viviendas aledañas.

En cuanto a este parámetro, para el inventario realizado, no sólo se ha tomado en cuenta lo visto en la visita de campo, también se ha utilizado fotografías satelitales para delimitar las zonas urbanas existentes.

## **Uso de información bibliográfica**

Si bien el realizar un análisis más detallado del estado de la vía aporta valiosa información, también conllevaría a un mayor gasto en la etapa de inventario. Por tal razón, se recomienda valerse de estudios previos o información de fuentes confiables que ayuden a una mejor caracterización de la zona.

## **Mapas temáticos**

Si bien las tablas proporcionan la información suficiente del estado en el que se encuentra la carretera y sus componentes, los mapas temáticos dan una noción visual que facilita a entender en qué condiciones se encuentra la vía.

Es por ello que en la presente propuesta se incluye el uso de la georeferenciación para relacionar la información geográfica a la base de datos

del inventario, es decir poder llevar toda la información a un sistema de coordenadas base, para que posteriormente otros datos puedan unirse al mismo sistema y guarden la misma relación.

Para la realización de los mapas son necesarios la recopilación y el manejo de información que se realizan mediante: procesos de digitalización, procesamientos de imágenes de satélite, fotografías, videos, evaluaciones en campo, entre otros. Esta información se almacenará dentro del SIG, para después poder realizar funciones básicas de procesamiento, las cuales corresponden al análisis con los datos gráficos, numéricos e informáticos.

### Aplicación del ArcGIS para la generación de mapas

Los mapas correspondientes a obras de drenaje e impacto ambiental fueron elaborados sobre la plataforma comercial del Sistema de Información Geográfica denominada ArcGIS, software desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute).

El ArcGIS es una herramienta para manejo de Sistemas de Información Geográfica. Este software provee mejoras en sus interfaces, soportes para diseño cartográfico sofisticado, herramientas avanzadas de modelado para análisis y además soporte del CAD. Así mismo, provee las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y manejar la información geográfica.

Un Sistema de Información Geográfica en ArcGIS permite resolver preguntas básicas de análisis, tal y como se podría realizar en una hoja de cálculo, pero en un entorno gráfico.

Los principales componentes del ArcGis que han servido para la elaboración de este informe fueron:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica, la cual provee tablas de análisis y búsquedas;
- Un sistema de manejo de base de datos;
- Herramientas que permiten búsquedas geográficas, análisis y visualización, como las herramientas de selección del ArcGIS; e

- Interface gráfica para el usuario, la cual permite acceder fácilmente a las herramientas de análisis que se requiera.

En todo SIG el orden de almacenamiento es importante, ya que no existe la mezcla de datos en capas, es decir que las entidades básicas son puntos, líneas o polígonos, y a cada una de ellas se les asocian campos.

De esta manera, las alcantarillas y el badén fueron representados por puntos; y los canales, así como la vía mediante líneas. A partir de esto, se clasificaron las alcantarillas acorde a su estado funcional, y los canales según el tipo de material del que están compuestos.

En el caso de los mapas correspondientes al aspecto ambiental, tanto las áreas de influencia como las áreas urbanas y de cultivo fueron representadas por polígonos, los cuales fueron diferenciados por colores.

Así mismo, para la realización del Sistema de Registro fue necesaria la recopilación y manejo de información, que se realizó mediante procesos de digitalización, procesamientos de imágenes de satélite, fotografías, evaluaciones en campo, entre otros. Esta información es almacenada bajo parámetros propios del SIG (vector o raster), para después poder realizar funciones básicas de procesamiento, las cuales corresponden al análisis con los datos gráficos, numéricos e informáticos.

A continuación se presentan los tipos de datos por recopilar para cada estructura según la propuesta técnica de inventario vial.

#### **4.1. Inventario Vial de Alcantarillas**

- Carretera: Código y nombre (o descripción) de la carretera.
- Proyecto: Nombre del proyecto o estudio.
- Fecha: Fecha en la que se realizó el inventario.
- Realizado por: Nombre de la empresa o entidad que realiza el inventario.
- Sistema de coordenadas: Datum y zona en la que se realizó el levantamiento con GPS.
- Ubicación: Se coloca la ubicación en coordenadas UTM (lo recolectado por el GPS) es decir Norte, Este y elevación; y además la ubicación en progresivas.

- N° de ojos: Cantidad en números de las secciones que presenta la alcantarilla.
- Sección transversal: Forma geométrica de la sección según la clasificación de: marco, circular/ovalada, arco, pórtico, otro.
- Material: Se coloca la letra inicial del material que compone la alcantarilla según la clasificación: C - Concreto, M - Mampostería, T - Tierra, A – Acero.
- Dimensiones:
  - Dimensión 1 (D): Diámetro de los elementos circulares, o ancho y altura en el caso de otro tipo de elementos
  - Dimensión 2 (L): Largo de la estructura.
- Tipo de agua que transporta: Se coloca el tipo de agua que fluye por la alcantarilla con la finalidad de analizar si el agua que fluye puede afectar a la estructura y por consiguiente a la carretera en caso de infiltraciones.
- Condición Estructural: Depende del nivel de deterioro en que se encuentra la alcantarilla, así como la verificación de si la carretera está siendo afectada a causa del desgaste en la estructura. La clasificación se muestra en la Tabla 4.2 que se muestra a continuación:

**Tabla 4.2 – Criterio para la Condición Estructural en Alcantarillas**

<b>Nivel de deterioro estructural</b>	<b>Descripción</b>
Excelente	No tiene problema / No hay necesidad de reparaciones.
Preocupante	Quebrado en menos que el 30 % de la longitud / Presenta erosión o corrosión a un nivel que podría dañar la carretera.
Malo	Quebrado en más que el 30 % de la longitud / La erosión o corrosión está dañando la carretera.

*Fuente: Elaboración propia*

- Condición Funcional: Según se muestra en la Tabla 4.3:

**Tabla 4.3 – Criterio para la Condición Funcional en Alcantarillas**

<b>Nivel de deterioro funcional</b>	<b>Descripción</b>
Bueno	Se encuentra limpia, sin obstrucciones.
Regular	Parcialmente obstruida, menos del 50% de la sección.

<b>Nivel de deterioro funcional</b>	<b>Descripción</b>
Malo	Más del 50% de la sección obstruida.

Fuente: *Elaboración propia*

- Observaciones: Algún comentario adicional que se considere necesario.
- Leyenda: Descripción de las abreviaturas o siglas utilizadas en el inventario con el fin de que facilite su entendimiento.

Los datos recolectados para las alcantarillas correspondientes al tramo de estudio se describen a continuación, en la Tabla 4.4.

**Tabla 4.4 – Inventario de Alcantarillas**

Carretera: 024 Cañete - Lunahuaná

Fecha: 29/11/2011

Proyecto: Inventario Vial Georeferenciado aplicado a la carretera Cañete – Lunahuaná

Realizado por: Grupo 12

Sistema de coordenadas: WGS84-Zona 18S

Progresiva	Ubicación			Nº de ojos	Sección Transversal	Material	Dimensiones		Tipo de agua que transporta	Condición Estructural	Condición Funcional
	Norte (m)	Este (m)	Elevación (msnm)				D (m)	L (m)			
33+144.1	8562053	374048	412	1	Arco	C/A	0.58	10.7	Riego	Preocupante	Regular
33+274.3	8562155	374120	404	2	Arco	C/A	0.58	9.7	Riego	Preocupante	Regular
33+355.5	8562209	374162	403	1	Arco	C/A	0.60	11.5	Residual	Preocupante	Regular
33+405.1	8562232	374208	404	1	Arco	C/A	0.60	10.2	Residual	Preocupante	Regular
33+494.0	8562280	374283	405	1	Arco	C/A	0.20	10.6	Riego	Preocupante	Malo
33+581.2	8562343	374343	404	1	Arco	C/A	0.60	10.6	Riego	Preocupante	Regular
34+025.5	8562730	374560	407	1	Arco	C/A	0.90	10.6	Riego	Preocupante	Malo
34+328.6	8563030	374543	408	1	Arco	C/A	0.90	10.5	Residual	Preocupante	Malo
34+456.0	8563140	374478	408	1	Arco	C/A	0.60	11.3	Residual	Preocupante	Regular
34+497.5	8563179	374473	409	1	Circular	A	0.15	11.3	Riego	Preocupante	Regular
34+625.2	8563305	374468	410	1	Arco	C/A	0.60	13.6	Riego	Preocupante	Malo
34+858.2	8563535	374450	419	1	Arco	C/A	0.90	10.4	Residual	Preocupante	Regular

**Observaciones:**

Las aguas que fluyen por las alcantarillas sirven de riego para las áreas de cultivo ubicadas en la margen izquierda del río Cañete.

Fuente: *Elaboración propia*

Leyenda

Material: C - Concreto, M - Mampostería, T - Tierra, A - Acero

Dimensiones: D - Diámetro, L - Largo

## 4.2. Inventario Vial de Canales

- Carretera: Código y nombre (o descripción) de la carretera.
- Proyecto: Nombre del proyecto o estudio.
- Fecha: Fecha en la que se realiza el inventario.
- Realizado por: Nombre de la empresa o entidad que realiza el inventario.
- Sistema de coordenadas: Datum y zona en la que se realiza el levantamiento con GPS.
- Ubicación: Se coloca la ubicación del tramo inicial y final del canal en coordenadas UTM (lo recolectado por el GPS) es decir Norte y Este; y además la ubicación según sus progresivas.
- Material: Se coloca la letra inicial del material que compone el canal según la clasificación: C - Concreto, M - Mampostería, T - Tierra, O - Otro.
- Lado: Ubicación del canal con respecto a la carretera, I – Izquierdo o D – Derecho.
- Cercanía a zonas urbanas: Se coloca Sí o No en caso existan viviendas al costado de la carretera, esto con el fin de analizar si la estructura genera algún perjuicio a los pobladores de la zona.
- Tipo de agua que transporta: Se coloca el tipo de agua que fluye por el canal con la finalidad de analizar si el agua que fluye puede afectar a la estructura y por consiguiente a la carretera en caso de infiltraciones.
- Presencia de desborde: Se coloca Sí o No si existe desborde o vestigios de desborde de agua, esto con el fin de analizar si es necesario replantear el diseño del canal.
- Presencia de filtración: Se coloca Sí o No en caso el agua esté filtrándose a la carretera y por consecuencia dañándola.
- Condición Estructural: Depende del nivel de deterioro en que se encuentra el canal, así como de si la carretera está siendo afectada a causa del desgaste en la estructura. La clasificación se muestra a continuación en la Tabla 4.5:

**Tabla 4.5 – Criterio para la Condición Estructural en Canales**

<b>Nivel de deterioro estructural</b>	<b>Elementos pavimentados</b>	<b>Elementos en tierra</b>
Excelente	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones

Nivel de deterioro estructural	Elementos pavimentados	Elementos en tierra
Preocupante	Quebrado en menos que el 30 % de la longitud	Tiene problema de erosión sin afectar el nivel de servicio o la estabilidad de la carretera
Malo	Quebrado en más que el 30 % de la longitud	Tiene problema de erosión que afecta el nivel de servicio o la estabilidad de la carretera

Fuente: Sistema de Gestión de Carreteras realizado por Asociación BCEOM – OIST, 2001.

- Condición Funcional: según la Tabla 4.6 que se muestra a continuación:

**Tabla 4.6 – Criterio para la Condición Funcional en Canales**

Nivel de deterioro funcional	Descripción
Bueno	Se encuentra limpia, sin obstrucciones.
Regular	Parcialmente obstruida, menos del 50% de la sección.
Malo	Más del 50% de la sección obstruida.

Fuente: Elaboración propia

- Observaciones: algún comentario adicional que se consideró necesario.
- Leyenda: descripción de las abreviaturas o siglas utilizadas en el inventario con el fin de que facilite su entendimiento.

Los datos recolectados correspondientes al inventario de canales en el tramo de estudio se describen a continuación, en la Tabla 4.7

Tabla 4.7 – Inventario de canales.

Carretera: 024 Cañete –Lunahuaná  
 Proyecto: Inventario Vial Georeferenciado aplicado a la carretera Cañete – Lunahuaná

Fecha: 29/11/2011  
 Realizado por: Grupo 12  
 Sistema de coordenadas: WGS84-Zona 18S

Ubicación				Material	Lado	Cercanía a zonas urbanas	Tipo de agua que transporta	Presencia de desborde	Presencia de filtración	Condición Estructural	Condición Funcional
Tramo	Progresiva	Norte (m)	Este (m)								
Inicial	33+200	8561991	373920	T	I	Sí	Riego	No	Sí	Preocupante	Buena
Final	33+160	8561997	373932								
Inicial	33+380	8562008	373951	C	I	Sí	Riego	No	No	Preocupante	Regular
Final	33+103	8562042	374007								
Inicial	33+103	8562041	374007	T	I	Sí	Riego	No	Sí	Preocupante	Buena
Final	33+143	8562062	374040								
Inicial	33+140	8562053	374047	C/M	D	Sí	Riego	No	Sí	Preocupante	Buena
Final	33+180	8562072	374078								
Inicial	33+298	8562179	374125	C	D	Sí	Residual	No	No	Preocupante	Buena
Final	33+840	8562560	374485								
Inicial	34+860	8563535	374450	C	D	Sí	Residual	No	Sí	Preocupante	Buena
Final	34+931	8563603	374432								
Inicial	34+931	8563603	374432	C/M	D	Sí	Riego	No	No	Preocupante	Buena
Final	34+951	8563621	374427								

**Observaciones:**

Las aguas que fluyen por los canales sirven de riego para las áreas de cultivo ubicados en la margen izquierda del río Cañete.

Fuente: Elaboración propia

**Leyenda:**

Material: C - Concreto, M - Mampostería, T - Tierra, O – Otro

Lado: I - Izquierdo, D – Derecho

### 4.3. Inventario Vial de Badenes

- Carretera: Código y nombre (o descripción) de la carretera.
- Proyecto: Nombre del proyecto o estudio.
- Fecha: Fecha en la que se realiza el inventario.
- Realizado por: Nombre de la empresa o entidad que realiza el inventario.
- Sistema de coordenadas: Dátum y zona en la que se realiza el levantamiento con GPS.
- Ubicación: Se coloca la ubicación del tramo inicial y final del canal en coordenadas UTM (lo recolectado por el GPS) es decir Norte y Este; y además la ubicación según sus progresivas.
- Material: Se coloca la letra inicial del material que compone el canal según la clasificación: C - Concreto, M - Mampostería, CC – Concreto ciclópeo, P – Piedra, O - Otro.
- Dimensiones:
  - Dimensión 1 (D1): ancho de rodadura
  - Dimensión 2 (D2): ancho total incluyendo los elementos de protección contra erosión
- Tipo de agua que transporta: Se coloca el tipo de agua que fluye por el badén con la finalidad de analizar si el agua que fluye puede afectar a la estructura y filtrarse al suelo de fundación.
- Presencia de desborde: Se coloca Sí o No si existe desborde o vestigios de desborde de agua, esto con el fin de analizar si es necesario replantear el diseño del badén.
- Condición Estructural: Depende del nivel de deterioro en que se encuentra el badén, así como de si la carretera está siendo afectada a causa del desgaste en la estructura. La clasificación se muestra en la Tabla 4.8 que se muestra a continuación:

**Tabla 4.8 – Criterio para la Condición Estructural en Badenes**

<b>Nivel de deterioro estructural</b>	<b>Descripción</b>
Excelente	No tiene problema. No hay necesidad de reparaciones
Preocupante	Puede tener problemas que afecten seriamente componentes principales.
Malo	Necesita repararse. El deterioro de elementos

Nivel de deterioro estructural	Descripción
	principales afecta la capacidad de servicio.

Fuente: Sistema de Gestión de Carreteras realizado por Asociación BCEOM – OIST, 2001.

- Condición Funcional: según la Tabla 4.9 que se muestra a continuación:

**Tabla 4.9 – Criterio para la Condición Funcional en Badenes**

Nivel de deterioro funcional	Descripción
Bueno	Se encuentra limpia, sin obstrucciones.
Regular	Parcialmente obstruida, menos del 50% de la sección.
Malo	Más del 50% de la sección se encuentra obstruida.

Fuente: Elaboración propia

- Observaciones: Algún comentario adicional que se considere necesario.
- Leyenda: Descripción de las abreviaturas o siglas utilizadas en el inventario con el fin de que facilite su entendimiento.

Los datos recolectados correspondientes al inventario de badenes al tramo de estudio se describen a continuación en la Tabla 4.10

**Tabla 4.10 – Inventario de badenes**

Carretera: 024 Cañete - Lunahuaná  
 Proyecto: Inventario Vial Georeferenciado aplicado a la carretera Cañete – Lunahuaná

Fecha: 30/11/2011  
 Realizado por: Grupo 12  
 Sistema de coordenadas: WGS84-Zona 18S

Ubicación				Material	Dimensiones		Tipo de agua que transporta	Presencia de desborde	Condición Estructural	Condición Funcional
Tramo	Progresiva	Norte (m)	Este (m)		D1 (m)	D2 (m)				
Inicial	33+025	8561993	373936	C/P	6.5	10.4	agua de río	No	Preocupante	Bueno
Final	33+049	8562003	373954							

**Observaciones:**  
 El badén sirve para cruzar la quebrada San Jerónimo, tributaria del río Cañete.  
 Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

Material: G – Gavión, C - Concreto, M - Mampostería, CC – Concreto ciclópeo, P – Piedra, O - Otro.

Dimensiones: D1 - Dimensión 1 (ancho de rodadura), D2 - Dimensión 2 (ancho total incluyendo los elementos de protección contra erosión)

#### **4.4. Inventario Vial en Impacto Ambiental**

Si bien el Manual del Inventario Vial no presenta entre sus componentes la evaluación del impacto ambiental, se ha observado que una identificación de los impactos más relevantes relacionados a la carretera es necesaria, para así incorporar posibles medidas de mitigación en la etapa de conservación.

A partir de lo expuesto en el ítem 3.3 sobre aspecto ambiental, se propone la incorporación de mapas que muestren el área de influencia así como las zonas que caracterizan el aspecto ambiental de la zona, todas ellas obtenidas de fotografías satelitales y de la visita realizada para la elaboración del inventario.

En cuanto a la tabla correspondiente a impacto ambiental, se propone incluir una ficha que contenga las características ambientales básicas de la zona. En la tabla 4.11 se muestra la ficha correspondiente al tramo de estudio de este informe.

**Tabla 4.11 - Ficha de Impacto Ambiental**

Carretera:	<u>024 Cañete - Lunahuaná</u>
Proyecto:	<u>Inventario Vial Georeferenciado aplicado a la carretera Cañete – Lunahuaná</u>
Fecha:	<u>30/10/2011</u>
Realizado por:	<u>Grupo 12</u>
Sistema de coordenadas:	<u>WGS84-Zona 18S</u>
Tramo:	<u>km 33+000 - km 35+000</u>
Centro poblado/Distrito	<u>San Jerónimo/Lunahuaná</u>

<b>1. Características del Medio Físico</b>			
Ríos o quebradas cercanas	<i>La carretera se encuentra en la margen izquierda del Río Cañete y cruza la Quebrada San Jerónimo</i>		
Presencia de erosión en los taludes	<i>Ninguna</i>		
<b>2. Características del Medio Biótico</b>			
Identificación de hábitats naturales de la fauna:	<i>No</i>	Identificación de ganado:	<i>Si</i>
Ausencia de cobertura Vegetal	<i>Si (en los tramos al costado de la carretera)</i>		
<b>3. Características del Medio Socio Económico</b>			
Presencia de zonas de cultivo	<i>Si, cultivos de fruta en su mayoría: níspero, guanábana, ciruelos, pacaes, etc.</i>		
Presencia de zonas urbanas	<i>Si, centro poblado de San Jerónimo</i>		
Ocupación de los pobladores de la zona	<i>Turismo – Agricultura</i>		

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

De lo investigado y realizado en este Informe de Suficiencia se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El Inventario Vial Calificado recolecta los datos de las condiciones en que se encuentra una carretera, para guardarlos en una base de datos. Para tal propósito, cuenta con un manual técnico que provee las pautas para realizar la toma de datos durante la etapa del inventario.
- La propuesta de actualización del manual técnico antes mencionado consiste en identificar los factores que influyen en el deterioro y/o mal funcionamiento de las obras de drenaje, razón por la cual se consideran parámetros, tales como: el tipo de agua que fluye por las estructuras, los vestigios de desborde y la cercanía de áreas urbanas en la carretera.
- La identificación de impactos ambientales que se generan por la carretera es importante en el inventario puesto que en la etapa de conservación de la carretera se debe buscar mitigar estos impactos para beneficiar el nivel de vida de las personas que radican cerca a la vía.
- Los mapas temáticos proporcionan un enfoque visual del estado de las obras de drenaje y las características ambientales de la zona.
- Por medio de la georeferenciación se puede ubicar el eje de la vía y todas las estructuras de drenaje, así como las fotografías satelitales sobre un sistema de coordenadas y un mismo dátum, de esta manera, se puede trabajar con los elementos ya georeferenciados en un sistema de información geográfica que permite manipular y analizar los datos para mostrarlos en mapas.
- El Arc GIS es un software que permite combinar los datos recolectados en el inventario y las fotografías satelitales de la zona para elaborar mapas que muestren el estado actual de la carretera.

## Conclusiones específicas

- En el tramo de estudio se encontraron un total de 12 alcantarillas, de las cuales 8 se encuentran en condición funcional regular y 4 en mal estado.
- Las alcantarillas están compuestas de material mixto, es decir, de una base de concreto, losa de concreto en su parte inferior, en tanto la parte superior es un arco de metal corrugado.
- El estado estructural de las alcantarillas evaluadas es de Preocupante de una clasificación de Bueno, Preocupante y Malo, esto debido a que las planchas galvanizadas se encuentran en mal estado, específicamente corroídas, deformadas y/o desprendidas.
- Se han inventariado un total de 833 m de canal a lo largo del tramo de estudio.
- El badén se clasifica de condición estructural Preocupante puesto que la losa de concreto y el emboquillado de piedra de sus costados se encuentran desgastados. En cuanto a su condición funcional se ha clasificado como condición funcional de Buena puesto que no se encuentran obstrucciones a lo largo de su estructura.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que el Manual del Inventario Vial se actualice continuamente, a la par con la red vial. Esta actualización puede darse cada 3 o 5 años, dependiendo del desarrollo de nuevas metodologías y tecnologías en el campo de la ingeniería y el planeamiento. Asimismo, como parte de esta actualización, se recomienda añadir nuevos parámetros al Inventario Vial en lo referente a obras de drenaje.
- Asimismo, se recomienda la inclusión del tema concerniente al impacto ambiental, esto por medio de una ficha la cual recolecta los datos más importantes característicos de la zona.
- Se recomienda utilizar mapas temáticos como herramienta para la gestión de carreteras puesto que el uso de tablas hace más difícil y confusa la interpretación del estado de la carretera. Así también, se recomienda el uso del software Arc GIS para realizar esta tarea.
- Se recomienda realizar el inventario vial en forma periódica, en época seca y de lluvias para evaluar el funcionamiento de las estructuras de la vía en función de la precipitación en la zona.
- Debido a que la propuesta formulada en este informe se ha realizado en base a la carretera Cañete – Lunahuaná ubicada en la costa de nuestro país, se recomienda realizar estudios similares al de este informe en carreteras ubicadas en la sierra y selva del Perú, con el fin de obtener mayores aportes que mejoren el Inventario Vial Calificado.

### Recomendaciones específicas

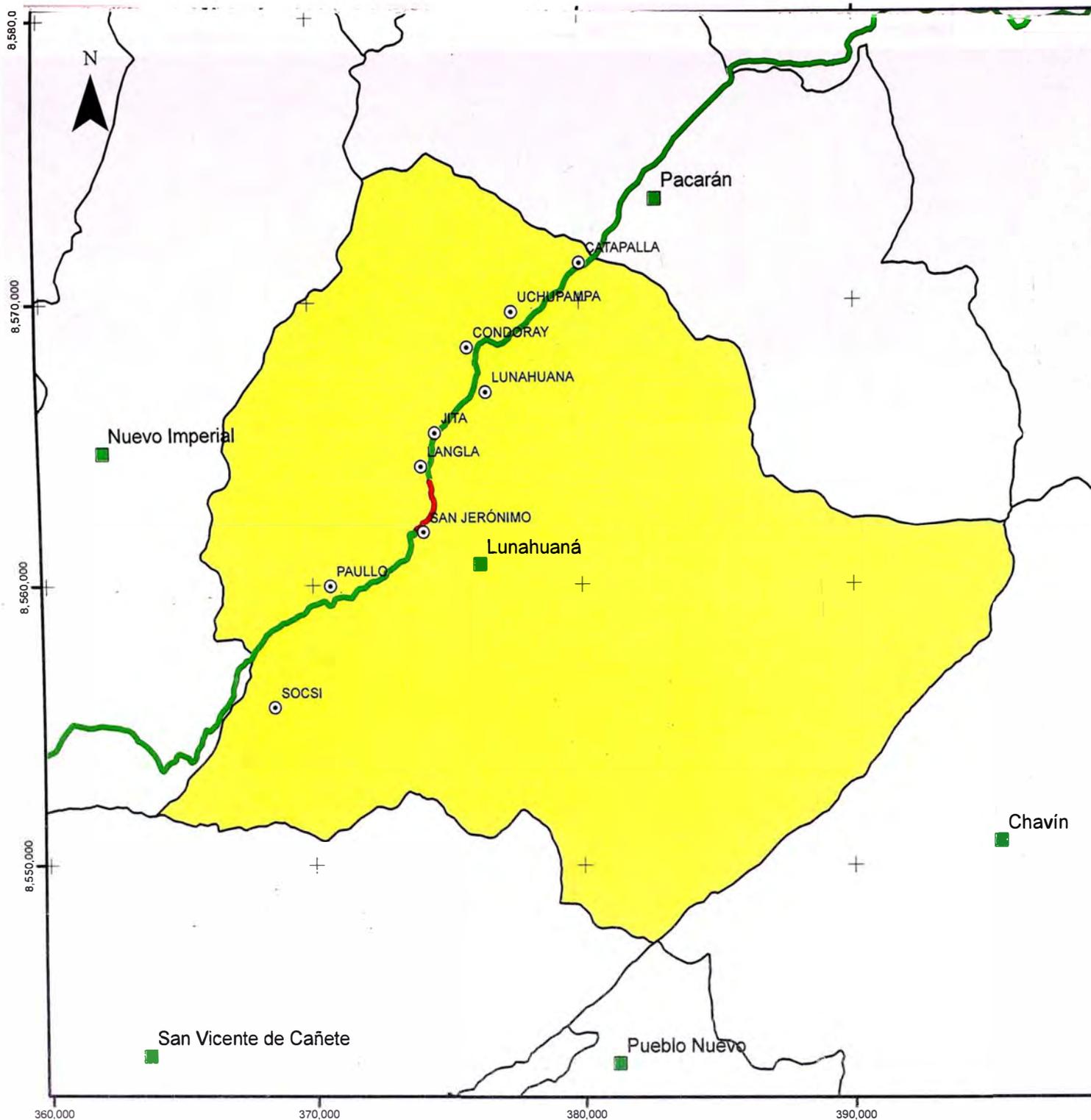
- Se recomienda sustituir las alcantarillas por alcantarillas de concreto, dado que ofrece mejor respuesta ante la humedad.
- Se recomienda realizar tareas de mantenimiento rutinario tales como la limpieza de alcantarillas, puesto que se encuentran parcial o totalmente obstruidas, Así mismo, es recomendable que el mantenimiento se haga en forma periódica para no caer en la necesidad de invertir más en costos para reemplazar alcantarillas.
- Se recomienda el revestimiento lateral de los canales compuestos de tierra y mampostería para evitar filtraciones de agua hacia la carretera.

- Así también se recomienda tapar la parte superior de los canales puesto que se encuentran muy cercanos a la carretera y a zonas urbanas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación BCEOM – GMI – WSA, Informe Final del Plan Intermodal de Transportes del Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones/OGPP, 2005
- Asociación BCEOM – OIST, Sistema de Gestión de Carreteras, 2001.
- CESEL, Estudio Definitivo de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cañete –Lunahuaná, 2011
- DGASA, Lineamientos para la elaboración de Términos de Referencia de los Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de infraestructura Vial, 2007.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje, 2008.
- MTC, Manual para el diseño de Obras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008.
- MTC, Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales, 2005.
- Semino Siu Kenji, “Evaluación Post construcción del Sistema de Drenaje de la Carretera Iquitos – Nauta”, Tesis– UNI-FIC, 2010.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (2001). “Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Cañete”. Lima.
- Instituto Peruano de Economía - IPE (2008). Lecciones del Mantenimiento de Carreteras en el Perú, 1992 – 2007. Lima
- Autoridad Nacional del Agua – ANA (2010). Estudio de Máximas Avenidas en las Cuencas de la Zona Centro de la Vertiente Del Pacífico. Lima
- Nippon – Koei (2001). Integrated Water Resources Development in the Cañete River Basin in the Republic of Peru. Lima.

## Anexo A: Planos



**Leyenda**

- Distrito de Lunahuaná
- Límite Distrital
- Capital distrital
- Centros Poblados
- Vía Cañete-Lunahuaná-Chupaca
- Eje del tramo de estudio



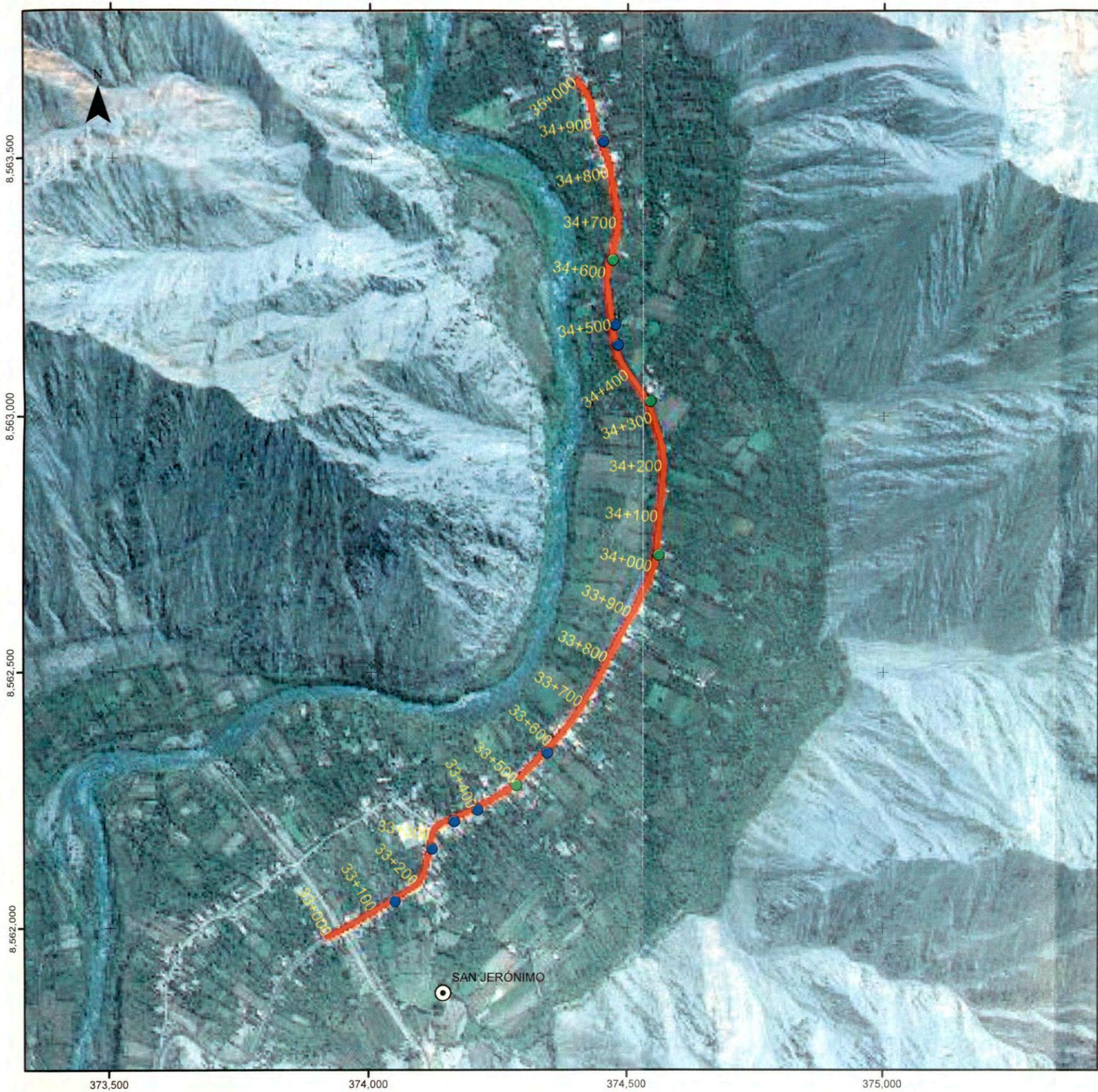
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:  
**UBICACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984  
 ESCALA: 1:200,000

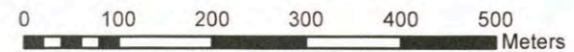
Realizado por: C.CARRILLO  
 FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**1.1**



**Leyenda**

- ⊙ Distrito
- Eje de la vía
- Alcantarilla en regular estado
- Alcantarilla en mal estado



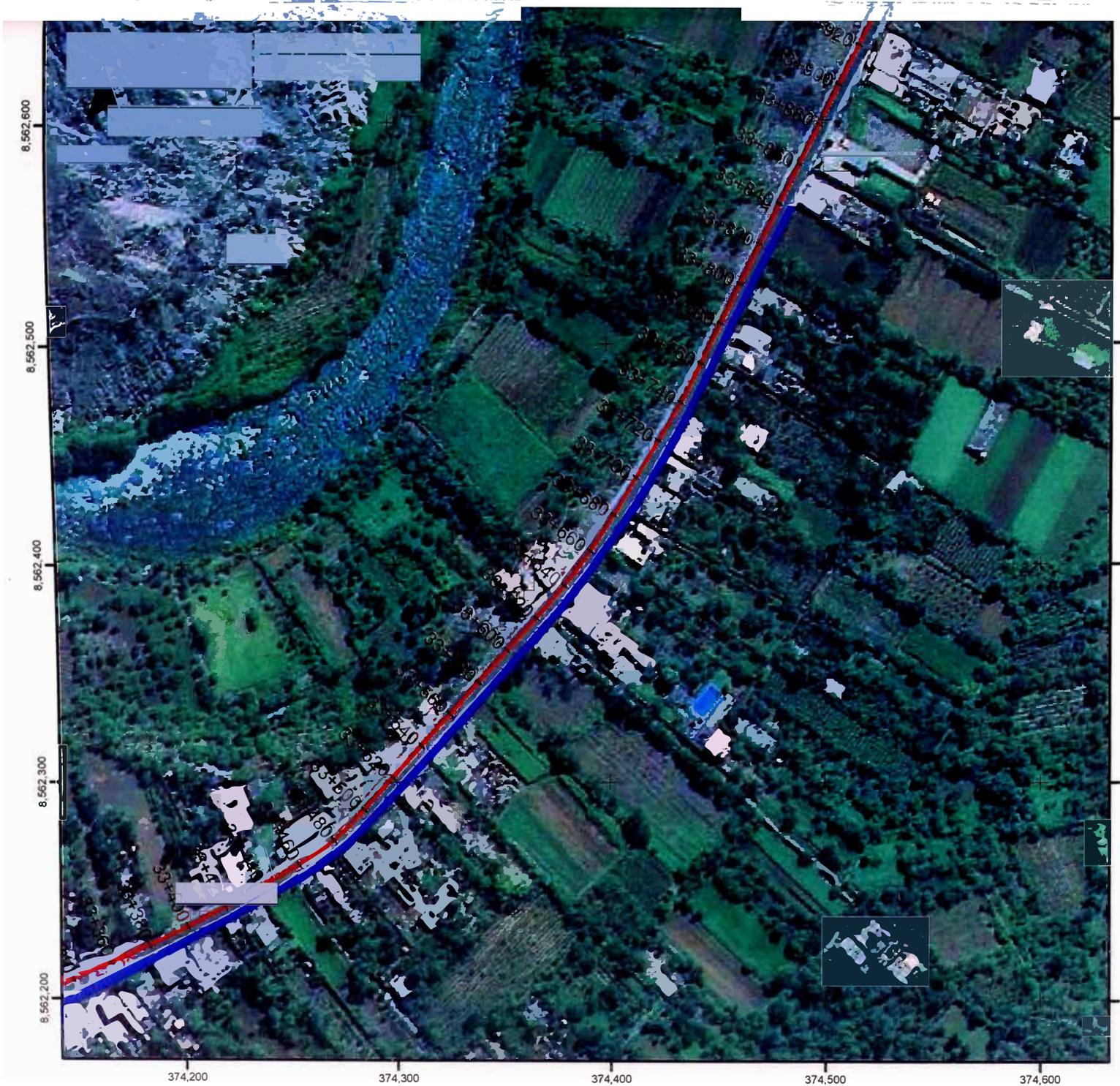
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO: **UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS  
EN FUNCIÓN DE SU CONDICIÓN FUNCIONAL**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984 Realizado por: C.CARRILLO  
 ESCALA: 1:7,500 | FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.1**





**Leyenda**

- Eje de la vía
- Canales**
- Concreto
- Concreto y Mampostería
- Tierra

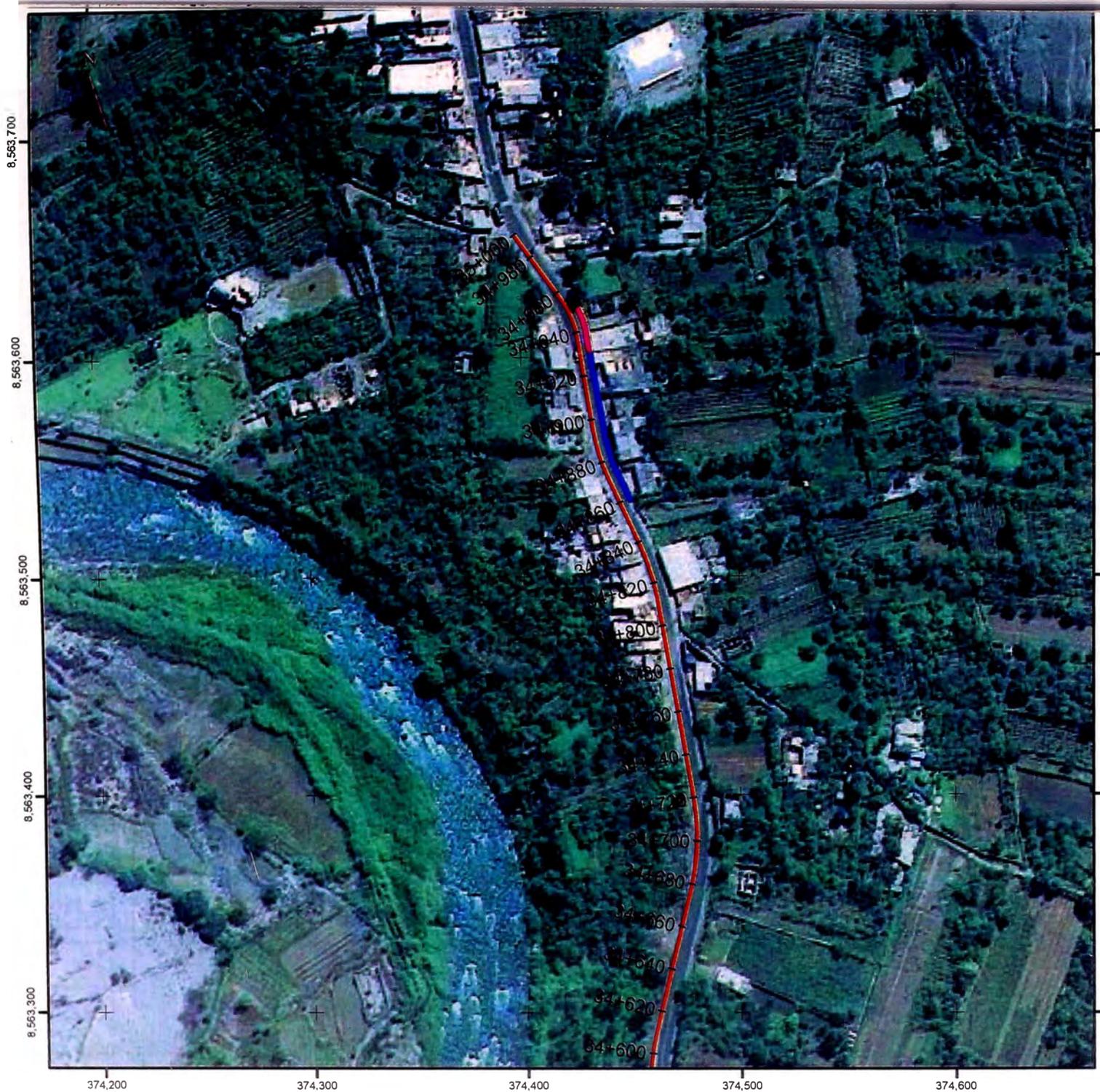


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:  
**UBICACIÓN DE CANALES (2 DE 3)**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984 Realizado por: C.CARRILLO  
 ESCALA: 1:2,500 | FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.3**

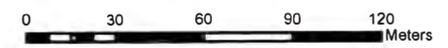


**Legenda**

- Eje de la vía

**Canales**

- Concreto
- Concreto y Mampostería
- Tierra



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO  
**UBICACIÓN DE CANALES (3 DE 3)**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984  
 ESCALA: 1:2,500

Realizado por: C. CARRILLO  
 FECHA: 26/04/2012

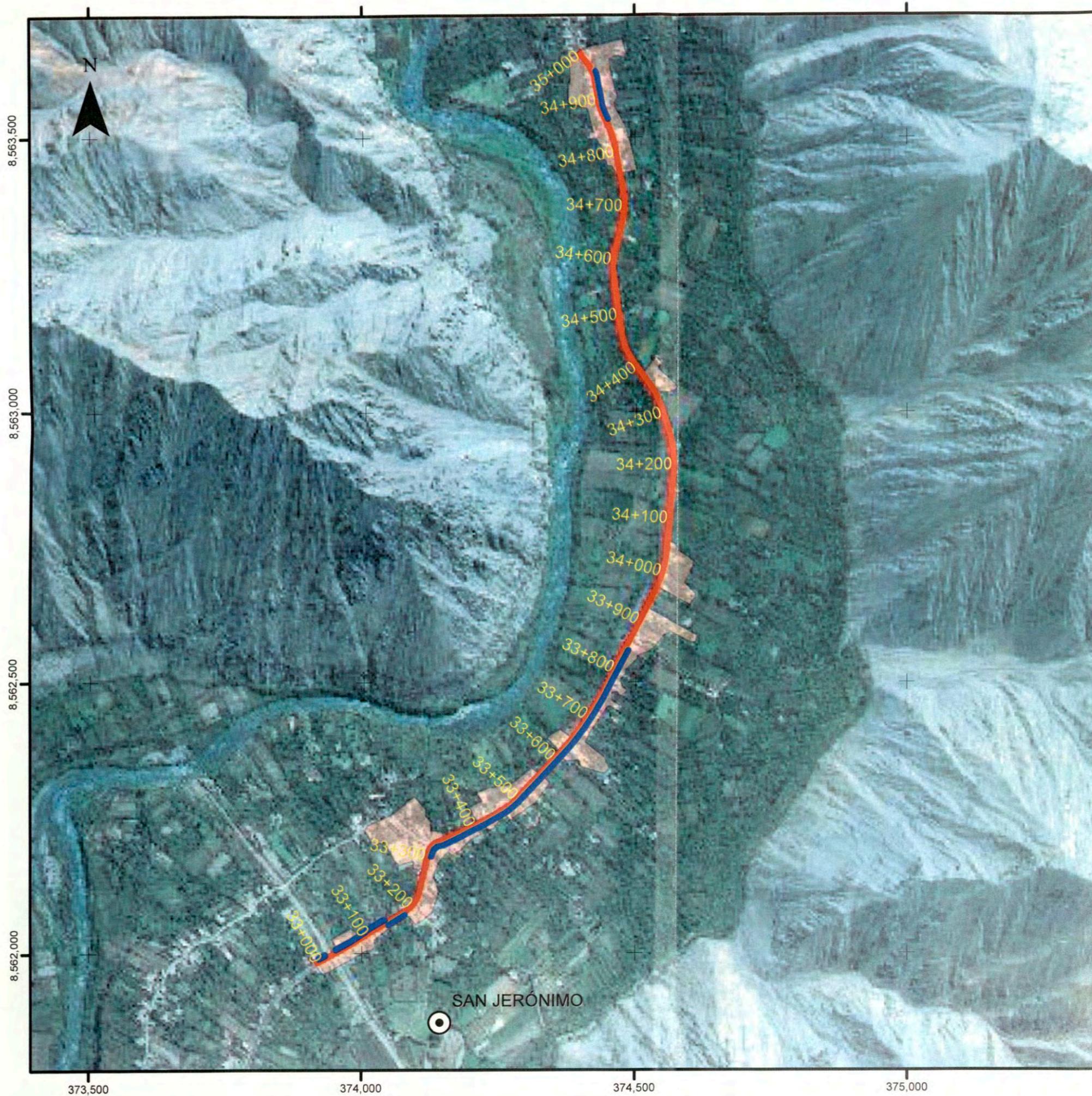
MAPA  
**3.4**

8,563,700  
8,563,600  
8,563,500  
8,563,400  
8,563,300

374,200 374,300 374,400 374,500 374,600

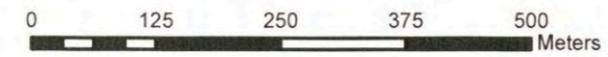
373,500

374,000



**Leyenda**

-  Distrito
-  Canales
-  Eje de la vía
-  Zonas Urbanas



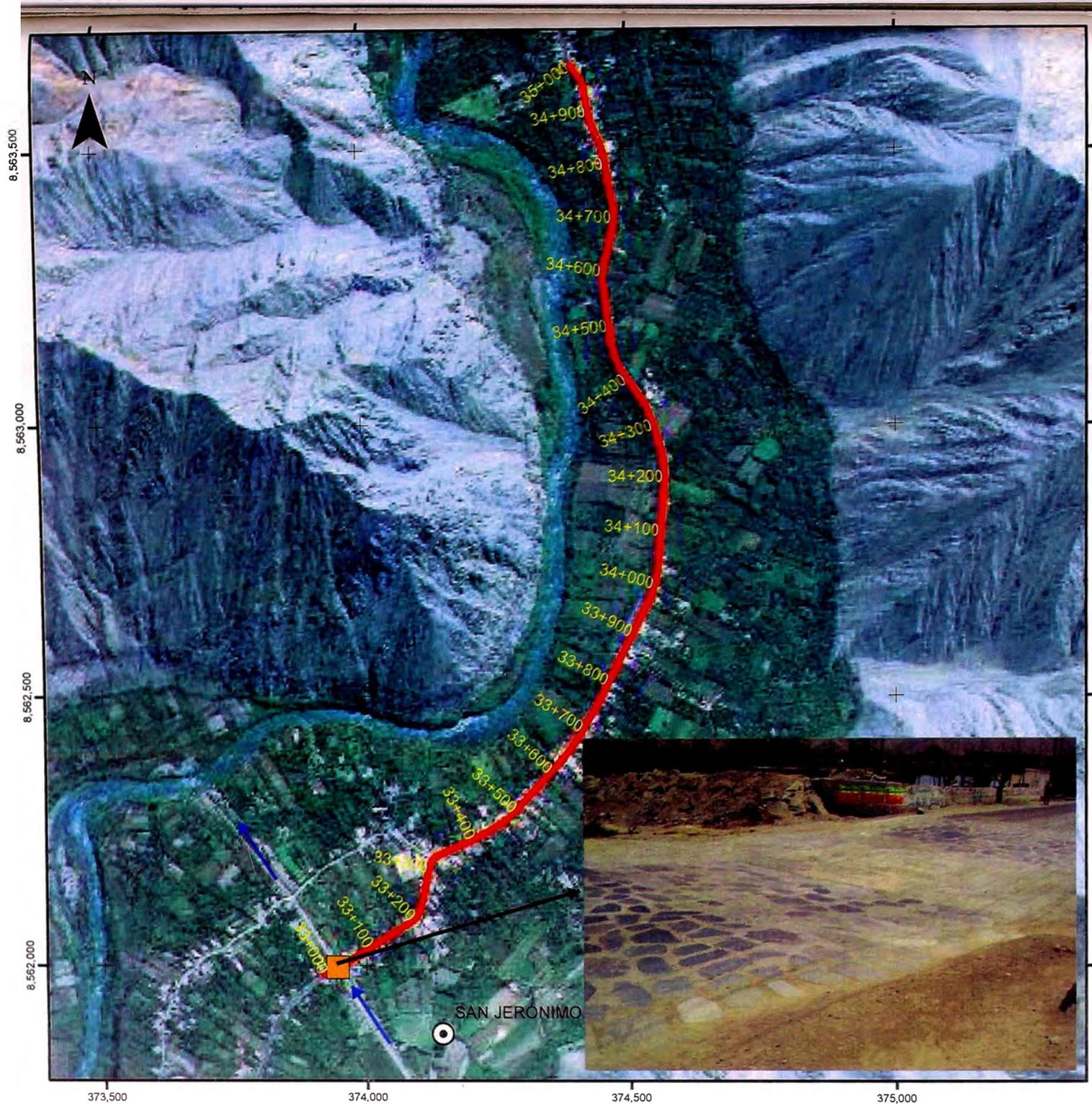
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO: **UBICACIÓN DE CANALES Y ZONAS URBANAS  
QUE COLINDAN CON LA CARRETERA**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984  
 ESCALA: 1:10,000

Realizado por: C.CARRILLO  
 FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.5**



**Leyenda**

- Distrito
- Eje de la vía
- Badén en Regular estado
- Dirección del flujo de agua

Ubicación			
Tramo	Progresiva	Norte (m)	Este (m)
Inicial	33+025	8561993	373936
Final	33+049	8562003	373954



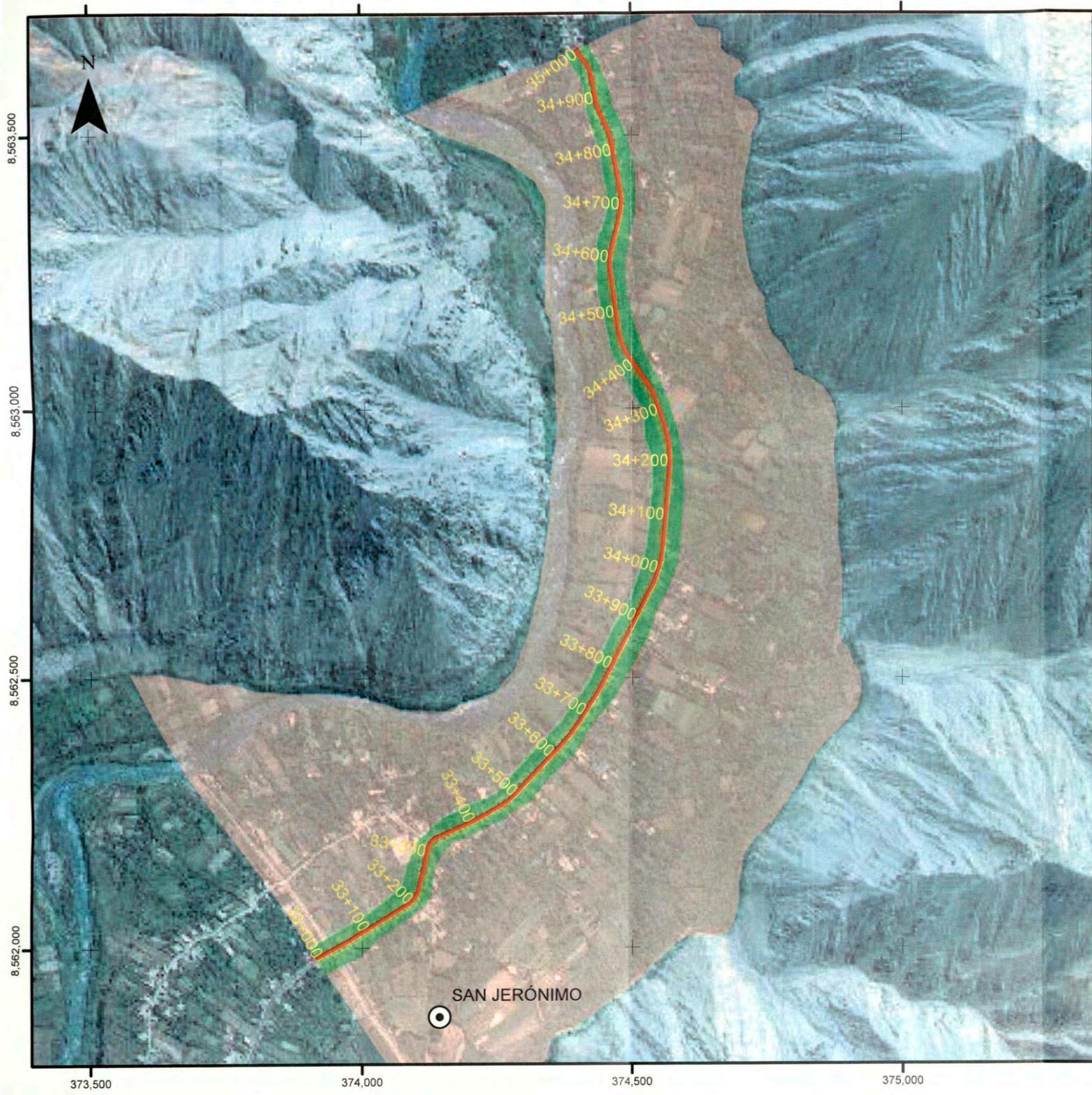
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO: **UBICACIÓN DEL BADÉN SAN JERÓNIMO  
EN EL TRAMO DE ESTUDIO**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984  
 ESCALA: 1:10,000

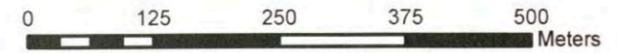
Realizado por: C.CARRILLO  
 FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.6**



**Leyenda**

-  Distrito
-  Eje de la vía
-  AID
-  AI



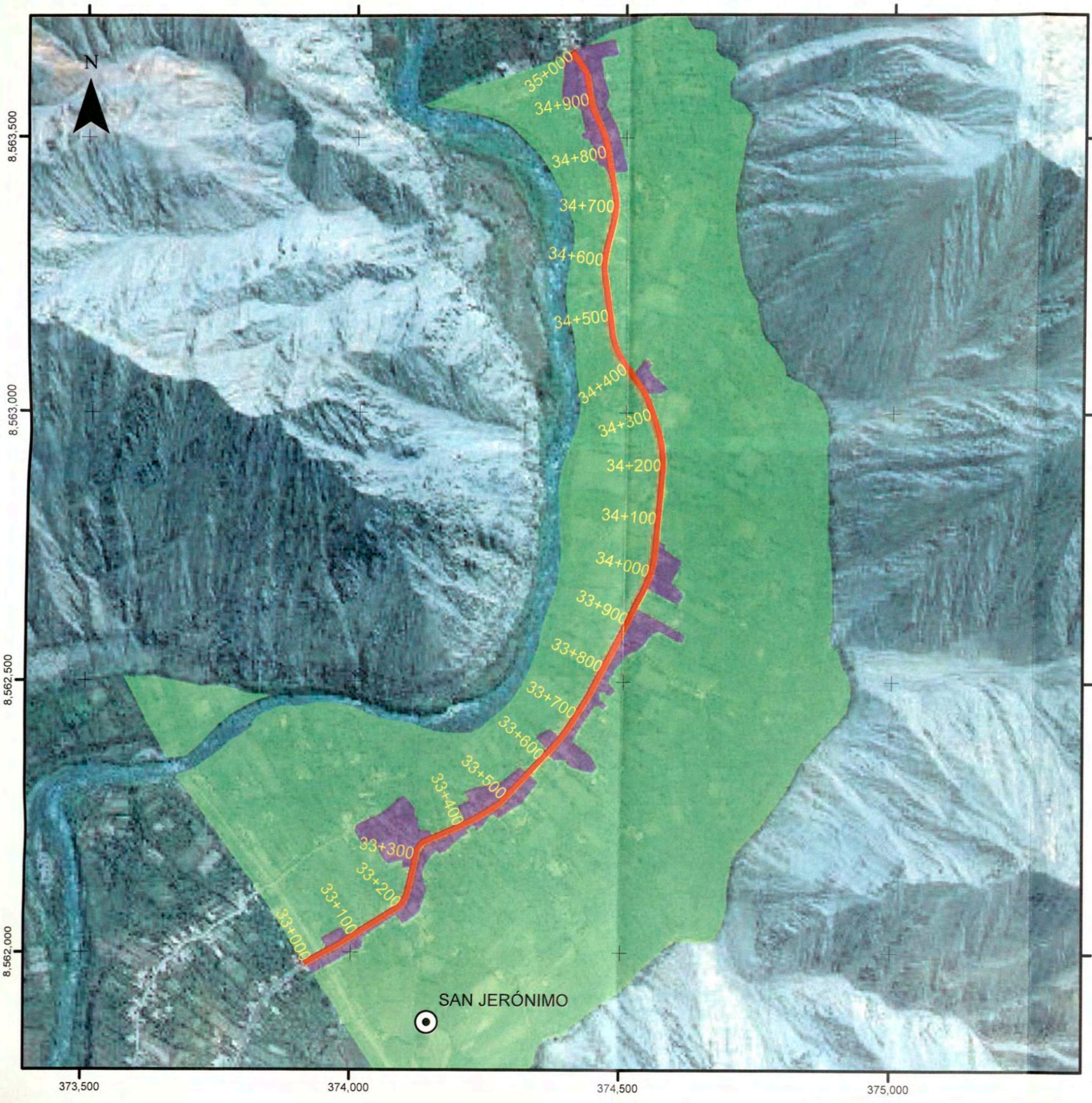
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:  
ÁREA DE INFLUENCIA

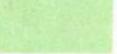
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
DATUM: WGS 1984  
ESCALA: 1:10,000

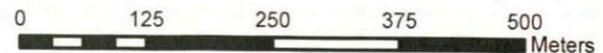
Realizado por: C.CARRILLO  
FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.7**



**Leyenda**

-  Distrito
-  Eje de la vía
-  Zonas Urbanas
-  Zonas de Cultivos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO: **ZONAS DE CULTIVO Y URBANAS**

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S  
 PROYECCIÓN: Transverse Mercator  
 DATUM: WGS 1984  
 ESCALA: 1:10,000

Realizado por: C.CARRILLO  
 FECHA: 26/04/2012

MAPA  
**3.8**

## Anexo B: Memoria Fotográfica



Foto N° A.1 – Alcantarilla km33+144



Foto N° A.2 – Alcantarilla km33+144



Foto N° A.3 – Alcantarilla km33+355



Foto N° A.4 – Alcantarilla km33+405



Foto N° A.5 – Alcantarilla km33+405



Foto N° A.6 – Alcantarilla km33+581



Foto N° A.7 – Alcantarilla km34+026 (entrada)



Foto N° A.8 – Alcantarilla km34+026 (salida)



Foto N° A.9 – Alcantarilla km34+329



Foto N° A.10 – Alcantarilla km34+456



Foto N° A.11 – Alcantarilla km34+498



Foto N° A.12 – Alcantarilla km34+625