

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MANUAL DE INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO
GEOMETRIA DEL PROYECTO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MARVIN HAROLD ROJAS CALDERÓN

Lima- Perú

2012

DEDICATORIA:

Algunas personas se alegran cuando logras alcanzar una meta, pero muy pocas se comprometen a ayudarte o te inspiran a lograrlo y para ustedes va mi dedicatoria:

A mi querida mamá, sin tu fuerza, deseo de superación y persistencia no lo hubiera logrado. Este título no te lo dedico sino que lo comparto contigo.

A mi papá, la pasión por nuestra carrera que me trasmite ha sido inspiradora desde mi etapa de colegial.

A mi Betzy el gran amor que te tengo me hace superarme cada día, te agradeceré toda la vida por darme una familia tan hermosa. En tu dedicatoria escribiste que confías en mí y lo mismo te respondo yo, confío absolutamente en ti.

A mi Anabel, tus deseos de grandeza me recuerdan siempre que nada es suficiente, tu prematura madurez y logros tranquilizan y motivan a seguir adelante.

A mi pequeña Camila, tu risa, besos y abrazos me alegran la vida cada día, tus tareas, juegos y travesuras me han enseñado que con paciencia y dedicación se puede lograr grandes cosas.

A mis hermanas que buscan su superación personal y me plantean nuevos retos.

A mis suegros y cuñadas que siempre están dispuestos a brindar un consejo sincero y apoyo.

INDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I: GEOMETRIA DEL PROYECTO	9
1.1 GENERALIDADES	9
1.2 INVENTARIO VIAL	11
1.3 DISEÑO GEOMETRICO	13
1.3.1 Derecho de Vía o Faja de Dominio	16
1.3.2 Sección transversal	17
1.3.3 Trazo en planta y perfil	22
1.3.4 Parque automotor	25
1.3.5 Estudio de tráfico	26
1.3.6 Instalaciones al lado de la carretera	27
1.4 INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO: GEOMETRIA DEL PROYECTO	28
1.4.1 Definición	28
1.4.2 Análisis de la problemática	28
1.4.3 Implementación del inventario vial	31
CAPITULO II: METODOLOGIA DEL INVENTARIO VIAL Y EVALUACION	32
2.1 METODOLOGIA DEL INVENTARIO VIAL	32
2.2 PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE INFORMACION DE CAMPO	35
2.2.1 Trazo	35
2.2.2 Colocación de puntos de referencia	35
2.2.3 Replanteo topográfico	36
2.2.4 Geometría transversal	37
2.2.5 Estudio de tráfico y medición de velocidad media	39
2.3 EVALUACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION REGISTRADA	39

1 Evaluación de la información	39
2.3.2 Procesamiento de la información registrada	40
2.3.3 Presentación de la información georeferenciada	41
2.3.4 Descripción de las herramientas del ArcGIS	41
2.3.5 Aplicación del ArcGIS	44
CAPITULO III: APLICACIONES GIS Y EJEMPLOS	47
3.1 OBJETIVO	47
3.2 ZONA DE ESTUDIO	47
3.2.1 Ubicación	47
3.2.2 Accesibilidad	47
3.2.3 Altitud	47
3.2.4 Clima	47
3.1.5 Meteorología	48
3.3 REGISTRO DE INFORMACION DE CAMPO	48
3.3.1 Descripción del equipo GPS diferencial	48
3.3.2 Información recopilada de campo	50
3.4 FORMATOS SIC	53
3.5 MAPAS TEMATICOS GEOREFERENCIADOS	59
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1 CONCLUSIONES	66
4.2 RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	71

RESUMEN

Las obras de infraestructura vial requieren la ejecución de procesos post-construcción que permitan restituir sus características primigenias, con la finalidad de brindar un servicio adecuado según las condiciones para la que fue requerida durante su vida útil.

Es sabido que en nuestro medio existe deficiencia de inversión post-construcción y contrariamente existe gran demanda por material las mismas. Por tanto, buscando una de las causas del problema planteado se encuentra que los proyectos de mejoramiento, rehabilitación, conservación y mantenimiento no se encuentran debidamente fundamentados.

Al respecto, se debe indicar que los proyectos no se fundamentan bien debido a que la información sobre la que se elaboran los fundamentos tiene la siguiente problemática:

- a. Es insuficiente, se evalúan las deficiencias aisladamente.
- b. Es desordenada, no se presentan en formatos estandarizados.
- c. Es subjetiva, no se puede dar conclusiones categóricas.
- d. Es errónea, no tiene fundamento teórico.
- e. No está debidamente localizada según el sistema de coordenadas y datum oficiales, etc.

Finalmente, el Manual de Inventario Vial Georeferenciado: Geometría del Proyecto contiene suficiente documentación técnica para brindar los conceptos teóricos claros sobre los parámetros y características geométricas, así como, los procedimientos sobre el registro de datos de los mismos para su evaluación, con lo que se busca suplir las deficiencias mencionadas en el párrafo precedente.

LISTAS DE CUADROS

Cuadro N° 1.01	Datos del inventario vial calificado.	13
Cuadro N° 1.02	Vehículos de diseño.	26
Cuadro N° 3.01	Puntos de control geodésico.	52
Cuadro N° 3.02	Coordenadas de los hitos kilométricos.	52
Cuadro N° 3.03	Identificación y descripción de la carretera.	53
Cuadro N° 3.04	Calzadas.	53
Cuadro N° 3.05	Ubicación de PR.	53
Cuadro N° 3.06	Fajas.	54
Cuadro N° 3.07	Ancho de fajas.	55
Cuadro N° 3.08	Tramos administrativos.	56
Cuadro N° 3.09	Tramos por entidad.	56
Cuadro N° 3.10	Derecho de vía.	56
Cuadro N° 3.11	Estudio de campo.	57
Cuadro N° 3.12	Resultados del IMDa.	58
Cuadro N° 3.13	Velocidad media en el sentido Cañete – Lunahuaná.	59
Cuadro N° 3.14	Velocidad media en el sentido Lunahuaná – Cañete.	59

LISTAS DE FIGURAS

Figura N° 1.01	Fases de la gestión de carreteras.	9
Figura N° 1.02	Política de desarrollo vial.	10
Figura N° 1.03	Clasificación por tipo de inventario vial.	12
Figura N° 1.04	Secciones transversales.	14
Figura N° 1.05	Geometría transversal.	15
Figura N° 1.06	Geometría en planta.	15
Figura N° 1.07	Derecho de vía.	16
Figura N° 1.08	Sección transversal de una carretera en tramo recto.	17
Figura N° 1.09	Secciones de pasos a desnivel.	21
Figura N° 1.10	Sección transversal de una carretera a media ladera.	22
Figura N° 1.11	Perspectiva de los recorridos de las carreteras.	24
Figura N° 1.12	Evolución del estado de la RVN.	29
Figura N° 1.13	Estado de la Red Vial Nacional.	30
Figura N° 2.01	Mapa vial departamental de Lima.	33
Figura N° 2.02	Esquema del manual de inventario vial georeferenciado.	34
Figura N° 2.03	Plataforma de carretera afirmada.	37
Figura N° 2.04	Sección de carreteras pavimentadas.	38
Figura N° 2.05	Tipo de datos gestionados por el ArcGIS.	42
Figura N° 2.06	Capas descompuestas del entorno ArcGIS.	44
Figura N° 2.07	Imagen georeferenciada con el trazo de una carretera.	46
Figura N° 3.01	Ubicación de la Carretera Cañete Lunahuaná.	48
Figura N° 3.02	Equipo GPS Diferencial.	49
Figura N° 3.03	Trazo del eje de calzada.	50
Figura N° 3.04	Levantamiento con GPS diferencial.	51
Figura N° 3.05	Medición con wincha del ancho de berma.	51
Figura N° 3.06	Medición con odómetro de falla en el pavimento.	52
Figura N° 3.07	Estaciones de control en el tramo Cañete – Lunahuaná.	58
Figura N° 3.08	Mapa de ubicación.	60
Figura N° 3.09	Registro de elementos de la carretera con GPS.	61
Figura N° 3.10	Puntos de límites de propiedad.	62
Figura N° 3.11	Bermas por sentido de circulación.	64
Figura N° 3.12	Derecho por sentido de circulación.	65
Figura N° 3.13	Radio de curvatura.	66

LISTAS DE SIMBOLOS Y SIGLAS

BM	Bench Mark.
DGCF	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
GPS	Sistema de posicionamiento global.
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
PIP	Proyecto de Inversión Pública.
PR	Puntos de referencia.
PROVIAS	Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte
RENAC	Registro Nacional de Carreteras.
RVDR	Red vial departamental o regional.
RVN	Red vial nacional.
RVVR	Red vial vecinal o rural.
SGC	Sistema de Gestión de Carreteras.
SIC	Subsistema de inventario calificado.
SIG	Sistema de información geográfica.
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública.

INTRODUCCIÓN

El Perú ha logrado mantener un crecimiento económico sostenido y con proyección ascendente durante las dos últimas décadas, cimentado principalmente en la exportación de materias primas como minerales y productos agrícolas. Sin embargo, por un lado la crisis mundial, que afecta el mercado de compradores, y por otro lado los conflictos sociales internos, que reclaman participar del crecimiento económico del país, ponen en riesgo la tendencia de crecimiento económico y nuestras posibilidades de desarrollo.

Al respecto, para contrarrestar los efectos ante una posible disminución de la demanda externa, las autoridades están buscando potenciar nuestro mercado interno basado en el consumo de las familias, y se podrá lograr si la producción generada llega a los puntos de venta locales con costos mínimos, para lo cual se deben contar con vías que permitan transportar las cargas económicamente.

Así mismo, la ausencia de vías de comunicación o vías en mal estado de conservación, aíslan a las comunidades y niegan la posibilidad de integración a las cadenas productivas toda vez que no existe intercambio comercial, limitando sus condiciones de desarrollo.

En tal sentido, la necesidad de contar con vías de comunicación en buen estado de funcionamiento se convierte en una de las restricciones para lograr desarrollo, por lo tanto, se deben ejecutar obras de infraestructura vial donde no exista y servicios de mantenimiento y rehabilitación donde exista infraestructura vial deficiente.

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo ser una herramienta de gestión de la infraestructura vial terrestre durante la etapa de operación y mantenimiento, cuyo producto final será un indicador para la toma de decisiones sobre acciones a implementar para la conservación o el mejoramiento de las vías, persiguiendo el mismo objetivo de los estudios de pre-inversión de proyectos, es decir, optimizar el gasto con los recursos del estado.

El primer capítulo es el fundamento teórico sobre el cual se basa para realizar un inventario vial georeferenciado, por tanto, se explica en qué consiste un inventario vial, describe los elementos geométricos que conforman una carretera, y resalta la importancia de la georeferenciación de los datos.

El segundo capítulo detalla la metodología a seguir en campo para la recopilación de datos de la geometría del proyecto vial. Así mismo, explica los procedimientos a seguir para la evaluación de los valores obtenidos, su procesamiento con técnicas manuales o con programas de cómputo, y la presentación en programas de cómputo que operan sistemas de información geográfica.

El tercer capítulo es una aplicación de los procedimientos descritos en el segundo capítulo al tramo comprendido entre las progresivas 31+000 hasta 33+000 de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca y la Rehabilitación del Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

El cuarto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones del ejemplo de aplicación del tercer capítulo, de modo que sea considerado cuando se apliquen estas técnicas de inventario a cualquier carretera.

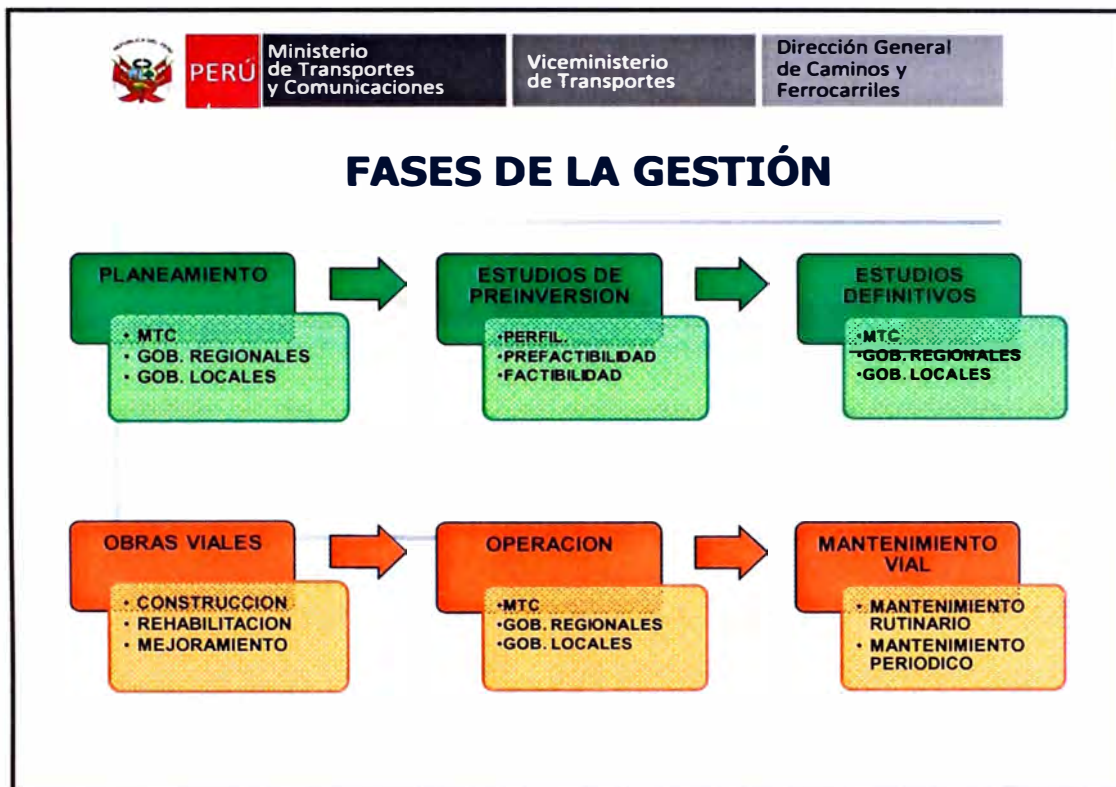
CAPITULO I: GEOMETRIA DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, ha establecido las siguientes responsabilidades en la gestión de las carreteras del territorio nacional:

- La Red Vial Nacional (RVN): Gobierno Nacional.
- La Red Vial Departamental o Regional (RVDR): Gobierno Regional.
- La Red Vial Vecinal o Rural (RVVR): Gobierno Local.

Así mismo, define las fases de gestión de carreteras desde la concepción hasta la operación tal como se muestra en la figura N° 1.01.

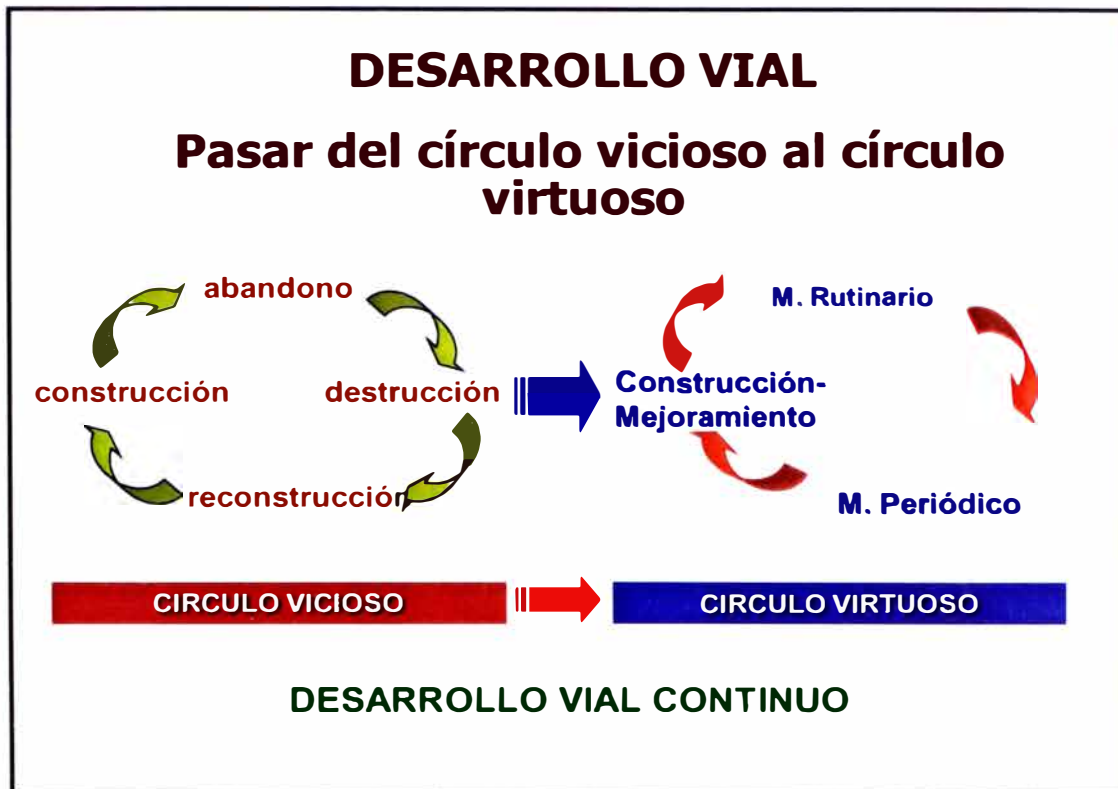


Fuente: MTC – Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Figura N° 1.01: Fases de la gestión de carreteras.

En cumplimiento de la Resolución Ministerial N° 817-2006-MTC/9 – Política Nacional del Sector Transporte, se elaboró el Plan Estratégico Nacional 2021 que contiene las políticas nacionales para el desarrollo hasta el año 2021.

La figura N° 1.02 especifica la filosofía para lograr un desarrollo vial continuo.



Fuente: MTC – PROVIAS Nacional

Figura N° 1.02: Política de desarrollo vial.

En tal sentido y de acuerdo a su competencia, las autoridades ejecutan proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación, conservación y mantenimiento de las carreteras, para lo cual se adjudican obras y servicios.

Los proyectos de inversión pública (PIP) son monitoreados por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Los proyectos de construcción, a medida que avanzan por las etapas de evaluación, aproximan con menor error los costos proyectados de inversión; caso diferente a los proyectos de mejoramiento, rehabilitación, conservación y mantenimiento que generalmente no cuentan con información actualizada para estimar el costo de inversión a realizar, por lo tanto, surge la necesidad de incluir los inventarios viales en los proyectos de inversión durante el periodo de ejecución.

Al respecto, la infraestructura existente no cuenta con herramientas que permitan estimar el costo de inversión para proyectar el mejoramiento, rehabilitación,

conservación y mantenimiento de las carreteras, ni el periodo ideal para ejecutar la inversión, por lo tanto, no se puede asegurar que la inversión a realizar sea óptima. En tal sentido, el inventario vial se convierte en una herramienta de gestión post-construcción durante la etapa de operación y mantenimiento.

1.2 INVENTARIO VIAL

Por definición, el inventario vial es el registro ordenado, sistemático y actualizado de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), mediante la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), es el órgano normativo y fiscalizador de la gestión de infraestructura vial, caminos y ferrocarriles, cuyo rol consiste en la provisión de las normas e instrumentos de gestión y velar por su cumplimiento.

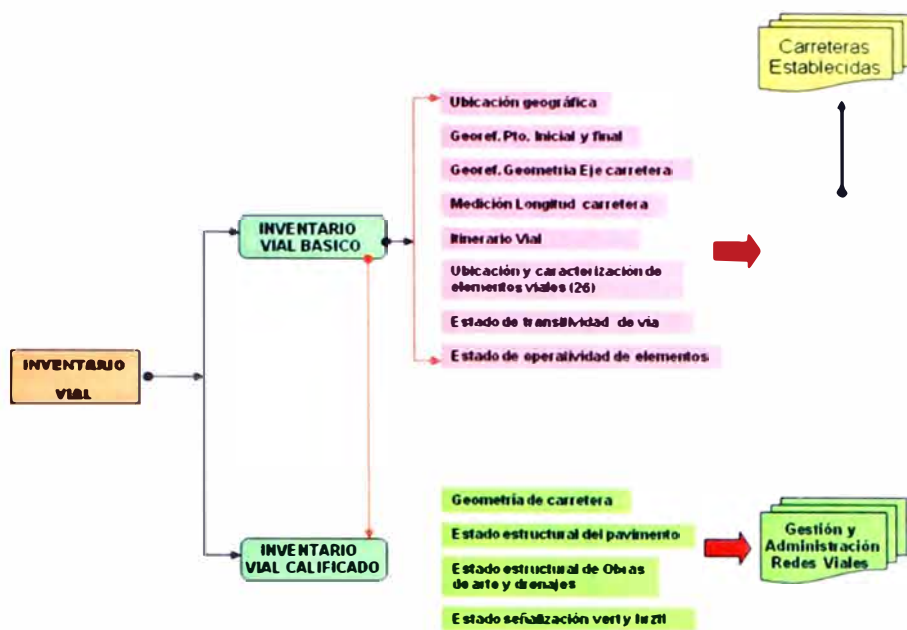
Las normas e instrumentos de gestión son:

- Clasificador de rutas y mapas viales.
- Inventarios viales.
- Registro Nacional de Carreteras – RENAC.

El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por D. S. 034-2008-MTC, especifica: "corresponde a las autoridades competentes, realizar y actualizar los inventarios viales", así mismo, define el inventario vial de carácter básico y de carácter calificado como se detalla a continuación:

- De Carácter Básico: Obtener información de la vía (ubicación, longitud, características geométricas generales, superficie de rodadura y estado situacional).
- De Carácter Calificado: Obtener información actualizada y detallada de los elementos que conforman la vía con fines de inversión.

La DGCF del MTC define los componentes a analizar en cada tipo de inventario vial, graficada en la figura N° 1.03, sin embargo no precisa si se deben ejecutar independiente o simultáneamente, entre los principales aspectos a analizar.



Fuente: MTC – DGCF.

Figura N° 1.03: Clasificación por tipo de inventario vial.

A su vez, mediante el contrato N° 189-99-MTC/15.02.PRT.PERT.01, celebrado el 13 de Mayo 1999 y modificado el 31 de Mayo de 1999, el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción confió el estudio del Sistema de Gestión de Carreteras (SGC) a la Asociación BCEOM - OIST, que elaboró el Manual del Subsistema de Inventario Calificado (SIC), con el objetivo de seleccionar de manera racional los tramos que requieran obras de mantenimiento y optimizar el uso de los recursos humanos y financieros disponibles. Para lograr tal meta, el SGC tiene que contar con tres partes principales:

- Un sistema de recolección de datos y una base para grabarlos (Subsistema de Inventario Calificado SIC).
- Un sistema de optimización de los recursos para planificar y programar las obras de mantenimiento, aprovechando los datos recolectados.
- Un sistema de seguimiento de la Red y actualización de la base de datos.

Cada parte es imprescindible para que el SGC sea eficiente y se actualice en el futuro. El cuadro N° 1.01 resume lo descrito.

Cuadro N° 1.01: Datos del inventario vial calificado.

Tabla 1.1 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	si	si
Puntos críticos de la carretera y daños del pavimento		si	si
Obras de arte y de drenaje		si	si
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	si	si
Estructura de los pavimentos	Estructura existente Antecedentes de la construcción	si	si
Deflexiones		si	no
Rugosidad		si	si
Textura		si	no
Tránsito		si	si
Accidentes	Base de datos específica del CNSV según capítulo 13	si	si

Fuente: MTC - SGC.

Según lo descrito se pueden identificar los siguientes componentes a evaluar en el inventario vial:

- Geometría del proyecto.
- Geología, geotécnica y pavimentos.
- Señalización, seguridad y accesibilidad.
- Obras de arte, drenaje e impacto ambiental.

1.3 DISEÑO GEOMETRICO

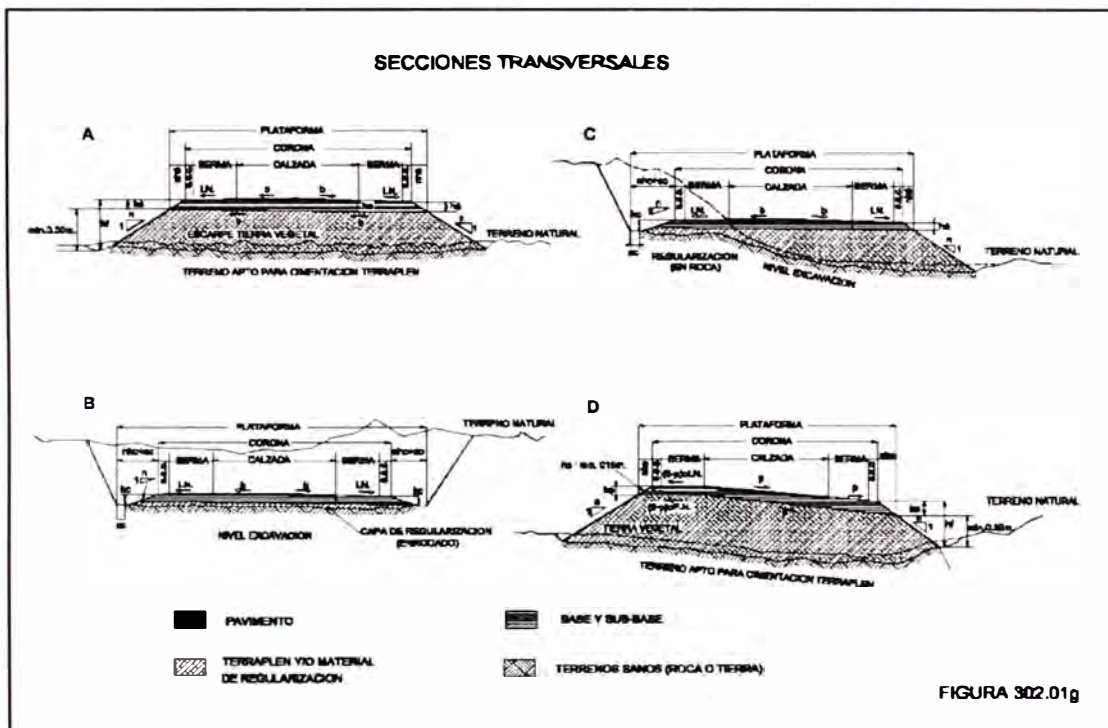
El Manual de Diseño Geométrico de carreteras (DG-2001) del MTC señala textualmente: “El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la

funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad”.

Actualmente se opta por diseñar proyectos cuya ejecución se logre con el mínimo costo. En tal sentido, se tiende a realizar el diseño de la geometría del proyecto con valores mínimos de los parámetros indicados en las normas, sin embargo, esta tendencia al ahorro genera el riesgo que la infraestructura no cumpla con los objetivos para la cual fue proyectada en un periodo muy corto.

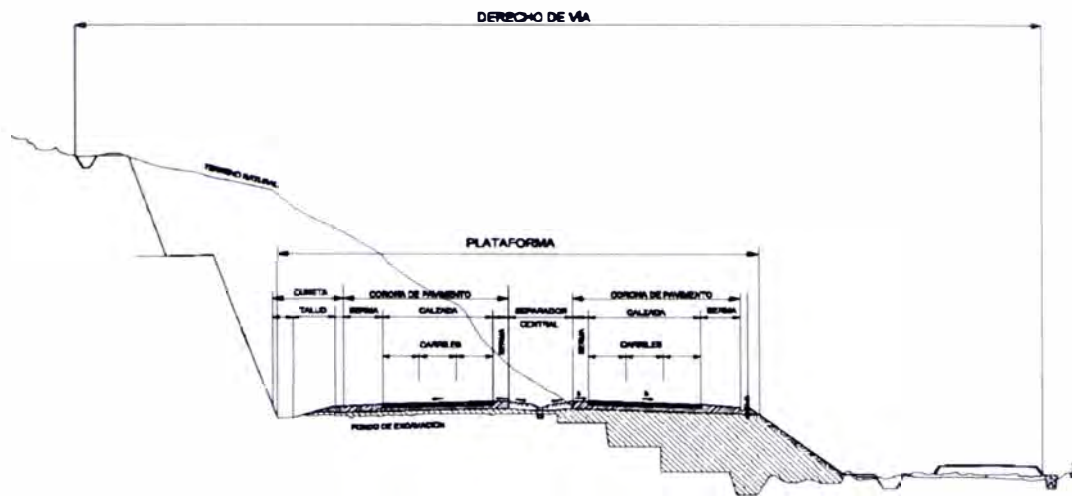
El objetivo del inventario vial de la geometría del proyecto es evaluar los parámetros necesarios que permitan tener un concepto claro del estado de la carretera y el servicio que presta para que posteriormente se tomen decisiones de la intervención a realizar cuando ésta lo amerite.

La figura N° 1.04 muestra cuatro secciones transversales típicas de carreteras, mientras que en las figuras N° 1.05 y N° 1.06 se detallan los parámetros más usuales de la geometría transversal y la geometría en planta respectivamente.



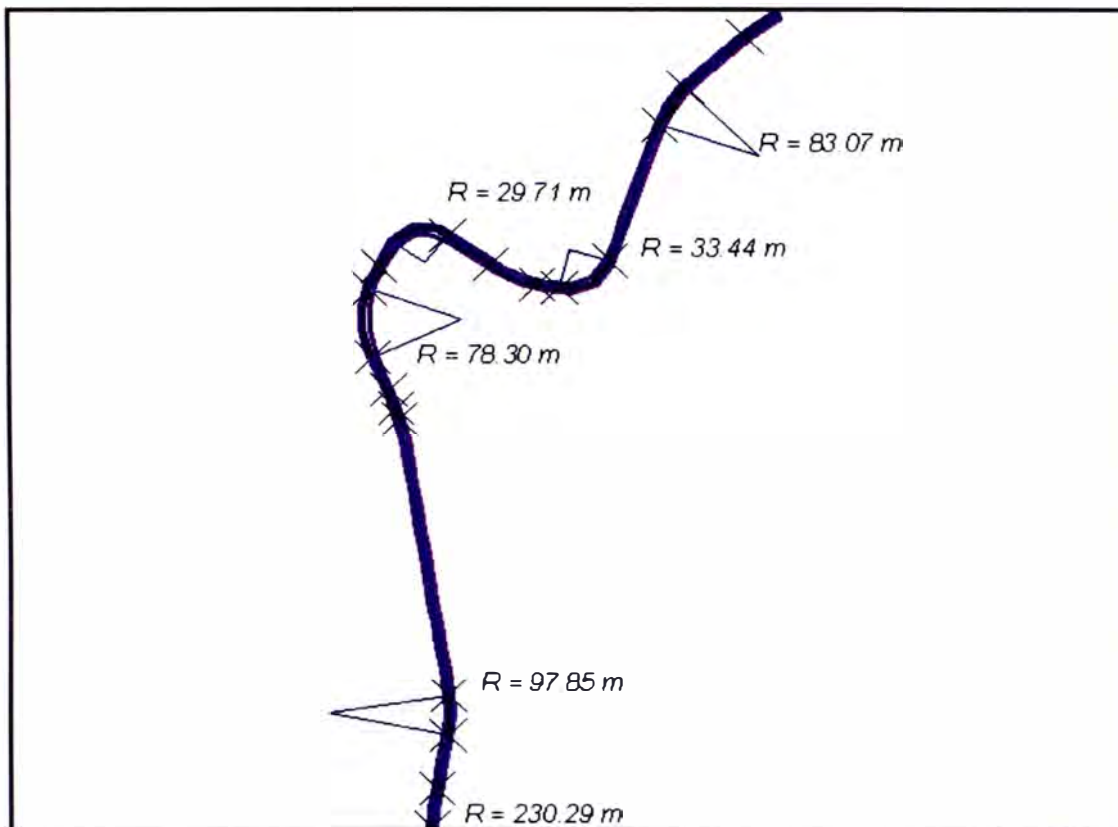
Fuente: Manual de Diseño Geométrico para Carreteras (DG-2001).

Figura N° 1.04: Secciones transversales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 1.05: Geometría transversal.



Fuente: Elaboración propia.

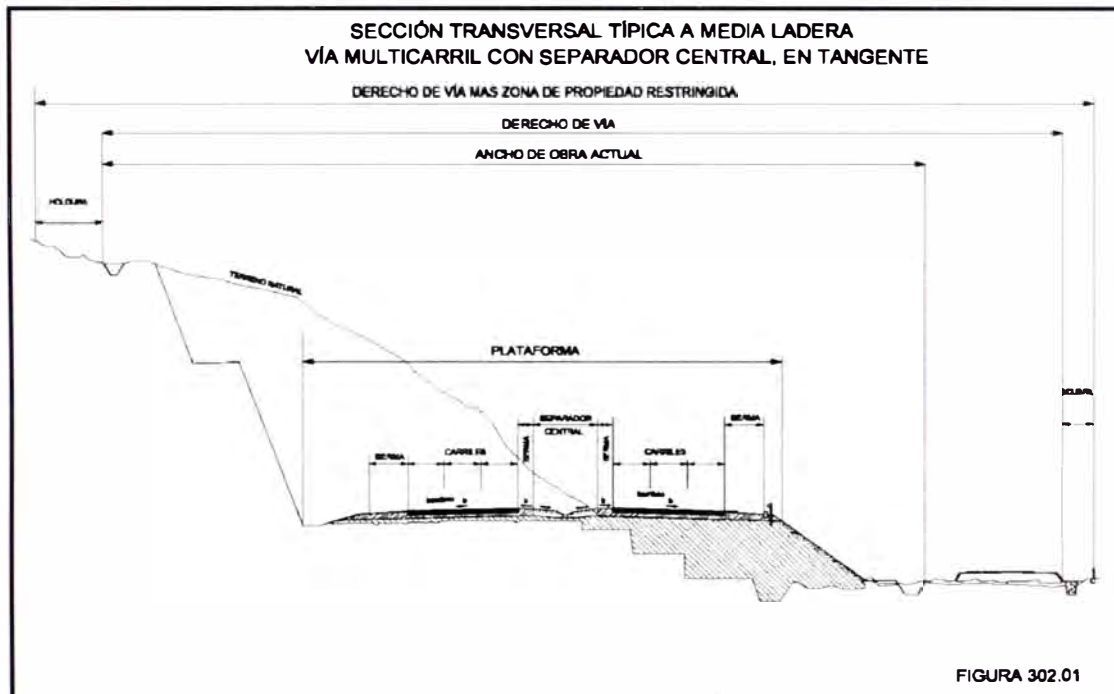
Figura N° 1.06: Geometría en planta.

ara agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento u otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación, considerando lo siguiente:

1.3.1 Derecho de Vía o Faja de Dominio

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones de la vía si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico, que se grafica en la figura N° 1.07.

En las carreteras ejerce dominio sobre el derecho de Vía, el MTC a través de la Dirección General de Caminos quien normará, regulará y autorizará el uso debido del mismo.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

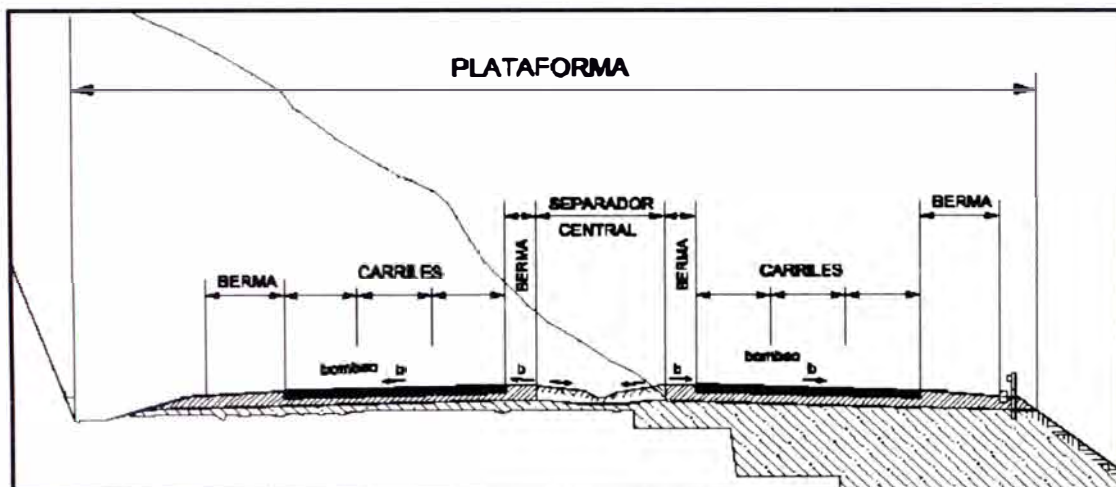
Figura N° 1.07: Derecho de vía.

a. Ancho de la faja de dominio.- La faja de dominio o derecho de Vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes, o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen. Por Resolución Ministerial el MTC, especificará el ancho del derecho de Vía para cada carretera.

b. Zona de propiedad restringida.- Es la faja situada a cada lado del Derecho de Vía. La restricción se refiere a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o visibilidad, y que dificulten ensanches futuros

1.3.2 Sección transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

Figura N° 1.08: Sección transversal de una carretera en tramo recto.

La figura N° 1.08 muestra algunos parámetros de una sección transversal típica de carretera, que son descritos a continuación:

a. Número de carriles de la sección.- Un carril es parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Para el número de carriles de la calzada se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- En carreteras de calzadas separadas: No existen más de cuatro carriles por calzada ni menos de dos en la sección.
- En carreteras de calzada única: Solo existen dos carriles por calzada, uno para cada sentido de circulación.

b. Calzada.- La calzada es la zona de la sección transversal destinada a la circulación segura y cómoda de los vehículos. Para ello es necesario que su superficie esté pavimentada de forma tal que sea posible utilizarla prácticamente en todo tiempo, salvo quizás en situaciones meteorológicas extraordinarias.

El tipo de pavimento que se emplee dependerá de diversos factores, entre ellos de la intensidad y composición del tráfico previsible pero, en general, no estará relacionado con las dimensiones y características geométricas de la calzada.

La calzada se divide en carriles, cada uno con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

c. Bermas.- Es la franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Las bermas son un elemento importante de la sección transversal. Además de contribuir a la resistencia estructural del pavimento de la calzada en su borde, mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico de la calzada y su seguridad: para ello, las bermas pueden desempeñar, por separado o conjuntamente, varias funciones que determinan su ancho mínimo y otras características, que se enumeran a continuación:

- Detención Ocasional de Vehículos: Si un vehículo se detiene en la calzada, forzará al resto del tráfico a circular por menos carriles y a menor velocidad. Por tanto, al disponer un espacio para la detención de vehículos, la berma mantiene la capacidad de la calzada y su seguridad. Las razones de la detención pueden ser varias: averías del vehículo ó también el deseo del conductor de descansar,

comer u orientarse; en este último caso la previsión de áreas de descanso resulta más adecuada.

- Zona de Seguridad: Un vehículo que se salga de la calzada por causas no intencionadas, sobre todo a alta velocidad, debe tener un margen de seguridad para que esa salida no origine un accidente, sino que pueda volver a la calzada una vez dominada la situación. Combinado con lo anterior está el denominado "efecto de pared", que hace que el conductor se aparte de obstáculos contiguos al borde de la calzada y disminuya el nivel de servicio.

- Circulación de Emergencia: En ciertas ocasiones las bermas pueden servir al tráfico normal en circunstancias extraordinarias, como si de un carril más se tratara, si su ancho se lo permite. Un ejemplo típico lo constituyen las operaciones de conservación o reparación de la calzada, normalmente ejecutadas por medios anchos, y durante las cuales una al menos de las bermas, debidamente señalizada, puede servir para mantener el tráfico.

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

El drenaje de un pavimento depende tanto de la pendiente transversal o bombeo, como de su pendiente longitudinal. En rasantes a nivel o casi a nivel, tales como los que se encuentran en trazos en las planicies de la costa, así como en las curvas verticales cóncavas, el agua que cae sobre el pavimento se esparce en ángulo recto con respecto al eje central del camino, hacia los taludes y cunetas. Cuando exista una gradiente longitudinal, el agua fluirá diagonalmente hacia el lado exterior del pavimento, siguiendo la gradiente negativa. Si la pendiente fuera pronunciada y no tuviera bombeo, el agua permanecerá sobre el pavimento una distancia considerable antes de salir hacia las bermas.

e. Peralte.- Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

f. Separador.- Se denomina separador central el espacio comprendido entre los bordes internos de las calzadas con tráfico en ambas direcciones, establecida

con el fin de separarlas física, psicológica y estéticamente. Por definición, engloba toda la faja comprendida entre los bordes internos de las dos calzadas que separa, inclusive las bermas internas y/o los sobreanchos.

Es deseable disponer de separadores centrales con el mayor ancho posible y viable. El ancho del separador central solo está restringido por factores económicos. Según las circunstancias, aumentos irrazonables en el terraplén o en la extensión de las obras viales transversales, en los costos de la faja de dominio, etc., podrán desaconsejar el establecimiento de separadores centrales anchos. Por otro lado, los separadores centrales anchos podrán permitir economías al obviar la necesidad de instalar defensas o barreras centrales. Estas, en algunos casos, pueden representar una proporción notable de los gastos de construcción.

g. Pasos a desnivel.- Por definición es el cruce a diferentes niveles entre dos o más carreteras o líneas férreas o la combinación de estas, se conoce también como BYPASS.

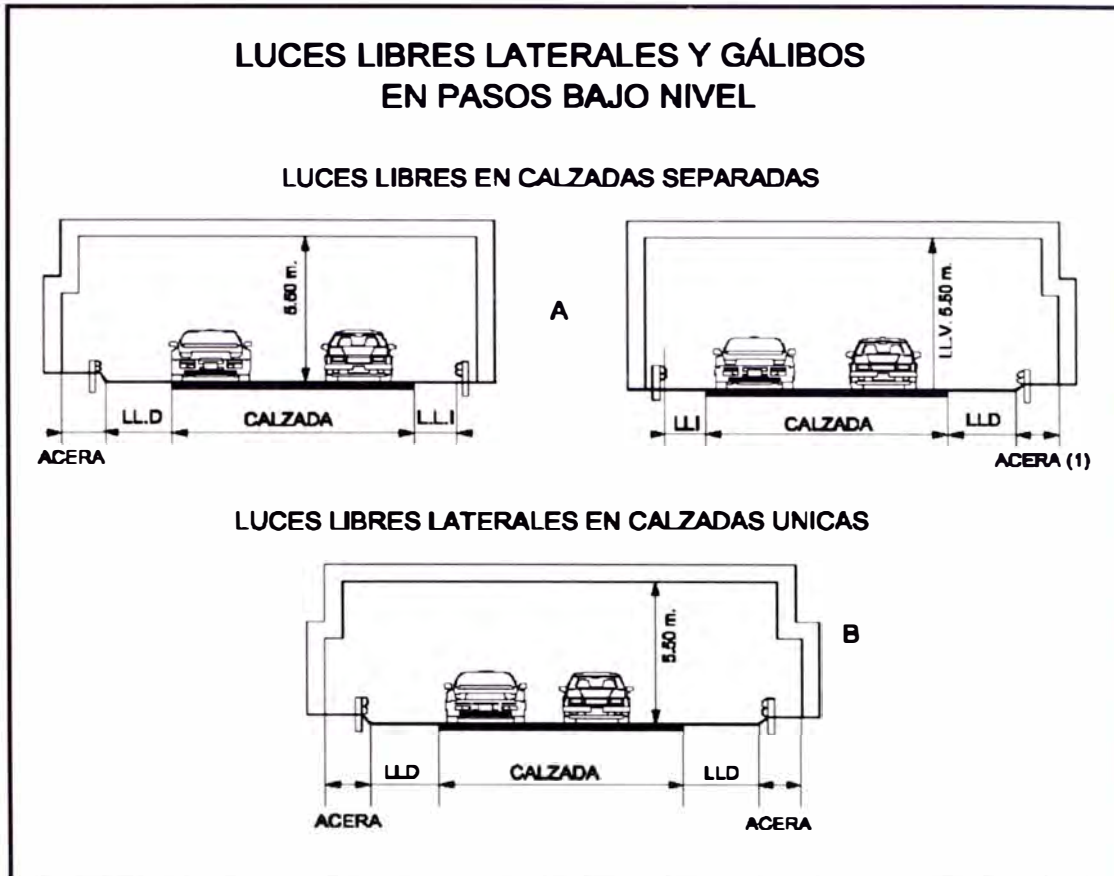
Una altura libre o gálibo vertical adecuado debe permitir a los camiones con altura que se encuentran dentro de los límites legales pasar sin restricciones bajo una estructura o por un paso bajo nivel sin necesidad de reducir, por cautela, la velocidad del vehículo o parar.

Se debe tomar en cuenta para fines de inventario vial de la geometría del proyecto, las dimensiones del gálibo y el ancho graficados en la figura N° 1.09.

h. Talud.- Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en rellenos.

Los taludes varían en gran medida, dependiendo del tipo de material con que se construyan y de su ubicación geográfica.

Se pueden identificar los tipos de taludes en corte y terraplén, mostrados en la figura N° 1.10, que a su vez, pueden estar conformados por banquetas.



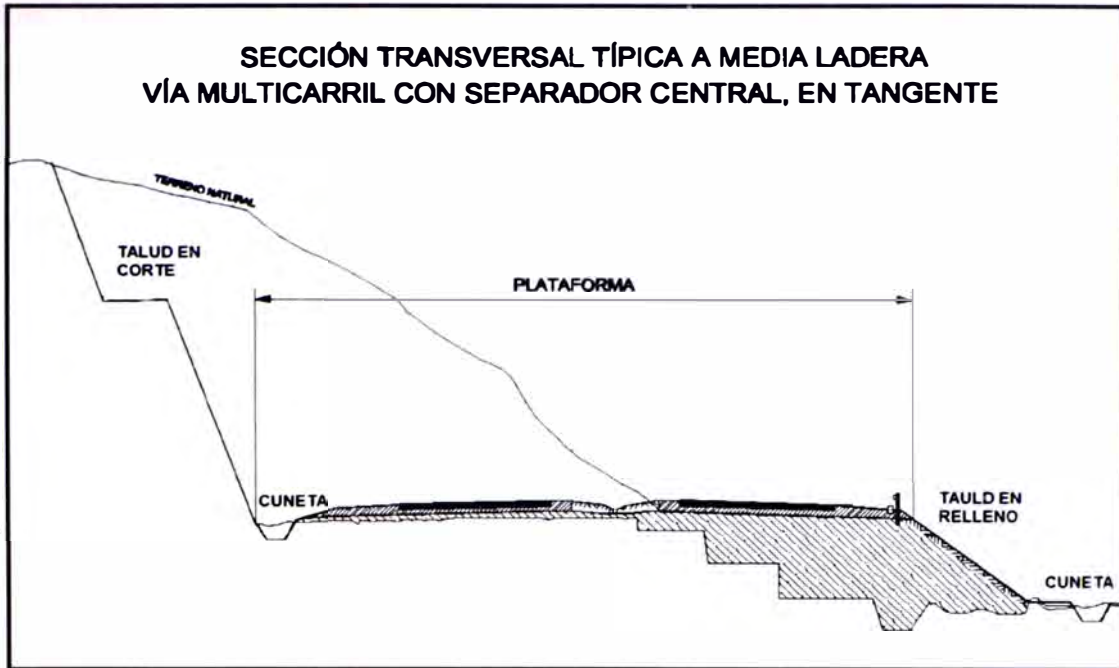
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

Figura N° 1.09: Secciones de pasos a desnivel.

i. Cunetas.- Son canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

Cuando no se requiera drenaje profundo, los distintos elementos de las cunetas deben combinarse adecuadamente para resolver los problemas hidráulicos y de mecánica de suelos que las motivan, a la vez que para lograr una sección transversal de la carretera que tenga costo mínimo.

Los elementos constitutivos de una cuneta son su talud interior y su fondo, ya incluidos en la plataforma de subrasante, y su talud exterior que resulta de proyectar horizontalmente el borde exterior de la corona sobre dicho talud, tal como se ilustra en la figura N° 1.10.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

Figura N° 1.10: Sección transversal de una carretera a media ladera.

1.3.3 Trazo en planta y perfil

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

El alineamiento horizontal permite la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

La definición del trazado en planta se refiere a un eje. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se ha adoptado para la definición del eje en carreteras de calzadas separadas:

- El centro del separador central, si este fuera de ancho constante o con variación de ancho aproximadamente simétrico.
- El borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones.
- El borde interior de cada calzada en cualquier otro caso.

Para el caso de carreteras de calzada única:

- El centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales.

Los parámetros del trazo en planta y perfil que dan las configuraciones mostradas en la figura N° 1.11 son:

a. Tramo en tangente.- La tangente es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, terrenos planos, condiciones urbanísticas, etc.).

b. Curva circular.- Las curvas circulares se definen por el radio y se encuentra condicionada por:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y elevación, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

En carreteras rurales, la mayoría de los conductores adopta una velocidad más o menos uniforme, cuando las condiciones del tránsito lo permiten. Cuando pasan de un tramo tangente a una curva, si estos no están diseñados apropiadamente, el vehículo deberá conducirse a una velocidad reducida, tanto por seguridad como por el confort de los ocupantes.

c. Sobreancho.- La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

d. Curva Vertical.- La función de las curvas verticales consiste en reconciliar las tangentes verticales de las gradientes.



















Las curvas parabólicas se usan casi exclusivamente para conectar tangentes verticales por la forma conveniente en que pueden calcularse las ordenadas verticales. Esas parábolas, de 2° grado, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Donde: L = Longitud de la curva vertical, A = Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

e. Pendiente.- Es la inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance. Los valores mínimos para pendiente longitudinal, están determinados por las condiciones de drenaje. En las secciones de terraplén o relleno, puede haber pendientes a nivel cuando el bombeo y las cunetas, con suficiente pendiente, son los encargados del drenaje de la superficie del pavimento. No obstante, bajo las mejores condiciones es preferible tener una pendiente mínima de cuando menos 0.3% con objeto de asegurar un drenaje adecuado.

Para el caso de la topografía accidentada, el proyectista procurará utilizar las menores pendientes compatibles con la topografía en que se emplaza el trazado. Carreteras con un alto volumen de tránsito justifican económicamente el uso de pendientes moderadas, pues el ahorro en costos de operación y la mayor capacidad de la vía compensan los mayores costos de construcción.

ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO ESPACIAL		
PLANTA	PERFIL	PERSPECTIVA
 TANGENTE	 TANGENTE	
 TANGENTE	 CURVA	
 TANGENTE	 CURVA	
 CURVA	 TANGENTE	
 CURVA	 CURVA	
 CURVA	 CURVA	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

Figura N° 1.11: Perspectiva de los recorridos de las carreteras.

f. Visibilidad.- Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el vehículo, y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaje a velocidad inferior, en el mismo sentido. Ambos conceptos se definen a continuación:

- La distancia de visibilidad de parada es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.
- La distancia de visibilidad de paso es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad 15 kph menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

1.3.4 Parque automotor

La velocidad directriz condiciona todas las características ligadas a la seguridad de tránsito. Por lo tanto ellas, como el alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad y peralte, variarán apreciablemente con la velocidad directriz. En forma indirecta están influenciados los aspectos relativos al ancho de la calzada, bermas, etc.

Al respecto, la velocidad directriz se relaciona directamente con las características de los vehículos automotores, que condicionan los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera.

Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptado incide en el ancho del carril de las bermas y de los ramales.
- La distancia entre los ejes influyen en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles en los ramales.
- La relación de peso bruto total/potencia guarda relación con el valor de pendiente admisible e incide en la determinación de la necesidad de una vía adicional para subida y, para los efectos de la capacidad, en la equivalencia en vehículos ligeros.

El cuadro N° 1.02 muestra las características básicas de los vehículos considerados para el diseño geométrico de las carreteras, así como los radios mínimos de giro.

Cuadro N° 1.02: Vehículos de diseño.

TABLA 202.01 DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS DE DISEÑO (medidas en metros)							
TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHÍCULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,6	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1 / 2 / 3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + DOBLE (TANDEM)	C2 - R2 / 3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + DOBLE (TANDEM)	C3 - R2 / 3 / 4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

* Altura máxima para contenedores 4 65

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)

1.3.5 Estudio de tráfico

Los principales indicadores que deberán tenerse en consideración son los que se describen a continuación.

a. Clasificación por tipo de vehículo.- Expresa en porcentaje la participación que le corresponde en el IMD a las diferentes categorías de vehículos, debiendo diferenciarse por lo menos las siguientes:

- Vehículos Ligeros: Automóviles, Camionetas hasta 1,500 Kg.
- Transporte Colectivo: Buses Rurales e Interurbanos.
- Camiones: Unidad Simple para Transporte de Carga.
- Semirremolques y Remolques: Unidad Compuesta para Transporte de Carga.

b. Índice Medio Diario Anual (IMDA).- Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la

importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

1.3.6 Instalaciones al lado de la carretera

La actividad que se desarrolla en una carretera ha dado origen a una serie de instalaciones auxiliares, las que deben proyectarse y ubicarse de modo que no atenten contra la seguridad.

a. Frecuencia de instalaciones en caminos con control de acceso.- Es muy importante que las instalaciones no tengan una proliferación excesiva. Ellas deben aparecer allí donde tengan una clara justificación por la distancia a los centros poblados. Por lo general, restaurantes y hoteles deberán estar más o menos a 25 Km. Las estaciones gasolineras y de servicios se colocarán de acuerdo a la intensidad del tránsito, tratando de que coincidan con la ubicación de restaurantes y hoteles. Las casetas telefónicas en las Autopistas se colocarán cada 2 Km.

La situación de cualquier instalación deberá anunciarse anticipadamente mediante letreros normalizados, de manera tal que el conductor no sea sorprendido y ejecute maniobras rápidas que pueden resultar peligrosas.

b. Instalaciones dentro de la faja de dominio.- Solo se permitirán dentro de la faja de dominio los refugios para viajeros, casetas telefónicas, lugares de descanso, miradores, plazas de peaje y de pesaje de camiones. Las instalaciones definitivas para la policía y puestos aduaneros quedarán ubicadas fuera de ésta.

c. Instalaciones fuera de la faja de dominio.- Toda instalación con fines de lucro, deberá estar ubicada fuera de la faja de dominio, aún cuando preste servicio directo a los usuarios del camino. En carreteras con control de acceso deberán contar con la autorización previa y proyecto de conexión aprobado por el MTC.

d. Utilización ventajosa de intersecciones.- Los Puestos de Control de Policía y de mantenimiento del camino deberán quedar, en lo posible, ubicados en las cercanías de los cruces, siempre fuera de la faja y sin acceso directo al camino en el caso de las Autopistas, lo que facilitará los giros y movimientos al mismo

tiempo que aumentará el servicio que prestan. En zonas de intercambios viales no se admitirá algún tipo de instalación.

e. Conexiones a la calzada.- Todas las conexiones de las instalaciones indicadas, o cualquier otra de servicio público o privado, deberán construirse de acuerdo a las normas que rigen para la clase de camino. En las carreteras de 1er y 2do orden se incluirán carriles auxiliares de deceleración y aceleración y todos los otros elementos de diseño necesarios para una conexión eficiente y segura. En caminos de menor importancia la conexión deberá tener el mismo tipo de pavimento que el camino.

Sólo se permitirá una vía de entrada y una de salida. En los caminos con control de acceso no se permitirá el cruce del separador central para cruzar de una calzada a otra.

f. Obstrucciones a la visibilidad.- La edificación, arborización u otros elementos que formen parte de las instalaciones, no deberán obstruir o limitar la visibilidad de la carretera, en especial si se prevé un futuro ensanche de carriles.

1.4 INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO: GEOMETRIA DEL PROYECTO

1.4.1 Definición

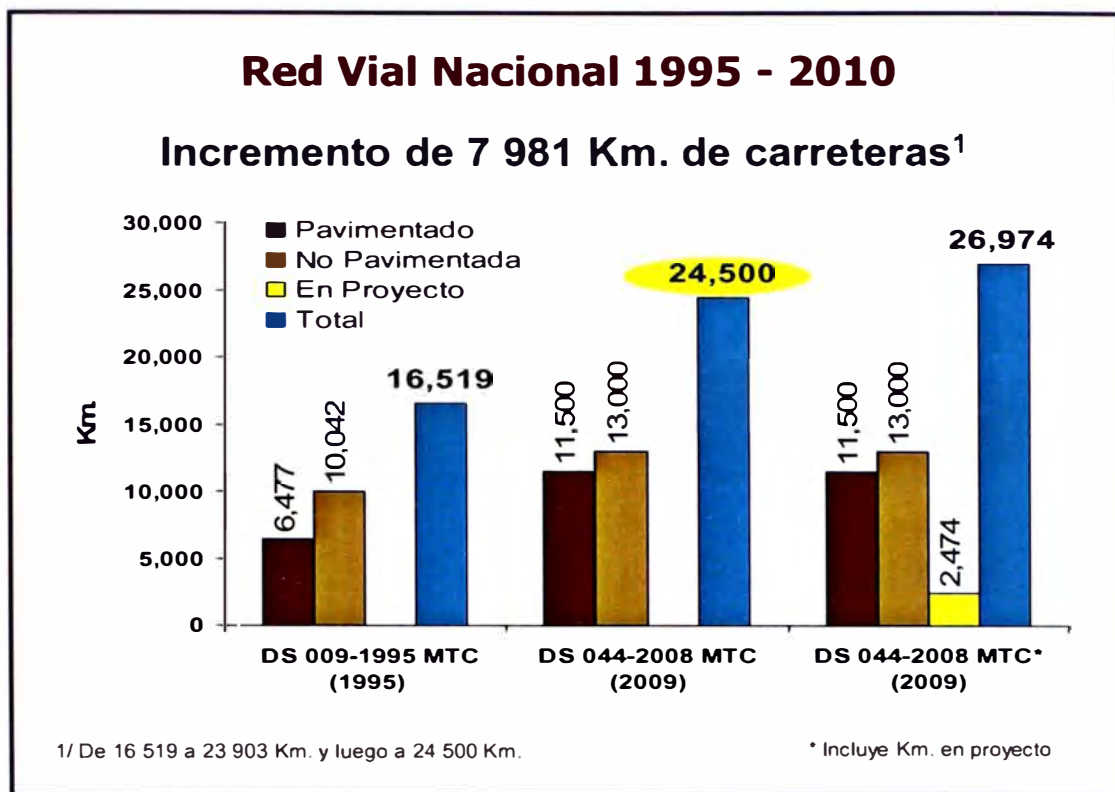
La georeferenciación define la localización de un objeto en el espacio en un sistema de coordenadas y datum determinado. Por tanto, facilita la ubicación de zonas críticas, con el fin de mejorar, rehabilitar, conservar o mantener una vía.

En base a lo indicado sobre georeferencia, inventario vial y diseño geométrico, se define al Inventario Vial Georeferenciado de la Geometría del Proyecto, como el registro de información medible o cuantificable de las características o parámetros físicos que definen una carretera, referidos a un sistema de coordenadas y datum.

1.4.2 Análisis de la problemática

En la figura N° 1.12 se esquematiza la evolución de la inversión en carreteras por tipo de infraestructura entre el periodo 1995 al 2010, que aumentó de 16,519 a 24,500 km. Así mismo, se puede observar que el aumento de inversión no

varió significativamente la relación de infraestructura de carreteras pavimentadas y afirmadas.



Fuente: MTC – PROVIAS NACIONAL

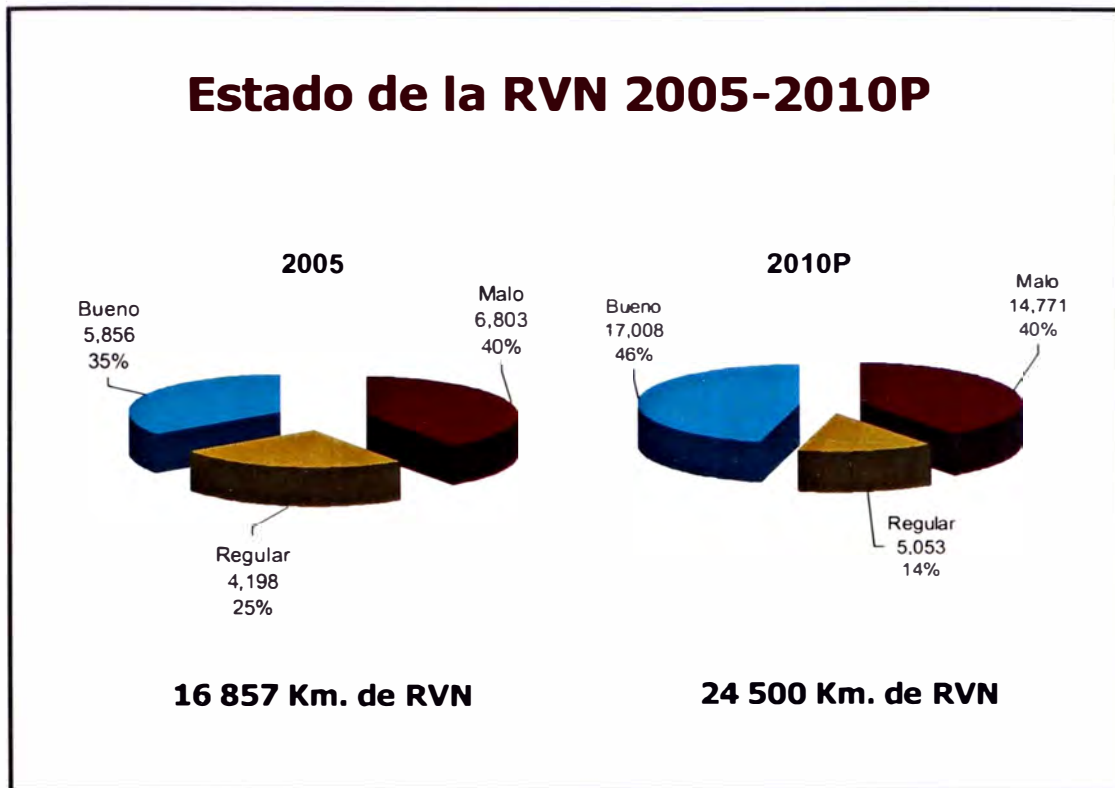
Figura N° 1.12: Evolución del estado de la RVN.

Por otro lado, la figura N° 1.13 muestra el estado de conservación de las carreteras de la RVN entre el periodo 2005 al 2010. Se puede observar además que en cifras porcentuales el estado de las carreteras en mal estado se mantuvo en 40% aunque en términos reales, éstas aumentaron de 6,803 km a 14,771 km, lo que indica la ausencia o escasa de inversión post-construcción.

Los inventarios realizados por las distintas entidades administradoras de las carreteras coinciden en indicar que el inventario vial puede ser básico o calificado; y se tiende a automatizar el registro de información de campo con el uso de equipos y herramientas que la almacenen en memorias, con la finalidad de disminuir los errores inducidos por el hombre.

La automatización requiere mano de obra especializada para maniobrar los equipos y personal técnico calificado para procesar la información registrada. Por

otro lado es difícil evaluar el costo para la implementación de un servicio de inventario vial automatizado y si es aplicable a cualquier carretera de la RVN.



Fuente: MTC – PROVIAS NACIONAL

Figura N° 1.13: Estado de la Red Vial Nacional.

En el supuesto que no fuera aplicable el procedimiento automatizado, el registro se debe realizar por medios manuales y su procesamiento en digital; supuesto que será base para la elaboración del Manual de Inventario Vial Georeferenciado Geometría del Proyecto.

Al respecto, el objetivo del inventario vial georeferenciado de la geometría del proyecto es dar una noción general sobre el estado de la carretera y el servicio que presta a los usuarios, mas no realizar un estudio detallado de cada parámetro de la carretera. Esta concepción del objetivo, permitirá una ejecución más frecuente toda vez que se pueden proyectar costos bajos por el servicio prestado de inventario vial.

Considerando que el MTC opera los inventarios viales calificados bajo el manual elaborado con el Sistema de Gestión de Carreteras, donde se detallan los

procedimientos para el registro de datos de manera automatizada, este manual se orientará a la ejecución del inventario vial básico con procedimientos manuales, toda vez que se pretende buscar un bienestar social mediante la contratación, en su mayoría, de mano de obra local para su ejecución. Se pretende a través que la aplicación de este manual logre una integración de los pueblos a la economía nacional.

1.4.3 Implementación del inventario vial

La medición, cálculo o estimación de los parámetros geométricos se pueden realizar por procedimientos directos o por procedimientos indirectos, como por ejemplo:

- Para estimar el ancho de una vía se anota la medida leída de una wincha, odómetro o distanciómetro, mientras que para obtener los radios de curvatura de un tramo, se deberá contar previamente con el trazo topográfico para estimar en gabinete el valor más preciso de dicho parámetro.

Los valores obtenidos de los parámetros geométricos varían con el tiempo de acuerdo a sus características propias y a los factores condicionantes a los que está sometido, por lo tanto, dependiendo de las frecuencias con los que se realicen los inventarios viales se notarán cambios importantes, por lo que se propone la siguiente agrupación:

- **Data topográfica.**- Son los que se pueden obtener, más eficientemente, mediante el uso de equipos topográficos y procesamiento en gabinete, como son: Trazo en planta, radios mínimos en cada tramo, trazo del perfil longitudinal, longitudes máximas de recta, longitudes de rampa y pendiente con inclinaciones máximas, rangos de los parámetros de las curvas verticales, pendiente transversal de la calzada, berma y sobreebanco de compactación en recta, punto de asignación del giro de peralte y de la cota de rasante.

- **Data geométrica.**- Son los que se pueden obtener de mediciones directas con herramientas manuales, como son: Sección en transversal, número de carriles por sentido de circulación, anchos de carriles, anchos de bermas, sobreebanco de compactación, taludes de la estructura de pavimento, separador central, anchura y forma, tipo y geometría de las cunetas adoptadas según el tipo de terreno, taludes generales en corte y terraplén.

CAPITULO II: METODOLOGIA DEL INVENTARIO VIAL Y EVALUACION

2.1 METODOLOGIA DEL INVENTARIO VIAL

En general, todo inventario vial, sea básico o calificado, requiere dos etapas de ejecución: Etapa de recolección de datos y la etapa del procesamiento de datos.

A su vez, la etapa de recolección de datos se inicia con la búsqueda de información existente realizada anteriormente y debe ser compatible con el sistema de referencia a usar para que pueda servir de complemento a la que información que posteriormente se registrará de campo de manera ordenada.

La etapa del procesamiento de la información recolectada y registrada se realiza en gabinete, para lo cual se debe hacer una depuración de la información obtenida con el fin de que sea coherente con lo observado. Mediante el uso de herramientas digitales se preparan los formatos, cuadros, gráficos, etc., para la presentación de la información de modo que dicha información estandarizada pueda ser usada por diversos usuarios.

Las carreteras que no tengan información disponible según los formatos oficiales del MTC, deben iniciar, como primera acción, con la ejecución de un inventario vial calificado georeferenciado. A partir de esta primera línea base se deberá añadir información según lo obtenido con inventarios viales básicos de corto periodo y precisada con información de inventarios viales calificados posteriores de mayor periodo de ejecución.

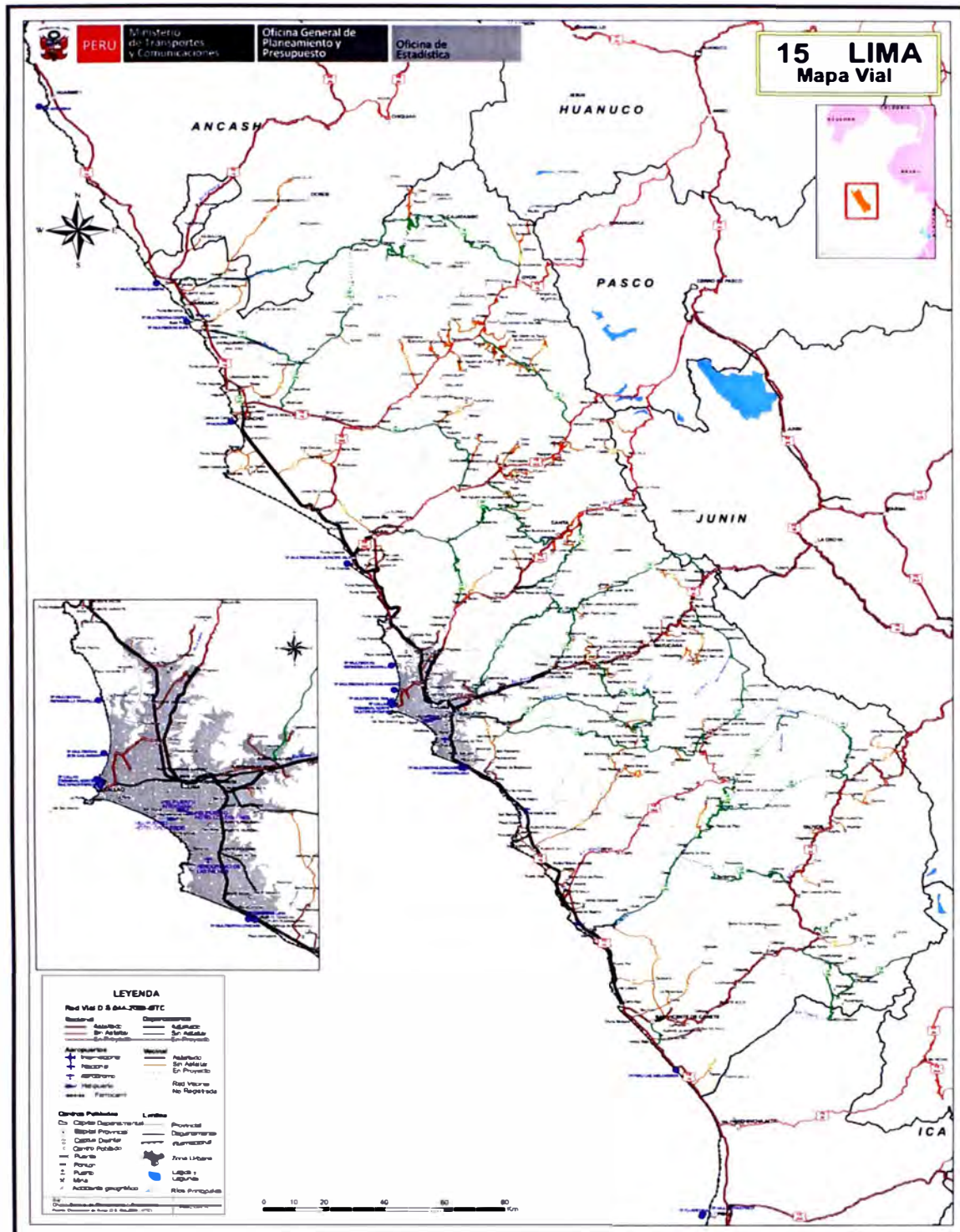
Cuando la carretera a inventariar no estuviera identificada según el formato oficial del MTC, dispuesto en la página web e ilustrada en la figura N° 2.01 que muestra el mapa vial del departamento de Loreto, se seguirá el siguiente procedimiento para identificarla debidamente:

- Los números de las carreteras nacionales se encuentran dentro el rango 01-99; el código oficial incluye dos cifras y a veces una letra.
- Las carreteras departamentales y comunales utilizan códigos mayores de 100.

Para reservar posibilidades de expansión del SGC a carreteras no nacionales, se utiliza una codificación con tres cifras y una letra, es decir cuatro posiciones:

0xx

- Una letra: A, B, C, N ó S



Fuente: <http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/index.html>

Figura Nº 2.01: Mapa vial departamental de Lima.

En la figura N° 2.02 se propone el flujograma para el registro y procesamiento de la data del inventario vial, de la cual cabe precisar que el registro de datos concerniente a la georeferenciación se realiza durante el inventario vial calificado, ya que el registro de datos durante el inventario vial básico pueden ser referenciado a las progresivas marcadas cada 20 m, que se encuentran debidamente georeferenciadas durante el inventario vial calificado.

Es necesario indicar que el supuesto para que se cumpla lo descrito en el párrafo anterior es:

- El eje de la carretera no cambia significativamente en el tiempo, salvo eventos naturales extraordinarios o por acción del hombre.

En caso ocurriera cualquiera de los caso mencionados en el supuesto, se debe interrumpir la continuidad de los inventarios básicos, actualizar la información mediante un inventario vial calificado y continuar con los programas de inventarios básicos.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2.02: Esquema del manual de inventario vial georeferenciado.

2.2 PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE INFORMACION DE CAMPO

El procedimiento para el registro de información de campo para el inventario vial se ceñirá a lo descrito en el esquema mostrado en la figura N° 2.02 del párrafo precedente.

2.2.1 Trazo

- Descripción

Se debe realizar un recorrido desde la zona de inicio hasta el fin del tramo de carretera a inventariar, de tal manera que se anote en un mapa las características más importantes observadas con la finalidad de planificar la actividad del trazo y capacitar al personal sobre el procedimiento a seguir cuando se llegue a las zonas con características propias de la carretera. Debe ser dirigido por el ingeniero responsable.

El trazo consiste en la colocación de marcas que identifiquen el eje de la calzada, las marcas son puntos que corresponderán a progresivas espaciadas cada 20 m pudiendo utilizarse para tal fin pinturas, clavos, estacas, etc., dependiendo de la superficie de rodadura de la carretera.

Para la medir el espaciamiento de progresivas se usarán: winchas, odómetros, u otras herramientas manuales, siguiendo el procedimiento descrito:

- a. Que la wincha esté en buen estado, que no esté quebrada, rota, estirada o cualquier otra condición irregular que perjudique la medición.
- b. Se debe tomar en cuenta el alineamiento, tensión y el peso que tiene la wincha y que impide extenderla en su totalidad, a este último se le llama error por catenaria.
- c. Se debe verificar que el odómetro esté calibrado, para evitar excesivos errores de medición.

- Medición

Esta actividad se medirá por metro lineal (ml) de trazo de eje de calzada.

2.2.2 Colocación de puntos de referencia

Los puntos de referencia (PR) corresponden principalmente a los hitos y postes kilométricos. Se deben definir a lo largo de las carreteras con el fin de que todos

los equipos del inventario vial identifiquen claramente dichos PR y los usen para ubicar sus datos. Se localiza un PR al inicio exacto de cada ruta así como al final. Luego, se utilizan todos los postes kilométricos existentes como PR, es decir aproximadamente cada kilómetro.

Se colocarán PR cuando se identifiquen puntos singulares como el cambio de codificación, sea de carretera, de calzada o de carril; el inicio y fin de cada carretera y cada calzada (punto de convergencia o divergencia de las calzadas dobles que se unen en una calzada simple, y viceversa, inicio y fin de un carril adicional, de una zona de peaje, etc.). El procedimiento de colocación de PR consistirá en la marcación en una zona estable (roca, estribos de puente, esquina de edificio, etc.) y en todos estos casos se marcará una faja de color en la calzada para indicar la existencia del PR que servirá de referencia para el registro de información. La ubicación y colocación de puntos de referencia deberá ser dirigido por el ingeniero responsable del inventario vial.

- Medición

Esta actividad se medirá por unidad (und) de PR colocado.

2.2.3 Replanteo topográfico

- Descripción

Se considerará en esta partida todos los trabajos con equipos geodésicos y topográficos que son necesarios para representar, en planta y perfil, el recorrido de la carretera.

Para tal fin se deberán disponer bases de replanteo o BM (Bench Mark) que servirán también para la ejecución de las obras de mejoramiento, rehabilitación, conservación y mantenimiento que se programarán en caso sea necesaria la intervención. Estas bases, se establecerán en campo y se referenciarán de forma que sea posible su reposición, mediante las correspondientes referencias a las bases próximas (dos como mínimo). Con el objeto de facilitar su ubicación se presentará un croquis en el que se identifique la situación de las mismas respecto al entorno. Se presentará un listado en el que se reflejen los siguientes datos: Nombre de la base, coordenadas X, Y, Z.

En base a los BM establecidos, se deberán obtener los siguientes registros:

- Coordenadas de los PR, progresivas del eje de las calzadas, ancho de calzadas, ancho de bermas, semi-separadores, ancho del talud de terraplén, borde libre hasta el límite de propiedad o cunetas, zona restringida y talud de corte en el sistema de coordenadas oficial.
- Nivelación de los PR y progresivas del eje de las calzadas.
- Para las carreteras pavimentadas, se deberá realizar la nivelación los bordes de la calzada en cada progresiva para estimar el bombeo o peralte.

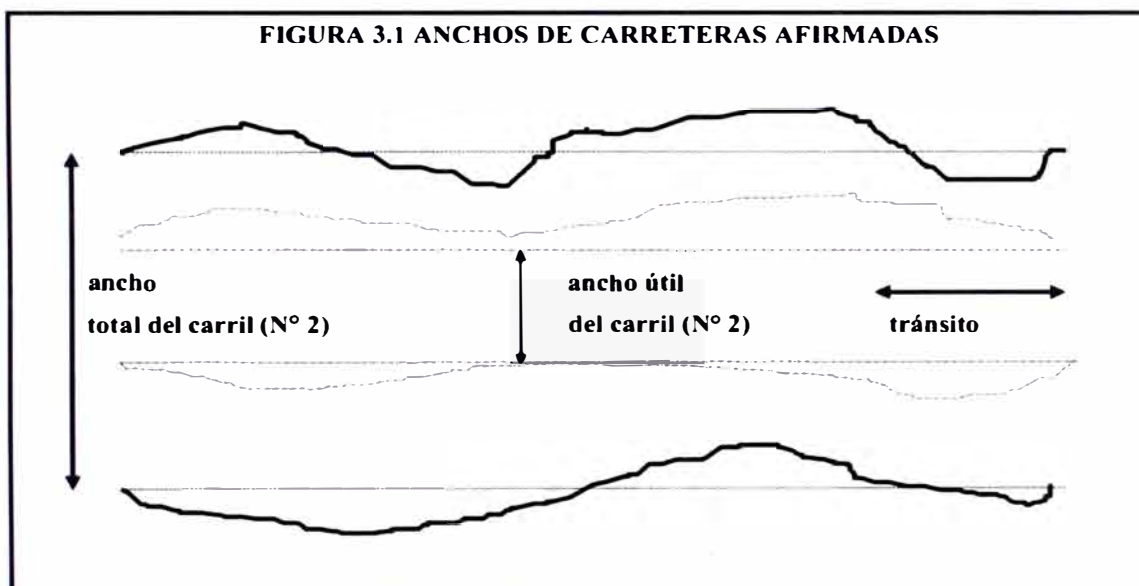
- Medición

Esta actividad se medirá por metro lineal (ml) de eje de carretera o calzada replanteada.

2.2.4 Geometría transversal

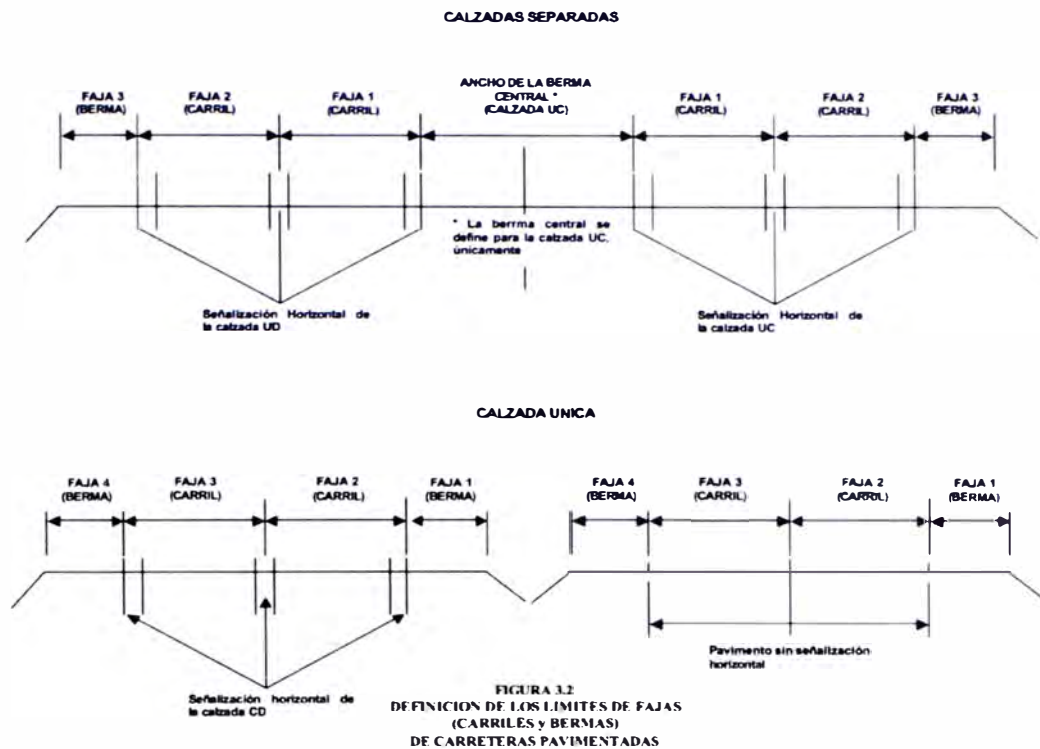
- Descripción

Se definirán los datos de la geometría en transversal en cada una de las progresivas. Se presentarán listados específicos, tratando de agrupar datos coherentes, para la medición con herramientas manuales como winchas, odómetros, etc. Se debe diferenciar las carreteras pavimentadas y afirmadas, tomando en cuenta lo mostrado en las figuras N° 2.03 y N° 2.04.



Fuente: MTC – Sistema de Gestión de Carreteras.

Figura N° 2.03: Plataforma de carretera afirmada.



Fuente: MTC – Sistema de Gestión de Carreteras.

Figura Nº 2.04: Sección de carreteras pavimentadas.

Los formatos donde se registre la información debe diferenciar las secciones de carreteras y si están o no pavimentadas con la finalidad de que la información obtenida de los parámetros sea compatible.

En general se deberán registrar los siguientes datos:

- a. Calzadas.
- b. Bermas.
- c. Semi-separadores centrales.
- d. Taludes de terraplén.
- e. Bordes libres hasta los límites de propiedad o cunetas.
- d. Zonas restringida.
- e. Taludes de corte, etc.

- Medida

Esta actividad se medirá por metro lineal (ml) de eje de carretera o calzada.

2.2.5 Estudio de tráfico y medición de velocidad media

- Descripción

El registro de datos para el estudio de tráfico y de velocidad media se realizará definiendo por lo menos dos puntos de control. Así mismo, se deberá presentar como parte de los estudios de tráfico lo siguiente:

- Tablas resúmenes con resultados de los conteos realizados en las estaciones, definidas conjuntamente con la entidad contratante. Estos conteos se harán por un periodo mínimo de siete (7) días continuos, diferenciando el tipo de vehículos, el volumen, el sentido de circulación, la carga por eje, dimensiones entre ejes y la presión de inflado de las llantas.
- Medición y análisis de las velocidades de operación por vehículo.
- Identificación de tramos homogéneos.
- Análisis y determinación del IMD para cada uno de los tramos homogéneos, diferenciándolo por tipo de vehículo. Asimismo, deberá sustentarse la variación en el tiempo del tráfico, resultados validos para los análisis de capacidad, los diseños de pavimentos y las evaluaciones económica-financieras.
- Definición de los factores de carga para los distintos tipos de vehículos, diferenciados para pavimentos flexibles y rígidos.

2.3 EVALUACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION REGISTRADA

2.3.1 Evaluación de la información

Esta etapa se realizará en gabinete, mediante el uso de programas de cómputo entre los cuales podemos destacar:

- Software para operación con tablas de datos: MS-EXCEL
- Software para edición de gráficos y fotos: IRFANVIEW, MS-ICE
- Software para el dibujo de planos: AUTOCAD, CIVIL 3D
- Software para la gestión y presentación de mapas y datos: ARCGIS
- Software del modelo tridimensional del geoide: GOOGLE EARTH

Como primera acción, se deberá compatibilizar la información obtenida de campo. Para ello, se ordena la información registrada manualmente en formatos y se compara con los registros fotográficos, información existente recolectada y anotaciones realizadas durante el recorrido preliminar, con la finalidad de filtrar la data generada por errores humanos.

Así mismo, la información registrada por los equipos, geodésicos o topográficos que permiten la georeferenciación del tramo de carretera en evaluación, se puede analizar mediante una superposición del trazo del eje en el programa Google Earth y observar, con cierta tolerancia de error, si el tramo en estudio coincide con el modelo del programa.

2.3.2 Procesamiento de la información registrada

El proceso de la información evaluada en la etapa anterior tiene como finalidad la entrega de información consolidada, que debe ser presentada en cuadros y gráficos para facilitar su administración y ubicación respectivamente.

La información disponible tiene las siguientes características:

- Se ha registrado por medios manuales y automatizados, como las medidas de winchas y el registro de coordenadas con GPS respectivamente.
- Se ha recolectado en diferentes momentos, el registro coordenadas geodésicas y el registro de cotas de terreno.

Al margen de los ejemplos mencionados, se debe disponer de toda la información recolectada y consolidarla en cuadros que hemos adoptado del Manual de Inventario Calificado que administra el Sistema de Gestión de Carreteras del MTC, en lo concerniente a la geometría del proyecto tales como:

- SIC-01: Identificación y descripción de la carretera
- SIC-02: Calzadas
- SIC-03: Ubicación de los PR
- SIC-07: Variación de la geometría en planta entre los PR
- SIC-08: Identificación de las fajas
- SIC-09: Ancho de las fajas
- SIC-10: Tramos administrativos por ubicación geográfica
- SIC-11: Tramos por entidad responsable de la administración
- SIC-12: Intersecciones con otras carreteras
- SIC-23: Derecho de vía
- SIC-33: Estudio de tráfico

Los formatos SIC descritos, se encuentran en el anexo N° 01.

2.3.3 Presentación de la información georeferenciada

El Manual de Inventario Vial Georeferenciado adopta un Sistema de Información Geográfica (SIG), para representar en un mapa georeferenciado la información registrada. Para este caso se usará el software ArcGIS versión 10.0.

El Sistema de Información Geográfica SIG, es un sistema integrado para capturar, almacenar, manejar, analizar y mostrar información de naturaleza geográfica en forma inmediata. Por tanto, el ArcGIS pasa de ser un programa informático para guardar y mostrar información geográfica, a un sistema integrado de gestión de la información, que tiene como partes integrantes, los sistemas de análisis y de ayuda a la decisión, el personal necesario para que dicho sistema funcione y el apoyo económico para mantener en funcionamiento el sistema completo.

2.3.4 Descripción de las herramientas del ArcGIS

Entre las aplicaciones que integra el ArcGIS destacan tres aplicaciones separadas, aunque funcionalmente relacionadas entre sí., como son:

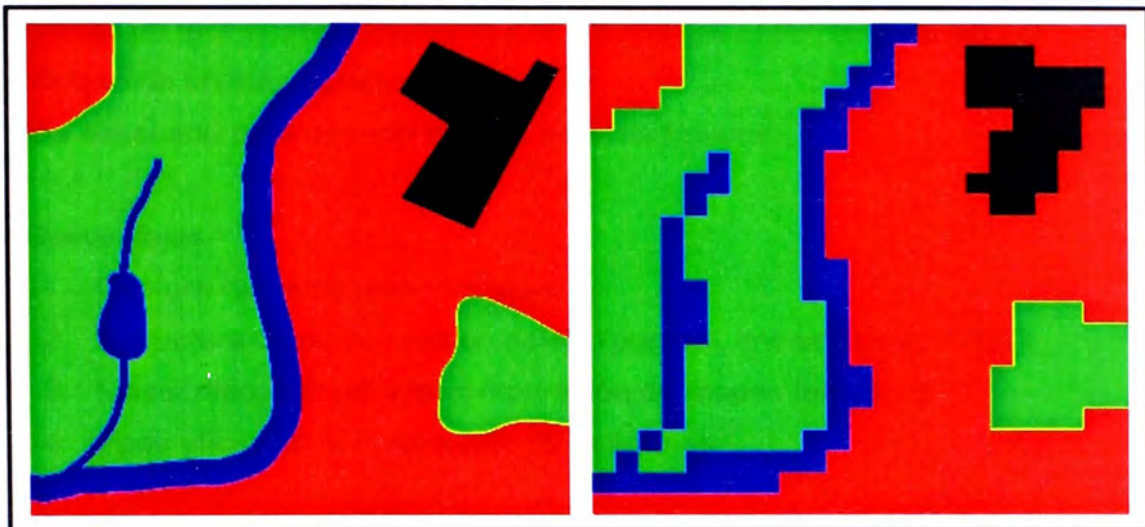
- ArcMap: Visualiza, consulta, analiza, y edita datos geográficos y salidas cartográficas.
- ArcCatalog: Ayuda a organizar y administrar todos los datos SIG. Es una herramienta para explorar y organizar las fuentes de datos geográficos, crear y actualizar metadatos (datos informativos propios de cada capa).
- ArcToolbox: Es una aplicación sencilla que contiene muchas herramientas SIG para usar en el geoprocesamiento de datos, es decir operaciones de conversión, edición, análisis y manipulación de datos.

Las aplicaciones del ArcGIS soportan todos los formatos espaciales como shapefiles, coverages, grids, geodatabases y TINs. Además también soporta los tres formatos de archivos CAD más comunes (*.DXF y *.DWG de AutoCAD), así como, una gran variedad de formatos de imágenes (*.JPG, *.TIF, *.BNP, etc.)

Así mismo, genera archivos Shapefiles (*.SHP;*.SHX; *.DBF), que es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Para tal fin, se descomponen tres archivos con el mismo nombre y extensiones diferentes:

- *.SHP, almacena las características geométricas de los objetos.
- *.SHX, almacena el índice de los datos espaciales.
- *.DBF, almacena los atributos temáticos de los objetos (Tabla de atributos).

El ArcGIS permite almacenar datos tipo Raster y Vectorial. En la figura N° 2.05 se representa la interpretación cartográfica de un mapa, tipo vectorial a la izquierda y tipo raster a la derecha.



Fuente: Manual ArcGIS versión 10.0

Figura N° 2.05: Tipo de datos gestionados por el ArcGIS.

Las principales características del modelo raster son:

a. Ventajas.-

- Estructura de datos simples.
- Compatibilidad con imágenes de satélite y de scanner.
- Buenas capacidades para análisis, simulaciones y modelado.
- Tecnología barata y simple.
- Sencillez en procesos de comparación "pixel a pixel".

b. Desventajas.-

- Archivos muy grandes que se incrementan geométricamente.
- Necesidades de estructura de compresión de datos.
- Menor precisión de localización.
- Mala calidad de representación para unidades lineales.
- Mapas temáticos ocupan gran cantidad de memoria.

- Poca precisión en cálculos de superficies y distancia.
- Representación final puede ser menos estética.

El modelo vectorial tiene las siguientes características:

a. Ventajas.-

- Estructura de datos más compacta (menos espacio de almacenamiento).
- Representación de entidades geográficas muy precisas.
- Permite medir distancia, superficies y volúmenes de forma más precisa.
- Permite un fácil análisis de redes y flujos, modifica fácilmente la escala y grado de detalle de un mapa gráfico.
- Más adecuado para generar salidas gráficas (mapas).

b. Desventajas.-

1. Captura de datos más compleja
2. Estructura de datos más compleja (puntos , líneas y polígonos)
3. Mayor dificultad para la comparación de mapas temáticos
4. Poco eficaz en el tratamiento de imágenes

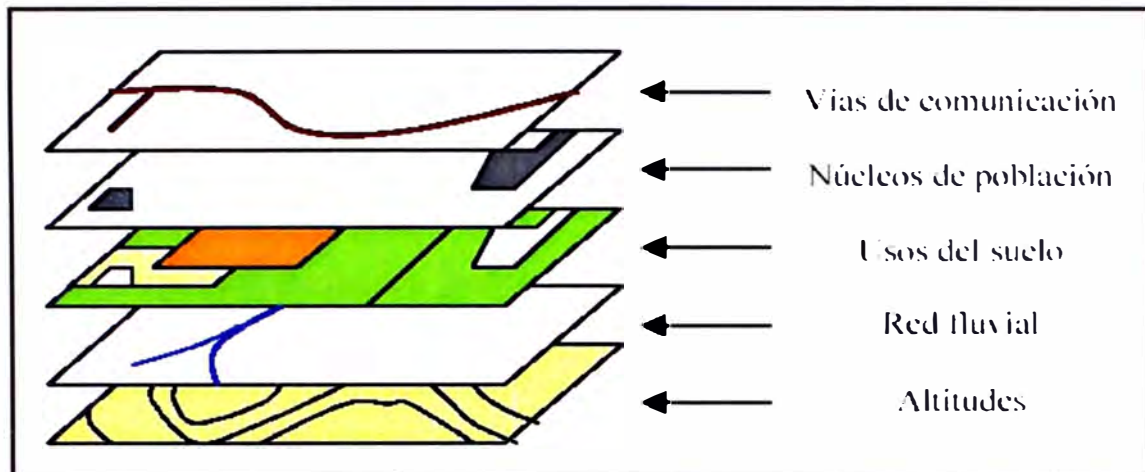
La representación de la información recolectada será gestionada en el GIS ingresando los registros como datos vectoriales, para lo cual se tienen tres elementos distintos que representan los objetos del mundo real: Punto, polilíneas y polígonos.

a. Puntos.- Los puntos se utilizan para las entidades geográficas que mejor pueden ser expresadas por un único punto de referencia. En otras palabras: la simple ubicación. Por ejemplo, las localizaciones de las señales de tránsito. Los puntos transmiten la menor cantidad de información de estos tipos de archivo y no son posibles las mediciones.

b. Líneas o polilíneas.- Las líneas unidimensionales o polilíneas son usadas para rasgos lineales como ríos, caminos, ferrocarriles, líneas topográficas o curvas de nivel. De igual forma que en las entidades puntuales, en pequeñas escalas pueden ser utilizados para representar polígonos. En los elementos lineales puede medirse la distancia.

c. Polígonos.- Los polígonos bidimensionales se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra. Estas entidades pueden representar lagos, límites de parques naturales, edificios, provincias, o los usos del suelo, por ejemplo. Los polígonos transmiten la mayor cantidad de información en archivos con datos vectoriales y en ellos se pueden medir el perímetro y el área.

En general, la información que gestiona el ArcGIS se componen de elementos geométricos cuyas propiedades son los datos ingresados por el usuario, los cuales ordenados y superpuestos representan las características de las carreteras a la fecha de realizado el inventario vial. La figura N° 2.06 esquematiza el entorno de trabajo expuesto.



Fuente: Manual ArcGIS versión 10.0

Figura N° 2.06: Capas descompuestas del entorno ArcGIS.

2.3.5 Aplicación del ArcGIS

Con la información recolectada de estudios anteriores y el registro de campo, debidamente consolidada, según los formatos descritos anteriormente, se procede a la elaboración de mapas temáticos para exponer gráficamente los parámetros evaluados. Para tal fin, se recomienda seguir los siguientes pasos para la elaboración de mapas temáticos:

a. La data geodésica de las coordenadas de los puntos recolectados por el GPS, debe ser descargada en un formato tipo texto.

b. Se debe importar la data en el programa AutoCAD o CIVIL 3D para facilitar los procesos de edición gráfica, como el borrado de puntos de más, creación de polilíneas o polígonos, etc., que son más sencillos ejecutar en estos entornos.

c. Se debe importar los archivos generados por el AutoCAD o CIVIL3D, en el programa ArcGIS, considerando que los puntos, las polilíneas y los polígonos formarán capas distintas. Por ejemplo en el archivo generado por AutoCAD podemos tener los puntos del eje de la calzada y la polilínea que la representa en la misma capa, en el ArcGIS los puntos y las polilíneas del mismo eje de calzada deben ir en capas separadas.

d. Todo elemento, sea punto, polilínea o polígono, tiene asociada una tabla de atributos en la cual podemos almacenar información. Por ejemplo:

- En un punto podemos guardar datos de la sección de la calzada en esa progresiva, ancho de bermas, ancho de calzadas, número de carriles, etc.
- En una polilínea podemos guardar datos de la longitud entre progresivas, pendiente promedio por tramos, daño en el pavimento por tramos, etc.

e. Si se tienen los elementos graficados con información registrada en su tabla de atributos, se puede generar un mapa que represente la variación de los valores de los parámetros evaluados en un eje de carretera. Por ejemplo:

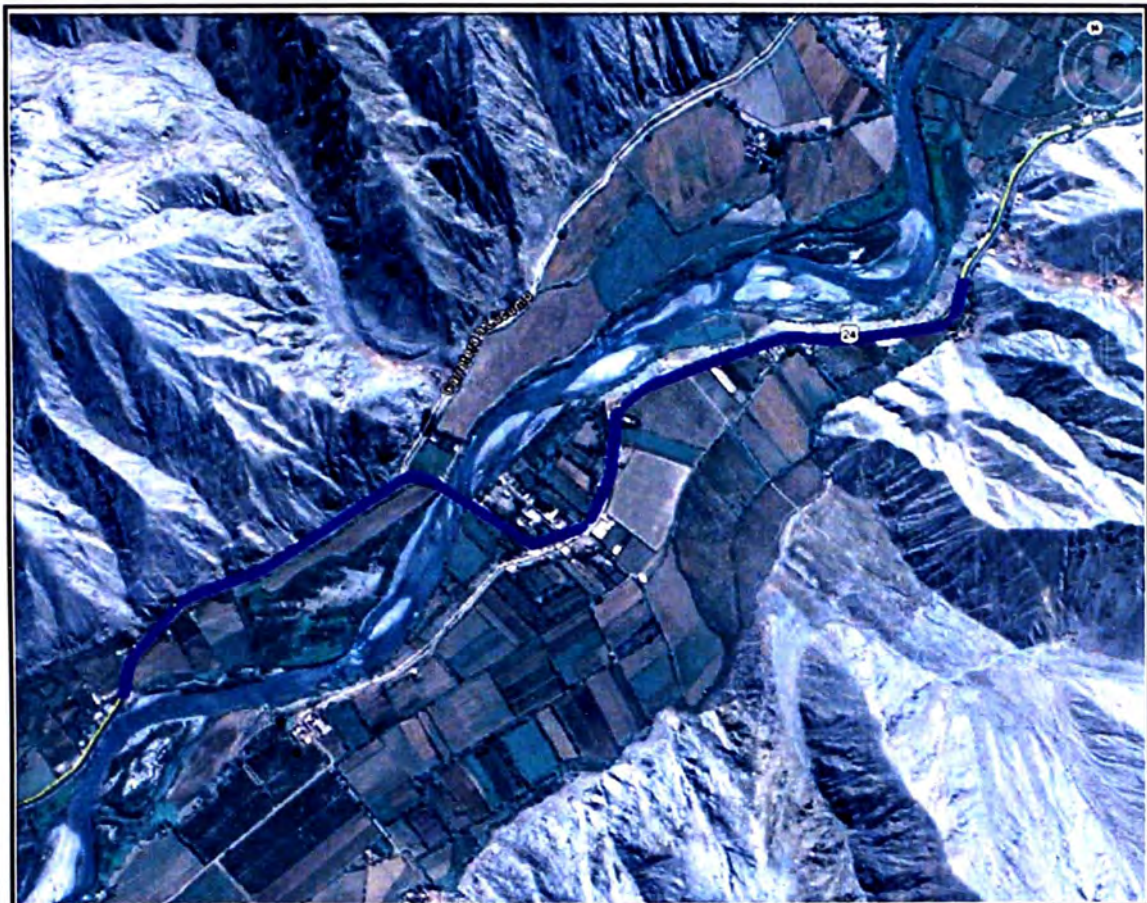
- Los elementos punto del eje de la vía contienen valores del derecho de vía que se puede mostrar como un mapa del eje de carretera. Sin embargo, a veces no es de mucha ayuda ver la información escrita, para lo cual se puede condicionar al ArcGIS que cuando el valor del derecho de vía sea inferior a un límite establecido por el usuario, se muestre el punto con un color diferente al de los demás que sí cumplen la condición impuesta.

f. La información, representada en puntos, polilíneas y polígonos, a veces no ayuda mucho a la orientación o ubicación del área de trabajo, por lo que se recurre generalmente a complementar con información gráfica. Por tanto, las imágenes satelitales se añaden como fondo, con lo cual cualquier usuario puede entender con mayor facilidad lo representado por los elementos vectoriales. Las imágenes se deben georeferenciar, mediante el uso de puntos conocidos o comunes entre los elementos vectoriales y las imágenes, con el fin que la

imagen ayude al entendimiento de la problemática y no distorsione la información que se quiere presentar.

En la figura N° 2.07 se muestra una imagen extraída de la página web del google maps, que ha sido debidamente georeferenciada tomando los puntos comunes del levantamiento topográfico, trazo con línea azul, con las imágenes de las propiedades.

La georeferenciación de la imagen complementa la información registrada de campo, como por ejemplo, se puede estimar el número de propiedades aledañas a la carretera, uso del suelo, etc.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2.07: Imagen georeferenciada con el trazo de una carretera.

CAPITULO III: APLICACIONES GIS Y EJEMPLOS

3.1 OBJETIVO

El objetivo fue obtener información a la fecha sobre el estado de la Carretera Cañete – Lunahuaná entre las progresivas 31+000 hasta 33+000, para lo cual se realizó el inventario vial.

3.2 ZONA DE ESTUDIO

Dentro de las características geográficas y climatológicas que presenta la carretera objeto del estudio, se tiene:

3.2.1 Ubicación

La carretera Cañete – Lunahuaná, se encuentra en el departamento de Lima, atravesando la provincia de Cañete con dirección a la sierra del país, forma parte de la Ruta Nacional PE-24, que se inicia en la ciudad de Cañete y llega hasta la ciudad de Huancayo, con una longitud de 240.70 km hasta la localidad de Chupaca, la que se encuentra conectada con la ciudad de Huancayo con una vía asfaltada y abarcando los departamentos de de Lima y Junín, mostrada en la figura N° 3.01.

3.2.2 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.

3.2.3 Altitud

Cabe indicar que, todo el tramo de la carretera en estudio 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.

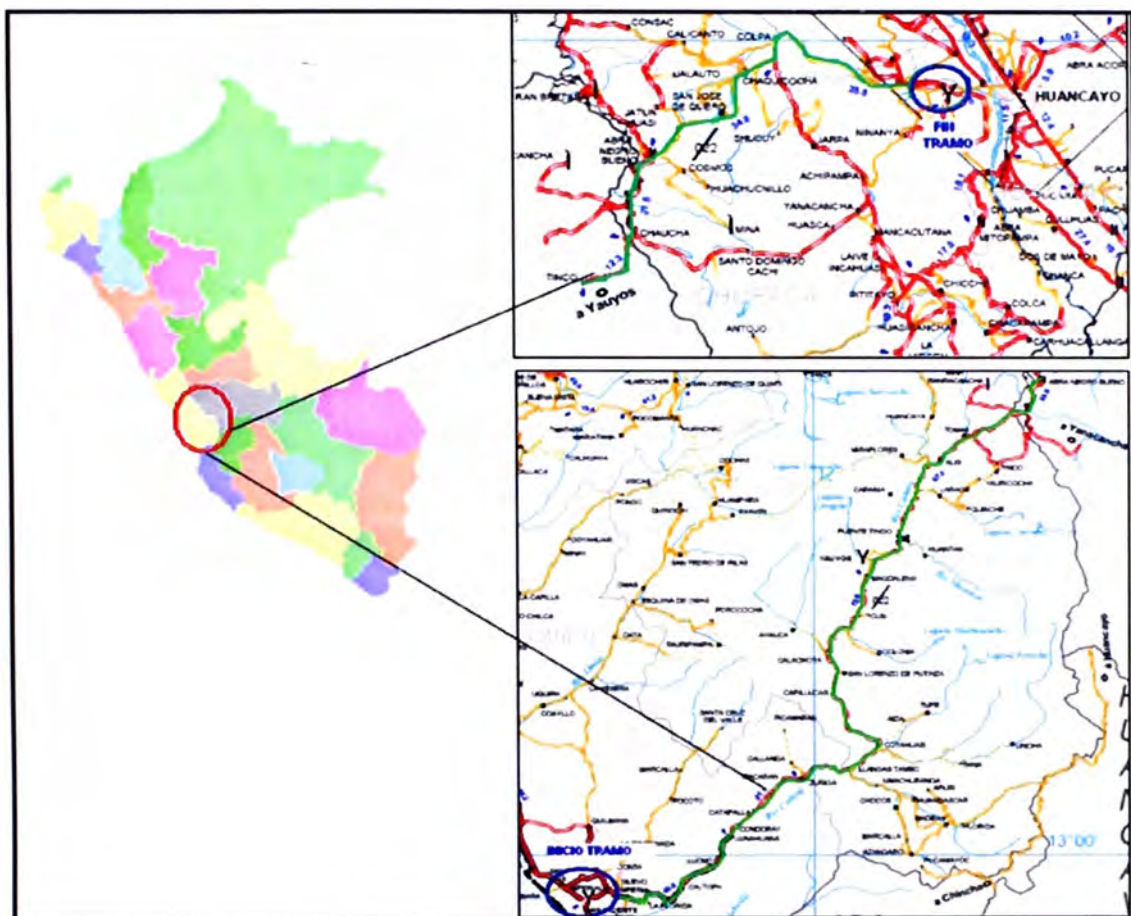
3.2.4 Clima

El clima en el inicio del tramo, es el característico de la costa peruana, es decir, nublado y con llovizna en la época de invierno, sin embargo, a partir aproximadamente del Anexo de Socsi en el km. 27,8 el clima mejora, adquiriendo las características de un clima cálido. En el período de verano en

todo el tramo el clima es bastante caluroso y en general se puede afirmar que la carretera se encuentra en una zona seca, sin la presencia de lluvias en todo el periodo del año.

3.1.5 Meteorología

La precipitación pluvial total anual es mínima según la Estación meteorológica del SENAMHI "PAUNA" ubicada Latitud $13^{\circ} 16' 1''$ Longitud $76^{\circ} 17' 1''$ reportando valores de 10 mm al año, indicativo que estamos en una zona seca con ausencia de lluvias.



Fuente: MTC

Figura N° 3.01: Ubicación de la Carretera Cañete Lunahuaná.

3.3 REGISTRO DE INFORMACION DE CAMPO

3.3.1 Descripción del equipo GPS diferencial

El GPS o NAVSTAR-GPS es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una

precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo, a 20.200 kph, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.02: Equipo GPS Diferencial.

3.3.2 Información recopilada de campo

La primera etapa correspondió al trabajo de campo en el cual se identifican los puntos de control tomados con el GPS referencial, seguidamente se realizó el trazo de los puntos del eje de la calzada cada 20 m. Una vez tomado los puntos de control y el trazado del eje, se realizó el levantamiento de los componentes de la carretera desde el Km 31+000 – Km 33+000 Cañete – Yauyos con GPS diferencial, tal como el ancho de calzadas, eje de calzada, letreros de señalización, etc., de acuerdo a lo mostrado en las figuras N° 3.03 y N° 3.04.

Así mismo, con la utilización de herramientas manuales se realizó la medición del ancho de bermas, ancho de calzada, fallas en el pavimento, etc. La utilización del tipo de herramienta o equipo a utilizar depende de las condiciones que se tiene en campo, del personal que se dispone, de las condiciones de seguridad, etc.

En la figura N° 3.05 se mide el ancho de bermas con una wincha, mientras que en la figura N° 3.06 se usa un odómetro para medir fallas en el pavimento.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.03: Trazo del eje de calzada.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.04: Levantamiento con GPS diferencial.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.05: Medición con wincha del ancho de berma.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.06: Medición con odómetro de falla en el pavimento.

Cuadro N° 3.01: Puntos de control geodésico.

COORDENADAS UTM			
Name	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Elevation (m)
LNH1	376345.529	8566610.529	482.9328
PG-01	370770.057	8559473.812	336.1335
PG-02	372120.414	8560077.533	368.0824
PG-03	373645.334	8561739.688	429.4482
PG-04	374465.337	8563162.957	408.8233
PG-05	374330.259	8564154.033	427.7524
PG-06	374585.049	8565314.971	447.4955
PG-07	376340.011	8566674.745	475.764

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.02: Coordenadas de los hitos kilométricos.

Item	Num	Este	Norte	Elev	Codigo
1	1018	372979.605	8560589.201	356.200	KM-31
238	1255	373641.267	8561257.029	379.642	KM-32
474	1491	373912.405	8561983.987	411.766	KM-33

Fuente: Elaboración propia

3.4 FORMATOS SIC

Cuadro N° 3.03: Identificación y descripción de la carretera.

SIC 01 - CARRETERAS				
RUTA 024				
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO				
RUTA	TRAMO	UBICACIÓN		FECHA
		INICIO	FIN	
0024	Cañete-Lunahuana-Pacarán-Zuñiga-Dv. Yauyos-Roncha-Chupaca	2do. Ovalo Cañete- Salida a Imperial	Empalme Carretera Huancayo-Chupaca	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.04: Calzadas.

SIC 02 - CALZADAS					
RUTA 024					
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO					
RUTA	TRAMO	CALZADA	PROGRESIVA		FECHA
			INICIO	FIN	
0024	Cañete - Lunahuaná	Creciente-Decreciente (CD)	31+000	32+000	29/10/11
0024	Cañete - Lunahuaná	Creciente-Decreciente (CD)	32+000	33+000	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.05: Ubicación de PR.

SIC 03: PUNTOS DE REFERENCIA							
RUTA: 024							
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO							
RUTA	CALZADA	PROGRESIVA	CÓDIGO PR	DISTANCIA ENTRE PR (M)	DESCRIPCIÓN	TIPO	FECHA
0024	CD	31+000	0031	1000	Parque del Anexo de Paullo	1	29/10/2011
0024	CD	32+000	0032	1000	Torre de alta tensión	1	29/10/2011
0024	CD	33+000	0033	1000	Camping San Jerónimo	1	29/10/2011

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 3.06: Fajas.

SIC 08: FAJAS						
RUTA: 024						
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO						
RUTA	TRAMO	PROGRESIVA		TIPO	SENTIDO	FECHA
		INICIO	FIN			
024	Cañete-Lunahuana	31+000	31+020	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+000	31+020	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+000	31+020	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+020	31+040	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+020	31+040	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+020	31+040	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	Berma	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	Berma	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	Berma	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	Berma	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	Berma	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	Berma	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	Calzada	Crediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	Calzada	Decrediente	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	Berma	Decrediente	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.07: Ancho de fajas.

SIC 09: ANCHO DE FAJAS								
RUTA: 024								
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO								
RUTA	TRAMO	PROGRESIVA		ANCHO (M)				FECHA
				CRECIENTE		DECRECIENTE		
		INICIO	FIN	BERMA	CALZADA	CALZADA	BERMA	
024	Cañete-Lunahuana	31+000	31+020	0.90	3.56	3.10	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+020	31+040	1.80	3.42	3.11	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	1.00	3.78	3.11	1.20	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	1.40	3.87	2.69	1.20	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	1.20	3.73	2.78	1.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	1.20	3.41	3.00	0.75	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	0.30	3.49	3.06	1.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	1.80	3.26	3.09	1.20	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+160	31+180	0.80	3.22	3.15	1.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+180	31+200	1.30	6.35	3.11	0.90	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+200	31+220	1.20	3.27	3.06	0.90	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+220	31+240	1.40	3.31	3.24	0.60	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+240	31+260	1.40	3.46	2.96	0.80	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+260	31+280	1.40	3.43	3.43	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+280	31+300	1.20	3.13	3.44	0.70	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+300	31+320	1.00	3.41	3.33	1.60	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+320	31+340	1.10	3.38	3.15	0.50	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+340	31+360	0.70	3.34	3.12	0.70	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+360	31+380	0.80	3.34	2.96	0.70	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+380	31+400	1.10	3.29	3.14	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+400	31+420	1.50	3.33	3.03	1.30	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+420	31+440	1.40	3.33	3.04	0.35	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+440	31+460	1.40	3.63	3.00	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+460	31+480	1.30	3.26	3.56	0.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+480	31+500	1.30	3.30	3.07	1.70	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+500	31+520	1.70	3.08	3.14	3.00	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+520	31+540	1.90	3.21	3.12	1.90	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+540	31+560	1.50	3.23	3.18	1.10	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+560	31+580	0.70	3.44	3.07	0.70	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+580	31+600	0.80	3.55	2.94	0.40	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+600	31+620	1.30	4.15	2.84	0.40	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+620	31+640	1.40	4.08	3.05	0.57	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.08: Tramos administrativos.

SIC 10 - TRAMOS ADMINISTRATIVOS						
RUTA 024						
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO						
RUTA	CALZADA	PROGRESIVA		DEPARTAMENTO	TRAMO	FECHA
		INICIO	FIN			
024	CD	31+000	32+000	Lima	Cañete-Lunahuana	29/10/11
024	CD	32+000	33+000	Lima	Cañete-Lunahuana	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.09: Tramos por entidad.

SIC 11 - TRAMOS POR ENTIDAD RESPONSABLE						
RUTA 024						
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO						
RUTA	CALZADA	PROGRESIVA		RESPONSABLE	TRAMO	FECHA
		INICIO	FIN			
024	CD	31+000	32+000	MTC - PROVIAS	Cañete-Lunahuana	29/10/11
024	CD	32+000	33+000	MTC - PROVIAS	Cañete-Lunahuana	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.10: Derecho de vía.

SIC 23: DERECHO DE VIA									
RUTA 024									
TITULO INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO									
RUTA	TRAMO	PROGRESIVA		CLASE	DERECHO DE VIA (M)		ESTADO		FECHA
		INICIO	FIN		CRECIENTE	DECRECIENTE	CRECIENTE	DECRECIENTE	
024	Cañete-Lunahuana	31+000	31+020	Derecho de vía	3.10	6.26	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+020	31+040	Derecho de vía	6.71	7.32	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+040	31+060	Derecho de vía	4.31	4.78	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+060	31+080	Derecho de vía	5.74	5.27	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+080	31+100	Derecho de vía	3.78	4.93	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+100	31+120	Derecho de vía	5.70	4.61	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+120	31+140	Derecho de vía	5.86	3.79	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+140	31+160	Derecho de vía	6.04	6.26	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+160	31+180	Derecho de vía	5.45	6.12	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+180	31+200	Derecho de vía	5.41	8.55	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+200	31+220	Derecho de vía	5.56	5.87	No cumple	No cumple	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	31+220	31+240	Derecho de vía	5.44	7.21	No cumple	No cumple	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

El formato SIC-07 que corresponde a las variaciones de la geometría entre PR, no aplica para este tramo toda vez que el tramo es homogéneo. Del mismo modo, el formato SIC-13, correspondiente a intersecciones con otras carreteras tampoco es aplicable.

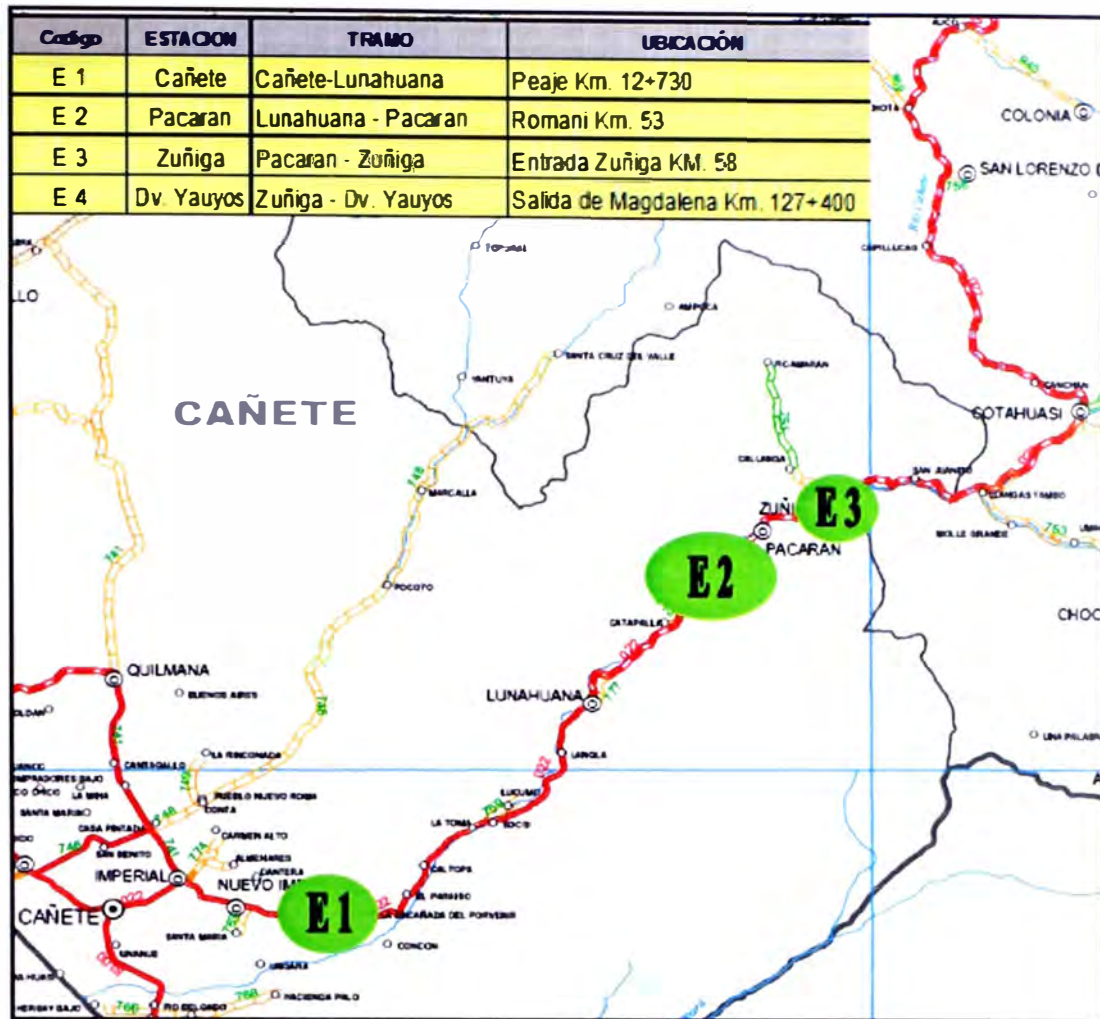
No se elaboró el formato SIC-33 debido a que no se registraron datos para el estudio de tráfico, sin embargo, se recopiló información de estudios realizados anteriormente.

En el cuadro N° 3.11 se resume la organización para llevar a cabo el estudio de campo, en la figura N° 3.07 se muestra la ubicación de las estaciones de control. Para este caso, interesará analizar los registros de las estaciones E1 y E2. Los cuadros N° 3.12, N° 3.13 y N° 3.14 presentan los resultados del estudio.

Cuadro N° 3.11: Estudio de campo.

CUADRO 2-1 A CRONOGRAMA DE ESTUDIO DE CAMPO					
Código Estación	ESTACION	TRAMO	DIAS	CONTEO	
				UBICACIÓN	FECHA (2008)
CONTEO VEHICULAR					
E 1	Cañete	Cañete (Imperial)-Lunahuana	7	Peaje Km 12-730	12/15 y 23/25 Mayo
E 2	Lunahuana	Lunahuana - Pacaran	7	Romani Km 53	Del 21 al 27 de Abril
E 3	Pacaran	Pacaran - Zúñiga	7	Entrada Zúñiga KM 58	Del 16 al 22 de Mayo
E 4	Dv Yauyos	Zúñiga - Dv Yauyos-San José de Quero	7	Salida Magdalena Km 127+400	Del 21 al 27 de Mayo
E 5	Roncha	San Jose de Quero - Roncha	7	Salida de Roncha Km 25	Del 13 al 19 de Mayo
VELOCIDAD					
E 1	Cañete	Cañete (Imperial)-Lunahuana	8 h	Peaje Km 12-730	Callapa Km 20
E 2	Lunahuana	Lunahuana - Pacaran	8 h	Romani Km 53	Pie Colgane Carpallan Km 47
E 3	Pacaran	Pacaran - Zúñiga	8 h	Salida Zúñiga Km 58	Entrada Pacaran Km 55+500
E 4	Dv Yauyos	Zúñiga - Dv Yauyos-San José de Quero	8 h	Salida Magdalena Km 121	Km 127
E 5	Roncha	San Jose de Quero - Ronchas	8 h	Peaje Km 12-730	Km. 32
PEATONAL					
E 4	Dv Yauyos	Poblado Magdalena	12 h	Magdalena	25-may
E 5	Roncha	Poblado de Ronchas	12 h	Roncha	17-may

Fuente: Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca.



Fuente: Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca.

Figura N° 3.07: Estaciones de control en el tramo Cañete – Lunahuaná.

Cuadro N° 3.12: Resultados del IMDa.

CUADRO 3-7 RESUMEN CLASIFICADO POR GRANDES GRUPOS DE VEHICULOS DEL IMDA POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)									
Tramo	Cañete-Lunahuana	Lunahuana-Pacarán	Pacarán-Zuñiga	Zuñiga-Dv. Yauyos-San Jose de	San Jose de Quero-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Chichicay-Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo-San Juan	Chichicay-Capulla
Tipo Vehículo	E1	E 2	E 3	E 4	E5	E6	E7	E 8	E 7A
VL (Auto-SW-Camioneta)	707	210	223	21	217	336	292	200	60
Carreta Rural-Micro	220	132	122	4	42	38	129	122	26
Ómnibus	11	10	8	8	8	9	14	16	14
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	53	49	46	20	44	41	48	57	34
Camión Acopiado	19	16	19	0	36	30	86	66	98
IMDa (Veh/día)	1010	417	418	53	347	454	569	461	232

Fuente: Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca.

Cuadro N° 3.13: Velocidad media en el sentido Cañete – Lunahuaná.

VELOCIDAD	AUTO	PICK UP	STATION WAGON	CAMIONETA RURAL	C2E	3S3	MICRO	B2E
MAXIMA	69.6	53.4	66.1	60.4	53.3	37.1		
MINIMA	54.9	41.2	40.6	22.2	32.8	35.3		
PROMEDIO	61.0	48.3	52.9	47.9	40.1	36.2		

Fuente: Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán – Chupaca.

Cuadro N° 3.14: Velocidad media en el sentido Lunahuaná - Cañete.

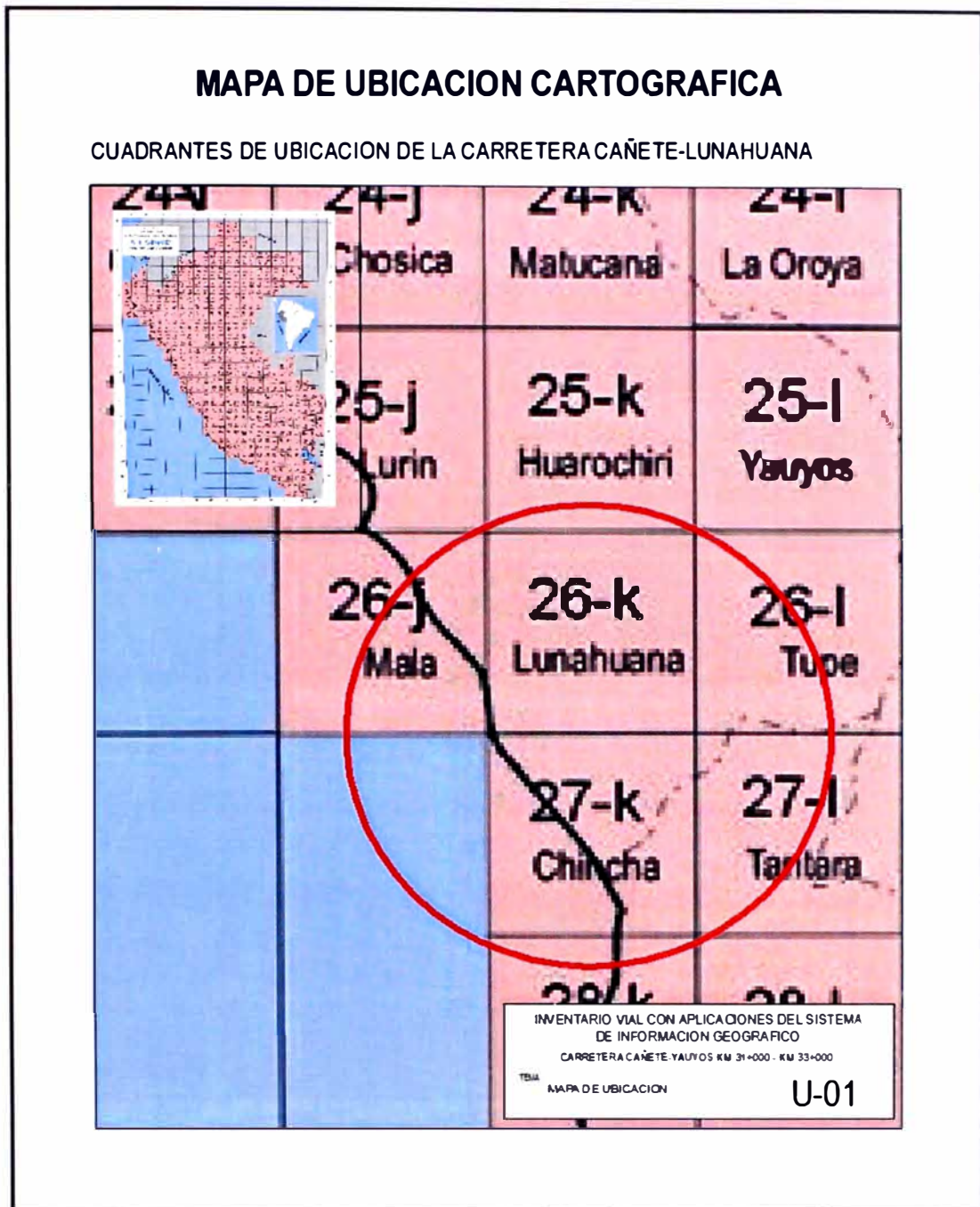
VELOCIDAD	AUTO	PICK UP	STATION WAGON	CAMIONETA RURAL	C2E	3S3	MICRO	B2E
MAXIMA	82.3	65.8	69.4	55.0	40.6	34.3	34.2	49.5
MINIMA	17.7	25.0	23.5	35.4	22.0	7.7	26.1	38.1
PROMEDIO	57.9	49.9	53.6	45.9	32.1	21.0	29.6	42.9

Fuente: Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán – Chupaca.

3.5 MAPAS TEMATICOS GEOREFERENCIADOS

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

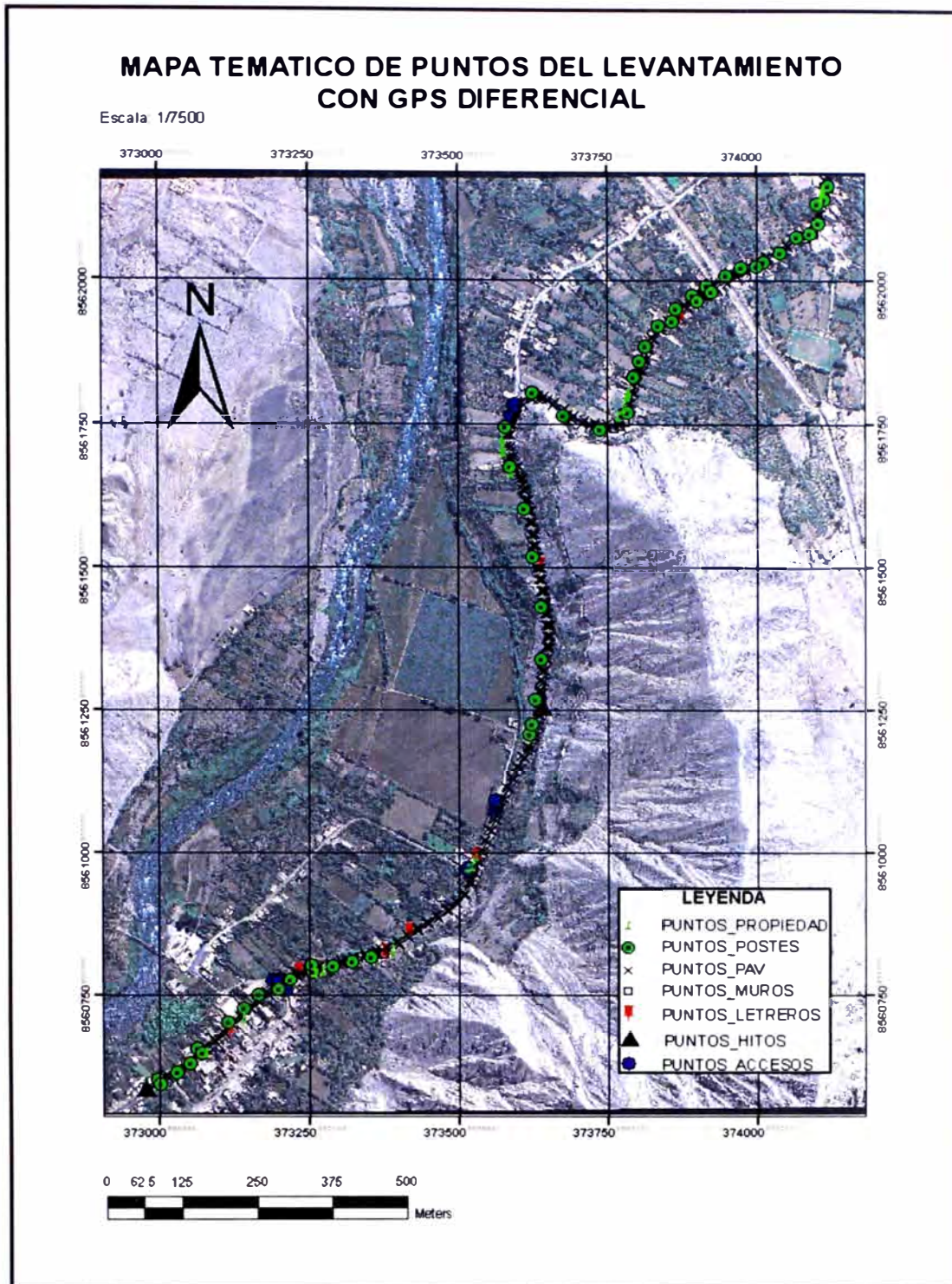
- a. Los mapas temáticos se han elaborado en base a la información disponible de registros de campo e información recolectada de estudios anteriores.
- b. Cada figura que se presente a continuación contendrá un resumen de los procedimientos realizados para su elaboración.
- c. Las fotografías fueron tomadas en campo al momento de realizar el registro de información para el inventario vial, mientras que las imágenes satelitales han sido extraídas de la página web: <http://maps.google.com.pe/maps?hl=es&tab=wl>. Las imágenes correspondientes a la cartografía se han extraído de la página web: http://www.ingemmet.gob.pe/publicaciones/serie_a/mapas/indice.htm.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.08: Mapa de ubicación.

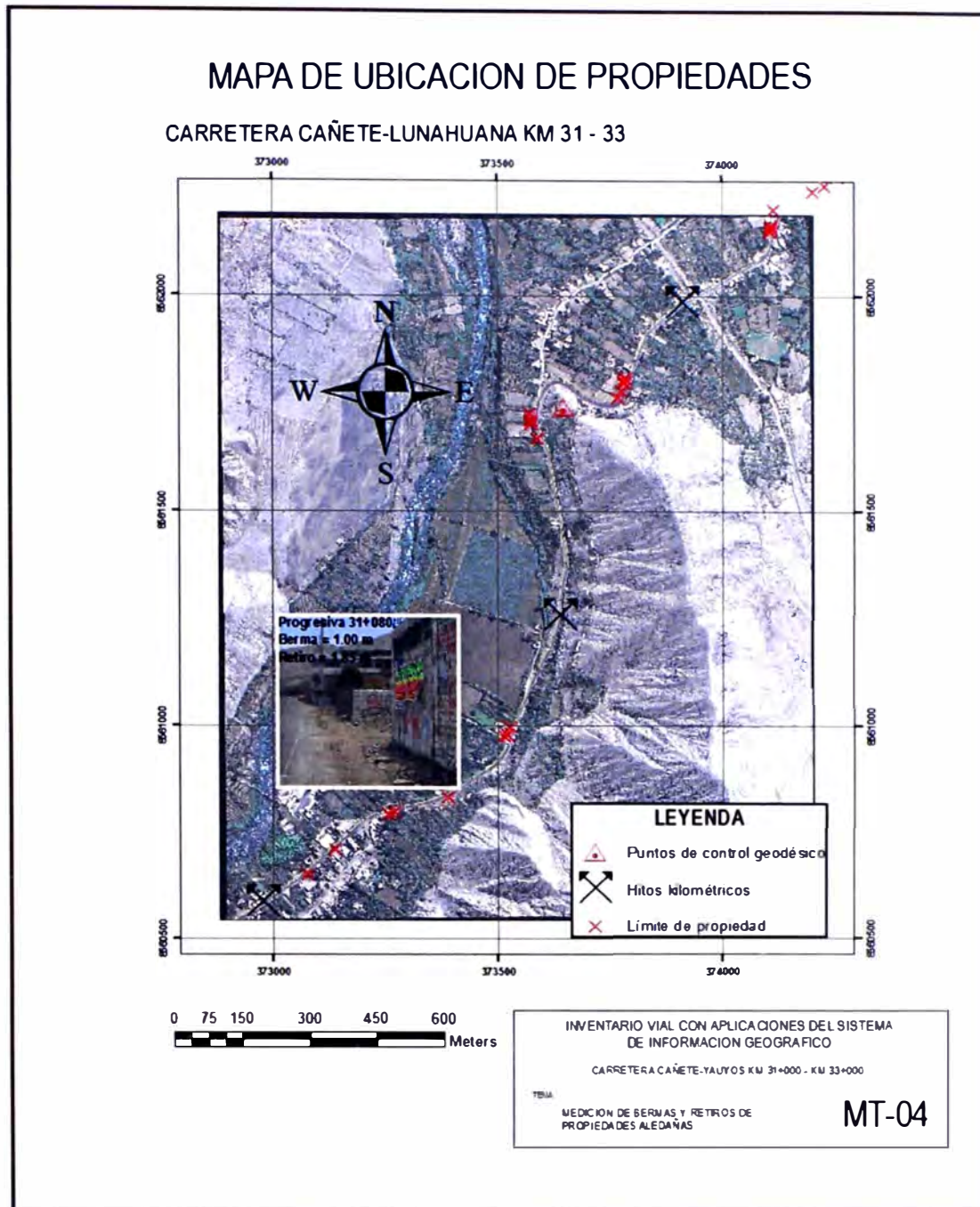
Se buscó el plano cartográfico correspondiente a la zona de evaluación, y se insertó a modo de presentación. La imagen no tiene ninguna georeferencia, se colocó a modo de presentación.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.09: Registro de elementos de la carretera con GPS.

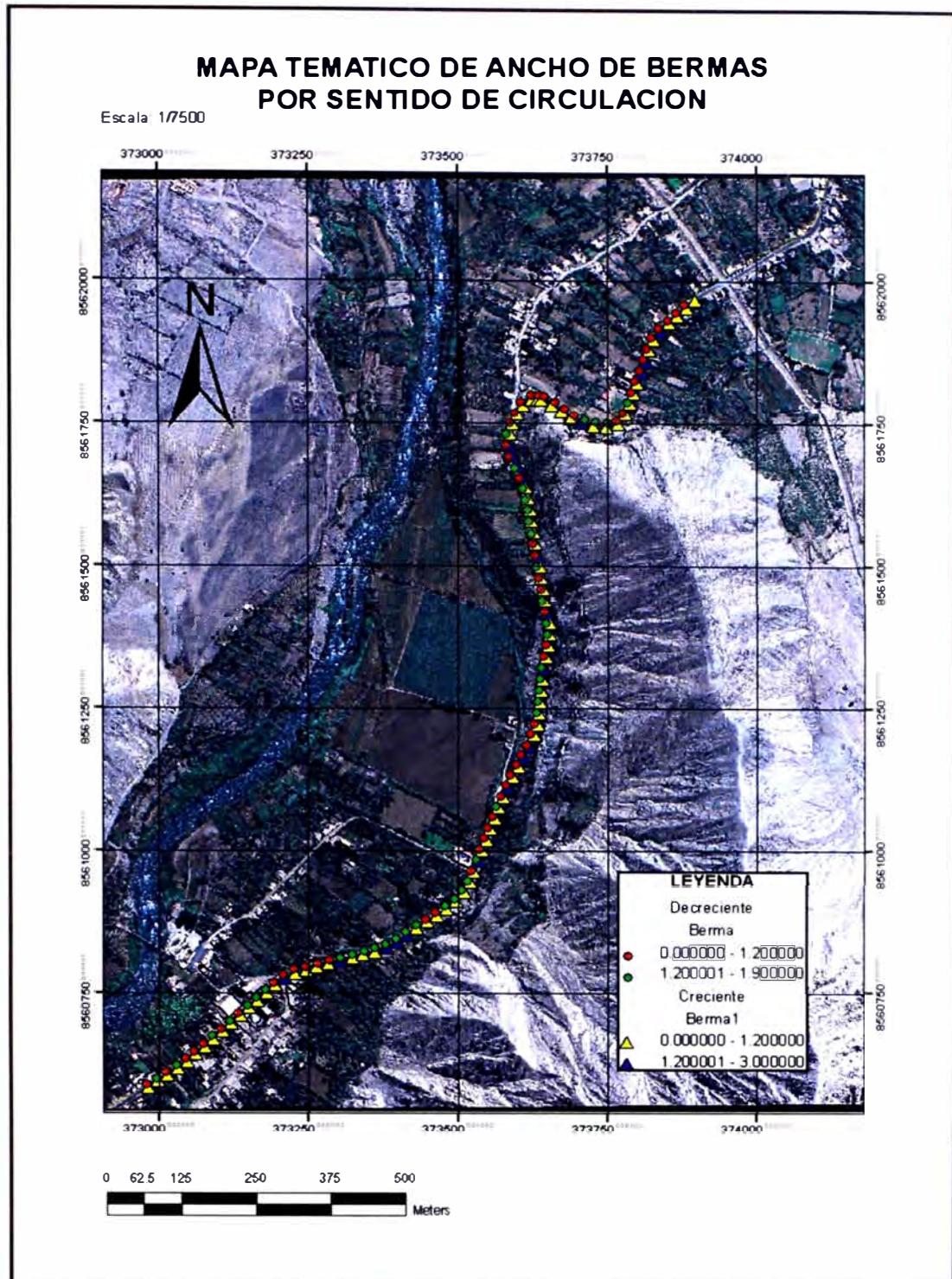
Los puntos del levantamiento con GPS fueron identificados y clasificados para asignarle a cada elemento de la carretera una capa diferente, con la finalidad de asignarle propiedades en la tabla de atributos.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.10: Puntos de límites de propiedad.

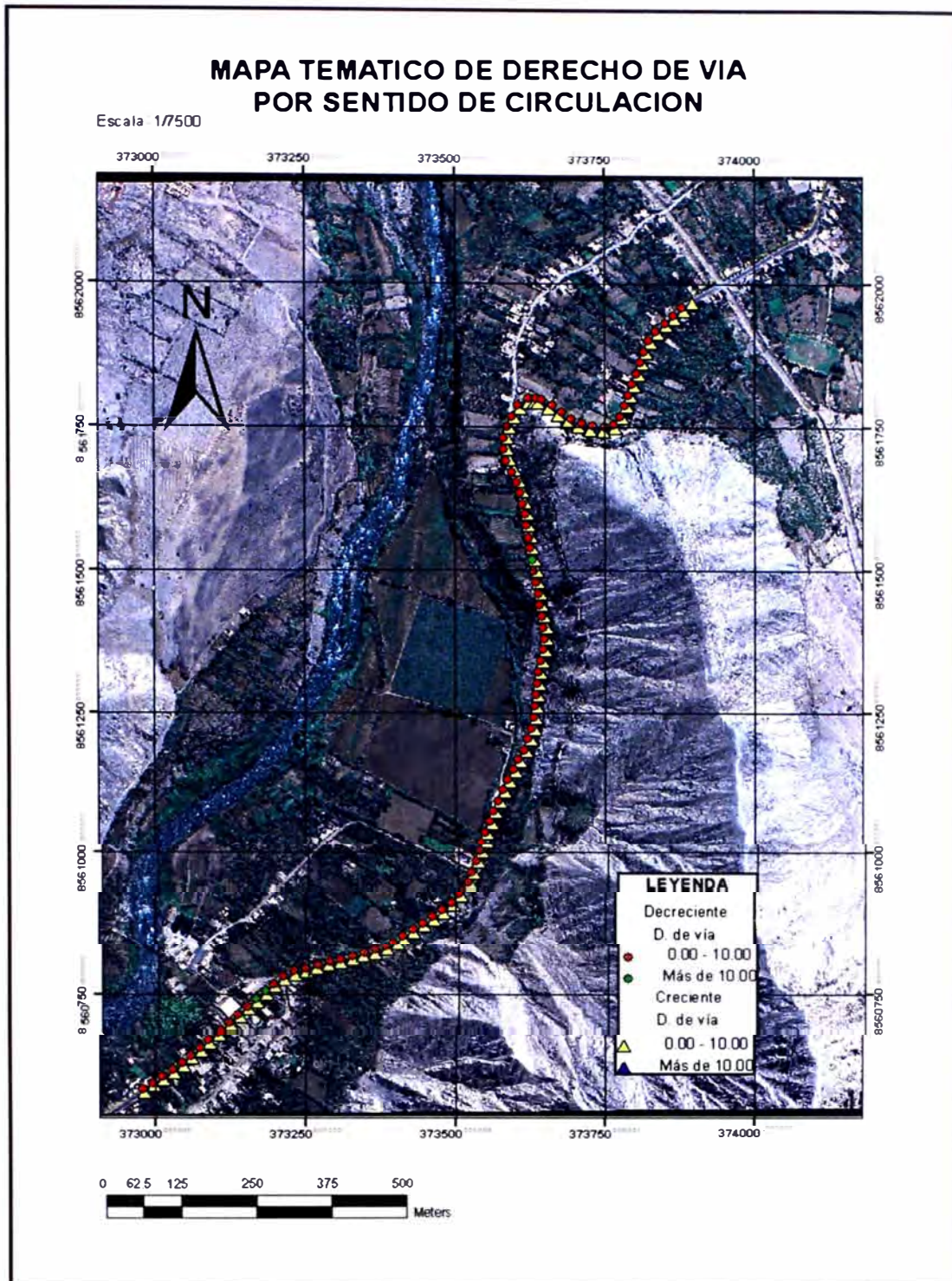
Se seleccionaron los puntos con descripción PROPIEDAD para exportarlos en una capa independiente llamada propiedad, con la finalidad de asignarle propiedades o insertar fotos que indiquen alguna información como: retiro, berma, tipo de fachada, material de construcción, etc.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.11: Bermas por sentido de circulación.

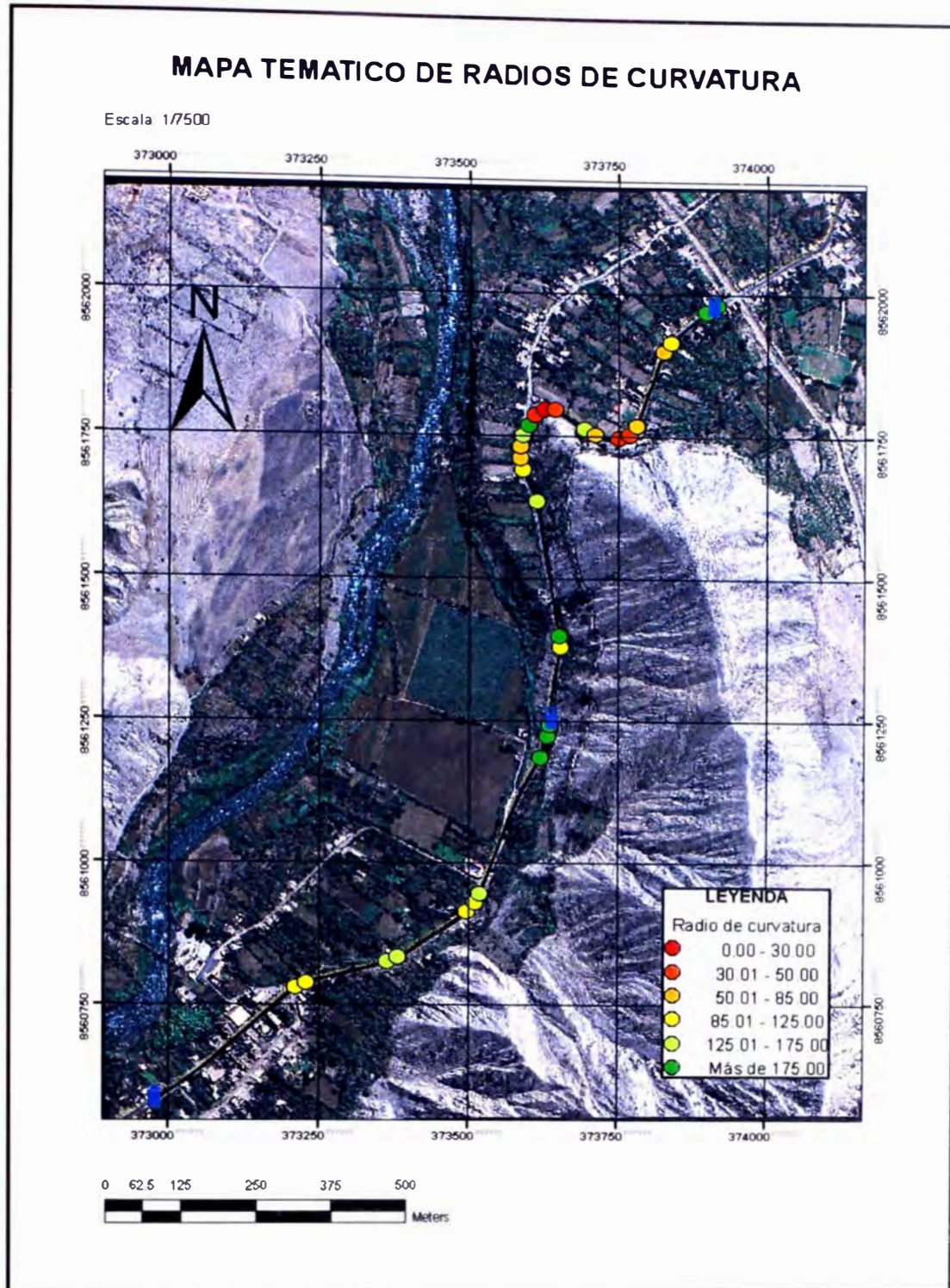
A los puntos de la calzada, se le asignó el ancho de bermas, de acuerdo al sentido de circulación de tráfico. La leyenda muestra los íconos para los anchos mayores y menores a 1.20 m que es el que le corresponde a la carretera.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.12: Derecho por sentido de circulación.

El derecho de vía para esta carretera es 20 m, 10m a cada lado del eje, por lo tanto se ha limitado en la leyenda los valores mayores y menores a 10 m, con el fin de observar gráficamente que zonas no cumplen con el reglamento.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.13: Radio de curvatura.

La leyenda especifica valores del radio de curvatura según lo especificado en el reglamento para carreteras rurales. Para velocidades de diseño desde 30 km/h hasta 80 km/h corresponde valores de radio mínimo desde 30 m hasta 175 m.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

a. El manual de inventario vial georeferenciado es una guía de consulta para realizar un inventario vial, más no tiene carácter obligatorio.

b. El manual elaborado en el presente informe es para realizar un inventario vial georeferenciado con registros de información de campo en forma manual o con equipo topográfico básico, más no comprende los procedimientos automatizados que ha sido estudiado ampliamente por el MTC.

c. El objetivo del inventario vial georeferenciado de la geometría del proyecto es brindar información actualizada sobre las características geométricas de la carretera, es decisión del usuario realizar los proyectos de mejoramiento, rehabilitación, conservación y mantenimiento.

d. Con la experiencia ganada durante la ejecución del inventario vial georeferenciado del tramo de la carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca, entre las progresivas 31+000 hasta 33+000, se ha logrado establecer la metodología para realizar el inventario vial georeferenciado orientado a procedimientos manuales, así como, orientar sobre los procedimientos para la elaboración de formatos y mapas temáticos.

e. De los resultados obtenidos después de realizado el inventario vial georeferenciado, se concluye que la sección transversal de la carretera no cumple con lo establecido por el MTC, en cuanto al derecho de vías y bermas. Así mismo, el trazo del eje de la carretera muestra dos tramos con curvas muy cerradas que sugerían implícitamente variaciones en la velocidad de circulación y se corrobora explícitamente en el mapa temático de radios de curvatura, donde se estima matemáticamente radios de curvatura inferiores a 30 m que sugieren velocidades de circulación de 30 km/h.

f. Es importante identificar las zonas críticas, como zonas de baja velocidad de circulación, por razones de optimización del funcionamiento de la carretera, sin embargo, es necesario ampliar nuestra visión para identificar otros problemas que puedan surgir, como por ejemplo zonas de alto sentido de circulación cerca a poblados con la finalidad de plantear alternativas para resguardar la seguridad de las personas que transiten por esa zona.

4.2 RECOMENDACIONES

a. Los proyectos de inversión post-construcción incluyen en la ejecución del servicio la ejecución de inventarios viales para definir el grado de intervención y para fines de control, debido que los proyectos inician sin contar con información confiable. En tal sentido se recomienda crear, de acuerdo a la competencia del administrador de la carretera, áreas para ejecución de inventarios viales periódicos con presupuesto propio de la entidad o en su defecto licitar proyectos de inventarios viales a precios unitarios para disponer de información actualizada y a partir de ello decidir las acciones para mejora del servicio prestado por la vía.

b. El manual de inventario calificado elaborado por el SGC del MTC, recomienda inventarios viales calificados cada 10 años. Al respecto, se recomienda mantener el periodo sugerido por el MTC para inventarios calificados, pero referente a inventarios básicos se debe hacer una diferenciación entre carreteras afirmadas y pavimentadas para lo cual se sugiere:

- En carreteras pavimentadas, realizar inventarios básicos cada 3 años, a partir de esta propuesta inicial cada administrador definirá la ejecución de inventarios de acuerdo a su realidad (Clima, geología, etc.)
- En carreteras afirmadas, realizar inventarios básicos anuales, escogiendo una fecha posterior a la estación climática más desfavorable. A partir de esta data durante un periodo de 5 años, ajustar los ciclos de ejecución de los inventarios viales.

c. Cuando no se disponga de información según el sistema de coordenadas y datum oficial, se recomienda realizar primero un inventario calificado georeferenciado de la carretera, posteriormente se actualizará la información con inventarios básicos.

d. Se recomienda que la data del inventario vial, se adicione al sistema de información geográfico, más no se elimine la información anterior, que servirá de comparación o como proyección para estudiar algún problema de ser necesario.

e. Se recomienda elaborar un análisis de costos unitarios para cada proceso del inventario vial, con la finalidad de aproximar costos para realizar los inventarios dependiendo del tipo, por metro lineal de carretera.

BIBLIOGRAFIA

- CONSORCIO DE GESTIÓN DE CARRETERAS, Estudios Técnicos para el cambio estándar de afirmado a solución básica Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga - Dv Yauyos-Ronchas-Chupaca, Perú, Setiembre 2008 .
- Norma ASTM D 6433-07, apéndice X1(AC), Índice de Condición de Pavimentos (PCI) de concreto asfáltico (AC)), revisada y traducida, (Set 2007).
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción – Manual de diseño geométrico de carreteras (DG-2001).
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción – Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, “Las Normas de Gestión en Infraestructura Vial”.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción – Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructuras de Transportes – Proyecto Sistema de Gestión de Carreteras, “Manual SIC”.

Páginas web consultadas:

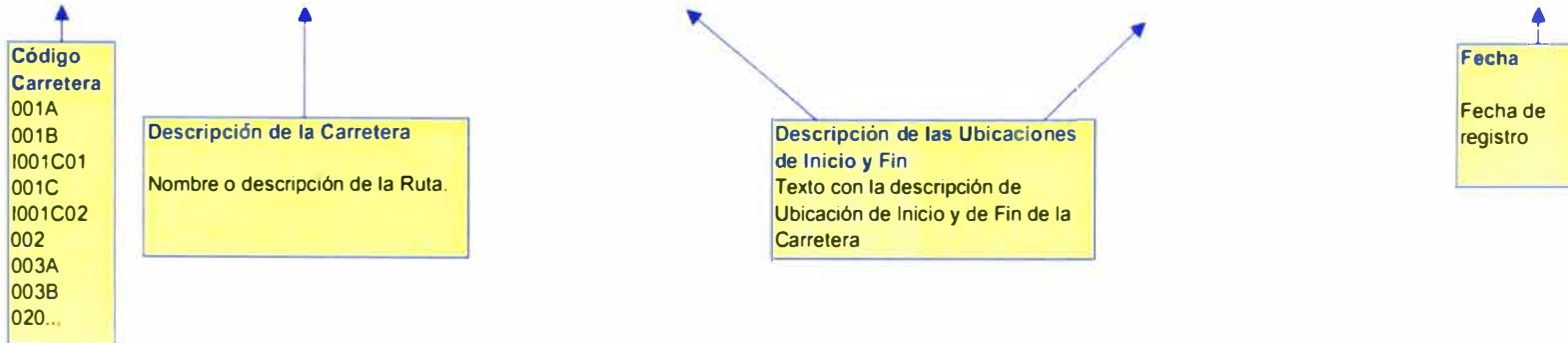
- INGEMET, <http://www.ingemmet.gob.pe/>
- PROVIAS NACIONAL, <http://www.provias.gob.pe/>

ANEXO N° 01

CARRETERAS (Modelo)

SIC - 01

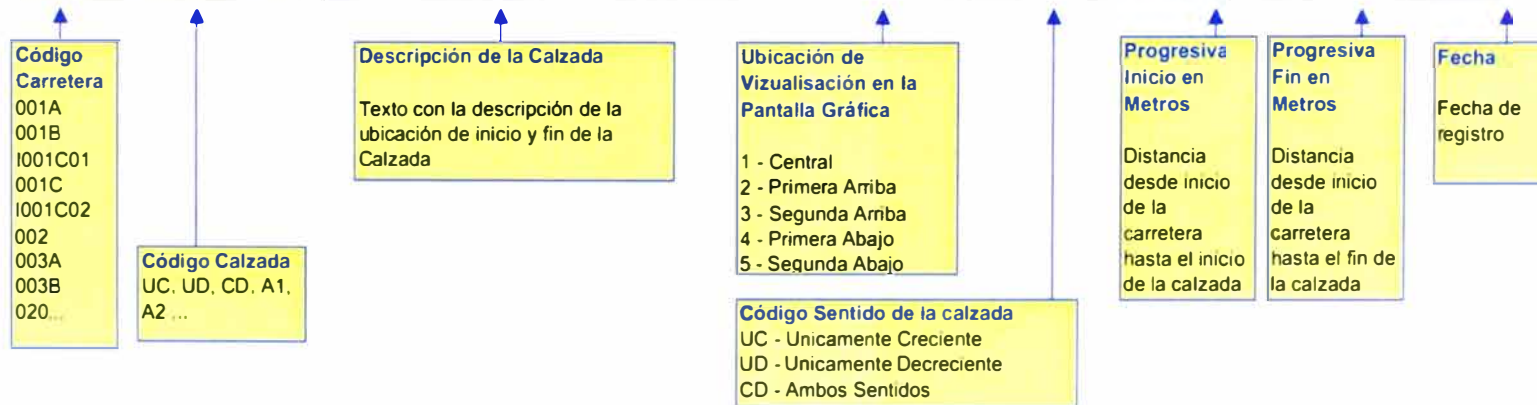
Carretera	Descripcion	Ubicacion Inicio	Ubicacion Fin	Fecha
001A	Sullana - Frontera con Ecuador	Desvio a Tambo Grande	Frontera con Ecuador (Aguas Verdes)	02/11/99
001B	Lambayeque - Piura	Empalme RN 1N Ovalo	Piura (Pte Sanchez Cerro)	02/11/99
I001C01	Intercambio 1Cx1N - Ancon	RN 1N (Dv. Ancon)	Serpentin (RN 1C)	02/11/99
001C	Serpentin (Ancon - Chancay)	I001C01	I001C02	02/11/99
I001C02	Cruce 1Cx1N - Chancay	Serpentin (RN 1C)	RN 1N (Puente Chancay)	02/11/99
001N	Lima - Frontera con Ecuador	Puente Santa Anita	Frontera con Ecuador (La Tina)	02/11/99
001S	Lima - Frontera con Chile	Puente Santa Anita	Frontera con Chile	02/11/99
002	Paita - Huancabamba	Puerto Paita	Huancabamba	03/11/99
003A	Izcuchaca - Pampano	Empalme RN 3S	DV. a Huaytara (RN 24)	03/11/99
003B	Puente Stuart - Huancayo	Empalme RN 3S	Empalme RN 3S (El Tambo)	03/11/99
003N	La Oroya - Frontera con Ecuador	Empalme RN 20	Frontera con Ecuador (Vado Grande)	02/11/99
003S	La Oroya - Frontera con Bolivia	Empalme RN 20	Frontera con Bolivia (Desaguadero)	02/11/99
004	Bappo - Ayar Manco	Puerto Bappo	Ayar Manco (Sta Maria del Nieva)	03/11/99
005A	Puente Paucartambo - Oxapampa	Empalme RN 5N	Oxapampa (Plaza de Armas)	03/11/99
005N	S. Luis de Shuaro - Frontera con Ecuador	San Luis de Shuaro	Frontera con Ecuador (Rio Canchis)	03/11/99
005S	S. Luis de Shuaro - Frontera con Bolivia	San Luis de Shuaro	Frontera con Bolivia (Rio Heat)	03/11/99
006	Pimentel - Chongoyape	Puerto Pimentel	Cochabamba (Empalme RN 3S)	03/11/99



CALZADAS (Modelo)

SIC - 02

Carretera	Calzada	Descripción	Ubicación en la Pantalla Gráfica	Sentido de Transito	Progresiva Inicio (m)	Progresiva Fin (m)	Fecha
001A	CD	Sullana - Frontera con Ecuador	1	CD	0	273650	02/11/99
001B	CD	Lambayeque - Piura	1	CD	0	256200	02/11/99
I001C01	I1	Intercambio 1Cx1N - Ancon	4	UC	0	1500	02/11/99
I001C01	I2	Intercambio 1Cx1N - Ancon	5	UC	0	200	02/11/99
I001C01	I3	Intercambio 1Cx1N - Ancon	2	UD	0	1000	02/11/99
I001C01	I4	Intercambio 1Cx1N - Ancon	3	UD	0	500	02/11/99
001C	CD	Serpentin (Ancon - Chancay)	1	CD	0	22940	02/11/99
I001C02	I1	Cruce 1Cx1N - Chancay	4	UC	0	200	02/11/99
I001C02	I2	Cruce 1Cx1N - Chancay	5	UC	0	200	02/11/99
I001C02	I3	Cruce 1Cx1N - Chancay	2	UD	0	200	02/11/99
I001C02	I4	Cruce 1Cx1N - Chancay	3	UD	0	200	02/11/99
001N	UC	Lima - Huacho	4	UC	0	150000	02/11/99
001N	UD	Lima - Huacho	2	UD	0	150000	02/11/99
001N	CD	Huacho - Frontera con Ecuador	1	CD	150000	1138500	02/11/99
001S	UC	Lima-Pucusana -Pk 131,5	4	UC	0	131700	02/11/99
001S	UD	Lima-Pucusana -PK 131,5	2	UD	0	131700	02/11/99
001S	CD	PK 131,5 - Frontera Chile	1	CD	131700	1329070	02/11/99



PUNTOS DE REFERENCIA (Modelo)

SIC - 03

Carretera	Calzada	Código PR	Distancia hasta el Próximo PR (m)	Descripción de la Ubicación	Tipo	Longitud (WGS84)	Latitud (WGS84)	Altitud (WGS84)	X (MTC)	Y (MTC)	Z (MTC)	Clima	Fecha de marcación
001A	CD	0000	273650	Desvio a Tambo Grande	5							C	01/05/93
001A	CD	0274	0000	Frontera con Ecuador (Puente)	5							C	01/05/93
001B	CD	0000	256200	Empalme R1N - Lambayeque	5							C	01/05/93
001B	CD	0257	0000	Plura	5							C	01/05/93
I001C01	I1	0044	1500	Desvio Ancon	1							C	01/08/99
I001C01	I1	0045	0000	Ovalo	1							C	01/08/99
I001C01	I2	0043	0200	Ramal Var-Ser Ancon	5							C	01/08/99
I001C01	I2	0044	0000	Ramal Var-Ser Ancon	5							C	01/08/99
I001C01	I3	0043	1000	Desvio Ancon	1							C	01/08/99
I001C01	I3	0045	0000	Ovalo	1							C	01/08/99
I001C01	I4	0043	0500	Ramal Ser-Var Ancon	5							C	01/08/99
I001C01	I4	0044	0000	Ramal Ser-Var Ancon	5							C	01/08/99
001C	CD	0045	4000	Ovalo Ancon - Serpentin	5							C	01/08/99
001C	CD	0049	5000		1							C	01/08/99
001C	CD	0054	5000		1							C	01/08/99
001C	CD	0059	5000		1							C	01/08/99
001C	CD	0064	2940		1							C	01/08/99



NOTAS:

Los datos WGS84 se indican si el aparato esta dotado de GPS (caso del ARAN; posiblemente de un equipo tipo VIZIROAD si el equipo básico se complementa por un sistema GPS).

GEOMETRIA / DATOS PARA HDM (Modelo)

SIC - 07

Carretera	Calzada	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Pendiente (m/km)	Curvatura (°/km)	Fecha
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
001N	UC	0052	0	0052	1000	5.7	5.3	23/10/99
001N	UC	0052	1000	0052	2000	6.3	-43.6	23/10/99
001N	UC	0052	2000	0054	0	5.7	-0.6	23/10/99
001N	UC	0054	0	0055	0	6.6	-15.9	23/10/99
001N	UC	0055	0	0055	1008	3.2	-37.4	23/10/99
001N	UC	0055	1008	0056	0	-4.7	-130.2	23/10/99
001N	UC	0056	0	0057	0	-2.9	-6.2	23/10/99
001N	UC	0057	0	0057	1007	-2.4	2.8	23/10/99
001N	UC	0057	1007	0058	0	-3.4	0.6	23/10/99
001N	UC	0058	0	0059	0	-2.9	23.4	23/10/99
001N	UC	0059	0	0059	1006	-3.4	-25.2	23/10/99
001N	UC	0059	1006	0059	2006	-2.9	0.0	23/10/99
001N	UC	0059	2006	0062	0	4.2	49.0	23/10/99
001N	UC	0062	0	0062	1001	4.7	21.0	23/10/99
001N	UC	0062	1001	0063	0	5.6	0.2	23/10/99
001N	UC	0063	0	0063	1007	4.4	-46.7	23/10/99
001N	UC	0063	1007	0064	0	5.2	-52.3	23/10/99



NOTAS:

Nota 1: Se refiere al carril del tránsito lento de cada calzada. En caso de calzada única, se refiere al carril de tránsito de PR creciente.
 Nota 2: Los datos se suministran por sección de 1000m a partir de cada PR. Entre dos PR, la última sección de "1000" metros se finaliza en el segundo PR : su longitud varía entre 500 y 1500 m. (aparato ARAN o tipo VIZIROAD).

FAJAS (Modelo)

SIC - 08

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo	Sentido del Tránsito	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
001A	CD	1	0000	0000	0274	0000	2	C	02/11/99
001A	CD	2	0000	0000	0274	0000	1	C	02/11/99
001A	CD	3	0000	0000	0274	0000	1	D	02/11/99
001A	CD	4	0000	0000	0274	0000	2	D	02/11/99
001B	CD	1	0000	0000	0257	0000	2	C	02/11/99
001B	CD	2	0000	0000	0257	0000	1	C	02/11/99
001B	CD	3	0000	0000	0257	0000	1	D	02/11/99
001B	CD	4	0000	0000	0257	0000	2	D	02/11/99
001C01	I1	1	0044	0000	0045	0000	1	C	02/11/99
001C01	I1	2	0044	0000	0045	0000	1	C	02/11/99
001C01	I1	3	0044	0000	0045	0000	2	C	02/11/99
001C01	I2	1	0043	0000	0044	0000	1	C	02/11/99
001C01	I2	2	0043	0000	0044	0000	2	C	02/11/99
001C01	I3	1	0043	0000	0045	0000	1	D	02/11/99
001C01	I3	2	0043	0000	0045	0000	1	D	02/11/99
001C01	I3	3	0043	0000	0045	0000	2	D	02/11/99
001C01	I4	1	0043	0000	0044	0000	1	D	02/11/99



ANCHO DE LAS FAJAS (Modelo)

SIC - 09

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Ancho Util (m)	Ancho Total (m)	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
001A	CD	1	0000	0000	0274	0000	3.0	3.0	02/11/99
001A	CD	2	0000	0000	0274	0000	3.0	3.0	02/11/99
001A	CD	3	0000	0000	0274	0000	3.0	3.0	02/11/99
001A	CD	4	0000	0000	0274	0000	3.6	3.6	02/11/99
001B	CD	1	0000	0000	0257	0000	3.6	3.6	02/11/99
001B	CD	2	0000	0000	0257	0000	3.0	3.0	02/11/99
001B	CD	3	0000	0000	0257	0000	3.0	3.0	02/11/99
001B	CD	4	0000	0000	0257	0000	3.7	3.7	02/11/99
1001C01	I1	1	0044	0000	0045	0000	3.7	3.7	02/11/99
1001C01	I1	2	0044	0000	0045	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I1	3	0044	0000	0045	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I2	1	0043	0000	0044	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I2	2	0043	0000	0044	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I3	1	0043	0000	0045	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I3	2	0043	0000	0045	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I3	3	0043	0000	0045	0000	3.6	3.6	02/11/99
1001C01	I4	1	0043	0000	0044	0000	3.6	3.6	02/11/99



TRAMOS ADMINISTRATIVOS (Modelo)

SIC - 10

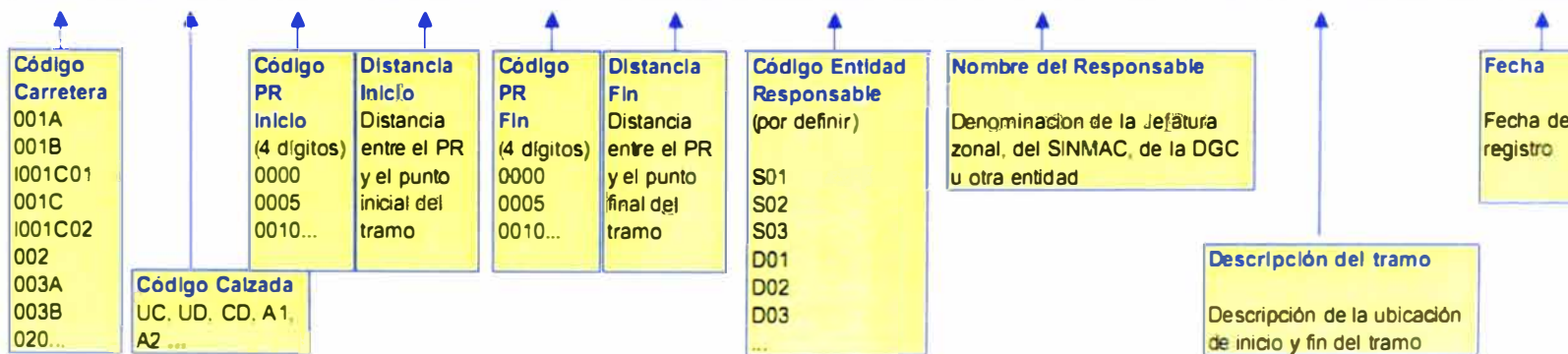
Carretera	Calzada	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Codigo Departamento	Descripción	Fecha
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
001A	CD	0000	0000	0000	148000	PI	Sullana - Aguas Verdes	07/11/99
001A	CD	0000	148000	0274	0000	TU	Sullana - Aguas Verdes	07/11/99
001B	CD	0000	0000	0000	155900	LA	Lambayeque - Piura	07/11/99
001B	CD	0000	155900	0257	0000	PI	Lambayeque - Piura	07/11/99
I001C01	I1	0044	0000	0045	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C01	I2	0043	0000	0044	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C01	I3	0043	0000	0045	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C01	I4	0043	0000	0044	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
001C	CD	0045	0000	0066	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C02	I1	0066	0000	0067	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C02	I2	0066	0000	0067	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C02	I3	0066	0000	0067	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
I001C02	I4	0066	0000	0067	0000	LI	Ancon - Chancay	07/11/99
001N	CD	0150	0000	0204	2600	LI	Lima - La Tina	07/11/99
001N	CD	0204	2600	0438	3800	AN	Lima - La Tina	07/11/99
001N	CD	0438	3800	0569	122700	LL	Lima - La Tina	07/11/99
001N	CD	0569	122700	0569	308800	LA	Lima - La Tina	07/11/99



TRAMOS POR ENTIDAD RESPONSABLE (Modelo)

SIC - 11

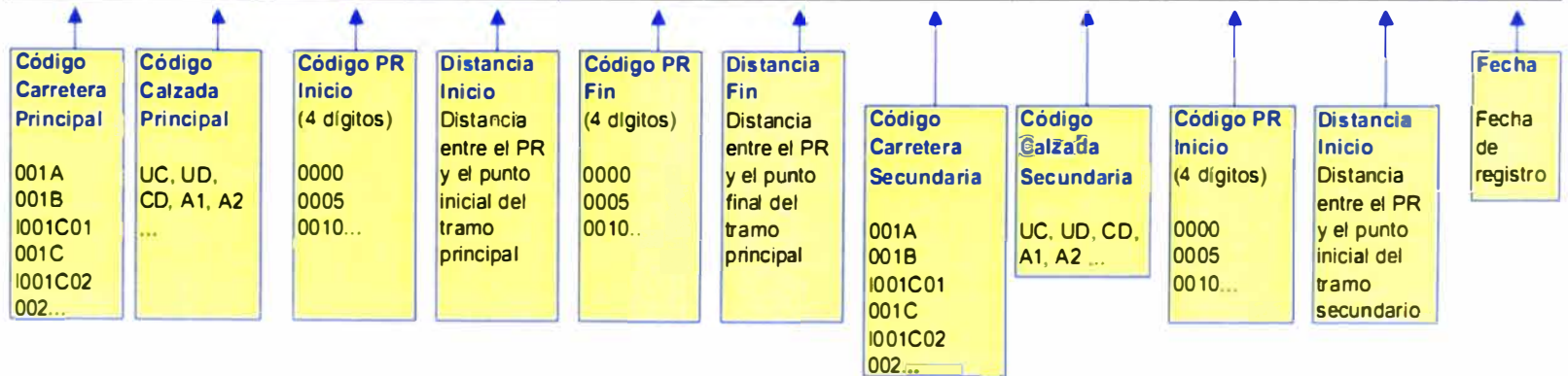
Carretera	Calzada	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Codigo Responsable	Nombre del Responsable	Descripción del tramo	Fecha
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
001A	CD	0000	0000	0148	0000	S23	SINMAC-Tumbes	Sullana - Aguas Verdes	07/11/99
001A	CD	0148	0000	0274	0000	S23	SINMAC-Tumbes	Sullana - Aguas Verdes	07/11/99
001B	CD	0000	0000	0155	0000	S19	SINMAC-Piura	Lambayeque - Piura	07/11/99
001B	CD	0155	0000	0257	0000	S19	SINMAC-Piura	Lambayeque - Piura	07/11/99
1001C01	I1	0044	0000	0045	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C01	I2	0043	0000	0044	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C01	I3	0043	0000	0045	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C01	I4	0043	0000	0044	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
001C	CD	0045	0000	0066	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon - Chancay	07/11/99
1001C02	I1	0066	0000	0067	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C02	I2	0066	0000	0067	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C02	I3	0066	0000	0067	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
1001C02	I4	0066	0000	0067	0000	S13	SINMAC-Lima	Ancon	07/11/99
001N	CD	0150	0000	0204	2600	S02	SINMAC-Ancash	Huacho-Chimbote	07/11/99
001N	CD	0204	2600	0438	3800	S02	SINMAC-Ancash	Huacho-Chimbote	07/11/99
001N	CD	0438	3800	0569	0000	S15	SINMAC-La Libertad	Chimbote-Trujillo	07/11/99



TRAMOS COMUNES A VARIAS CARRETERAS (Modelo)

SIC - 12

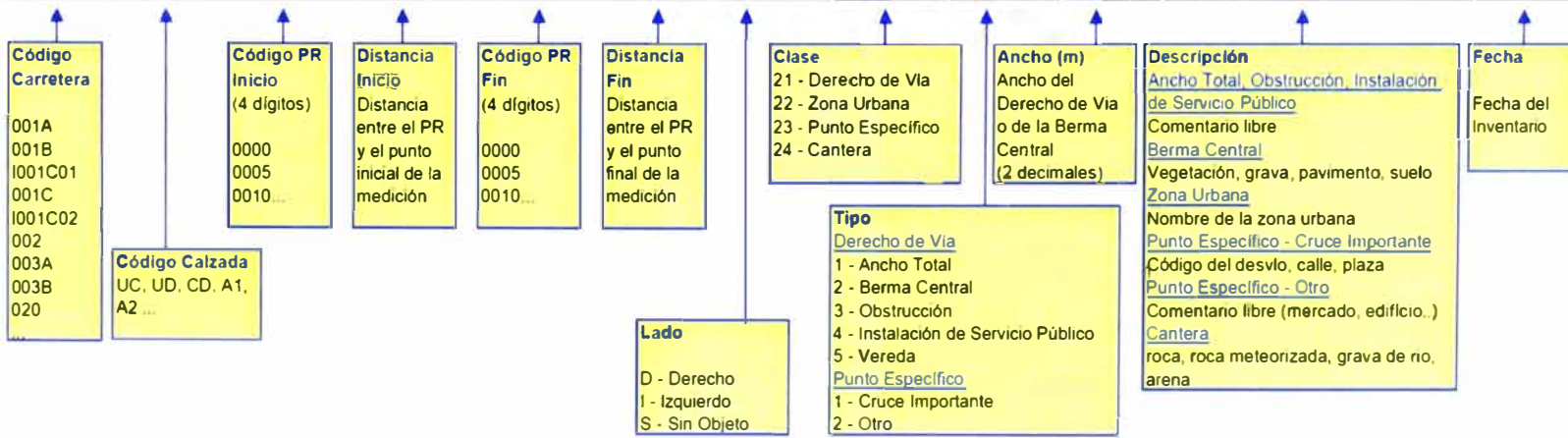
CARRETERA PRINCIPAL						CARRETERA SECUNDARIA				Fecha Registro
Carretera	Calzada	Inicio		Fin		Carretera	Calzada	Inicio		
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			Código PR	Distancia	
028	CD	0000	0000	0000	95300	030B	CD	0000	0000	06/11/99
001B	CD	0000	86000	0000	90400	004	CD	0000	156900	06/11/99
001B	CD	0000	190050	0000	256200	002	CD	0000	56350	06/11/99
001N	CD	0515	37250	0515	43400	010	CD	0000	5240	06/11/99
001N	CD	0569	193500	0569	196450	006	CD	0000	11500	06/11/99
001N	CD	0569	403400	0569	409150	002	CD	0000	50600	06/11/99
001S	CD	0228	0000	0228	3500	024	A1	0000	38450	06/11/99
001S	CD	0228	216000	0228	254100	026	CD	0000	39600	06/11/99
001S	CD	0228	737890	0228	752750	030	CD	0000	57930	06/11/99
001S	CD	0228	911000	0228	957950	034	CD	0000	46800	06/11/99
003N	A1	0175	0000	0175	21600	020	CD	0000	174200	06/11/99
003N	A1	0175	114650	0175	120800	018	CD	0000	249550	06/11/99
003N	A1	0175	211900	0175	232610	016	A1	0292	0000	06/11/99
003N	A2	0233	463970	0233	486590	012	CD	0000	137000	06/11/99
003N	A2	0233	843040	0233	915980	010	CD	0000	131990	06/11/99
003N	A2	0233	1410330	0233	1493330	004	CD	0000	226800	06/11/99
003S	A1	0000	367190	0000	381690	024	A2	0332	0000	06/11/99



DERECHO DE VIA (Modelo)

SIC - 23

Carretera	Calzada	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Lado	Clase	Tipo	Ancho (m)	Descripción	Fecha
		Código PR	Distancia	Código PR	Distancia						
016	A1	0461	422	0470	4340	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0470	4340	0485	1685	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0485	1685	0490	0	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0490	0	0495	3281	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0500	2881	0500	2881	S	23	1		NUEVO PUENTE	14/09/99
016	A1	0520	1675	0520	1675	S	23	1		ACCESO	14/09/99
016	A1	0495	3281	0525	115	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0525	2790	0525	2790	S	23	1		CRUCE	14/09/99
016	A1	0525	2910	0525	2910	S	23	1		CRUCE	14/09/99
016	A1	0525	115	0525	2978	S	21	1	0.0		14/09/99
016	A1	0528	0	0528	0	S	21	1	0.0		14/09/99
024	A2	0011	2636	0011	2636	S	23	1		INDEPENDENCIA	28/09/99
024	A2	0011	4011	0011	4011	S	23	1		INDEPENDENCIA	28/09/99
024	A2	0000	0	0011	4434	S	22			SAN CLEMENTE	28/09/99
024	A2	0011	4628	0011	4628	S	23	1		SALIDA INDEPENDENCIA	28/09/99
024	A2	0021	1105	0026	4450	S	22			DOSPALMAS	28/09/99
024	A2	0036	1885	0036	1885	S	23	1		RUINAS TAMBO COLORADO	28/09/99



TRÁNSITO (Modelo)

SIC - 33

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Fecha	IMDA							Tasa de crecimiento anual (%)							Factor de carga			Fecha			
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia		Autos	Camioneta	Micro	Bus	Camion Ligero	Camion Medio	Camion Pesado	Articulado	Autos	Camioneta	Micro	Bus	Camion Ligero	Camion Medio	Camion Pesado	Articulado	Bus		Camion Medio	Camion Pesado	Articulado
001C	CD	2	0045	0	0068	0	01/01/95	0	0	6	664	0	257	91	190	4.8	4.8	4.1	3.3	4.6	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	8.00	9.00	01/11/99
001C	CD	3	0045	0	0068	0	01/01/95	0	0	6	664	0	257	91	190	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	1	0043	0	0084	0	01/01/95	199	199	6	12	100	9	1	6	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	2	0043	0	0084	0	01/01/95	199	199	6	12	100	9	1	6	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	8.00	9.00	01/11/99
001N	UD	1	0043	0	0084	0	01/01/95	199	199	6	12	100	9	1	6	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UD	2	0043	0	0084	0	01/01/95	199	199	6	12	100	9	1	6	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	1	0084	0	0144	3950	01/01/95	108	108	6	284	53	189	76	151	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	2	0084	0	0144	3950	01/01/95	108	108	6	284	53	189	76	151	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UD	1	0084	0	0144	3950	01/01/95	108	108	6	284	53	189	76	151	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UD	2	0084	0	0144	3950	01/01/95	108	108	6	284	53	189	76	151	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	1	0144	3950	0150	0	01/01/95	595	595	78	196	298	216	65	114	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UC	2	0144	3950	0150	0	01/01/95	595	595	78	196	298	216	65	114	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UD	1	0144	3950	0150	0	01/01/95	595	595	78	196	298	216	65	114	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	UD	2	0144	3950	0150	0	01/01/95	595	595	78	196	298	216	65	114	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	CD	2	0199	1450	0369	3150	01/01/95	77	77	10	234	39	105	92	182	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	CD	3	0199	1450	0369	3150	01/01/95	77	77	10	234	39	105	92	182	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99
001N	CD	2	0369	3150	0428	300	01/01/95	236	236	28	170	116	183	80	199	4.8	4.8	4.1	3.3	4.8	3.8	4.1	3.8	4.00	4.00	6.00	9.00	01/11/99

