

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



**PROPUESTA – MANUAL DE INVENTARIO VIAL BÁSICO
GEOREFERENCIADO PARA ENTIDADES PÚBLICAS Y
PRIVADAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LIZBETH LOREN HUILLCA CONDORI

Lima- Perú

2014

INDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 3 |
| LISTA DE TABLAS..... | 4 |
| LISTA DE FIGURAS | 5 |
| LISTA DE SIMBOLOS | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO I : GENERALIDADES | 8 |
| 1.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL | 8 |
| 1.2 ESTRATEGIA DE COORDINACIÓN PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS..... | 9 |
| 1.3 MODELO DE INVENTARIO | 11 |
| 1.3.1 Modelo dinámico..... | 12 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.5 ALCANCE DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO..... | 16 |
| CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO – INVENTARIO VIAL BÁSICO | |
| GEOREFERENCIADO..... | 17 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 17 |
| 2.2 INVENTARIO VIAL BÁSICO GEOREFERENCIADO | 17 |
| 2.3 GEOREFERENCIACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UNA CARRETERA | 17 |
| 2.4 PUNTOS NOTABLES | 22 |
| 2.5 ELEMENTOS FIJOS DE CONTROL..... | 22 |
| 2.6 MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA VÍA..... | 22 |
| 2.7 UBICACIÓN DE CIUDADES Y/O POBLADOS EN LA TRAYECTORIA ... | 23 |
| 2.8 DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LA CARRETERA EN ZONAS URBANAS..... | 23 |
| 2.9 ETAPAS DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO..... | 24 |
| 2.9.1 Etapa de Búsqueda de Información..... | 24 |
| 2.9.2 Etapa de Reconocimiento | 24 |
| 2.9.3 Etapa de Medición de la vía | 25 |
| 2.9.4 Etapa de Relevamiento | 25 |
| 2.9.5 Etapa Trabajo en Gabinete | 26 |
| 2.10 EQUIPO DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO III : TRABAJO EN CAMPO – INVENTARIO VIAL BÁSICO | |
| GEOREFERENCIADO..... | 32 |
| 3.1 RECONOCIMIENTO | 32 |
| 3.1.1 Trabajos por realizar en el reconocimiento de la carretera | 32 |
| 3.2 MEDICIÓN | 36 |
| 3.2.1 Trabajos a realizar para la medición de la carretera | 37 |
| 3.3 RELEVAMIENTO | 39 |
| 3.3.1 Trabajos a realizar para el relevamiento de la carretera..... | 40 |
| CAPÍTULO IV :FORMULACIÓN Y FORMATOS PARA EL PROCESAMIENTO | |
| DE DATOS..... | 45 |
| 4.1 FORMATO – CARRETERA (SIB-01) | 45 |
| 4.2 FORMATO – ITINERARIO (SIB-02)..... | 46 |
| 4.3 FORMATO – SUPERFICIE DE RODADURA Y CALZADA (SIB-03)..... | 46 |
| 4.4 FORMATO – ESTADO DE CONSERVACIÓN (SIB-04) | 47 |
| 4.5 FORMATO – BERMAS (SIB-05) | 47 |
| 4.6 FORMATO – SEÑALIZACIÓN (SIB-06) | 48 |
| 4.7 FORMATO – PUENTES (SIB-07) | 49 |
| CAPÍTULO V : APLICACIONES..... | 50 |
| 5.1 EJEMPLO APLICATIVO DEL MODELO DE DEMANDA..... | 50 |
| 5.2 APLICACIÓN DE LOS FORMATOS SIB:..... | 53 |
| CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 56 |
| 6.1 CONCLUSIONES..... | 56 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA | 58 |
| ANEXOS | 59 |

RESUMEN

Debido al crecimiento socio - económico y la mayor inversión en los proyectos viales se genera un mayor interés en la priorización de inversiones, el sistema de gestión vial, requiere contar con información actualizada, para la conformación de la base de datos que permita el funcionamiento del sistema.

La selección de criterios para la recopilación de los datos de campo, así como consulta a reglamentos y otros trabajos relacionados ha permitido obtener los procedimientos y formatos básicos que integran gran parte de estos criterios y cuyo fin es conseguir que se ejecuten de mejor manera los inventarios viales básicos georeferenciados.

En este informe también se presenta un método para determinar el adecuado tamaño de inventario durante un horizonte de planeación, basándose en un modelo determinístico, dinámico cuya demanda es variable en el tiempo. Con esto se presenta un ejemplo logrando plantear un modelo que puede ser aplicado de manera que minimice los costos de mantenimiento del inventario, minimizando los costos totales afectados por las decisiones de gestión de inventarios.

Este informe busca sintetizar de manera práctica y sencilla la metodología a utilizar en la recopilación de los datos de las características básica geométricas de una carretera bajo los criterios que bien tiene a considerar el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, como entidad rectora y normativa.

LISTA DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 2.1 | Ubicación del punto inicial en intersecciones..... | 19 |
| Tabla 2.2 | Estacado de curva circular (Simple) – Rotonda | 20 |
| Tabla 2.3 | Diversas medidas del vehículo en trayectorias curvas..... | 21 |
| Tabla 2.4 | Cuadro de velocidades por tipo de vía y trayectoria..... | 22 |
| Tabla 2.5 | Resumen general de los procesos del inventario vial básico | 27 |
| Tabla 2.6 | Equipos de módulo de captura | 29 |
| Tabla 2.7 | Equipos Auxiliares | 31 |
| | | |
| Tabla 3.1 | Ficha de reconocimiento de la vía..... | 32 |
| Tabla 3.2 | Recomendaciones – Etapa de reconocimiento | 32 |
| Tabla 3.3 | Procedimientos de reconocimiento – Punto inicial, Puente y Ciudad o Poblado..... | 33 |
| Tabla 3.4 | Procedimientos de reconocimiento – Túnel, Abra y Paso a desnivel | 34 |
| Tabla 3.5 | Procedimientos de reconocimiento – Punto final y Trayectoria de la carretera..... | 35 |
| Tabla 3.6 | Ficha del procedimiento para la medición de la carretera | 36 |
| Tabla 3.7 | Procedimiento de medición y georeferenciación - Punto inicial, Puente, Ciudad y/o Poblado y Túnel | 37 |
| Tabla 3.8 | Procedimiento de medición y georeferenciación – Abra, Punto final, Paso a nivel, Punto final y Trayectoria de la vía. | 38 |
| Tabla 3.9 | Ficha de procedimiento de relevamiento..... | 39 |
| Tabla 3.10 | Elementos de la carretera..... | 40 |
| Tabla 3.11 | Estado de conservación – (SIB-04)..... | 42 |
| Tabla 3.12 | Superficie de Rodadura, Calzada y Berma | 43 |
| Tabla 3.13 | Señalización y Puentes..... | 44 |
| | | |
| Tabla 4.1 | Carretera | 45 |
| Tabla 4.2 | Itinerario | 46 |
| Tabla 4.3 | Superficie de Rodadura - Calzada | 46 |
| Tabla 4.4 | Estado de conservación..... | 47 |
| Tabla 4.5 | Bermas | 47 |
| Tabla 4.6 | Señalización | 48 |
| Tabla 4.7 | Puentes | 49 |
| Tabla 5.1 | Cuadro de resultados de análisis..... | 53 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Algunos elementos de la infraestructura vial..... | 8 |
| Figura 1.2 Proceso de reaprovisionamiento entre inventario básico y calificado | 10 |
| Figura 1.3 Tipos de modelo de inventario..... | 11 |
| | |
| Figura 2.1 Identificación del punto Inicial..... | 18 |
| Figura 2.2 Ubicación del eje Georeferenciado respecto al eje de la carretera .. | 20 |
| Figura 2.3 Ecuación Poligonal | 21 |
| Figura 2.4 Posición del vehículo con respecto al punto Inicial y Odómetro con lectura cero | 23 |
| | |
| Figura 4.1 Diagrama de flujo SIB-01 Carretera..... | 45 |
| Figura 4.2 Diagrama de flujo SIB-02 Itinerario | 46 |
| Figura 4.3 Diagrama de flujo SIB-03-04-05 Superficie de Rodadura – Calzada, Berma y Estado de Conservación. | 47 |
| Figura 4.4 Diagrama de flujo SIB-06 – Señalización..... | 48 |
| Figura 4.5 Diagrama de flujo SIB-07 – Puentes..... | 49 |
| | |
| Figura 5.1 Ubicación de la trayectoria a inventariar | 54 |
| Figura 5.2 Vista del inicio de la carretera a inventariar. | 54 |
| Figura 5.4 Vista del punto inicial en planta. | 54 |

LISTA DE SIMBOLOS

| | |
|----------------|--|
| SINAC | Sistema Nacional de Carreteras |
| DGCF | Dirección General de caminos y Ferrocarriles |
| MTC | Ministerio de Transportes y Comunicaciones |
| INEI | Instituto Nacional de Estadística e Informática |
| IVBG | Inventario Vial Básico Georeferenciado |
| GPS | Global Positioning System: Sistema de Posicionamiento Global |
| UTM | Sistema de Coordenadas Planas Universal Transversal de Mercator |
| WGS84 | World Geodetic System 84: Sistema Geodésico Mundial 1984 |
| NAVSTAR | Navigation Satellite Timing and Ranging |
| ITRF94 | International Terrestrial Reference Frame |
| GRS80 | Sistema de Referencia Geodésico |
| IERS | International Earth Rotation Service, Sistema de referencia geocéntrico fijo con la tierra |
| SI | Sistema Internacional de Unidades |
| UBIGEO | Código de Ubicación Geográfica |
| PDA | Personal Digital Assistant |
| IGN | El Instituto Geográfico Nacional |
| SIB | Sub Sistema de Información Básica |
| SIG | Sistema de Información Geográfica |
| EOQ | Economic Order Quantity - Cantidad Económica de Pedido |

INTRODUCCIÓN

En el Perú existe una necesidad de consolidar sistemas de transporte que proporcionen un medio seguro y económico para el movimiento de bienes y personas.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), dentro de su rol normativo tiene como una de sus funciones la de emitir manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de proyectos viales.

Mediante el informe N°223-2011-MTC/14.07 del Director de Caminos al DGCF, manifiesta que el inventario vial es un instrumento de gestión de la infraestructura vial de carreteras, integrado por el inventario vial de carácter básico que constituye una herramienta de planeamiento para definir los proyectos viales que deben ser ejecutados en los planes de mediano y corto plazo, según el Decreto Supremo N°034-2008-MTC que aprueba el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.¹

Como parte fundamental de todo proceso de Gestión Vial se encuentra el inventario de la red vial o de proyecto a analizar. Este se puede definir como el proceso metodológico que permite por un lado, identificar todos los caminos que componen una red, y por otro lado conocer el estado de condición de cada uno de ellos y de su medio.

Existen muchas metodologías para la realización de inventarios viales que finalmente definen valores o índices del estado del pavimento para la ejecución del mantenimiento vial.

Desarrollar un inventario vial consume tiempo y recursos. Pasos básicos de su implementación, incluyen: selección de variables o elementos que serán usado en el inventario ².

1 Normas Legales, Transportes y Comunicaciones, Diario El Peruano

2 Gestión de Infraestructura Vial: Hernán de Solminiñac

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL

1.1.1 Infraestructura Vial

Se llama infraestructura vial a todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro, minimizando las externalidades tanto al medio ambiente como su entorno.

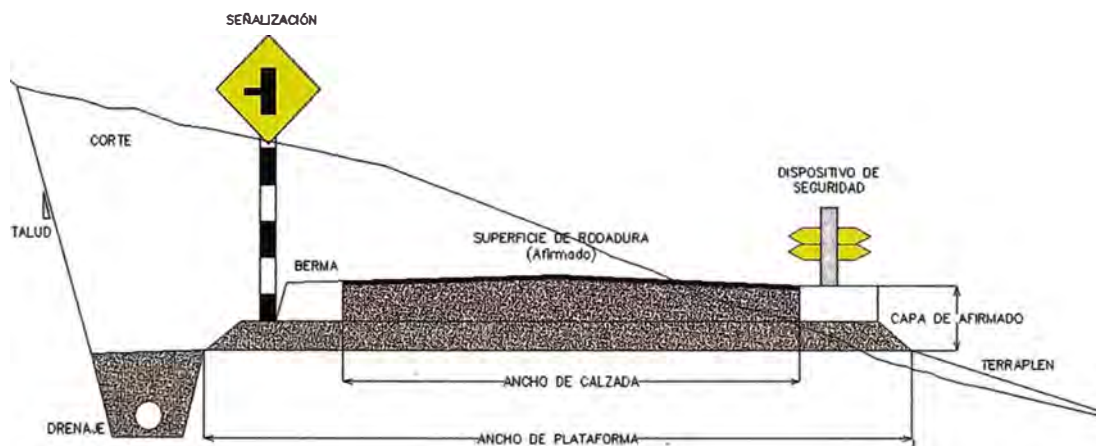


Figura 1. 1 Algunos elementos de la infraestructura vial

1.1.2 Gestión de infraestructura vial

Es la administración de la infraestructura vial, la que comprende las funciones de planificar, organizar, dirigir, coordinar, ejecutar, y controlar la infraestructura vial terrestre, teniendo las fases de planeamiento, estudios de pre inversión, estudios definitivos, obras viales, mantenimiento y operación, siendo la fase de planeación la fase en que interviene la elaboración de los inventarios viales.

1.1.3 Planificación

Define el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas deseados, por lo cual se reúne información básica como; diagramas viales, estadísticas y proyección de tráfico, *inventario vial* y patrimonio vial.

PROVIAS DESCENTRALIZADO promueve la formulación de los Planes Viales Participativos como principal instrumento de gestión vial, tanto a nivel regional como provincial, para ello, apoya en la elaboración de los Inventarios Viales, que

permiten la obtención de información cuantitativa y cualitativa de los aspectos físicos de la red vial y de esa manera de contar con una base relacional georeferenciada actualizada de la Red Vial a nivel nacional, que sirve como herramienta de análisis espacial para la planificación vial a nivel país³.

1.1.4 Inventario vial

Registro de los componentes de la infraestructura vial terrestre, que recopila en forma continua y actualizada, las características de una vía, que incluye nombre de la vía, código, longitud, tipo de superficie de rodadura, puentes, túneles, badenes, distancias parciales y totales entre puntos notables, estado de la superficie y de las obras de arte como alcantarillado, drenaje, señales y otros.⁴

La información obtenida de una carretera, se agrupan de acuerdo a la aplicación posterior de sus utilidades, de esta manera pueden definirse dos tipos.

1.1.4.1 Inventario Vial Básico

Es el documento oficial técnico de consulta y planificación de las redes viales.

1.1.4.2 Inventario vial calificado

Es el documento oficial técnico de gestión de las redes viales.

1.2 ESTRATEGIA DE COORDINACIÓN PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

1.2.1 Estrategia de desarrollo conjunto de órdenes (DCO)

Busca el equilibrio entre la oferta y demanda, buscando la uniformidad entre lo producido y/o elaborado y el tamaño de órdenes. Sigue el modelo clásico EOQ.

1.2.2 Estrategia “Justo a Tiempo” (JIT: *Just in Time*)

Busca mejorar el flujo interno en la producción y/o elaboración, para la entrega justo a tiempo, reduciendo costos por almacenamiento y/o de obsolescencia.

1.2.3 Respuesta Rápida (QR: *Quick Response*)

Busca reducir el tiempo de ciclo de una orden, frente a los cambios en la demanda, maximizando la oferta y compartiendo información utilizando la tecnología de la información.

3 Información de Seguimiento, Monitoreo y Evaluación; Provias Descentralizado - MTC

4 Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC.

1.2.4 Estrategia de Reaprovisionamiento Eficiente (ER: Efficient Replenishment)

El ER busca reducir los costos de transacción, con la aparición de otro inventario que actúe con este en retroalimentación debe ser administrado por el MTC, pudiendo cambiar las políticas de gestión de carreteras.

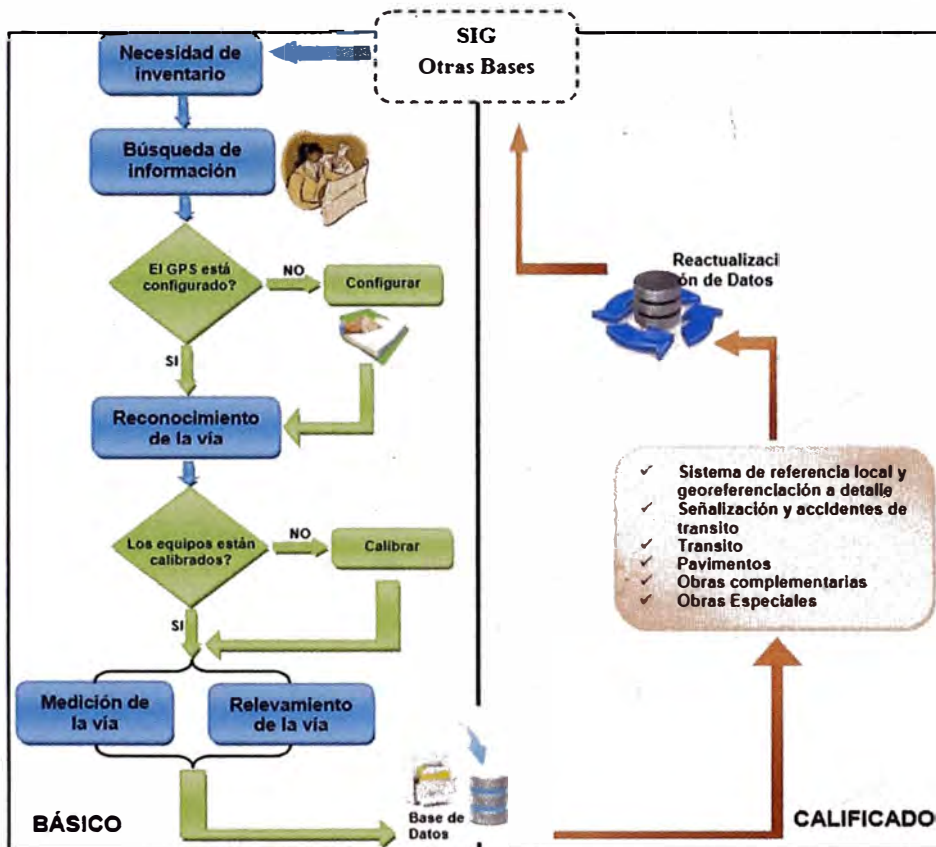


Figura 1.2 Proceso de reaprovisionamiento entre inventario básico y calificado

1.2.5 Reaprovisionamiento Continuo (CR: Continuous Replenishment)

Es una extensión del anterior, usa el EOQ, dirigido por el MTC amplia información en base a la demanda actual y pronosticada.

1.2.6 Planeación, Pronóstico y Reabastecimiento Colaborativo (CPFR: Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment)

1.2.7 Reduce los inventarios globales por medio del desarrollo de técnicas de colaboración (internet y tecnologías de información) y por compartir información entre los participantes

1.2.8 Inventario Administrado por el Proveedor (VMI: Vendor Management Inventory)

En esta estrategia el MTC como proveedor está autorizado a manejar los inventarios, teniendo la libertad de tomar las decisiones de reabastecimiento.

1.2.9 Estrategia “Gestión de la disponibilidad por el Proveedor” (SMA: Supplier Management Availability)

Busca la disponibilidad del inventario cuando y solamente cuando se necesite en un sitio determinado, teniendo el proveedor que desarrollar un esquema de selección el cual le permita tomar una correcta decisión.

1.3 MODELO DE INVENTARIO

Regularmente los modelos de inventario se clasifican de acuerdo a si se conoce o no la demanda en un periodo determinado, llamándose en ese caso determinística; y estocástico cuando se trabaja con cantidades posibles



Figura 1.3 Tipos de modelo de inventario

Un modelo de inventario se utiliza para establecer una política óptima a fin de que, de manera sencilla, se pueda determinar cuándo el tamaño de inventario por elaborar.

Al determinar un modelo se definen los valores de los parámetros del proceso, en la cadena de suministro, por ejemplo los costos variables por mantener una unidad en inventario son:

$$\text{Costos variables} = K (\text{costo unitario por elaborar}) + h (\text{inventario promedio})$$

Los parámetros K y h , se deben determinarse para utilizar el modelo.

K = costo unitario por elaborar

h = costo unitario por mantener

Estos costos variables así como el nivel de gasto fijo están contenidos dentro de la rentabilidad, para esto se busca determinar que alternativa optimizar (es decir produce el mejor valor).

1.3.1 Modelo dinámico

Cuando la demanda cambia conforme el tiempo transcurre, el problema de planeación del inventario asociado, se dice que es dinámico.

Ahora se analizara el problema de determinar el tamaño óptimo a elaborar con demanda determinística y dinámica.

Sea T la duración del horizonte de planeación, finito, en el cual los requerimientos del IVBG se agregan a la base de datos en tiempos arbitrarios durante ese periodo. Considérese una política de faltantes no permitidos. Cuando la tasa de la demanda en el tiempo t , $\delta(t)$, no es constante a lo largo del tiempo, ya no es óptimo tener todos los requerimientos del mismo tamaño, por lo que se introduce una nueva variable que contabiliza los IVBG que se elaboraran en un periodo.

n = Número de divisiones (tiempos arbitrarios) realizados durante $[0, T]$

Los parámetros y variables relevantes son

Q_j = Tamaño del IVBG por agregarse a la base de datos en el tiempo t_j .

A = Costo fijo⁵ asociado con la preparación de un IVBG.

c = Costo unitario variable (costo de producción del IVBG por Km)

h = Costo unitario por mantener por unidad de tiempo.

$D(t)$ = Demanda acumulada en el intervalo $[0; t]$

$I(t)$ = Nivel del inventario en el tiempo t .

⁵ Costo fijo o de preparación, incluye costos administrativos, costos de preparar equipos y accesorios (trabajo preliminar) y otros costos necesarios, Teoría de operaciones, Pedro Canales García.

El problema consiste en escoger n , de tamaños Q_1, Q_2, \dots, Q_n ; los cuales se agregan al inventario base, en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_n , respectivamente, para minimizar

$$CTV_{In} = nA + cD(t) + H_n \dots \dots \dots (a)$$

donde

CTV_{In} = Costo total variable del inventario para n divisiones.

nA = Total de costos fijos asociados a la preparación, afectado por la variable de decisión n .

$cD(t)$ = Costo total variable por suministrar, este término es constante respecto a la variable n , se omite en los análisis.

H_n = Costo total por conservación y mantenimiento de la red vial intervenida del inventario durante el horizonte de planeación para n divisiones.

Nótese que n es una variable de decisión, así como $\{t_j\}$ y $\{Q_j\}$, El nivel del inventario, en el tiempo t , está dado por la expresión

$$I(t) = I(0) + \sum_{i=1}^j Q_i - D(t) \dots \dots (1)$$

$I(t)$ = Nivel de inventario, mide el estado del inventario al término de un tiempo arbitrario t_j .

$I(0)$ = Nivel del inventario en un estado inicial, al horizonte de planeación T .

Donde

$$t_j \leq t \leq t_{j+1}$$

Para

$$j = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$t_0 = 0 \text{ y } t_{n+1} = T$$

Con una política óptima se tendrá inventario cero en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_n , porque si consideramos el tiempo t_j , antes de que el tamaño Q_j de IVBG se agregue al inventario, $I(t_j) > 0$ y el costo del inventario H_n , se podría reducir por

$$h(t_j - t_{j-1})I(t_j)$$

disminuyendo el tamaño del requerimiento, en el tiempo t_{j-1} , en $I(t_j)$.

Ningún otro costo, se verá afectado, de ahí que

$$I(t_j) = 0$$

Para

$$j = 1, 2, \dots, n$$

bajo una política óptima. Usando este hecho junto con la restricción $I(t_j) \geq 0$, el cual asegura que la demanda se cumpla, por tanto se tiene que

$$Q_j = \int_{t_j}^{t_{j+1}} \delta(t) dt = D(t_{j+1}) - D(t_j) \dots\dots (2)$$

para todo

$$j = 1, 2, \dots, n$$

y

$$D(t_j) = I(t_0) = I(0)$$

De (1) y (2) tenemos se puede concluir, que el nivel del inventario en el instante t , en términos de la función de demanda acumulada es:

$$I(t) = \begin{cases} I(0) - D(t), & 0 \leq t \leq t_1 \\ D(t_{j+1}) - D(t), & t_j \leq t \leq t_{j+1} \quad j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

El costo total por mantener el inventario es

$$H_n = h \sum_{j=0}^n \int_{t_j}^{t_{j+1}} I(t) dt$$

sustituyendo a $I(t)$, considerando $D(t_1) = I(0)$, se obtiene

$$H_n = h \sum_{j=0}^n (t_{j+1} - t_j) D(t_{j+1}) - h \int_0^T D(t) dt$$

Para un n dado, H_n se minimiza, seleccionando t_1, t_2, \dots, t_n , tales que se cumple el sistema (S)

$$\begin{aligned} D(t_j) &= I(0) \\ \frac{\partial H_n}{\partial t_j} &= 0, \quad D(t_{n+1}) = D(T) \end{aligned}$$

lo que implica que, reemplazando⁶

$$D(t_{j+1}) = D(t_j) + (t_j - t_{j-1})\delta(t_j), \quad \text{con } j = 2, 3, \dots, n$$

⁶ Adaptado del apéndice, 4.6 Modelo Dinámico, Sistema de inventarios, Programa de Post grado en Investigación de Operaciones, Patricia Balderas Cañas

Es importante observar que el costo unitario c (U.M./km) es irrelevante, ya que en todos los periodos, las políticas adoptadas usan el mismo número de servicios al mismo costo total, por tanto el término $cD(t)$, se considera constante. En síntesis, los siguientes tres pasos forman un método para completar la solución.

1. Para n dado, resolver para $\{t_j^*\}$, los valores de $\{t_j\}$ que satisfacen el sistema (S). Si $D(t)$ es una función simple de t y n es pequeño, el sistema puede resolverse directamente. En caso contrario, use la ecuación $D(t_j) = I(0)$, para encontrar t_1^* , entonces escoja el valor de t_2 y resuelva para t_3, t_4, \dots, t_n , al satisfacer $n - 2$ ecuaciones

$$D(t_{j+1}) = D(t_j) + (t_j - t_{j-1})\delta(t_j)$$

La última relación dará probablemente, $D(t_{n+1}) \neq D(T)$, así que intente diferentes valores para t_2 , hasta que

$$D(t_{n+1}) = D(T)$$

Evalúe CTI_{vn} , para el conjunto $\{t_j^*\}$ y n , para obtener CTV_{In}^*

2. Varíe n y repita el paso 1. Escoja la política que minimice CTV_{In}^* .
3. Determine los tamaños óptimos del IVBG, con la ecuación

$$Q_j = \int_{t_j}^{t_{j+1}} \delta(t) dt = D(t_{j+1}) - D(t_j)$$

Usando $\{t_j^*\}$.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Principal

Establecer la metodología para la medición y georeferenciación durante el relevamiento de los elementos y características de una carretera (pavimentos, túneles, puentes, señalizaciones, saneamientos, etc.), con un lenguaje claro y técnicamente útil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Proponer un método para la determinación de periodos de elaboración adecuado del inventario para implantar un sistema de retroalimentación, para efectos de planificación y gestión vial.
- Ofrecer a una institución, ingeniero o especialista una herramienta práctica para georeferenciar e indicar el estado funcional de los elementos a inventariar.

1.5 ALCANCE DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO

Obtener y actualizar información concerniente a la ubicación, clasificación o jerarquización, longitud, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura y estado funcional general para efectos de planificación vial.

Con esta finalidad, el sistema debe actualizarse con información de retroalimentación que ayude a la toma de decisiones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO - INVENTARIO VIAL BÁSICO GEOREFERENCIADO

2.1 ANTECEDENTES

En este capítulo se presentan los conceptos y procedimientos que permitirán la identificación geoposicional de los elementos y características más relevantes de la carretera con el fin de realizar las labores de un inventario vial básico georeferenciado; con este propósito se recaba documentación base para definir la trayectoria de la carretera, luego se pasa a la etapa de reconocimiento, medición, relevamiento y trabajo en gabinete.

Parar ejecutar los trabajos comprendidos dentro del inventario vial básico es necesario contar con personal calificado, equipo necesario y materiales que se requieran para la determinación y georeferenciación de la trayectoria.

2.2 INVENTARIO VIAL BÁSICO GEOREFERENCIADO

Documento en el cual se registran las características físicas de la infraestructura vial terrestre, utilizando la tecnología de georeferenciación: sistema de geoposicionamiento global-GPS, y sistema de información geográfica-GIS. Con la finalidad de generar un banco de datos obtenido o actualizado relativo a la ubicación, longitud, características geométricas generales tipo de superficie de rodadura, clasificación o jerarquización y estado situacional general.

2.3 GEOREFERENCIACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UNA CARRETERA

Cada carretera perteneciente a una red vial, se geoposiciona en función de tres elementos principales: el punto inicial, geometría del eje y punto final. Estos se describen brevemente a continuación.

2.3.1 Punto Inicial

Para identificar físicamente el punto inicial se localizara la intersección real o virtual del eje de la carreta a inventariar y el borde de la carretera de empalme en sentido creciente, tal como se indica en la figura 2.1.

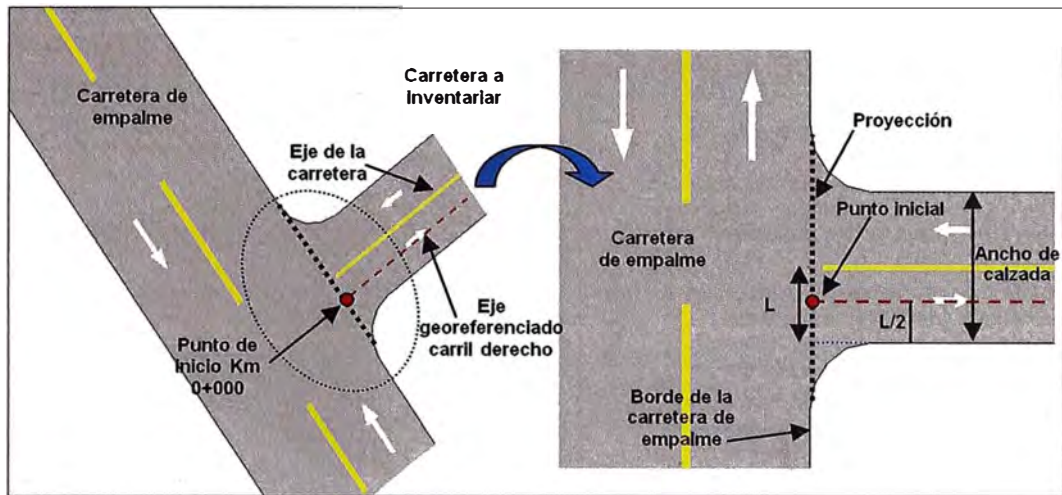


Figura 2. 1 Identificación del punto Inicial

El punto inicial de una carretera es el punto de referencia desde el cual inicia la medición de la longitud de la misma. Se ubica al inicio de la franja de la carretera en dirección creciente de la carretera de empalme. El punto nodal es la intersección de los ejes geométricos de la carretera de empalme y la carretera principal (la que va a medirse)

La ubicación del punto inicial se determina de acuerdo con sus coordenadas geográficas (las cuales se miden con un receptor GPS) y se señala con un poste kilométrico, cuyas medidas están especificadas en el *“Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”*. Para la identificación del punto inicial se consideran dos elementos principales: la ruta por inventariar y la ruta de empalme. La ruta por inventariar es la carretera que está siendo medida y la ruta de empalme es aquella que la intercepta en el punto inicial. Al punto inicial se le asigna el valor del km 0, y a partir de allí se inicia el conteo de las progresivas kilométricas.

En los gráficos siguientes se muestran casos de intersecciones de carreteras con las respectivas ubicaciones del punto inicial, ver tabla 2.1.

2.3.2 Punto final

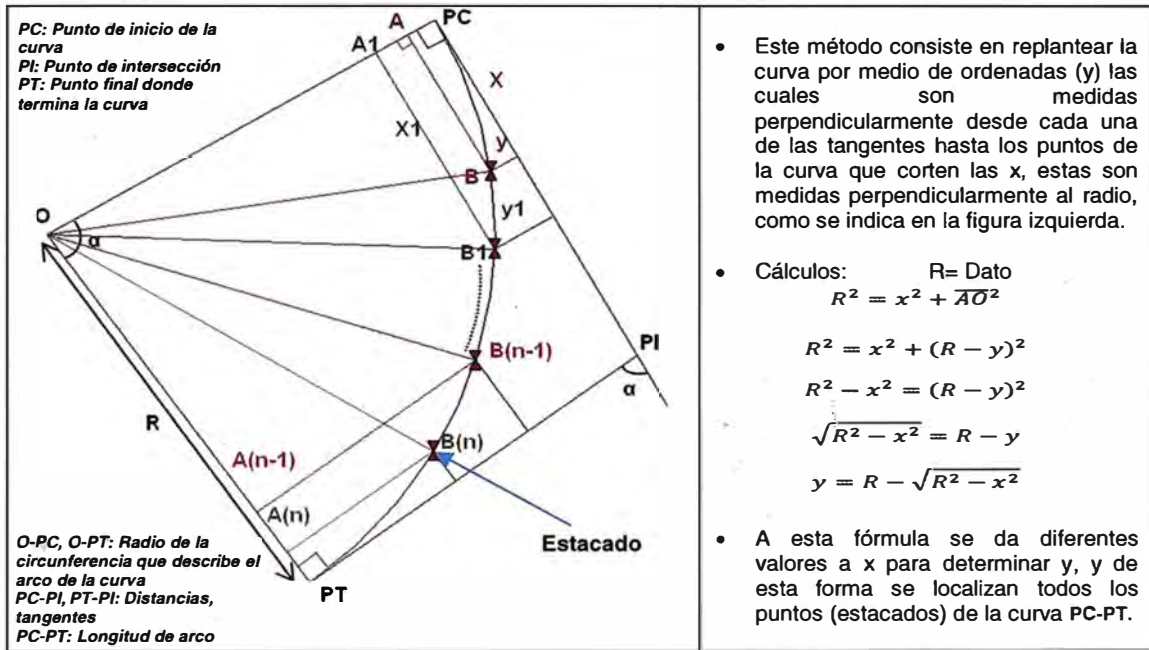
El punto final de la carretera es aquel que se ubica al término de su trayectoria y da por terminada la medición de la longitud total de su eje, este deberá ser debidamente ubicado (estacado) y georeferenciado.

Tabla 2. 1 Ubicación del punto inicial en intersecciones

| UBICACIÓN DEL PUNTO INICIAL EN LAS DIFERENTES INTERSECCIONES | |
|--|---|
| | <p>ROTONDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar en los planos obtenidos de la 1^{ra} etapa (puntos A, B y O, así como el radio de la rotonda) calcular las medidas necesarias para el estacado de la curva AB (ver tabla 2.2) • Estacar la curva AB por medio de ordenadas (y) sobre tangente (ver tabla 2.2), ubicar el punto inicial de la carreta a inventariar. • Este método se aplica al replanteo para el caso de curvas circulares – simples (Rotondas) "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)" |
| | <p>INTERSECCIÓN "T"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se proyecta el borde de la carreta de empalme (línea negra). • Se proyecta sobre la línea negra, la línea del borde de la carreta a inventariar, carril derecho (línea azul). • Se proyecta el eje georeferenciado del carril derecho (línea roja) de la carreta a inventariar sobre la línea negra. |
| | <p>INTERSECCIÓN "X"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar la estaca o clavo (punto de inicio – Rojo) en el punto en la intersección del eje del carril derecho línea roja y la proyección del borde de la carreta de empalme línea negra. |
| | <p>INTERSECCIÓN "T"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se proyecta el borde de la carreta de empalme (línea negra). • Se proyecta sobre la línea negra, la línea del borde de la carreta a inventariar, carril derecho (línea azul) este será perpendicular a la línea negra. |
| | <p>INTERSECCIÓN "Y"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se proyecta el eje georeferenciado del carril derecho (línea roja) de la carreta a inventariar sobre la línea negra paralela al eje de la carreta a inventariar. • Colocar la estaca o clavo (punto de inicio – Rojo) en el punto en la intersección del eje del carril derecho línea roja y la proyección del borde de la carreta de empalme línea negra. |

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

Tabla 2. 2 Estacado de curva circular (Simple) – Rotonda



2.3.3 Geometría del eje de la carretera

El eje real de la carretera es la línea ubicada en la parte central de la franja de la carretera y representa la forma geométrica de su trayectoria.

El eje georeferenciado de la carretera es aquel que se traza siguiendo el carril ubicado en el extremo derecho de la calzada en forma creciente, ya que la antena del receptor GPS se ubica en el punto medio de la parte superior del vehículo, el cual capta en forma cinemática todos los puntos, que unidos representan un eje paralelo al eje real.

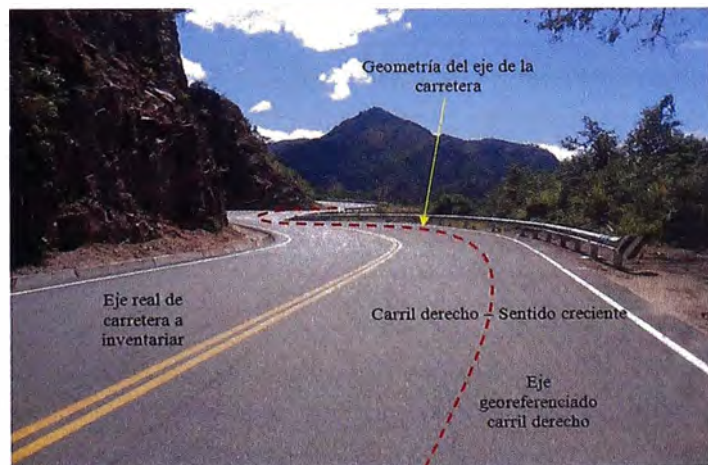


Figura 2. 2 Ubicación del eje Georeferenciado respecto al eje de la carretera

El receptor GPS es configurado, de tal modo que reciba cada segundo un valor de ubicación con coordenadas geodésicas de latitud, longitud y altitud. La unión de los puntos captados por el GPS, forman una poligonal cuya trayectoria recorrida representa la geometría del eje de la carretera.

Para que el trazo de la poligonal de georeferenciación sea más próximo a una curva en una carretera, la velocidad del vehículo deberá disminuir, de esta manera los segmentos lineales tendrán menor longitud. La longitud de los segmentos de la poligonal de georeferenciación está relacionada con el tiempo de recepción del punto geodésico y la velocidad del vehículo.

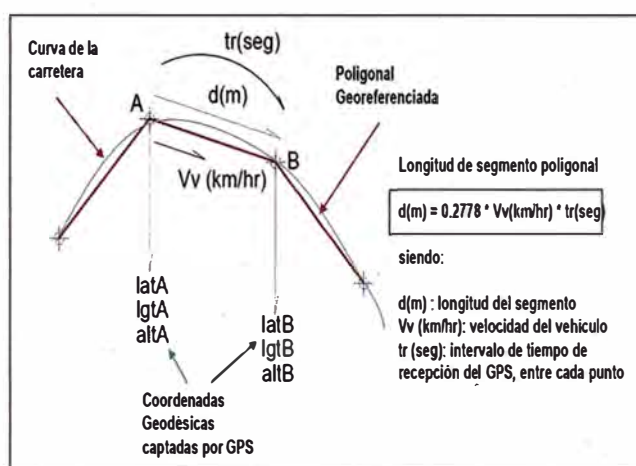


Figura 2. 3 Ecuación Poligonal

La ecuación de relación para medir el segmento base de una poligonal de georeferenciación según los tiempos de recepción (1 seg y 5 seg) del GPS, se indican las medidas en la siguiente tabla 2.4, para diversas velocidades del vehículo.

Tabla 2. 3 Diversas medidas del vehículo en trayectorias curvas

| Veloc. Vehc. (km/hr) | d(m) / Tr (=1 seg) | d(m) / Tr (=5 seg) |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| 30 | 8.33 | 41.67 |
| 40 | 11.11 | 55.56 |
| 50 | 13.89 | 69.45 |
| 60 | 16.67 | 83.34 |
| 70 | 19.45 | 97.23 |
| 80 | 22.22 | 111.12 |
| 90 | 25.00 | 125.01 |
| 100 | 27.78 | 138.90 |

Tabla 2. 4 Cuadro de velocidades por tipo de vía y trayectoria

| Tipo de vía | Trayectoria de la carretera | |
|-------------|---|--------------------|
| | Con geometrías rectas, sin ondulaciones fuertes | Con tramos rectos |
| | Veloc_Vehc (km/hr) | Veloc_Vehc (km/hr) |
| Asfaltada | 40 - 60 | 45 - 65 |
| Afirmados | 20 - 30 | 25 - 35 |
| Trochas | 30 - 25 | 15 - 20 |

Son sitios o lugares importantes en el itinerario de una ruta, tales como puentes, ciudades, centros poblados, abras, túneles, etc. Para identificarlos se emplea el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras vigente. Para su georeferenciación, luego de detener la camioneta, se emplea el GPS navegador.

2.5 ELEMENTOS FIJOS DE CONTROL

Son elementos inamovibles que sirven como referencia para la medición controlada de las distancias. Pueden ser estos los puentes, túneles, intercambios viales, abras o alguna obra de arte notable, para su ubicación ver capítulo 3. Para su georeferenciación se emplea el GPS navegador luego de detener la camioneta.

2.6 MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA VÍA

Una medida importante en la etapa de medición de la vía es la longitud de la carretera entre sus puntos inicial y final. Para efectuar esta medición de forma continua se utiliza el odómetro digital, cuya función es proporcionar el valor de la longitud recorrida por un vehículo según la trayectoria determinada.

Para iniciar la medición de la longitud hay que ubicar el vehículo sobre el carril de recorrido, de tal manera que la antena GPS colocada en el techo del vehículo esté sobre el punto inicial de la franja de la carretera.

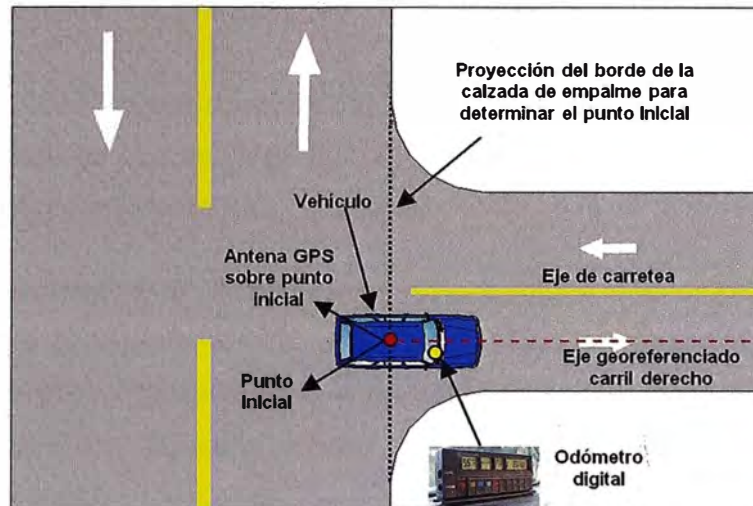


Figura 2. 4 Posición del vehículo con respecto al punto Inicial y Odómetro con lectura cero

2.7 UBICACIÓN DE CIUDADES Y/O POBLADOS EN LA TRAYECTORIA

El inventario vial general también tiene como objetivo ubicar todas las ciudades y/o poblados que están situados a ambas márgenes de la carretera (entorno, lado derecho, lado izquierdo de la carretera), para elaborar un itinerario que permita dar la información sobre la ubicación en que se encuentran las mismas.

La identificación de la ciudad o poblado se efectúa mediante la georeferenciación de un punto de la ciudad. Este punto siempre debe estar referido a elementos invariables como postes de alta tensión, puentes o cruce con otras vías. Adicionalmente se puede colocar otros puntos referenciales como la plaza de armas, iglesia, vías importantes de cruce, etc.

2.8 DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LA CARRETERA EN ZONAS URBANAS

Las carreteras son vías continuas que unen dos puntos específicos: punto de inicio y punto final, en su trayectoria, generalmente, se encuentran zonas urbanas, pero es recomendable tener un recorrido que evite pasar por las zonas centrales de la ciudad o zonas de mayor densidad poblacional. En ese sentido, la trayectoria de las vías presentan los siguientes casos:

2.8.1 No existe vía de evitamiento

Si la carretera atraviesa la zona urbana, se busca la trayectoria del transporte de carga y/o pasajeros que se dirige directamente hacia la ciudad más cercana en forma únicamente creciente (UC), sin hacer escala en la zona urbana.

Si la carretera finaliza en la zona urbana, pero tiene que empalmar con otra carretera, en la trayectoria se evita pasar por la plaza principal y zonas de mayor densidad urbana en dirección hacia el punto de empalme. En caso que la plaza principal tenga poca densidad urbana, se puede aceptar la misma como un elemento de control.

2.8.2 Existe vía de evitamiento

La trayectoria de la carretera, al entrar a la ciudad sigue la vía de evitamiento.

2.9 ETAPAS DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO

2.9.1 Etapa de Búsqueda de Información

Esta es una etapa preliminar a las etapas de campo; en ella se recaba información del MTC, gobiernos regionales, gobiernos locales y en general toda información que pueda ser útil para el desarrollo del Inventario Básico.

2.9.1.1 Diagrama de desplazamientos

Estos diagramas permitirán calcular la longitud y el tiempo que emplearán las brigadas por cada día de trabajo y de él se deduce, aproximadamente, el total de kilómetros y días que se emplearán, así como la ubicación de la carretera a inventariar.

2.9.2 Etapa de Reconocimiento

Es la primera de las tres etapas de campo, su objetivo es reconocer la trayectoria de una vía, para su medición y georeferenciación; se realiza una inspección con personal técnico, las principales acciones de campo son el reconocimiento del punto de inicio, la trayectoria de la vía a medir, puntos notables, elementos fijos de control y el punto final, estableciendo marcas.

Para una organización de las tareas a realizar se debe elaborar una ficha de reconocimiento (ver capítulo 3). Como resultado de la misma se obtienen la programación operativa y el cronograma de actividades a realizar; una vez realizado el reconocimiento de la vía se elaboran dos fichas de conformidad una referida a los puntos inicial y final de la vía.

2.9.2.1 Programación operativa

Es una tabla donde se indican las tareas que se realizan cada día, razón por la que se incluye la velocidad promedio para calcular los rendimientos por día. Sus campos son los siguientes: Día, desplazamiento, trayectoria georeferenciada, lugar de estadía, velocidad promedio (Km/hr), total recorrido (km).

2.9.2.2 Cronograma de actividades ejecutables para cada brigada

Es el reporte resumen donde se presenta la distribución en el tiempo de las tareas a realizar tales como desplazamientos, trayectoria georeferenciada y lugares de alojamiento.

2.9.3 Etapa de Medición de la vía

El proceso de medición de la vía comienza con la calibración y/o configuración de equipos; en esta etapa el principal objetivo es determinar la medición de la longitud así como los procedimientos para la georeferenciación de los puntos de inicio, trayectoria de la carretera, puntos notables, elementos fijos de control y punto final, esta etapa culmina con la elaboración del formato de salida de medición de la vía – carretera (SIB-01).

Al igual que la etapa anterior se debe elaborar una ficha de resumen de las actividades y materiales que se emplean en esta etapa.

2.9.4 Etapa de Relevamiento

Es la etapa del inventario vial básico donde se relevan los principales elementos de la vía con la finalidad de georeferenciarlos y establecer el estado de conservación funcional de algunos elementos de la vía tales como puentes, señales.

Al igual que la etapa anterior se debe elaborar una ficha de resumen de las actividades y materiales que se emplean en esta etapa.

2.9.5 Etapa Trabajo en Gabinete

Los cálculos de gabinete procederán inmediatamente a la etapa anterior – Etapa de relevamiento y medición - y estarán constituidos por todas aquellas operaciones que en forma ordenada y sistemática, calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinan los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la precisión requerida.

En esta etapa del inventario se procesa la información recopilada datos, imágenes fotográficas, filmación entre otros.

Es la etapa donde se realiza la exportación de datos a formato shape, se identifican y rotulan las fotografías según el itinerario, se elaboran los formatos viales, mapas viales georeferenciado.

Para la validación de la longitud del tramo de la vía medida (odómetro digital) se contrasta estos valores con los obtenidos por la georeferenciación con GPS.

Se elabora el resumen ejecutivo, documento que hace un análisis breve de los aspectos más importantes vinculados a la elaboración del inventario, describe de forma resumida los trabajos realizados y los productos por entregar.

Tabla 2. 5 Resumen general de los procesos del inventario vial básico

ETAPAS DE TRABAJO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION GEOREFERENCIADA



Nota: Al final de cada etapa de campo se elabora un informe que será entregado al responsable de la siguiente etapa, y la implementación en la PC de los datos, en (3) y (4) fotografiar los puntos y elementos de la carretera

2.10 EQUIPO DEL INVENTARIO VIAL BÁSICO

Los componentes integrados del sistema de Hardware y Software se describen a continuación en las siguientes secciones.

2.10.1 Módulo de captura de datos compuesto:

El módulo de captura de datos está compuesto por una computadora portátil, receptor GPS y cámara de video, los que permiten la automatización para los procesos de relevamiento de los elementos de la vía, ver tabla 2.7 Equipos del módulo de captura.






2.10.2 Procedimientos antes de la calibración del odómetro:

1. Revisar el manual del fabricante para la calibración de los odómetros.
2. La mayoría de odómetros han sido programados en fabrica con un número de calibración de 1000 pies para ser utilizado con la menor unidad de medida (pies), sin embargo dicho equipo permite introducir diferentes longitudes, de forma general se define que la longitud de calibración sea de 3000 pies (914.4 metros) para una mayor precisión sea en carretera pavimentada o afirmada como distancia de calibración, donde las condiciones topográficas lo permitan (una vía recta de 3000 pies). Dado que 3000 pies no ha sido programado en el equipo, habrá que introducir manualmente "3000".
3. Medir con precisión en una carretera de preferencia recta, una longitud de 3000 pies (914.4 metros), usar una cinta métrica de acero o un equipo similar, marcar el inicio y el fin con pintura, estacas en el suelo u otro objeto fijo.
4. Medir la presión de aire de las llantas de su vehículo, tomar nota de esta presión y realice un control cada día antes de comenzar a usar el odómetro.
5. Manejar el vehículo aproximadamente por 8 kilómetros antes de hacer el recorrido de calibración, esto ayuda a conseguir la misma temperatura de operación que las llantas tienen durante el uso normal.
6. La velocidad promedio para calibrar el odómetros es 10 km/h

2.10.3 Calibración del odómetro (*)

La calibración del odómetro digital se hace según al tipo de superficie de rodadura y de acuerdo al siguiente procedimiento:

Tabla 2. 6 Equipos de módulo de captura

| Equipo | Descripción | Características técnicas | | Calibración / Configuración | Imagen referencial |
|-------------------------|---|------------------------------------|--|--|---|
| Computadora Portátil | Terminal que almacena datos mediante un software de captura de datos, tramas e imágenes, tanto del GPS como del odómetro. | Procesador | 2.0 GHz superior | X |  |
| | | Memoria RAM | 2 GB | | |
| | | Disco duro | 500 GB | | |
| | | Tarjeta de video | Incorporada de 1 GB o superior | | |
| | | Pantalla | Pantalla LED, 15.6" | | |
| | | Conexión inalámbrica | Wifi | | |
| | | Puertos | USB 2.0 | | |
| | | Software | Procesador de texto, hoja de calculo | | |
| Bateria | iones de litio de 6 celdas | | | | |
| GPS submétrico | Se emplea para mediciones estáticas, así como también para las georeferenciación en modo cinemático de la trayectoria de la carretera. | Precisión | simétrica | Ajustarse al (ITRF94) del (IERS) o GLONAS y GALILEO GALILEI. 1. Datum: (WGS84). 2. Coordenadas Geodésicas: latitud, longitud y altura "elipsoidal" (barométrico). 3. Intervalo de registro: 1 segundo. 4. Satélites mínimos: 4 |  |
| | | Canales | 220 | | |
| | | Frecuencias | L1/L2 GPS L1/L2 Glonass | | |
| | | Receptor GPS temperatura | - 20°C a + 60°C | | |
| | | Antena GPS | L1 L2 con reducción de efectos | | |
| | | Temperatura | - 40°C a + 70°C | | |
| | | Ambientales | sellado 100% a la humedad (IP67) | | |
| | | | Resistente a golpes y caídas (MIL-STD-810F) | | |
| GPS navegador | Se emplea para el reconocimiento de la carretera, georeferenciación de los elementos de la misma. | Pantalla | TFT 65.000 colores | "elipsoidal" (barométrico). 3. Intervalo de registro: 1 segundo. 4. Satélites mínimos: 4 |  |
| | | tipo de memoria | Interna de 1.7 Gb | | |
| | | Waypoint | 2000 Puntos | | |
| | | Altímetro | Si | | |
| | | Compas | Brújula electrónica de 3 ejes | | |
| | | Tipo de Cartografía | IGN tipo 3D bajo Tecnología 2G | | |
| | | Redes | Si | | |
| | | tipo de Cable | USB | | |
| Camara de video | Registra y georeferencia las imágenes de la vía, se recomienda instalarla dentro del vehículo con un soporte especial. | Resolución de video | 1920 x 1080 | X |  |
| | | Captura de imágenes fijas | 4 megapíxeles, flash incorporado | | |
| | | Zoom óptico | 10X, 2X | | |
| | | Zoom digital | 350X | | |
| | | Lente gran angular | 29.8 mm | | |
| | | Memoria interna | 16 GB | | |
| | | Tecnología de detección de rostros | | | |
| | | Grabación de audio envolvente | | | |
| Conexión de salida HDMI | | | | | |
| Odometro digital | Es un instrumento de medición que calcula la distancia total o parcial recorrida por un vehículo en la unidad de longitud en la cual ha sido configurado (metros, ms y otros) de forma cinemática | Comunicaciones | RS-232 de entrada / salida | Revisar manual de fabricante |  |
| | | Precisión | ± 0.20 metros /Km | | |
| | | Bi-direccional | calcular la distancia arriba / abajo | | |
| | | Conversión automática | a distancia pies, millas, kilómetros | | |
| | | Mostrar espera | Congelar recuento de display con la perdida de la acumulación de distancia | | |
| | | Corrección automática de errores | compensa el error del sensor debido al movimiento del vehículo. | | |
| | | Temperatura | 0°C a 70°C | | |

2.10.4 Carretera Pavimentada

1. Seleccionar un tramo tangente con pendiente mínima de cuando menos 0.3% y de longitud de acuerdo al requerimiento establecido en el manual del odómetro digital (3000 pies).
2. Medir sobre el tramo seleccionado la longitud especificada en el manual del odómetro digital, marcar en la superficie de rodadura su punto inicio y punto final.
3. Ubicar el vehículo en el tramo de carretera seleccionado, de tal forma que coincida el eje delantero del vehículo con la marca del punto de inicio (se recomienda el uso de una plomada para la alineación).
4. Recorrer el tramo, tratando de mantener una línea recta hasta la marca del punto final.
5. La comprobación de la medida obtenida por el odómetro digital, se realiza sobre un tramo tangente de carretera de 1 km de longitud (medido con estación total o cinta métrica de acero), con pendiente mínima de cuando menos 0.3%. Se marca en la superficie de rodadura su punto inicio y punto final.
6. Repetir procedimiento las veces necesarias hasta que se llegue a la medición requerida.
7. Se acepta la calibración del odómetro digital si la medida obtenida en el tramo de comprobación cumple con las precisiones requeridas por el ente competente.
8. Calibrar el odómetro a cada dos o tres días para trabajos continuos.

2.10.5 Carretera No Pavimentada

Sólo en el procedimiento 7, cuando no se puedan identificar niveles de precisión en campo, los trabajos podrán ser aceptados utilizando niveles de precisión aprobados por el ente competente.



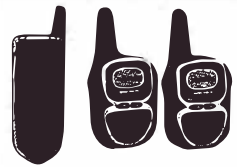


(*) Siempre calibrar de acuerdo al manual de fabricante

- **Otros equipos: Ver tabla 2.8 Equipos auxiliares**

2.10.6 Herramientas y/o accesorios

Se usara herramientas y accesorios tales como plomada, conos de seguridad, cinta métrica, pintura de alto tránsito y plomada.

Tabla 2. 7 Equipos Auxiliares

| Equipo | Descripción | Características técnicas | | Calibración / Configuración | Imagen referencial |
|---|---|---|---|---|---|
| Altimetro | Indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y el punto de referencia. | Rango de medición (m) : | -700...+9000 metros | Se efectuara con respecto a un punto con coordenadas conocidas (BM), luego se procede a hacer las mediciones. |  |
| | | Resolución | 1 metro / pie | | |
| | | Escala de barómetro | 300...1100hPa | | |
| | | Resolución | 0.1hPa | | |
| | | Termómetro | -20...+70°C | | |
| | | Peso | 50 gr | | |
| Equipo de almacenamiento de información | Disco duro, medio para el almacenamiento de información de los registros tomados. | Capacidad | 4 TB | X |  |
| | | Velocidad de Transferencia | 5.0 Gbps (USB 3.0) | | |
| | | Sistema de formato de archivos | USB 3.0 | | |
| | | Interfaz | Windows 7 | | |
| | | Sistema operativo compatible | Windows 7 | | |
| | | Energía | Adaptador externo | | |
| Equipo de comunicación | Equipo de comunicación móvil integrado para trabajos en equipo, reúne en un único terminal móvil, los servicios de conexión individual o grupal y telefonía móvil | X | Conexión directa (Radio de Doble Vía) Interconexión telefónica Mensajería | X |  |
| Camara fotografica digital | Utilizado para la toma de fotografía de detalles que no puedan ser registradas con la cámara de video del vehículo. | Ampliación de visor | 104x, estándar aprox. 0.97x | X |  |
| | | Píxeles efectivos | 16.1 megapíxeles | | |
| | | Enfoque automático | Enfoque manual | | |
| | | Memoria | | | |
| | | Temperatura de funcionamiento | 0°C a 40°C (32°F a 104°F) | | |
| | | Funcionamiento anti-polvo | | | |
| Ajuste de ángulo pantalla | | | | | |
| Vehículo de transporte 4 x 4 | Vehículo de transporte de personal técnico encargado del inventariado | Camioneta 4x4 | Pick-Up Doble Cabina | X |  |
| | | Antigüedad | 2 años | | |
| | | Seguridad interna | Jaula en cabina | | |
| | | | Barra antivuelco | | |
| | | | Faros neblineros | | |
| | | | Accesorios necesarios | | |
| | | Contar con implementos de Seguridad y primeros auxilios | | | |
| | | En caso de desperfecto | Reemplazarlo plazo máx.1 día | | |

CAPÍTULO III

TRABAJO EN CAMPO - INVENTARIO VIAL BÁSICO GEOREFERENCIADO

3.1 RECONOCIMIENTO

Consiste en ubicar en campo el punto de inicio, puntos notables, vías de evitamiento, modificaciones en la trayectoria, elementos fijos de control y el punto final de la carretera que será inventariada, para lo cual se elabora la ficha de reconocimiento del punto de inicio, punto final y trayectoria de la vía.

Tabla 3. 1 Ficha de reconocimiento de la vía

| | |
|----------------------------------|--|
| UNIDAD DE MEDIDA | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Km |
| PERSONAL | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 Ingeniero ➤ 1 Conductor |
| EQUIPO | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Camioneta 4X4 (máximo tres años de antigüedad) ➤ Receptor de Georeferenciación GPS navegador ➤ Cámara Digital |
| MATERIALES | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura ➤ Clavos o Estacas |
| TRABAJOS A REALIZAR | <ol style="list-style-type: none"> 1. Configuración de equipos 2. Determinación del punto inicial 3. Ubicación de los puntos notables 4. Ubicación de elementos fijos de control 5. Determinación de la trayectoria en vías de evitamiento 6. Determinación de la trayectoria en bifurcaciones 7. Determinación del punto final |
| CONFIGURACIÓN DEL GPS | <ul style="list-style-type: none"> ➤ La configuración del receptor GPS navegador se realiza de acuerdo al manual del equipo suministrado por el fabricante y con la Norma Técnica de Levantamiento Geodésico del IGN |
| INDICADOR DE COMPROBACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha de reconocimiento del punto inicial y punto final. |
| FRECUENCIA | <ul style="list-style-type: none"> ➤ La frecuencia cada 3 años a partir de la finalización del último inventario vial. |

Fuente Isaías Valverde –Tesis de Maestría (U.N.I. – F.I.C.)

3.1.1. Trabajos por realizar en el reconocimiento de la carretera

Tabla 3. 2 Recomendaciones – Etapa de reconocimiento

| | |
|------------------------|--|
| Recomendaciones | <p>Cuando a criterio del grupo de reconocimiento exista un punto notable no indicado en el clasificador de rutas vigente este podrá ser incluido en el itinerario.</p> |
| | <p>Monumentar los puntos inicial y final, asegurando la estabilidad y permanencia, considerando previamente las características geológicas locales, de suelo y condiciones ambientales. La monumentación se realizara con una base de concreto a criterio de la brigada.</p> |
| | <p>Para el caso de carreteras con longitudes menores a 40 km ubicar el elemento fijo de control en el punto final.</p> |

Tabla 3. 3 Procedimientos de reconocimiento – Punto inicial, Puente y Ciudad o Poblado
Puntos notables y/o elementos fijos de control - Procedimientos




| | identificación y/o recopilación técnica | Ubicación / Medición | Monumentar, Referenciar y/o marcar | Georeferenciación | Imagen Referencial |
|------------------|---|--|---|---|--|
| Punto inicial | Ubicación del inicio de la carretera a inventariar en la intersección con la carretera de empalme, ubicar el carril derecho en sentido creciente de la vía a inventariar | Medir el ancho del carril derecho de la carreta a inventariar, sobre la línea proyectada de la carreta de empalme ubicar el punto medio de intersección con la línea, para carreteras no pavimentadas considerar ancho útil. | Marcar la ubicación del punto con pintura color naranja con un círculo alrededor escribiendo Km 0+000 y debajo el código de ruta, al mismo tiempo monumentar al borde derecho de la carretera con base de concreto e igualmente identificada. | Colocar el GPS navegador sobre el punto a medir, y determinar sus coordenadas geográficas y UTM. (SIB-01) |  |
| Puente | Ubicarlo de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, de ser elemento fijo de control ubicarlo en una distancia de 40 - 50 km (aproximadamente) de otro punto de control. | Ubicar la intersección de la sección transversal ubicada en la mitad de la luz principal del puente con el eje del carril derecho en sentido creciente. | Marcar la ubicación del punto con pintura color naranja con un círculo alrededor escribiendo el texto: Km (Progresiva). | Georeferenciar el punto notable en el centro del eje del carril derecho, perpendicular al elemento determinado o sobre el punto notable. (SIB-02) |  |
| Ciudad o Poblado | Ubicarlo de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, y/o ubicar el primer poste de alumbrado público o el portal de ingreso a la ciudad. | Ubicar el punto de la intersección de la proyección de la referencia (Poste o portal de ingreso) y el eje del carril derecho de la carretera a inventariar. | Referenciar con algún elemento inamovible cercano para la ubicación del punto y registrar los nombres en la fichas. | Georeferenciar el punto en el centro del eje del carril derecho, perpendicular al elemento determinado o sobre el punto de referencia. (SIB-02) |  |

Tabla 3. 4 Procedimientos de reconocimiento – Túnel, Abra y Paso a desnivel







| Puntos notables y/o elementos fijos de control - Procedimientos | | | | | |
|---|---|--|---|---|--|
| | Ubicación y/o recopilación técnica | Ubicación / Medición | Monumentar, Referenciar y/o marcar | Georeferenciación | Imagen Referencial |
| Túnel | Ubicarlo de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, de ser elemento fijo de control ubicarlo en una distancia de 40 - 50 km (aproximadamente) de otro punto de control. | Ubicar el punto medio del carril derecho (sección transversal) y la intersección con el eje del carril en sentido creciente tanto al ingreso como a la salida. | Marcar la ubicación del punto con pintura color naranja con un círculo alrededor escribiendo el texto: Km (Progresiva). | Georeferenciar el punto notable en el centro del eje del carril derecho, perpendicular al elemento determinado o sobre el punto notable. (SIB-02) |  |
| Abra | Ubicarlo de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, de ser elemento de fijos de control ubicarlo en intervalos de 40 - 50 km, aproximadamente. | Ubicar el punto más elevado sobre el nivel medio del mar, obtenido del altímetro. | Monumentar al borde de la carretera e indicar escribiendo el texto: Km (Progresiva) y colocar la altitud. | Georeferenciar el punto notable en el centro del eje del carril derecho, perpendicular al elemento determinado o sobre el punto notable. (SIB-02) |  |
| Paso a nivel | Ubicarlo de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, de ser elemento fijo de control ubicarlo en una distancia de 40 - 50 km (aproximadamente) de otro punto de control. | Determinar aproximadamente un punto en la intersección del ancho de la vía férrea, con el eje de carril derecho de la vía a inventariar. | Marcar la ubicación del punto con pintura color naranja con un círculo alrededor escribiendo el texto: Km (Progresiva). | Georeferenciar el punto en el carril derecho, perpendicular al elemento determinado o sobre el punto notable. (SIB-02) |  |

Tabla 3. 5 Procedimientos de reconocimiento – Punto final y Trayectoria de la carretera

| | | Puntos notables y/o elementos fijos de control - Procedimientos | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---|--|--|---|--|
| | | Ubicación y/o recopilación técnica | Ubicación / Medición | Monumentar, Referenciar y/o marcar | Georeferenciación | Imagen Referencial |
| Trayectoria de la carretera | Punto final | Ubicar la intersección entre la carretera a inventariar y la carretera de empalme o al término de la carretera a inventariar | Medir el ancho del carril derecho de la carreta a inventariar, sobre la línea proyectada de la carreta de empalme ubicar el punto medio de intersección con la línea, para carreteras no pavimentadas considerar ancho útil. | Marcar la ubicación del punto con pintura color naranja con un círculo alrededor escribiendo Km (Progresiva) y debajo el código de ruta, al mismo tiempo monumentar al borde derecho de la carretera con base de concreto e igualmente identificada. | Colocar el GPS navegador sobre el punto a medir, y determinar sus coordenadas geográficas y UTM. (SIB-01) |  |
| | Via de evitamiento | De acuerdo a los planos urbanos o coordinación de la autoridad competente. | -- | -- | Georeferenciar con (GPS submetrico) los puntos de la vía de evitamiento, de no existir planes viales se determinará en coordinación con la autoridad competente. (SIB-01) |  |
| | Bifurcaciones | Ubicar de acuerdo al clasificador de rutas vigente la bifurcación con puntos notables, se sigue la trayectoria que presente mayor tráfico | Identificar el lado de ubicación del desvío de mayor tránsito (derecha o izquierda) tomar nota a que poblado o ciudad se dirige. | -- | Georeferenciar en cinemática puntos de la bifurcación donde existan puntos notables, en caso de obstrucción retomar el reconocimiento después de la obstrucción. (SIB-01) |  |

3.2 MEDICIÓN

Consiste en determinar en campo de manera directa la longitud total y la geometría de la carretera por inventariar, después se capturan las imágenes para visualizar el entorno y relevamiento de los puntos notables según el clasificador de rutas del MTC.

Tabla 3. 6 Ficha del procedimiento para la medición de la carretera

| | |
|---|--|
| UNIDAD DE MEDIDA | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Km |
| PERSONAL | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 Ingeniero ➤ 1 Topógrafo ➤ 1 Conductor |
| EQUIPO | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Camioneta 4X4 (máximo tres años de antigüedad) ➤ Odómetro Digital ➤ Receptor de Georeferenciación GPS (submetrico y navegador) ➤ Cámara de Video ➤ Cámara Fotográfica ➤ Equipos de Almacenamiento Digital ➤ Batería ➤ Altimetro |
| MATERIALES Y HERRAMIENTAS | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura (Naranja Transito). ➤ Clavos o Estacas ➤ Plomada ➤ Cinta métrica (50 m y 8 m) ➤ Libreta de campo |
| TRABAJOS A REALIZAR | <ol style="list-style-type: none"> 1. Calibración y/o configuración de equipos 2. Georeferenciar el punto inicial, punto final, puntos notables y elementos fijos de control. 3. Medición y Georeferenciación de la trayectoria de la carretera con el odómetro digital y el GPS submetrico 4. Filmación de la carretera 5. Fotografías de los puntos notables y elementos fijos de control |
| CONFIGURACIÓN DE LOS GPS | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las configuraciones de los receptores GPS será de acuerdo a los manuales de los equipos suministrados por los fabricantes, así como la Norma Técnica de Levantamiento Geodésico del IGN vigente. |
| CALIBRACIÓN DEL ODÓMETRO | <ul style="list-style-type: none"> ➤ La calibración del odómetro digital será de acuerdo al manual del equipo suministrado por el fabricante, el cual presente la medida en "metros". |
| INDICADOR DE COMPROBACIÓN DE LA MEDICIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Para rendimientos diarios aproximados a 75 kilómetros, la diferencia entre las medidas obtenidas con el Odómetro digital y el GPS submetrico no deberá ser mayor a 43 metros. |
| INDICADOR DE COMPROBACIÓN DEL ODÓMETRO | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Para comprobar el funcionamiento del odómetro calibrado se coloca otro odómetro de la misma marca y modelo calibrado; la diferencia de precisión de ambos odómetros indica la anulación del proceso de medición y su correspondiente calibración. |
| FRECUENCIA DE MEDICIONES | <ul style="list-style-type: none"> ➤ La frecuencia de mediciones es de cada 3 años a partir de la finalización del último inventario vial. |

Fuente Isaiás Valverde –Tesis de Maestría (U.N.I. – F.I.C.)

3.2.1. Trabajos a realizar para la medición de la carretera

Tabla 3. 7 Procedimiento de medición y georeferenciación - Punto inicial, Puente, Ciudad y/o Poblado y Túnel

| Puntos notables y/o elementos fijos de control - Procedimientos | | |
|---|---|--------------------|
| Ubicación y/o Verificación | Medición y/o Georeferenciación | Imagen Referencial |
| Punto inicial | <p>Ubicar la antena del receptor GPS submétrico sobre el punto a medir, marcado e identificado en la etapa de reconocimiento, y con el colector de datos registrar coordenadas geográficas y UTM.</p> <p>Registrar la altitud con el altímetro sobre el punto inicial.</p> | |
| Puente | <p>Ubicar y verificar de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, si es punto notable o elemento fijo de control, corroborar con la información de la etapa anterior. Ubicar la intersección del centro de la Luz del puente con el eje del carril derecho.</p> <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada con el equipo debidamente nivelado y apoyado sobre su base, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas.</p> <p>Con el altímetro sobre la marca medir la altitud.</p> | |
| Ciudad o Poblado | <p>Ubicar y verificar de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, si es punto notable o elemento fijo de control, corroborar con la información de la etapa anterior. Ubicar la intersección de la proyección de la referencia con el eje de carril derecho.</p> <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada con el equipo debidamente nivelado y apoyado sobre su base, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas.</p> <p>Con el altímetro sobre la marca medir la altitud.</p> | |
| Túnel | <p>Ubicar y verificar de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, si es punto notable o elemento fijo de control, corroborar con la información de la etapa anterior. Verificar a una distancia mínima que no exista interferencia para los receptores de datos.</p> <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada con el equipo debidamente nivelado y apoyado sobre su base, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas, medir la longitud del túnel.</p> <p>Con el altímetro sobre la marca medir la altitud.</p> | |

Tabla 3. 8 Procedimiento de medición y georeferenciación – Abra, Punto final, Paso a nivel, Punto final y Trayectoria de la vía.

| Puntos notables y/o elementos fijos de control - Procedimientos | | | |
|---|--|---|--|
| Ubicación y/o Verificación | Medición y/o Georeferenciación | Imagen Referencial | |
| Abra | <p>Ubicar y verificar de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, si es punto notable o elemento fijo de control, corroborar con la información de la etapa anterior. Ubicar puntos sobre el eje de camil derecho.</p> | <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada con el equipo debidamente nivelado y apoyado sobre su bipode o tripode, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas.</p> <p>Con el altímetro sobre la marca medir la altitud, registrar de las progresivas con el odómetro.</p> | <p>L=Altura Máxima del Altimetro</p> <p>Antena de GPS Submétrico</p> |
| Paso a nivel. | <p>Ubicar y verificar de acuerdo al clasificador de rutas vigente del MTC, si es punto notable, corroborar con la información de la etapa anterior. Ubicar la intersección de la del ancho de la línea férrea y el eje de camil derecho.</p> | <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada en el paso a nivel con el equipo debidamente nivelado y apoyado sobre su base, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas.</p> <p>Registrar la altitud con el altímetro sobre el punto de intersección, registrar de las progresivas con el odómetro.</p> | |
| Punto final | <p>Ubicar el punto final de la carretera a inventariar al termino de su trayectoria o en intersección con la carretera de empalme, de acuerdo a la información de la etapa anterior, Verificar la monumentación del punto.</p> | <p>Ubicar la antena del receptor GPS diferencial sobre la marca realizada en el paso a nivel con el equipo debidamente nivelado sobre su base, con el colector de datos registrar coordenadas geográficas.</p> <p>Registrar la altitud con el altímetro sobre el punto final, registrar de las progresivas con el odómetro.</p> | |
| Trayectoria de la carretera | <p>Ubicar la antena del GPS submétrico en el centro del techo del vehículo, ubicar el vehículo sobre el eje del camil derecho y el punto de inicio, cargar la información de la etapa anterior, iniciar en cero el marcador del odometro</p> | <p>Georeferenciar en modo cinemático la vía sobre el eje del camil derecho, iniciar paralelamente la filmación de los elementos de la carretera, visualizar en la pantalla del colector de datos del GPS submétrico cargados de la etapa anterior.</p> | |

3.2.1 Filmación de la carretera

Una vez iniciado la medición de la carretera en el punto inicial se procede paralelamente con la filmación hasta el fin de la jornada.

Es necesario comentar las ocurrencias durante la etapa de medición.

3.2.2 Fotografías de los elementos

Se toman fotografías de tal forma que se aprecie la totalidad del elemento (fotos panorámicas frontales e imágenes traseras) para los puntos notables y elementos fijos de control. Las fotografías se rotulan indicando su nombre y progresiva.

Tomar fotografías de las ocurrencias durante la etapa de medición y en un punto fijo de control (fin de la carretera).

3.3 RELEVAMIENTO

Consiste en obtener o actualizar información relativa a la ubicación, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura, clasificación o jerarquización y el estado situacional general a nivel de inventario vial básico.

Tabla 3. 9 Ficha de procedimiento de relevamiento

| | |
|-------------------------------------|--|
| UNIDAD DE MEDIDA | ➤ Km |
| PERSONAL | ➤ 01 Ingeniero, 01 Topógrafo y 01 Conductor |
| EQUIPO | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Camioneta 4X4 (máximo tres años de antigüedad) ➤ Receptor de georeferenciación GPS ➤ Cámara Fotográfica ➤ Equipos de almacenamiento digital ➤ Cinta métrica de 50 m. ➤ Batería ➤ Altimetro |
| MATERIALES HERRAMIENTAS | <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura. ➤ Clavos o Estacas ➤ Plomada ➤ Cinta métrica ➤ Libreta de campo |
| TRABAJOS A REALIZAR | <ol style="list-style-type: none"> 0. Calibración de equipos 1. Itinerario 2. Superficie de rodadura 3. Calzada 4. Estado de conservación 5. Bermas 6. Señalización 7. Puentes |
| CONFIGURACIÓN DE LOS GPS | ➤ Las configuraciones de los receptores GPS se hará de acuerdo a los manuales de los equipos suministrados por los fabricantes, así como la Norma Técnica de Levantamiento Geodésico del IGN vigente. |
| FRECUENCIA | ➤ La frecuencia de mediciones es de cada 3 años a partir de la finalización del último inventario vial. |

3.3.1 Trabajos a realizar para el relevamiento de la carretera

1. Itinerario

Se relevan los elementos que existen en la trayectoria de la vía desde su punto de inicio hasta su punto final (poblados, puentes, puestos policiales, alcantarillas, badenes, puntos críticos, lagunas o ríos entre otros), los cuales se georeferencian de modo cinemático y estático con el GPS submetrico; las progresivas de los elementos no medidos en la fase de medición se calcularán en gabinete.

a) Procedimiento para relevar el itinerario - Elementos de la carretera:

- Ubicar la antena GPS submetrico en el centro del techo del vehículo e iniciar el recorrido sobre la trayectoria de la vía.
- Estacionar el vehículo en el punto más cercano del eje de la vía respecto al elemento a georeferenciar según el tipo de elemento ver tabla 3.10.
- En el colector de datos registrar las coordenadas geográficas (latitud, longitud) con GPS y altitud.

Tabla 3. 10 Elementos de la carretera

| | Procedimiento | Imagen Referencial |
|-------|--|--|
| Badén | Medir la longitud del badén, ubicar el vehículo en el punto medio sobre el carril derecho, registrarlo. (SIB-02) |  |
| Túnel | Registrar la coordenadas geográficas del inicio y final, a una distancia mínima para la captura del GPS tomar las medidas necesarias para el procesamiento en gabinete. (SIB-02) |  |

| | Procedimiento | Imagen Referencial |
|------------------|--|--|
| Laguna o Río | Registrar el nombre, georeferenciar en un punto cercano respecto a la carretera. (SIB-02) |  |
| Sitio de interés | Registrar el nombre del Sitio de Interés, ubicar el vehículo en un punto cercano respecto a la carretera. (SIB-02) |  |
| Alcantarilla | Ubicar el vehículo en el punto medio de la alcantarilla y sobre eje del carril derecho. (SIB-02) |  |
| Punto crítico | Registrar el nombre de la zona de influencia, ubicar el vehículo en un punto de la zona de influencia y comentar. |  |
| Peaje y Pesaje | Registrar el nombre del Peaje o Pesaje, ubicar el vehículo en un punto de cruce entre el eje del carril derecho y las garitas del peaje o pesaje. (SIB-02) |  |
| Paso a nivel | Registrar el nombre del paso a nivel, ubicar el vehículo en la intersección del eje de la trayectoria con el eje de la línea férrea. (SIB-02) |  |

2. Estado de conservación

- 2.1 Estacionar el vehículo, sobre el punto de inicio de la calzada de la carretera y georeferenciar el punto.
- 2.2 La sección de cambio del estado de conservación de la calzada de la carretera se determina por inspección visual, esta se realiza en toda la longitud de la trayectoria y en toda la sección transversal de la calzada en dirección creciente, a continuación se georeferencia el punto de cambio.
- 2.3 El estado de conservación se determina de acuerdo a la tabla 3.11

Tabla 3. 11 Estado de conservación – (SIB-04)






| Código de estado | Estado | Descripción de los pavimentos | Detalle |
|------------------|-----------|---|---|
| 0 | Muy bueno | Son nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificaren sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos. |  |
| 1 | Bueno | Entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores. |  |
| 2 | Regular | Presentar problemas para altas velocidades del tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamientos. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y jumping. |  |
| 3 | Mala | Podrían afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas.; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parces, agrietamiento y bombeo. |  |
| 4 | Muy mala | Se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidad reducida y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie. |  |

Tabla 3. 12 Superficie de Rodadura, Calzada y Berma

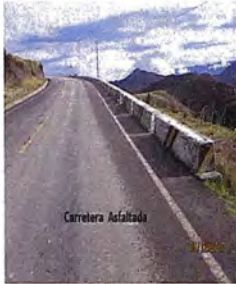

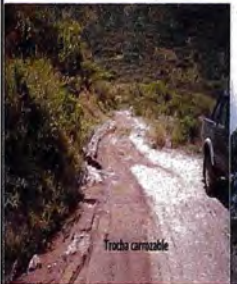





| | Procedimiento de relevamiento | Imagen Referencial | |
|---------------------------------|--|---|---|
| Superficie de rodadura (SIB-03) | 1. Estacionar el vehículo, sobre el inicio de la superficie de rodadura, georeferenciar el punto. |   |   |
| | 2. Indicar el tipo de superficie de rodadura de la carretera recorrida de acuerdo a la tabla A.1, según el MTC, ver anexo. | | |
| | 3. Estacionar el vehículo sobre el final de la superficie de rodadura, georeferenciar el punto. | | |
| Calzada (SIB-03) | 1. Estacionar el vehículo, sobre el punto de inicio de la calzada, georeferenciar el punto. |   | |
| | 2. En el cambio de calzada indicar el número de camiles y medir el ancho de calzada (medir con cinta métrica), georeferenciar el punto de cambio. | | |
| | 3. Para el caso de carreteras pavimentadas el ancho de calzada en el sentido creciente se mide con cinta métrica entre las señales horizontales del borde de la calzada (línea blanca) perpendicular al eje de la vía. | | |
| | 4. Para el caso de carreteras no pavimentadas en el sentido creciente se mide el ancho útil de la plataforma con cinta métrica de acuerdo a la figura. | | |
| | 5. Tomar fotografías de tal forma que se aprecie la característica del elemento. | | |
| Berma (SIB-05) | 1. Estacionar el vehículo, sobre el punto de inicio de la calzada e identificar la berma de la carretera, georeferenciar el punto. |   | |
| | 2. En el caso carreteras crecientes y decrecientes medir la berma derecha y la berma izquierda, en caso de autopistas se mide la berma derecha de la calzada en sentido creciente. | | |
| | 3. En el cambio de sección medir el ancho de la berma, georeferenciar el punto. | | |
| | 4. Tomar fotografías de tal forma que se aprecie el ancho de la berma. | | |

Tabla 3. 13 Señalización y Puentes

| | Procedimiento de relevamiento | Imagen Referencial |
|-----------------------|---|--|
| Señalización (SIB-06) | 1. Ubicar la antena GPS en el centro del techo del vehículo. | <p>Diagramas de señales reglamentarias y preventivas. A la izquierda, una señal reglamentaria de 1.2 x 3 m con una flecha amarilla sobre fondo negro, montada a 1.8 m de altura. A la derecha, una señal preventiva de 1.2 x 3 m con un símbolo de prohibición de girar a la derecha, montada a 1.8 m de altura. Debajo, una señal informativa de 1.5 m que indica 'ICA PUCUSANA' con una flecha hacia la derecha. A la derecha de esta, una señal informativa de 1.5 m que indica 'SALIDA 58 PUCUSANA' con una flecha hacia la derecha. A la derecha de los diagramas, una fotografía de una carretera con una señal amarilla de advertencia de curva a la derecha. Se ven etiquetas como 'Señalización', 'Proyección', 'Carril derecho' y 'Punto a referenciar'.</p> |
| | 2. Para el caso de señalización vertical georeferenciar desde el punto más cercano de la trayectoria de la vía a la señal. Ver imagen | |
| | 3. Indicar el tipo de señal vertical (informativa, reglamentaria o preventiva) de acuerdo al Manual de Dispositivo de Control de Tránsito en Calles y Carreteras, determinar el lado de ubicación (C, D). | |
| | 4. Registrar el texto inscrito de la señal, el tipo de soporte y el material de soporte y evaluar la condición de funcionalidad. | |
| Puente (SIB-07) | 1. Ubicar la antena GPS en el centro del techo del vehículo y georeferenciar el Centro (punto de referencia), así como el inicio y final del puente (Longitud del puente). | <p>Una fotografía de un puente de concreto con una calzada de asfalto y una barandilla de madera roja. Una línea horizontal negra indica el 'Ancho de puente'. A la derecha, una fotografía del mismo puente desde un ángulo diferente, con una cinta amarilla que mide la 'Longitud del puente' a lo largo de la estructura. Se ven fechas como '06/12/2013' en las fotos.</p> |
| | 2. Se determina la clase y tipo de puente de acuerdo a la tabla A2 - Anexos | |
| | 3. La longitud total del puente se mide con cinta métrica entre las juntas de expansión extremas (no se toma en cuenta la loza de aproximación). | |
| | 4. El ancho de calzada del puente se mide con cinta métrica (no se considera veredas). | |
| | 5. Registrar el número de vías | |
| | 6. Registrar el tipo de material del tablero de rodadura (concreto, acero ó madera). | |
| | 7. Para determinar la condición funcional (estado de transitabilidad) emplear la tabla A3 - Anexos. | |

CAPÍTULO IV

FORMULACION Y FORMATOS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Formatos de salida SIB

Las características numéricas y descripción de las celdas en los formatos SIB se ubican en el anexo Tabla A.4 de manera detallada.

4.1 FORMATO – CARRETERA (SIB-01)

Tabla 4. 1 Carretera

| Código de Ubigeo | Código Ruta | Punto de importancia | Descripción | Progresiva Inicio (km.) | Coordenadas Inicio - WGS84 | | Fecha registro |
|------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------------|
| | | | | | Latitud | Longitud | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

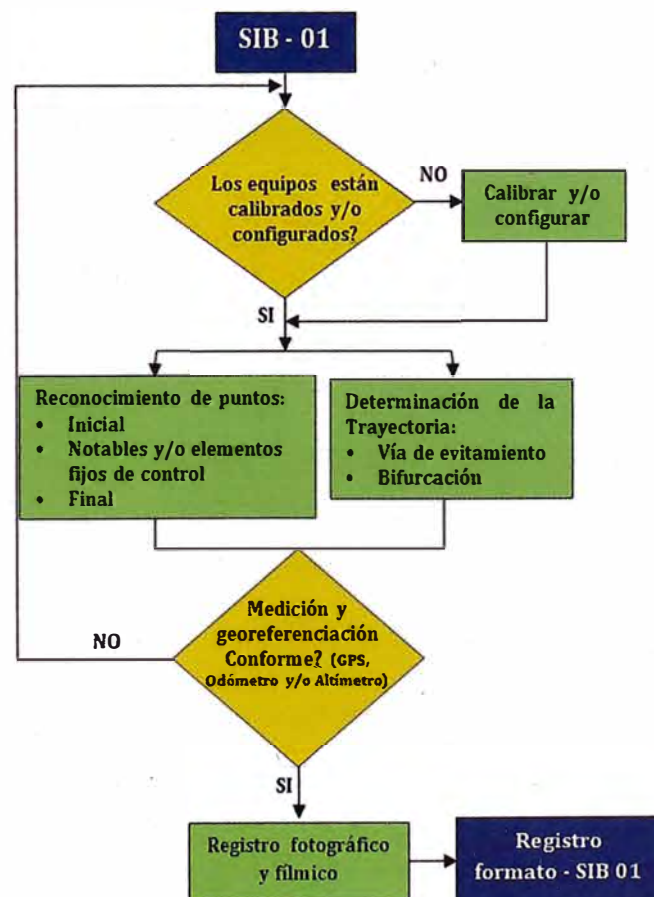


Figura 4. 1 Diagrama de flujo SIB-01 Carretera

4.2 FORMATO – ITINERARIO (SIB-02)

Tabla 4. 2 Itinerario

| Código de Ublgeo | Código Ruta | Evento | Descripción_ubic. | Ubicación Prog.(Km) | Lado | Coordenadas - WGS84 | | Altitud (msnm) | Observación/Referencia | Flag_n mb | Fecha registro |
|------------------|-------------|--------|-------------------|---------------------|------|---------------------|----------|----------------|------------------------|-----------|----------------|
| | | | | | | Latitud | Longitud | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

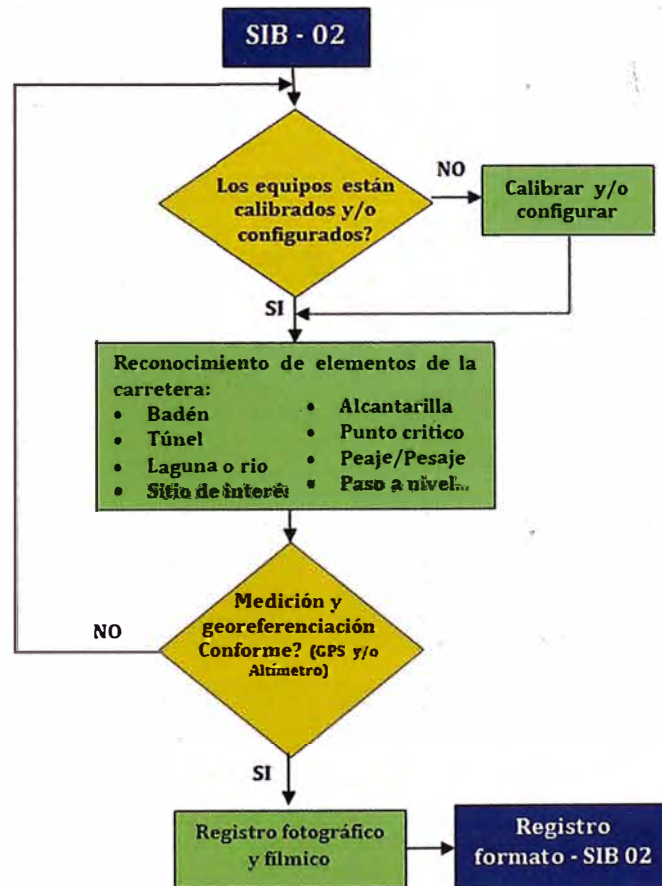


Figura 4. 2 Diagrama de flujo SIB-02 Itinerario

4.3 FORMATO – SUPERFICIE DE RODADURA Y CALZADA (SIB-03)

Tabla 4. 3 Superficie de Rodadura - Calzada

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresivas Tramo (Km) | | Coordenadas inicio - WGS84 | | Numero de carriles | Tipo de superficie | Ancho de Calzada | Fecha registro |
|-------------|------------------------|------------------------|-----|----------------------------|----------|--------------------|--------------------|------------------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

4.4 FORMATO – ESTADO DE CONSERVACIÓN (SIB-04)

Tabla 4. 4 Estado de conservación

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresiva Tramo (Km) | | Coordenadas de inicio - WGS84 | | Estado de conservación | Identificación de calzada | Fecha registro |
|-------------|------------------------|-----------------------|-----|-------------------------------|----------|------------------------|---------------------------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

4.5 FORMATO – BERMAS (SIB-05)

Tabla 4. 5 BERMAS

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresiva Tramo (Km) | | Coordenadas de inicio - WGS84 | | Ancho de berma (m) | | Fecha registro |
|-------------|------------------------|-----------------------|-----|-------------------------------|----------|--------------------|---------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | Izquierda | Derecha | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

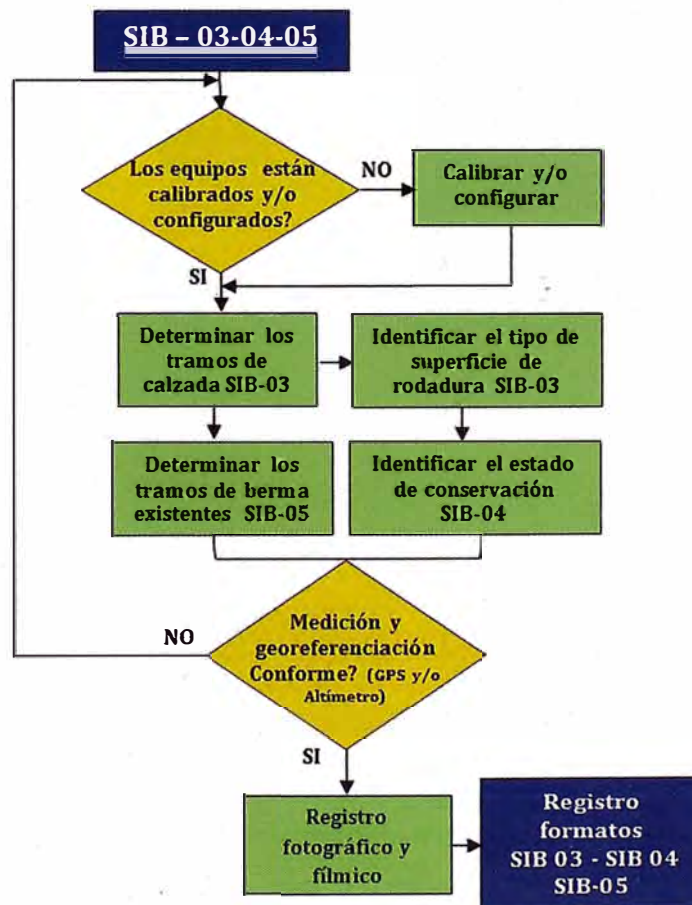


Figura 4. 3 Diagrama de flujo SIB-03-04-05 Superficie de Rodadura – Calzada, Berma y Estado de Conservación.

4.6 FORMATO – SEÑALIZACIÓN (SIB-06)

Tabla 4. 6 Señalización

| Código de Ublgeo | Código Ruta | Descripción_Señal | Clasificación | Ublcación (Km) | Lado | Coordenadas - WGS84 | | Altitud (msnm) | Soporte | Material | Condición funcional | Fecha registro |
|------------------|-------------|-------------------|---------------|----------------|------|---------------------|----------|----------------|---------|----------|---------------------|----------------|
| | | | | | | Latitud | Longitud | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

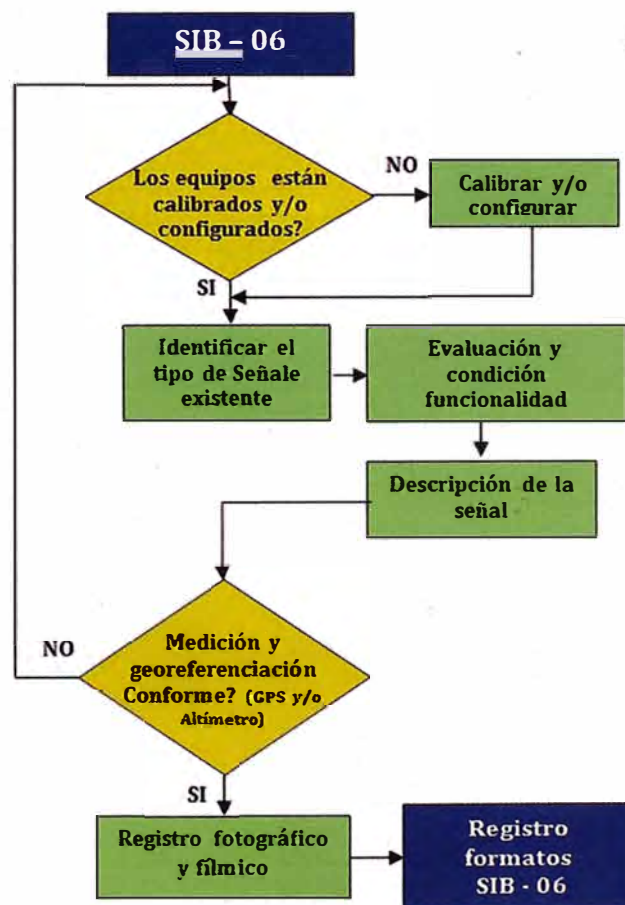


Figura 4. 4 Diagrama de flujo SIB-06 – Señalización.

4.7 FORMATO – PUENTES (SIB-07)

Tabla 4. 7 Puentes

| Código Ruta | Ubicación (Km) | Coordenadas de inicio - WGS84 | | Clase | Tipo | Número de vías | Tablero de rodadura | Longitud (m) | Ancho (m) | Condición funcional | Fecha registro |
|-------------|----------------|-------------------------------|----------|-------|------|----------------|---------------------|--------------|-----------|---------------------|----------------|
| | | Latitud | Longitud | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

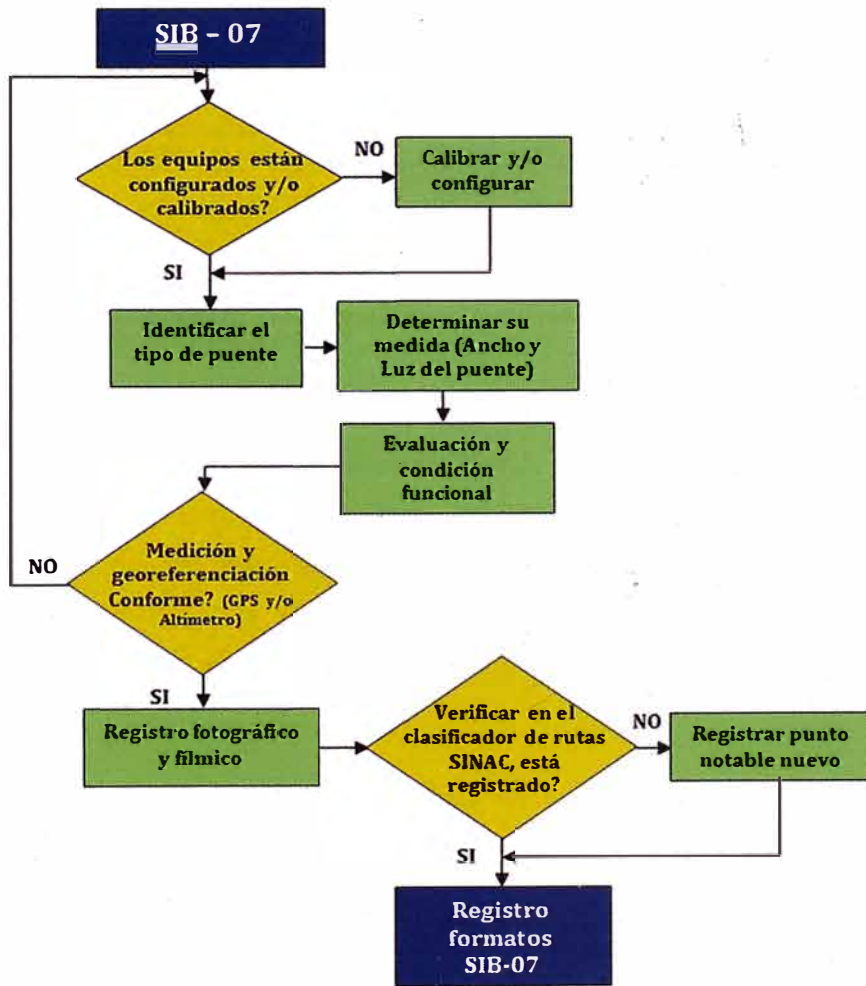


Figura 4. 5 Diagrama de flujo SIB-07 – Puentes

CAPÍTULO V

APLICACIONES

5.1 EJEMPLO APLICATIVO DEL MODELO DE DEMANDA

Durante los próximos años la tasa de demanda de la intervención en la Red Vial, se espera que varíe de acuerdo a la siguiente función:

$$\delta(t_j) = 6423.9 + 117.58 t \quad , \quad 0 \leq t \leq 10$$

Donde t se mide en años,

| Año | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total de intervencion en la RVN (Km) | 3871 | 8914 | 10200 | 10230 | 10614 | 12767 | 14716 | 15155 | 16384 | 18095 |

Fuente: PROVIAS NACIONAL/OPEI/PFISICA/20110905/INTERVENCIONES EN LA RED VIAL NACIONAL LONGITUD EN KM. EJECUTADO 2001-2010

Fuente: Resolución Ministerial N°518-2011.MTC/02-Longitud Total de Rutas Nacionales (Resultado como Medición y Georeferenciación) Julio del 2011: (26017.07 km)

El costo de adquisición (costo unitario) por información es de 25 (U.M.), por Km y el costo fijo de suministro es de 300 (U.M.), del IVBG por Km. El costo unitario anual, por mantener en inventario, es de 20 por ciento sobre el costo de adquisición. No se permiten faltantes. El inventario inicial es 7922.7 Km, el inventario final debe ser cero. El problema es determinar cuándo y tamaño del inventario, tal que minimice los costos de mantenimiento durante los próximos años.

Solución: Analicemos tres situaciones:

1. Suponga que, solamente una orden de preparación del IVBG se realizara en el horizonte de planeación. Esto, debe hacerse cuando el inventario inicial se haya agotado. De $\delta(t_j)$ integrando se tiene, los requerimientos acumulados $D(t)$

$$D(t) = 6423.9 t + 588.79 t^2 \quad , \quad 0 \leq t \leq 10$$

Sea $D(t) = 7922.2$; en el tiempo

$$t_1 = 1.12$$

que es la solución de la ecuación

$$7922.7 = 6423.9 t + 588.79 t^2$$

que satisface

$$0 < t_1 < 10$$

Entonces, el tamaño de inventario a ordenar para su elaboración es

$$Q_1 = D(T) - I(0) = 123\ 118 - 7922.7 = 115\ 195.3$$

Kilómetros en ese momento. Para calcular el costo por mantener, sustituimos en la ecuación

$$H_n = h \sum_{j=0}^n (t_{j+1} - t_j) D(t_{j+1}) - h \int_0^T D(t) dt \dots (a)$$

los datos: $n=1$

| | |
|--------------|-----------------------------------|
| $t_0 = 0$ | $h = iC = 0.20 \times 25.0 = 5.0$ |
| $t_1 = 1.12$ | $D(t_1) = 7922.7$ |
| $t_2 = 10$ | $D(t_2) = 123\ 118$ |

para obtener

$$H_1 = 5 \sum_{j=0}^1 (t_{j+1} - t_j) D(t_{j+1}) - 5 \int_0^{10} (6423.9 t + 588.79 t^2) dt$$

$$H_1 = 5 [(1.12 - 0)(7922.7) + (10 - 1.12)(123\ 118)] - 5 * (517\ 458.33)$$

$$H_1 = 2\ 923\ 514.65$$

El costo total variable correspondiente es

$$CTV^*_{j1} = A + H_n = 2\ 923\ 814.65$$

2. Ahora, suponga que $n = 2$. La primera en $t_1 = 1.12$. Hay que encontrar t_2 ; para el cual se satisfaga la ecuación

$$D(t_{j+1}) = D(t_j) + (t_j - t_{j-1})\delta(t_j)$$

con $j = 2$. Esto es,

$$D(t_3) = D(t_2) + (t_2 - t_1)\delta(t_2)$$

Pero,

$$D(t_3) = D(T) = 123\ 118$$

Así se obtiene la ecuación

$$123\ 118 = 6423.9t_2 + 588.79 t_2^2 + (t_2 - 0.20)(6423.9 + 117.58 t_2)$$

Resolviendo la ecuación para t_2 , y tomando en cuenta que

$$0 < t_2 < 10$$

Obtenemos $t_2 = 5.93$

Calculamos ahora los tamaños del inventario para cada tiempo arbitrario:

$$Q_1 = D(5.93) - D(1.12) = 58\,798.47 - 7\,922.7 = 50\,875.77$$

$$Q_2 = D(10) - D(5.93) = 123\,118 - 58\,798.47 = 64\,319.53$$

Comprobamos que la suma de los tamaños de inventario es igual a la diferencia $123\,118 - 7\,922.7$.

$$50\,875.77 + 64\,319.53 = 115\,195.3$$

Con los tiempos y tamaño de inventario encontrados, calculamos el costo por mantener y el costo total, cuando se hacen dos órdenes de elaboración para cada tiempo t_j .

$$H_2 = 5 \sum_{j=0}^2 (t_{j+1} - t_j) D(t_{j+1}) - 5 \int_0^{10} (6423.9t + 588.79t^2) dt$$

$$H_2 = 5 [(t_1 - t_0)D(t_1) + (t_2 - t_1)D(t_2) + (t_3 - t_2)D(t_3)] - 5 * 517\,458.33$$

$$H_2 = 5 [(1.12 - 0)(7922.7) + (5.93 - 1.12)(58\,798.47) + (10 - 5.93)(123\,118)] - 2\,587\,291.65$$

$$H_2 = 1\,376\,629.95$$

Entonces, se sabe que: $CTV^*_{In} = nA + H_n$

$$CTV^*_{I2} = 2A + H_n = 1\,377\,229.95$$

Comparamos los costos totales variables, con una y dos divisiones, recuérdese que $CTV^*_{I1} = 2\,923\,814.65$, de ahí que:

$$CTV^*_{I2} < CTV^*_{I1}$$

Dado que el costo total variable con dos divisiones es menor que el costo total variable con una división, la política óptima con dos divisiones es mejor que con una.

Para las siguientes situaciones según la variable de decisión n , se aplicaran los pasos indicados en el modelo, repetir para:

Calcular t_j^* de : $D(t_{j+1}) = D(t_j) + (t_j - t_{j-1})\delta(t_j)$

Calculo de: $Q_j = D(t_{j+1}) - D(t_j)$

Tabla 5. 1 Cuadro de resultados de análisis.

| <i>n</i> | <i>t_j</i> (años) | <i>Q_i</i> (Km) | <i>H_i</i> (Costo) | <i>CTV*_{In}</i> (U.M.) |
|----------|--|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | <i>t</i> ₁ =1.12 | <i>Q</i> ₁ = 115 195.3 | <i>H</i> ₁ = 2 923 514.65 | 2 923 814.65 |
| 2 | <i>t</i> ₁ =1.12 <i>t</i> ₂ =5.93 | <i>Q</i> ₁ = 50 875.77 <i>Q</i> ₂ = 64 319.53 | <i>H</i> ₂ = 1 376 629.95 | 1 377 229.95 |
| 3 | <i>t</i> ₁ =1.12 <i>t</i> ₂ * = 4.60225828 <i>t</i> ₃ * = 8.37785339 | <i>Q</i> ₁ = 34 112.78 <i>Q</i> ₂ = 53 109.26 <i>Q</i> ₃ = 27 973.26 | <i>H</i> ₃ = 983 684.75 | 984 584.75 |
| 4 | <i>t</i> ₁ =1.12 <i>t</i> ₂ * = 6.14371956 <i>t</i> ₃ * = 8.52725703 <i>t</i> ₄ * = 9.56389571 | <i>Q</i> ₁ = 53 767.989 <i>Q</i> ₂ = 35 900.899 <i>Q</i> ₃ = 17 701.422 <i>Q</i> ₄ = 7 824.99 | <i>H</i> ₄ = 767 310.95 | 768 510.95 |
| 5 | <i>t</i> ₁ =1.12 <i>t</i> ₂ * = -20.0009993 <i>t</i> ₃ * = 2.63830311 <i>t</i> ₄ * = 12.5568989 <i>t</i> ₅ * = -26.844926 | No Cumple! (*) | --- | --- |

Como

$$CTV^*_{I4} < CTV^*_{I3}$$

(*) Comentario: Decidimos terminar el análisis y utilizar la política de cuatro divisiones, debido a que si se continua con el análisis con *n*=5 los tiempos arbitrarios se salen del rango considerado para nuestro horizonte de planeación (T=10 años), con *n*=4, presenta tamaños óptimos y un menor costo de mantenimiento, dentro del horizonte de planeación considerado.

5.2 APLICACIÓN DE LOS FORMATOS SIB:

El tramo de la carretera a inventariar pertenece a la ruta PE-10A del Clasificador de Rutas del SINAC, Carretera Industrial a Laredo, el inicio del tramo empalma con el ovalo La Marina, pasando por los distritos de Santa María V Etapa, Las Casuarinas, Villa del Contador y Santa rosa, finalizando en el cruce con la Avenida Santa Rosa.

Ubicación: Trujillo, La Libertad

Inicio de Tramo: Ovalo La Marina Km 0+000

Fin del Tramo: Cruce con la Av. Santa Rosa Km 2+450

Longitud de la carretera a inventariar: 2.45 km = 2450 m



Figura 5. 1 Ubicación de la trayectoria a inventariar



Figura 5. 2 Vista del inicio de la carretera a inventariar.

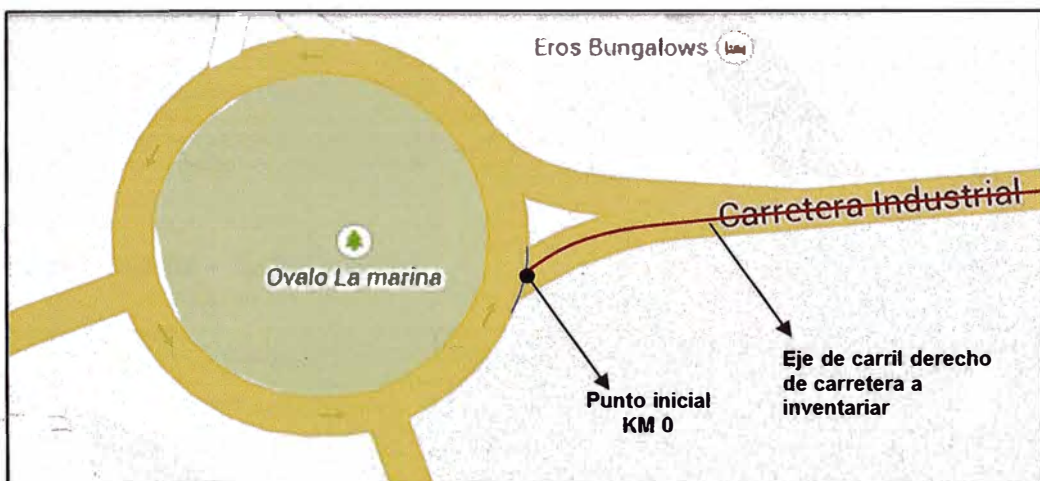


Figura 5. 3 Vista del punto inicial en planta.

5.2.1 Formato SIB Carretera Industrial: Ovalo La Marina - Avenida Santa Rosa.

Formato SIB 01 – Carretera: Puntos Importantes

| Código de Ubigeo | Código Ruta | Punto de importancia | Descripción | Progresiva Inicio (km.) | Coordenadas Inicio - WGS84 | | Fecha registro |
|------------------|-------------|----------------------|---|-------------------------|----------------------------|---------------|----------------|
| | | | | | Latitud | Longitud | |
| 13 | PE-10 A | PUNTO BIVICAL | OVALO LA MARINA | 0.000 | 8° 7'51.12"S | 79° 1'14.13"O | 19/04/2014 |
| 13 | PE-10 A | CRUCE | AVENIDA GONZALES PRADA POR LA IZQUIERDA | 0.593 | 8° 7'49.13"S | 79° 0'55.19"O | 19/04/2014 |
| 13 | PE-10 A | CRUCE | PROLONGACION JOSE MARIA EGUREN POR LA IZQUIERDA HTO KM2 | 2.03 | 8° 7'18.40"S | 79° 0'22.65"O | 19/04/2014 |
| 13 | PE-10 A | PUNTO FINAL | AVENIDA SANTA ROSA | 2.450 | 8° 7'42"S | 79° 0'14.59"O | 19/04/2014 |

Formato SIB 02 - Itinerario: Elemento encontrados en el tramo.

| Código Ubigeo | Código Ruta | Evento | Descripción ubic. | Ubicación Prog.(Km) | Lado | Coordenadas - WGS84 | | Altitud (msnm) | Observación/Referencia | Flag umb | Fecha registro |
|---------------|-------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------|---------------|----------------|---|----------|----------------|
| | | | | | | Latitud | Longitud | | | | |
| 130101 | PE-10 A | ALCANTARILLA | CRUCE CON AVENIDA GONZALES PRADA | 0.594 | D | 8° 7'48.04"S | 79° 0'55.01"O | 20 | LADO DERECHO CON LA PROLONGACION GONZALES PRADA | Y | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | ALCANTARILLA | A 410M DEL POSTE KILOMETRICO KM 2 | 1.981 | D | 8° 7'28.90"S | 79° 0'30.52"O | 25 | POSTE DE ALUMBRADO PUBLICO LADO DERECHO | Y | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | ALCANTARILLA | A 153M DEL POSTE KILOMETRICO KM 2 | 2.239 | D | 8° 7'22.39"S | 79° 0'25.54"O | 25 | A 22M DE AVENIDASIN DE DOBLE VIA LADO IZQUIERDO | Y | 19/04/2014 |

Formato SIB 03 - Superficie de Rodadura – Calzada

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresivas Tramo (Km) | | Coordenadas Inicio - WGS84 | | Numero de carriles | Tipo de superficie | Ancho de Calzada | Fecha registro |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|-------|----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|------------------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | | | | |
| PE-10 A | OVALO LA MARINA / AVENIDA SANTA ROSA | 0.000 | 2.450 | 8° 7'51.12"S | 79° 1'14.13"O | 2 | 1 | 7.2 | 19/04/2014 |

Formato SIB 04 – Estado de Conservación

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresiva Tramo (Km) | | Coordenadas de inicio - WGS84 | | Estado de conservación | Identificación de calzada | Fecha registro |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|-------------------------------|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | | | |
| PE-10 A | OVALO LA MARINA / AVENIDA SANTA ROSA | 0.000 | 2.450 | 8° 7'51.12"S | 79° 1'14.13"O | 2 | CD | 19/04/2014 |

Formato SIB 05 – Bermas

| Código Ruta | Tramo (Origen/Destino) | Progresiva Tramo (Km) | | Coordenadas de inicio - WGS84 | | Ancho de berma (m) | | Fecha registro |
|-------------|--|-----------------------|-------|-------------------------------|---------------|--------------------|---------|----------------|
| | | Inicio | Fin | Latitud | Longitud | Izquierda | Derecha | |
| PE-10 A | OVALO LA MARINA KM 0 / PROLONGACION GONZALES PRADA | 0.059 | 0.570 | 8° 7'49.13"S | 79° 0'55.70"O | 1.00 | 1.00 | 19/04/2014 |
| PE-10 A | PROLONGACION GONZALES PRADA / AVENIDA SANTAROSA | 0.592 | 2.450 | 8° 7'49.08"S | 79° 0'55.01"O | 1.50 | 1.50 | 19/04/2014 |

Formato SIB 06 – Señalización

| Código Ubigeo | Código Ruta | Descripción Señal | Clasificación | Ubicación (Km) | Lado | Coordenadas - WGS84 | | Altitud (msnm) | Soporte | Material | Condición funcional | Fecha registro |
|---------------|-------------|---|---------------|----------------|------|---------------------|---------------|----------------|---------|----------|---------------------|----------------|
| | | | | | | Latitud | Longitud | | | | | |
| 130101 | PE-10 A | MUSEO DE ARTE MODERNO | 3 | 0.02 | I | 8° 7'50.69"S | 79° 1'13.52"O | 20 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | POSTE DE KILOMETRAJE KM 0 | 3 | 0.66 | D | 8° 7'50.36"S | 79° 1'12.57"O | 20 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | SALIDA DE VEHICULO PESADOS | 3 | 0.33 | D | 8° 7'49.71"S | 79° 1'3.61"O | 20 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | SEÑAL CRUCE DE PEATONES | 2 | 0.35 | D | 8° 7'49.87"S | 79° 1'3.12"O | 20 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | POSTE DE KILOMETRAJE KM 1 | 3 | 1.00 | I | 8° 7'43.96"S | 79° 0'42.87"O | 24 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | SEÑAL DE CURVA Y CONTRA CURVA A LA DERECHA | 2 | 1.36 | D | 8° 7'35.39"S | 79° 0'36.58"O | 24 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | POSTE DE KILOMETRAJE KM 2 | 3 | 2.03 | D | 8° 7'18.40"S | 79° 0'22.65"O | 26 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |
| 130101 | PE-10 A | SEÑAL EMPALME EN ÁNGULO RECTO CON VÍA LATERAL DERECHA | 2 | 2.39 | D | 8° 7'8.90"S | 79° 0'15.67"O | 29 | 1 | 1 | 1 | 19/04/2014 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El desarrollo socio – económico actual que se presenta en el país está ligado estrechamente a los sistemas de transportes y con ello la exigencia de medidas de desempeño que brinden un nivel de servicio adecuado a las necesidades de los usuarios de las vías.

El Perú en las últimas décadas ha incrementado la inversión en proyectos viales (Red Vial Nacional), ante lo cual se ha visto necesario elaborar planes viales con políticas nacionales de desarrollo con un conjunto de programas estratégicos de largo plazo que permitan guiar en la toma de decisiones que se deben de realizar en torno a las inversiones públicas y privada, por lo tanto se genera el desarrollo de plataformas de logística que ayudan a optimizar el flujo de transporte y la reducción de los costos logísticos.

La revisión de este informe sintetiza de forma rápida y sencilla la consulta, visualización y explotación de la metodología de elaboración del inventario vial básico georeferenciado, indicando los procedimientos a realizar en campo para la obtención y/o la actualización de los datos, para con ellos implementar la base de datos del sistema de gestión de infraestructura vial.

- El modelo matemático que se presenta en este informe esta simplificado, pero cumple con el propósito de mostrar el método para optimizar el costo de conservación y mantenimiento de los tramos de red vial por intervenir con el inventario dentro de un horizonte de planeación, para lo cual se considera una política optima, el cual asegura que no exista la demanda insatisfecha y que las demandas se cumplan para cada tiempo arbitrario dentro del horizonte de planeación, brindando los tiempos y tamaños óptimos de inventario a realizar.
- De los resultados obtenidos después de realizado el inventario vial básico georeferenciado, se concluye que es importante identificar las zonas de importancia donde se ubiquen puntos notables y/o elementos fijos de control los cuales son el principal apoyo en el trabajo de ubicación y

georeferenciación de las redes viales a inventariar, así como zonas altamente vulnerables los cuales pueden originar dificultades para los trabajos programados.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el registro de 3 puntos auxiliares de referencia para la ubicación de los puntos inicial y final, estos elementos deberán ser objetos inamovibles y deberán estar detallados tanto en fichas y formatos; con la finalidad de contar con referentes adicionales para su fácil ubicación pasado determinado tiempo cuando se elabore el mapa vial u otro inventario vial a futuro; para carreteras aún no registradas en el SINAC, así mismo realizar la georeferenciación de aquellos puntos notables no indicados en el clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras Vigente.
- Comprobar las condiciones de funcionamiento de los diferentes equipos a utilizar en la adquisición de datos mediante la calibración o configuración de los distintos aparatos, para lo cual, se seguirá el procedimiento indicado en el manual de fabricante de dichos equipos, tener en cuenta que los equipos pasan calibraciones periódicas según se indiquen.
- Se recomienda el uso de fotografías aéreas en zonas donde no se capte la señal del GPS, así como el uso de equipo móvil de tamaño pequeño, como cámaras manuales para el registro fílmico y fotográfico fuera del vehículo en lugares alejados de la vía.
- Se recomienda la revisión de este informe (Modelo presentado), como antecedente para futuras investigaciones sobre la evaluación de costos de elaboración y mantenimiento de los inventarios con mayor profundidad en el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- HERNAN EDUARDO DE SOLMINIHAC TAMPIER (2001): Gestión de Infraestructura Vial.
- JOSÉ ELIAS JIMENEZ SÁNCHEZ (2005): Estado del Arte de los Modelos Matemáticos para la Coordinación de Inventarios en la Cadena de suministro”.
- PATRICIA E. BALDERAS CAÑAS (2012): Teoría de Inventarios - UNAM – Postgrado.
- PEDRO CANALES GARCIA (2009): Ingeniería a la optimización de Operaciones.
- El Peruano – Diario Oficial.
Normas Legales, Transportes y Comunicaciones.
- Instituto Nacional Geográfico (IGN)
“Proyecto de Normas Técnicas de Levantamiento Geodésico” (2005).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Provias.
“Clasificador de Rutas- Sistema Nacional de Carreteras – SINAC”, Actualización del 2013.
“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial “– Versión Actualizada Junio 2013.
“Informe de Seguimiento, Monitoreo y Evaluación” - Informe Ejecutivo 2011.
“Levantamiento Básico Georeferenciado de las Principales Características de la Red Vial Rural”.
“Manual de Carreteras Mantenimiento o conservación vial” (2013).
“Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”
“Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial”.

ANEXOS

1. Cuadros de estado de la carretera – etapa de relevamiento

Tabla A. 1 Superficie de rodadura según el MTC

| Código | Abreviación | Descripción | Tipo de Capa |
|--------|-------------|---|--------------------|
| 1 | CONC | Concreto de Cemento Portland | Pavimento Rígido |
| 2 | CASF | Carpeta Asfáltica y Base Asfáltica | Pavimento Flexible |
| 3 | TSMO | Tratamiento Superficial Monocapa | Pavimento Flexible |
| 4 | TSBI | Tratamiento Superficial Bicapa | Pavimento Flexible |
| 5 | SELL | Sello | Pavimento Flexible |
| 6 | ADOQ | Adoquines | Pavimento Flexible |
| 7 | GCOG | Grava Cohesiva Gruesa (dim. máx. > 30mm) | No Pavimentada |
| 8 | GCOF | Grava Cohesiva Fina (dim. máx. < 30mm) | No Pavimentada |
| 9 | GNCG | Grava No Cohesiva Gruesa (dim. máx. > 30mm) | No Pavimentada |
| 10 | GNCF | Grava No Cohesiva Fina (dim. máx. < 30mm) | No Pavimentada |
| 11 | GTRI | Grava Triturada | No Pavimentada |
| 12 | AREN | Arena No Cohesiva | No Pavimentada |
| 13 | EMPE | Empedrado | No Pavimentada |
| 14 | SARC | Suelo Arcilloso | No Pavimentada |
| 15 | SARE | Suelo Arenoso Cohesivo | No Pavimentada |
| 16 | SLIM | Suelo Limoso | No Pavimentada |
| 17 | NING | Ninguna Capa Sobre La Subrasante | No Pavimentada |
| 18 | OTRO | Otro Tipo | |
| 19 | DESC | Dato Desconocido | |

Tabla A. 2 Clase y tipo de puente

| Clase | | Tipo | |
|--------|----------------------|--------|--|
| Código | Descripción | Código | Descripción |
| 01 | Puente Definitivo | 1 | Losa |
| | | 2 | Losa con Vigas |
| | | 3 | Celular estilo Alcantarilla |
| | | 4 | Pórtico |
| | | 5 | Reticulado |
| | | 6 | Arco |
| | | 7 | Atirantado |
| | | 8 | Colgante |
| | | 9 | Otro |
| 02 | Puente Provisional | 1 | Modular Bailey |
| | | 2 | Modular Mabey |
| | | 3 | Modular Acrow |
| | | 4 | Modular SIMA |
| | | 5 | Yawata |
| | | 6 | Otro |
| 03 | Estructura Artesanal | 1 | Vigas de Troncos de Árboles |
| | | 2 | Mampostería |
| | | 3 | Concreto Simple o Ciclópeo |
| | | 4 | Concreto Reforzado con Rieles de Ferrocarril |
| | | 5 | Otro |

Tabla A. 3 Tabla de funcionalidad

| Código | Calificación | Descripción de la Condición |
|--------|--------------|---|
| 1 | Buena | Limpia (la vía y cauce del río debajo del puente) |
| 2 | Regular | Parcialmente obstruida (la vía y cauce del río debajo del puente) |
| 3 | Mala | Totalmente obstruida (la vía o cauce del río debajo del puente) |

| SIB- Descripción de campos de formatos | |
|---|--|
| | de conservación de 1 dígito. Valores permitidos [1-5]. Código del estado de conservación 1- Muy bueno 2- Bueno 3-Regular 4-Malo |
| Identificación de Calzada | Texto de dos caracteres, en mayúsculas. Valores permitidos: CD: Creciente – Decreciente UC: Únicamente - Creciente UD: Únicamente - Decreciente |
| Ancho de berma (m) – Izquierda/Derecha | Número con dos decimales (medición al centímetro). |
| Descripción_Señal | Describir el texto o detalles inscrito en la señal, texto en mayúsculas, sin tildes ni caracteres especiales. |
| Clasificación | Código de tipo de clasificación de las señales de 1 dígito. Valores permitidos [1-3]. Clasificación de las Señales Verticales 1 Señales reguladoras o de reglamentación 2 Señales de prevención 3 Señales de Información |
| Soporte | Código de tipo de soporte de la señal de 1 dígito. Valores permitidos [1-3]. Dato requerido. Tipo: Poste o Soporte 1 Poste 2 Bandera 3 Pórtico |
| Material | Código de tipo de material de la señal de 1 dígito. Valores permitidos [1-4]. Código de material 1 Acero 2 Concreto 3 Madera 4 Otro |
| Condición funcional (Señalización) | Código de condición del puente de 1 dígito. Valores permitidos [1-2]. Condición Funcional 1-Buena (Buenas condiciones limpios y legibles) 2-Malo (Presenta daños, ineficiente y pérdida de autoridad) |
| Condición funcional (Puente y/o pontones) | Código de condición del puente de 1 dígito. Valores permitidos [1-3]. Condición Funcional 1-Buena(Cauce sin problemas debajo del puente) 2-Regular(Obstrucción parcial del puente o gálibo) 3-Mala(Totalmente obstruido la vía del puente o cauce del río debajo del puente) |
| Clase | Código de clase de puente de 2 dígitos en formato texto. Clase 1- Puente Definitivo 2-Puente Provisional 3-Estructura Artesanal |
| Tipo | Código de tipo de puente de 1 dígito. Valores permitidos [1-9], de acuerdo a la clase especificada en el dato anterior. Tipo Puente Definitivo 1-Losa 2-Losa sin vigas 3-Celular Estilo Alcantarilla |

| SIB- Descripción de campos de formatos | |
|---|---|
| | 4-Pórtico 5-Reticulado 6-Arco 7-Atirantado 8-Colgante 9-Otro Puente Provisional 1-Modular Bailey 2-Modular Mabey 3-Modular Acrow 4-Modular Sima 5-Yawata 6-Otro Estructura Artesanal 1-Vigas de tronco de árboles 2-Mampostería 3-Concreto Simple o ciclópeo 4-Concreto reforzado con rieles de ferrocarril 5-Otro |
| Numero de vías (Puentes y/o Pontones) | Número con una cifra. Dato requerido. |
| Tablero de rodadura | Número con una cifra. Código de tablero de rodadura 1- Concreto 2- Acero 3-Madera |
| Longitud (Luz del puente – m.) | Número con dos decimales (medición al centímetro). |
| Ancho de calzada en el puente (m) | Número con dos decimales (medición al centímetro). |

3. Glosario de términos

Este vocabulario es parte integral del Manual a desarrollar para la comprensión y aplicación de los procedimientos.

El vocabulario se ha elaborado teniendo como base el Documento oficial aprobado por RM N° 660-2008-MTC/02 y la versión actualizada de Junio 2013 Aprobada por Resolución Directoral N° 18-2013-MTC/14 del Ministerio de Transportes y comunicaciones, al que se ha agregado otros términos de uso frecuente.

Abra: Punto geográfico de paso, que por lo general constituye el de mayor altitud en una vía.

Alcantarilla: Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

Altitud: Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar).

Badén: Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

Coordenadas de referencia: Referencias ortogonales Norte-Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

Calzada: Ver Superficie de rodadura.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cunetas: 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.

Clasificador de rutas: Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Incluye las carreteras existentes y en proyecto, el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta.

Derecho de vía: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

Empalme: Conexión de una carretera con otras, acondicionada para el tránsito vehicular.

Eje de la carretera: Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

Georeferencia: Localización precisa de un punto en un mapa de cualquier lugar de la superficie de la tierra, localización obtenida por un colector de datos.

GPS-Receptor: Instrumento receptor de señal satelital de geoposicionamiento, utilizado para establecer ubicaciones geodésicas (longitud, latitud, altitud) de puntos geográficos, con diferentes grados de exactitud y precisión.

Infraestructura vial de la carretera: Toda carretera que conforma o no el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

Intercambio vial: Zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel para el desarrollo de todo los movimientos posibles de cambio de dirección de una carretera a otra sin interrupciones del tráfico vehicular

Intersección: Caso en que dos o más vías se interceptan a nivel o desnivel.

Inventario vial: Registro ordenado, sistemático y actualizado de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

Itinerario: Dirección y descripción de una carretera con indicación de sus puntos notables.

Mapas viales: Diagramas viales a escala y con coordenadas geográficas, que pueden ser de carácter nacional, departamental o provincial.

Paso a nivel: Cruce a la misma cota entre una carretera y una línea de ferrocarril o entre dos carreteras.

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

Peaje: Tasa que paga el usuario, por el derecho de utilizar la infraestructura vial pública.

Pendiente de la carretera: Inclinação del eje de la carretera, en el sentido de avance.

Puente: Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial.

Punto Notable: Sitio o lugar importante en el itinerario de una ruta, tales como puentes, ciudades, centros poblados, abras, túneles, etc.

Plataforma: Superficie superior de una carretera, incluye calzadas o superficie de rodadura, bermas, veredas, separadores centrales y cunetas, según corresponda.

Ramal: Bifurcación de una carretera que tiene un punto de inicio fijo, siendo que su punto final no se conecta necesariamente con otra vía similar o de mayor rango vial.

Rampa: Ramal de intercambio con pendiente, destinado a empalmar una vía con otra a niveles diferentes.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Red vial: Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural)

Red vial departamental o Regional: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

Red Nacional: Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

Red vecinal o rural: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

Ruta: Carretera definido entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.

Sección transversal: Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

Señalización vial: Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

Sobrecosto: Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Superficie de rodadura: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

Transitabilidad: Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.

Trayectoria: Ver Itinerario.

Vía: Camino, arteria o calle.

Vía de evitamiento: Vía que se construye para evitar atravesar una zona urbana.