

**PARTICIPACION EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA DEL INGENIO
MAYAGÜEZ S.A. MUNICIPIO DE CANDELARIA VALLE**



JULIAN URIBE TASCÓN

INFORME FINAL DE PASANTIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ENTIDAD RECEPTORA: INGENIO MAYAGÜEZ S.A.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIAS Y TRANSPORTE
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN
2010**

**PARTICIPACION EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA DEL INGENIO
MAYAGÜEZ S.A. MUNICIPIO DE CANDELARIA VALLE**



JULIAN URIBE TASCÓN

**DIRECTORA PASANTÍA:
ING. ALEXANDRA ROSAS PALOMINO**

**ASESOR DE PASANTIA:
ING. EDWIN HOLZINGER HURTADO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIAS Y TRANSPORTE
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN
2010**

Observaciones

Director de trabajo de grado

Ing. Alexandra Rosas Palomino

Jurado

Ing. Hernán Nope Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	8
2. JUSTIFICACION.....	10
3. OBJETIVOS.....	12
3.1. Objetivo General.....	12
3.2. Objetivos Específicos.....	12
4. ENTIDAD RECEPTORA.....	13
4.1. Ingenio Mayagüez S.A.....	13
4.1.1. Misión.....	13
4.1.2. Visión.....	13
4.1.3. Reseña Histórica.....	13
4.1.4. Ubicación Geográfica.....	14
4.1.5. Productos.....	15
4.2. Departamento de Ingeniería Agrícola.....	15
5. FUNCIONES COMO AUXILIAR DE INGENIERIA.....	18
6. INVENTARIO VIAL.....	19
6.1. Alcance.....	19
6.2. Metodología.....	21
6.2.1. Primera Fase.....	21
6.2.1.1. Vías para el transporte de caña.....	22
6.2.1.1.1. Vías primarias o principales.....	22
6.2.1.1.2. Vías secundarias.....	23
6.2.1.1.3. Vías terciarias.....	24

6.2.2. Segunda Fase.....	25
6.2.2.1. Puntos de inicio y fin.....	26
6.2.2.2. Ancho de calzada.....	26
6.2.2.3. Tipo de superficie.....	26
6.2.2.4. Daños en vías afirmadas.....	27
6.2.2.4.1. Pozos.....	27
6.2.2.4.2. Ahuellamiento y hundimiento.....	27
6.2.2.4.3. Material suelto o ausencia de material.....	28
6.2.2.5. Obras de drenaje.....	28
6.2.2.5.1. Alcantarillas y box culverts.....	28
6.2.2.6. Muros de contención.....	30
6.2.2.7. Puentes y pontones.....	31
6.2.3. Tercera Fase.....	32
6.2.3.1. Presupuesto de mantenimiento de vías.....	37
6.2.3.2. Presupuesto de cabezales.....	39
6.3. Resultados.....	40
6.4. Recomendaciones.....	43
7. OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	49
7.1. Canal - Viaducto San Antonio Boyacá.....	50
7.2. Bacheo vía Rumia.....	57
7.2.1. Parámetros de diseño.....	58
7.2.2. Interventoría.....	59
7.3. Cabezales en bolsacreto - Proyecto drenajes.....	63
7.4. Drenajes zona Gualí.....	62
7.5. Muro de protección - Estación de bombeo Sincerin.....	68

8. ASPECTOS RELEVANTES.....	70
8.1. Paso temporal - El Pindo.....	70
8.2. Construcción de losa - Antiguo quiebrapatas.....	73
8.3. Paso temporal - Lote Japón.....	75
9. CONCLUSIONES.....	78
10. BIBLIOGRAFIA.....	82
11. INDICE.....	83
11.1. Índice de Figuras.....	83
11.2. Índice de Tablas.....	84
11.3. Índice de Fotos.....	85
12. ANEXOS.....	87

1. INTRODUCCION

El transporte de la caña de azúcar desde los campos cañeros hasta los centrales azucareros es una tarea compleja desde el punto de vista de su programación.

Los principios de seguridad, servicio, economía y comodidad para los demás usuarios que transitan por las vías nacionales en las que se transporta la caña de azúcar, siempre han sido acatados por el ente gubernamental a la hora de establecer las normas del permiso especial.

Alineados con estos principios y propósitos, la Agroindustria y concretamente los Ingenios ubicados al Sur del Departamento del Valle del Cauca y Norte del Departamento del Cauca, iniciaron en el año 2005 un ambicioso proyecto de desarrollo de vías azucareras.

El proyecto tiene el objetivo de trazar, adecuar, conformar y/o construir vías azucareras, integrando vastas zonas sembradas en caña a través de una infraestructura vial privada para uso exclusivo del transporte extra dimensionado de caña. Este proyecto implica importantes inversiones en estudios técnicos, adecuación de tramos, construcción de obras civiles, suministro de materiales y horas máquina para conformación de vías así como rediseño de áreas actualmente en producción de caña.

En la ejecución del proyecto de pasantía se llevó a cabo un inventario vial con el fin de conocer el estado actual de las vías y toda su infraestructura, lo que permitirá realizar mejoras a las vías actuales.

Los inventarios viales calificados en caminos no pavimentados, están cada vez tomando mayor consideración para el diseño de programas de gestión vial, a su vez los costos de su ejecución se van reduciendo, debido a los

bajos precios de la tecnología disponible en cuanto a georeferenciación y equipos de toma de datos.

De igual forma, mediante la implementación del inventario vial, el Departamento de Ingeniería Agrícola encargado de la red vial del Ingenio, podrá evaluar desde el punto de vista técnico y económico, el alcance de las estrategias de mantenimiento, rehabilitación y/o reconstrucción, necesarias para conservar el patrimonio vial, mantener o mejorar el nivel de servicio y mantener en rangos razonables los costos de operación vehicular.

2. JUSTIFICACION

El desarrollo de los actuales sistemas de transporte de caña en la Industria Azucarera Colombiana se ha realizado dentro de un objetivo claro de mejoramiento de eficiencias a través del rediseño de equipos, fortalecimiento de los sistemas de programación y control logístico, ampliación de la infraestructura vial privada y los diseños de campo.

La ampliación de la infraestructura vial privada cobra importancia frente a la tendencia de las Instituciones del Estado a ejercer mayores restricciones sobre el transporte extra dimensionado de caña de azúcar por las vías nacionales. Ante esto, la Agroindustria dio inicio al desarrollo de vías azucareras conjuntas, interconectando vastas áreas sembradas en caña.

El Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) de Colombia a través de la Subdirección de Apoyo Técnico, conceden anualmente a los Ingenios Azucareros un permiso especial para el transporte terrestre de caña de azúcar y de bagazo por carreteras de la red vial nacional en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Risaralda.

En materia de seguridad vial, se fortalecieron y unificaron los criterios de mantenimiento y señalización de los cruces fijos y temporales utilizados por la Agroindustria sobre vías nacionales, entre ellos, la limpieza del lodo de la calzada de circulación con sistemas de lavado de agua a presión y cepillos especiales. La instalación de señales preventivas en cada sentido de circulación desde los 500 metros de aproximación, líneas reductoras de velocidad, sistemas de iluminación (semáforos, avisos y/o lámparas intermitentes) y guardavías con su respectiva dotación y elementos de señalización.

Para disminuir costos en los presupuestos y tener tranquilidad con el transporte de la caña de azúcar, se define mantener en perfecto estado la red vial privada e invertir en ella para un mejor rendimiento en la producción.

El objeto de realizar el inventario vial y diagnóstico de la red vial del Ingenio, es contar con una herramienta que sirva de punto de partida para planificar y organizar la inversión de los recursos destinados al mantenimiento, rehabilitación y construcción de vías.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Participar como Auxiliar de Ingeniería en los procesos referentes a las obras civiles y mantenimiento de vías por parte del departamento de Ingeniería Agrícola del Ingenio Mayagüez S.A.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las funciones del Auxiliar de Ingeniería en el departamento de Ingeniería Agrícola.
- Reconocer la red vial del ingenio y su clasificación interna de acuerdo al manejo que le da el ingenio.
- Realizar el inventario vial de las vías presupuestadas para mantenimiento en el año 2010.
- Formular en lo que sea posible soluciones o estrategias para mejoramientos de obras civiles en el Ingenio.
- Realizar interventoría de las obras civiles realizadas en el ingenio desde el punto de vista técnico y/o administrativo.

4. ENTIDAD RECEPTORA

4.1. Ingenio Mayagüez S.A.



4.1.1. Misión

Mayagüez S.A. es una empresa agroindustrial con un sistema productivo integrado altamente eficiente, dedicada a satisfacer las necesidades y expectativas del cliente nacional e internacional, con productos derivados de la caña de azúcar para garantizar rentabilidad a sus accionistas, conservar el medio ambiente y contribuir al bienestar de sus colaboradores y la comunidad.

4.1.2. Visión

Ser competitivos a nivel mundial transformando caña de azúcar en energía saludable.

4.1.3. Reseña Histórica

En el Valle geográfico del río Cauca, al suroccidente colombiano, se creó en 1937 Mayagüez S.A., un ingenio a la vanguardia del desarrollo de la agroindustria azucarera de Colombia.

El ingenio va ligado directamente al espíritu de sus fundadores Don Nicanor Hurtado y Doña Ana Julia Holguín de Hurtado, quienes de acuerdo con los cambios económicos y tecnológicos de su tiempo transformaron el trapiche panelero en la base industrial de Mayagüez S.A.

La visión de Don Nicanor lo llevó a tecnificar la elaboración artesanal hacia la producción industrial de azúcar y recibió la década de los cuarenta con nuevo personal especializado, entre ellos sus sobrinos, quienes marcan la pauta de trabajo para el manejo de las futuras generaciones de esta empresa de familia.

Las políticas económicas de la época obligaron a Don Nicanor Hurtado hacia los años sesenta a buscar especialistas para la modernización de la empresa. Es en Puerto Rico donde contrata al Ingeniero Mecánico Salvador Bou y al Ingeniero Químico William Mayoral. Con ellos trajo en 1967 la maquinaria que da el salto definitivo a la gran industria que es hoy Mayagüez S.A.

4.1.4. Ubicación Geográfica

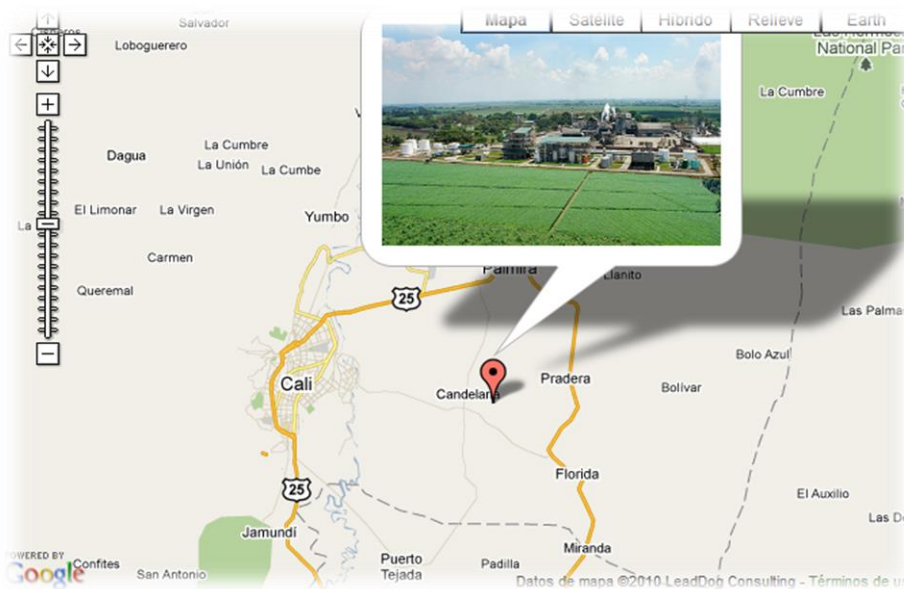


Figura 1. Ubicación geográfica.

Las instalaciones están localizadas en el Departamento del Valle del Cauca, municipio de Candelaria, a 30 kilómetros de la ciudad de Santiago de Cali, y abarca en su área de influencia siete municipios de ese Departamento. Cuenta con una precipitación promedio de 1200 milímetros al año, 24° C y 1069 metros sobre el nivel del mar.

4.1.5. Productos

En Mayagüez se producen y comercializan varios tipos de Azúcar Blanco y Crudo para satisfacer las necesidades de sus clientes. El azúcar es una fuente natural de sabor para toda clase de productos de panadería, galletería, chocolatería, dulcería, jugos, alimentos, bebidas y lácteos.

4.2. Departamento de Ingeniería Agrícola

Este departamento es el encargado de la adecuación y preparación de tierras.

Con la adecuación se logra dotar un área con la infraestructura apropiada para el mejor aprovechamiento de los recursos de suelo y agua, con el propósito de mejorar la productividad para que la actividad agrícola sea sostenible y brinde beneficios económicos, sociales y ambientales.

La adecuación se compone de cuatro etapas: topografía, diseño, nivelación y obras de infraestructura.

En la topografía se capturan datos en campo de elementos naturales y artificiales que componen un terreno para su posterior representación en un plano topográfico.

El diseño es el trazado sobre un plano topográfico de la distribución de lotes en el campo con todos los elementos que componen la infraestructura de vías, riego y drenaje.

En el diseño se tienen los siguientes criterios a consideración:

Suelo: Propiedades físicas y/o químicas
 Limitaciones en profundidades de corte en nivelación

Topografía: Sectorización de áreas
 Identificación de áreas con problemas de nivelación
 Integración con suertes contiguas
 Pendientes

Vías: Acceso de vehículos y maquinaria
 Salidas para la cosecha

Riego: Sistema de riego (gravedad, aspersión, politubulares, ventanas)
 Infraestructura de riego (fuente y conducciones)

Drenaje: Sistema de drenaje (abierto y/o entubado)
 Nivel freático
 Evacuación de aguas lluvias y sobrantes de riego

En la nivelación se modifica el relieve superficial mediante cortes y rellenos. Hay que obtener pendientes uniformes para facilitar las labores de riego y drenaje superficial, y la ejecución de otras labores culturales.

Dentro de las obras de de infraestructura están:

De protección: Jarillones, gaviones y cortinas

De captación: Bocatomas y estaciones de bombeo

De almacenamiento: Reservorios

De conducción: Canales revestidos, tuberías enterradas y pasos en tubería

En la adecuación es necesario involucrar toda la infraestructura de vías del lote, con el fin de facilitar la maniobrabilidad de los equipos y evitar posibles daños, especialmente durante la cosecha.

5. FUNCIONES COMO AUXILIAR DE INGENIERIA

Dentro de estas funciones están:

- Visitar haciendas o sitios en donde se requiera construcciones civiles y hallar las cantidades de obra para ser entregadas a los contratistas.
- Elaborar cuadros en donde se compare ítem por ítem las cotizaciones presentadas por los contratistas, para posteriormente ser adjudicado el contrato.
- Participar en el seguimiento de obra en los procesos constructivos llevados a cabo por los diferentes contratistas.
- Aportar estrategias que permitan solucionar problemas de tipo administrativo y/o técnico en el Departamento de Ingeniería Agrícola.

6. INVENTARIO VIAL

6.1. Alcance

El Alcance del Inventario Vial se detalla a continuación:

- **Definición de la geometría básica:** Consiste en determinar las variables geométricas básicas de la vía tales como longitud de tramos y anchos de calzada.
- **Generación de planos georeferenciados:** Mediante la toma de información directa en campo, se levantará la información para la generación de planos que permitan identificar la forma de los tramos que conforman la red vial, asociar la información, atributos de inventario y diagnóstico de los mismos.
- **Inventario fotográfico:** Como complemento a los planos georeferenciados, se levantará la información visual de la vía mediante la toma de registros fotográficos sobre la totalidad de los tramos de carretera inventariados.
- **Tipo de superficie:** Para cada tramo que conforma la red vial, se definirá y georeferenciará los tipos de superficie que los conforman (afirmado, tierra).
- **Estado superficial:** Para cada tramo que conforma la red vial, se establecerá su estado superficial mediante la identificación y valoración de los daños superficiales representativos presentes en los tipos de superficies.

- **Ubicación y estado de obras:** Para cada una de las estructuras ubicadas en cada uno de los tramos inventariados, tales como alcantarillas, box culverts, muros, pontones y puentes, se determinará su ubicación georeferenciada, tipo y estado general a partir de su evaluación visual.

Por último se detalla el alcance propuesto para el sistema de gestión particular:

1. Base de datos: Los atributos resultantes del inventario y diagnóstico se organizarán y almacenarán en una base de datos, proyectada de tal forma que permita su mejoramiento, ampliación y mantenimiento a través del tiempo.
2. Generación de planos georeferenciados de acuerdo a los atributos inventariados y diagnosticados en cada uno de los tramos de la red vial.
3. Consulta del inventario fotográfico por tramo inventariado.
4. Realizar el presupuesto para mantenimiento de las vías evaluadas.

Dentro de este alcance no fue tenido en cuenta trazar ejes de vías, pues ya están localizados en el plano general. El abscisado de las vías y de las obras evaluadas no se pudo llevar a cabo, debido a que no se trabajó con ningún tipo de odómetro.

6.2. Metodología

6.2.1. Primera Fase

Con apoyo del Departamento de Ingeniería Agrícola se realizó un reconocimiento de la red vial del Ingenio.

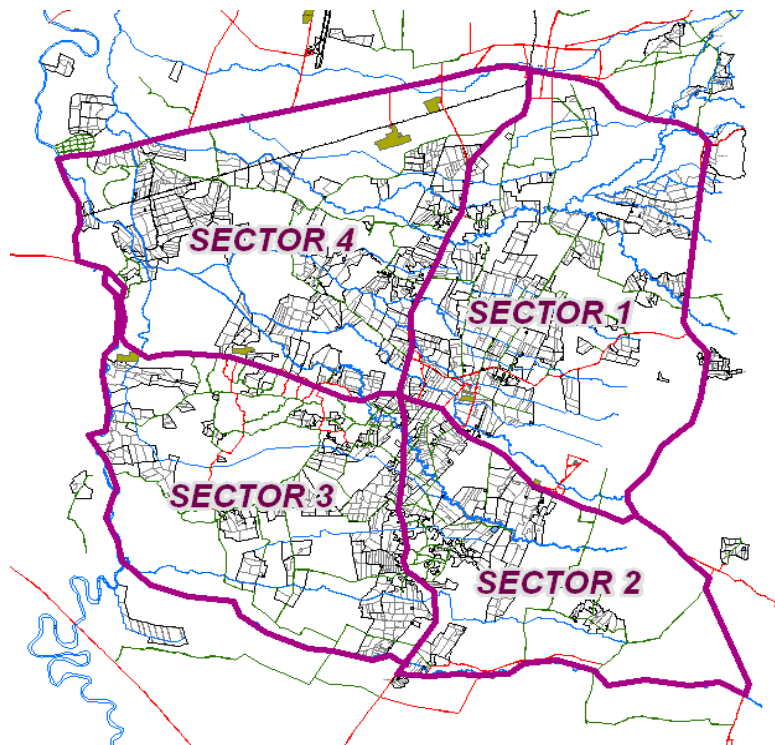


Figura 2. Sectorización en el plano general de haciendas.

Sobre el plano general de haciendas del Ingenio se definieron cuatro sectores limitados por principales vías, entre ellas la vía Cali – Florida (Departamental) y la vía Panamericana (Nacional).

Posteriormente se escogió en cada sector las principales rutas o vías utilizadas por el Ingenio para el transporte de la caña de azúcar, desde las haciendas hasta sus instalaciones, y luego fueron enumeradas.

Luego se identificó plenamente el punto de inicio y el punto final de cada una de las vías en sus respectivos sectores.

Se clasificaron en vías privadas, siendo estas las primarias y secundarias, y en públicas. Para su respectivo código o nombre, se tuvo en cuenta el sector y la enumeración asignada a cada una de las vías, es decir, a la ruta o vía 1 del sector 1 se le llamó S1R1.

6.2.1.1. Vías para el transporte de caña

Las vías son estructuras civiles que se construyen para el paso en forma rápida y segura de los vehículos transportadores de caña. Se dividen en primarias, secundarias y terciarias.

6.2.1.1.1. Vías primarias o principales

Se utilizan para el tránsito de tractomulas y sistemas de “doble canasta”. Su construcción se hace mediante el descapote previo del terreno, nivelación de la subrasante, relleno y compactación de la misma con material de afirmado, y pendiente transversal hacia uno o ambos lados de acuerdo con la localización de las obras de drenaje y riego. El ancho de la calzada es, normalmente, de 9 m más 1 m adicional desde el eje del canal de riego y una distancia igual desde la cuneta.

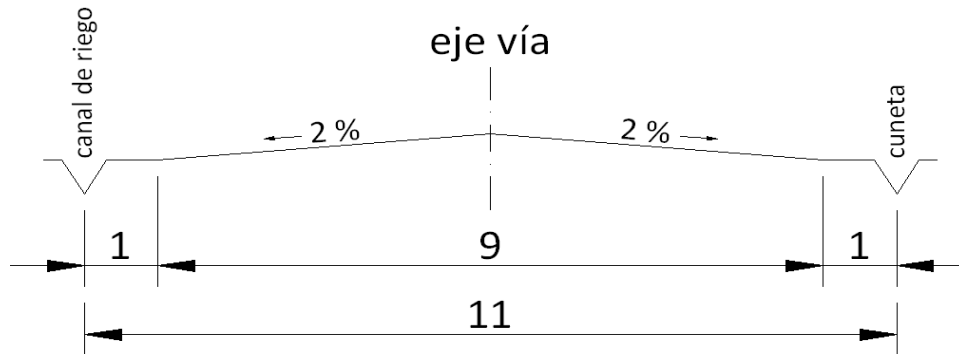


Figura 3. Vías primarias o principales.

6.2.1.1.2. Vías secundarias

Forman los callejones que dividen las suertes, tienen doble vía para facilitar el tránsito de trenes cañeros y los sistemas de autovolteo hacia los patios de transbordo o bahías para el estacionamiento de las tractomulas. Generalmente se encuentran en la misma dirección del surco, y su construcción se hace en forma similar a la de las vías primarias. El ancho de la calzada es de 7 m y los ejes de los canales de riego y de drenaje son de 1 m cada uno.

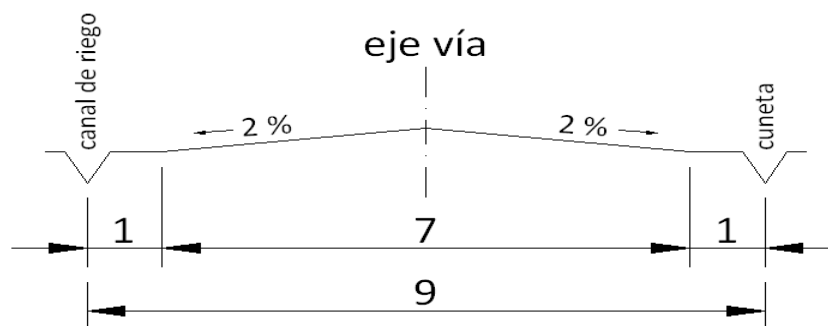


Figura 4. Vías secundarias.

6.2.1.1.3. Vías terciarias

Son callejones que dividen tablones dentro de una misma suerte y su dirección es perpendicular a los surcos que desembocan en una vía secundaria. Se construyen en suelos bien compactados con pendiente hacia la cuneta de drenaje. En lo posible se deben revestir con pasto argentina.

En estas vías, el ancho de la calzada es de 4.50 m, mas 1 m a partir del eje de la acequia de riego y 0.50 m de la cuneta de drenaje.

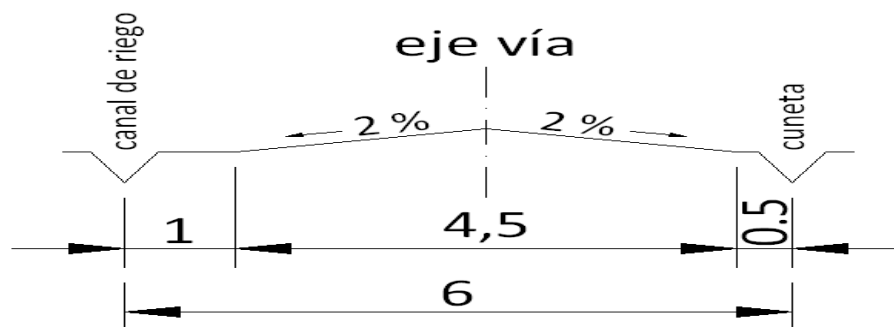


Figura 5. Vías terciarias.

El mantenimiento de las vías se debe hacer en forma periódica mediante la limpieza de los canales laterales y la reposición de las vías primarias y secundarias con material de afirmado.

6.2.2. Segunda Fase

Para la georeferenciación en campo se utilizó un equipo receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Mobile Mapper Thales Navigation, que es un sistema de cartografía móvil, que combina la recogida de datos GIS (Sistema de Información Geográfica) con un software de navegación. Se complementa con un software de oficina de fácil visualización, edición y exportación de datos. Proporciona una precisión de 2–3 metros en tiempo real. Cuenta con una opción de corrección diferencial posprocesada que mejora la precisión hasta menos de 1 metro.



Figura 6. Receptor GPS.

Se llevó un registro en campo tanto fotográfico como en formatos. Estos formatos se plantearon de tal forma que permitieron registrar la suficiente información de cada vía. Se trabajaron los siguientes formatos: puntos de inicio y fin, ancho de calzada, tipo de superficie, daños en vías afirmadas, alcantarillas, box culverts, muros y puentes y/o pontones.

6.2.2.1. Puntos de inicio (PI) y fin (PF)

Estos puntos se tomaron ubicando sobre la vía referencias tales como postes, señales de tránsito y las mismas obras a evaluar, ya que no fue posible materializarlos con mojones, debido a los daños que podrían sufrir por la maquinaria pesada encargada de la preparación de tierras y cosecha de la caña.

6.2.2.2. Ancho de calzada

Se hizo la medición del ancho de calzada con cinta métrica. Debido a que no fue posible medir este ancho cada km, se realizaron varias mediciones a lo largo de cada hacienda que se encontrara sobre la vía y posteriormente se promediaron obteniendo un único ancho de calzada por hacienda, para después ser utilizado en el presupuesto de mantenimiento.

6.2.2.3. Tipo de superficie (TS)

Por medio de inspección visual, se determinó el tipo de superficie clasificándolo en destapado o afirmado, ya que las vías pavimentadas no fueron tenidas en cuenta debido a que la necesidad del Ingenio es aumentar y mejorar la infraestructura y red vial interna (vías afirmadas). Para este caso no se presento combinación de tipos de superficies, es decir, todas las vías evaluadas se encuentran con material afirmado, para lo que no fue necesario registrar cambios por combinación de estas.

6.2.2.4. Daños en vías afirmadas

Debido a que estas vías se encuentran en mantenimiento permanente, el estado de estas se determinó de acuerdo con la medición de los siguientes fallos que se observaran de forma representativa o significativa:

6.2.2.4.1. Pozos

Cavidades producidas en el afirmado en forma irregular y de diferentes tamaños. Arranque de material producido por el tráfico o imperfecciones localizadas.

CLASIFICACION	NIVEL DE SEVERIDAD	DESCRIPCION
5	No presenta daño	No existe daño
3	Bajo	Si la profundidad del pozo es menor de 50 mm
1	Alto	Si la profundidad del pozo es mayor a 50 mm

Tabla 1. Evaluación de pozos.

Para la medición de este deterioro se estableció el área afectada (m²).

6.2.2.4.2 Ahuellamiento y hundimiento

Alteraciones de nivel por hundimiento a lo largo de las huellas en zonas localizadas (hundimiento) debidos a la degradación de capas inferiores, problemas constructivos o fallos localizados.

CLASIFICACION	NIVEL DE SEVERIDAD	DESCRIPCION
5	No presenta daño	No existe daño
3	Bajo	Si la profundidad del hundimiento es menor de 50 mm
1	Alto	Si la profundidad del hundimiento es mayor a 50 mm

Tabla 2. Evaluación de ahuellamientos y hundimientos.

Para la medición de este deterioro se estableció el área afectada (m²).

6.2.2.4.3 Material suelto o ausencia de material

Material suelto debido a la falta de compactación o ausencia de material.

CLASIFICACION	NIVEL DE SEVERIDAD	DESCRIPCION
5	No presenta daño	No existe daño
3	Bajo	Se ha perdido el material de base. Mantiene transitabilidad.
1	Alto	Se ha perdido el material de base, siendo intransitable.

Tabla 3. Evaluación de material suelto o ausencia de material.

Para la medición de este deterioro se estableció el área afectada (m²).

6.2.2.5 Obras de drenaje

Se contabilizaron y ubicaron las obras de drenaje transversales que se encontraron en cada una de las vías.

6.2.2.5.1 Alcantarillas (A) y box culverts (B)

Para las alcantarillas se identificó el tipo de sección, el diámetro, la longitud, el material en que están construidas y los tipos de estructura de entrada y

salida. Para los box culverts se identificó el ancho, el alto, la longitud, el material en que están contruidos y los tipos de estructura de entrada y salida.

Tipos de alcantarillas:

- Tubería: Tubería sin cabezales.
- Simple: Tubería con cabezales.
- Doble: Dos tuberías.
- Múltiple: Varias tuberías.



Foto 1. Tubería.



Foto 2. Simple.



Foto 3. Doble.



Foto 4. Múltiple.

Por medio de inspección visual, se determinó el tipo de estructura de entrada y salida tanto para las alcantarillas como los box culverts.

Tipos de estructura:

- Encole
- Descole
- Aletas
- Pocetas
- Lavaderos
- Solado
- Disipador de energía

Se calificó el estado de servicio que presta la obra de acuerdo con lo siguiente:

CALIFICACION	ESTADO
5	Limpia/o
3	Medianamente colmatada/o
1	Colmatada/o

Tabla 4. Evaluación estado de servicio.

6.2.2.6 Muros de contención (M)

Se indicó el lado en el que se ubican teniendo en cuenta el sentido de la vía (derecha o izquierda). Con el uso de la cinta métrica, se estableció la altura del muro, su longitud, el ancho de la corona. Se clasificó el tipo de muro en bolsas de concreto, concreto ciclópeo de pata, concreto ciclópeo de corona, concreto hidráulico de pata, concreto hidráulico de corona, en piedra de pata,

en piedra de corona, en gaviones de pata, gaviones de corona y pantallas atirantadas.

Por medio de inspección visual se evaluó el estado de la estructura de acuerdo con lo siguiente:

CALIFICACION	DESCRIPCION
5	Sin daño o daño insignificante
4	Daño pequeño reparación no necesaria
3	Daño pequeño reparación necesaria
1	Daño grave reparación urgente

Tabla 5. Evaluación daños en muros.

Cabe resaltar que para estas vías ubicadas en terrenos totalmente planos, fueron encontrados alrededor de tres muros en todo el inventario vial.

6.2.2.7 Puentes (PU) y pontones (PO)

Para la evaluación de puentes y pontones se siguió la metodología establecida en el SIPUCOL¹ del Instituto Nacional de Vías INVIAS. Se indicó el nombre del puente, de igual forma el tipo de obstáculo que salva tal como ríos, quebradas, etc. Se determinó la geometría del puente, estableciendo el número de luces y carriles, el ancho de tablero, longitud total del puente, ancho de calzada, el gálibo, se identificaron los tipos de superestructura transversal y longitudinal, y se empleó como medida estándar metros lineales.

¹ Sistema de Administración de Puentes de Colombia, en el cual se describen las principales características y tipologías de los diferentes elementos del puente.

6.2.3 Tercera Fase

Se anexó al software del Sistema de Información Geográfica SIG la información obtenida en campo y se complementó con archivos existentes, de tal manera que quedaron identificadas las características primordiales de cada vía y su ubicación en el plano general.

Se realizó el presupuesto para mantenimiento de las vías en lo correspondiente a la escarificación, conformación, compactación del material de afirmado, y para la construcción de cabezales en bolsaconcreto y concreto simple en las obras de drenaje.

A continuación se describe el procedimiento para la vía S2R1:

1. Lectura del fichero descargado del receptor GPS (S2R1.mmj) con el programa Mobile Mapper Office y se exporta a formato Shape.

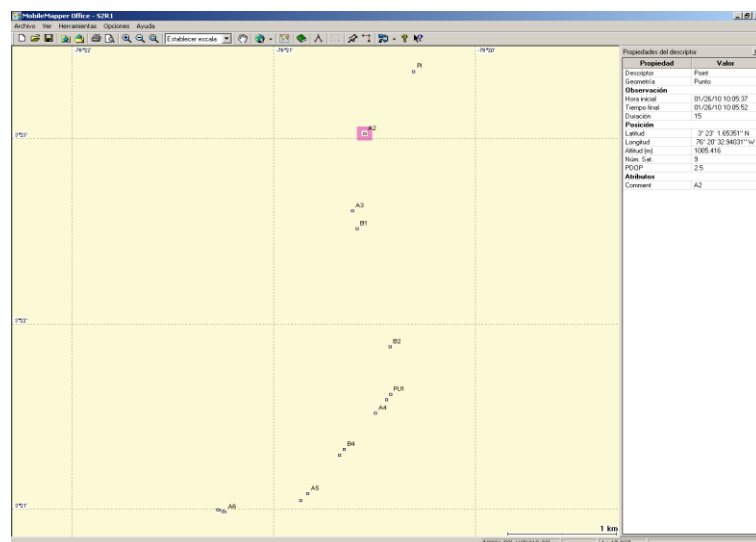


Figura 7. Descarga de datos.

2. Archivo dbf descargado del receptor GPS para edición en Excel:

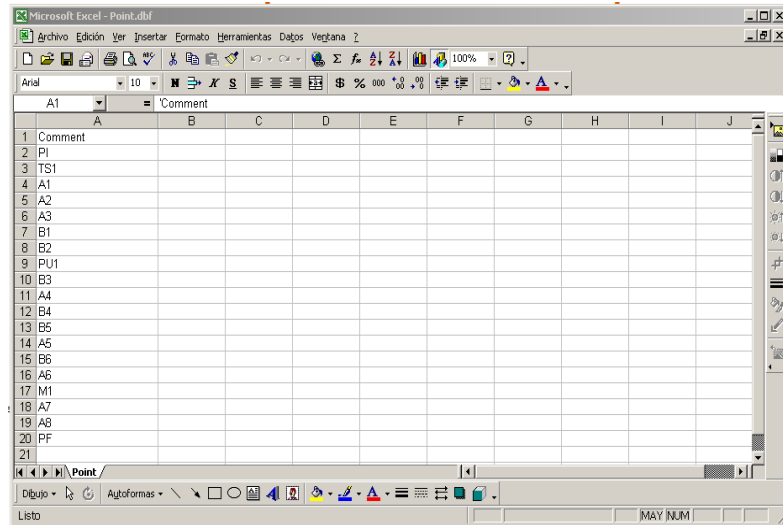


Figura 8. Puntos georeferenciados.

3. Se digitaron los atributos (medidas) para cada tipo de obra en Excel. Archivo dbf editado en Excel con la información de las obras civiles para generar base de datos:

1	COMMENT	TIPO	DIA_PUL	ANCHO_M	LONGITUD_M	ALTURA_M	MATERIAL	OBSERVACION
2	PI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	INICIO
3	TS1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	AFIRMADO
4	A1	ALC	14	N/A	16.90	N/A	CONCRETO	N/A
5	A2	ALC	20	N/A	11.20	N/A	CONCRETO	N/A
6	A3	ALC	20	N/A	12.50	N/A	CONCRETO	N/A
7	B1	BOX	N/A	0.85	12.80	1.30	CONCRETO	N/A
8	B2	BOX	N/A	1.20	11.70	0.90	MAMPOSTERIA	N/A
9	PU1	PTE	N/A	6.60	23.00	5.40	CONCRETO	N/A
10	B3	BOX	N/A	1.20	11.60	0.60	CONCRETO	N/A
11	A4	ALC	20	N/A	20.50	N/A	CONCRETO	N/A
12	B4	BOX	N/A	1.70	7.30	1.10	MAMPOSTERIA	N/A
13	B5	BOX	N/A	1.00	9.40	0.80	CONCRETO	N/A
14	A5	ALC	24	N/A	10.00	N/A	CONCRETO	N/A
15	B6	BOX	N/A	1.20	23.00	0.80	MAMPOSTERIA	N/A
16	A6	ALC	28	N/A	18.00	N/A	CONCRETO	N/A
17	M1	MUR	N/A	0.45	12.00	1.80	BOLSACRETO	N/A
18	A7	ALC	18	N/A	11.50	N/A	CONCRETO	N/A
19	A8	ALC	30	N/A	12.50	N/A	CONCRETO	N/A
20	PF	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	FIN
21								

Figura 9. Atributos de cada punto.

4. En el programa Pathfinder Office se importa el archivo Shape para convertirlo de coordenadas geográficas a coordenadas planas. Esto es necesario hacerlo porque el plano de base predial está en coordenadas planas:

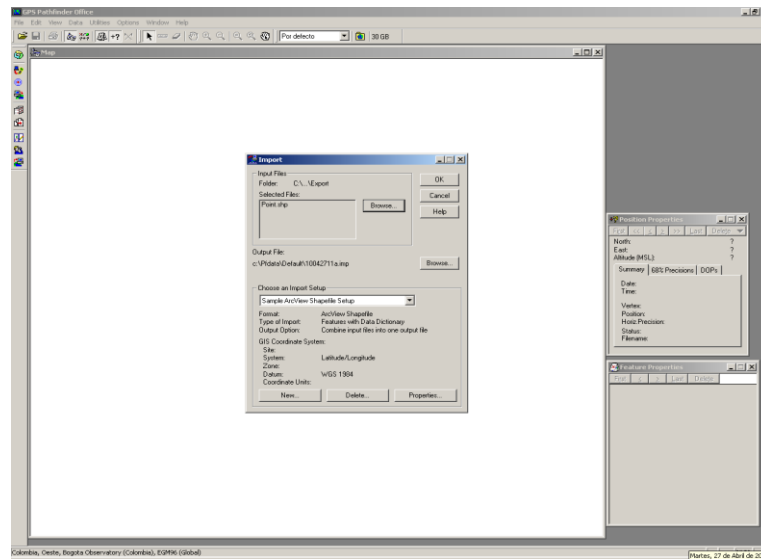


Figura 10. Procedimiento para conversión de coordenadas.

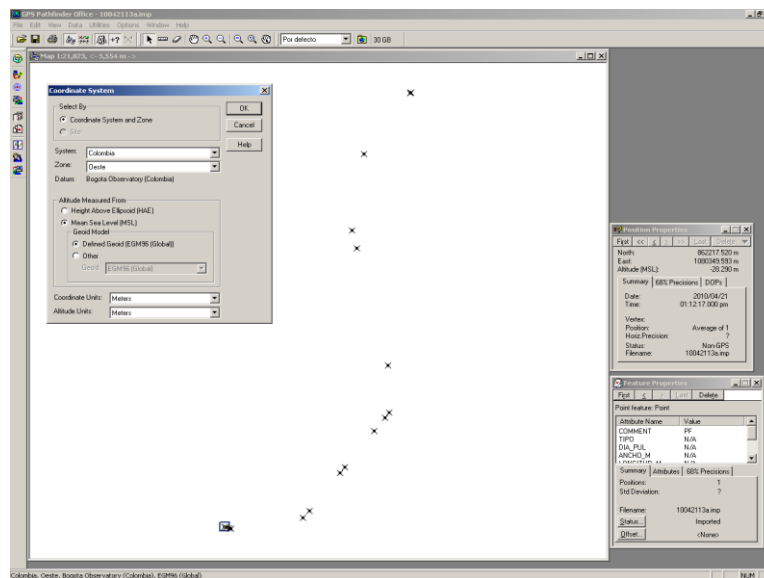


Figura 11. Coordenadas planas Norte – Este.

5. En el programa Pathfinder Office se exporta el archivo Shape en coordenadas planas:

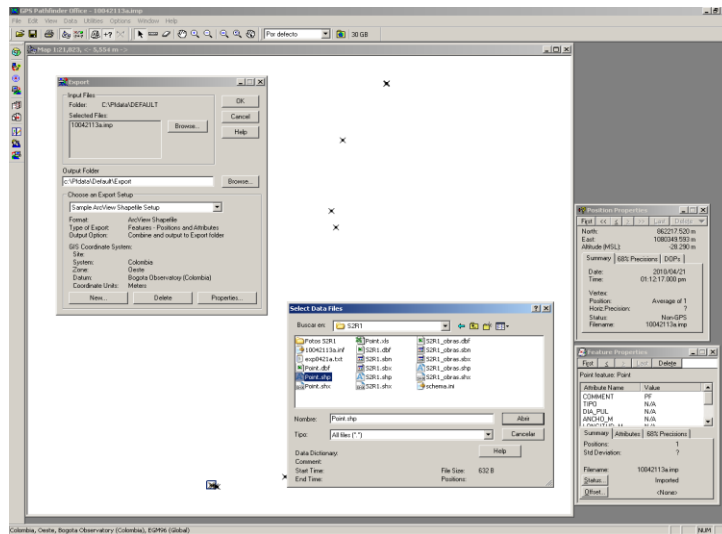


Figura 12. Archivo exportado.

6. En el programa Arc Map se adiciona el Shape de cada tramo. Luego se asociaron objetos geográficos (punto GPS) con los atributos anteriores y su respectiva foto, para su representación por medio del software SIG:

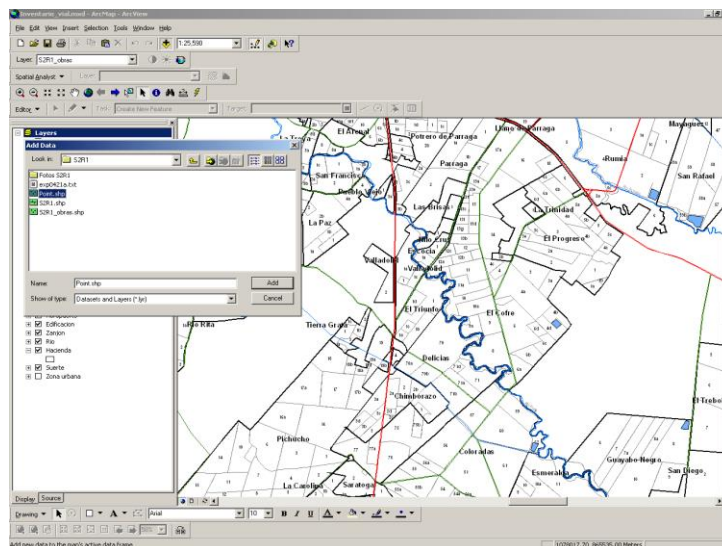


Figura 13. Procedimiento en Arc Map.

7. Se define la simbología para el tramo y las obras existentes:



Figura 14. Convenciones.

Se observan los diferentes tipos de obra con su respectiva convención o simbología para el tramo indicado (S2R1):

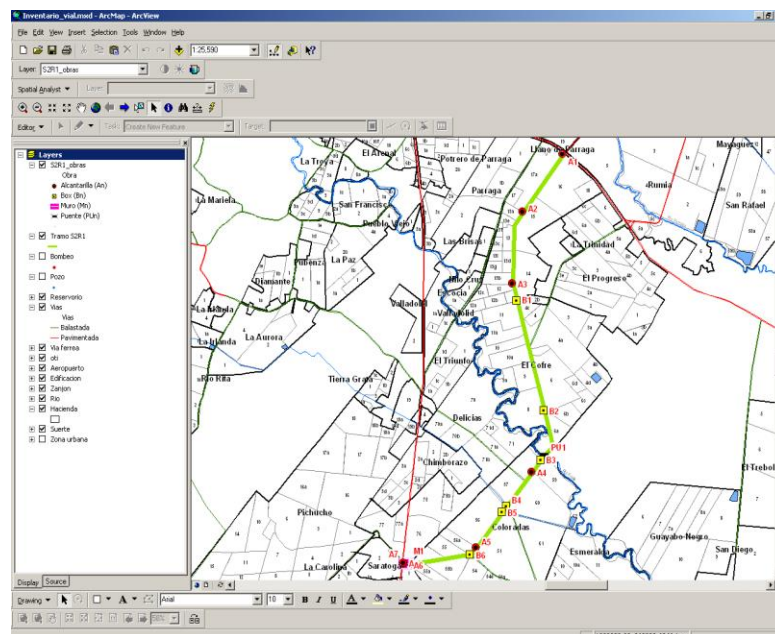


Figura 15. Tramo finalizado.

6.2.3.1 Presupuesto de mantenimiento de vías

Por medio de Autocad se hallaron las longitudes que tienen las haciendas a lo largo de toda la vía y posteriormente se definió la franja para cada una de ellas. La franja es la distancia que se maneja desde el sitio de la cantera del material hasta la respectiva hacienda. El Ingenio tiene para cada franja una tarifa establecida para el transporte y colocación de material en el sitio. El sitio de colocación de material se definió en el punto medio de cada hacienda.

Con base en los rendimientos obtenidos en pruebas realizadas por el Ingenio en varias ocasiones, se comprobó que en un día se conforman aproximadamente 270 ml de vía, y se emplea un tiempo de 8 horas en la motoniveladora escarificando y conformando material, 7 horas del vibrocompactador y 6 horas del tractor con el tanque irrigador. Teniendo en cuenta estos rendimientos de horas y tarifa/hora de cada equipo se realizó el presupuesto de mantenimiento de las vías.



Foto 5. Motoniveladora CAT 112 F y tractor con tanque irrigador



Foto 6. Vibrocompactador CAT

En la actualidad se está empleando para el material de afirmado roca muerta, que es traído desde una cantera ubicada en el municipio de Miranda en el departamento del Cauca. Se le hizo un análisis granulométrico y una prueba proctor modificado “Método B” donde se comprobó que su comportamiento es muy bueno para este tipo de vías.



Foto 7. Material de afirmado (roca muerta)

6.2.3.2 Presupuesto de cabezales

Se hizo el siguiente cálculo para la sección tipo (trapezoidal) del cabezal en bolsacreto:

Suponiendo tubería de 24" de diámetro que son aproximadamente 0.70 m se dejaron 0.20 m a ambos lados para una base menor $b = 1.10$ m.

Un recubrimiento de 0.80 m a la tubería para una altura $h = 1.50$ m.

Se maneja un talud 0.8:1.0, por lo tanto la base mayor es igual a

$$B = ((1.50 \times 0.8) \times 2) + 1.10 = 3.50 \text{ m.}$$

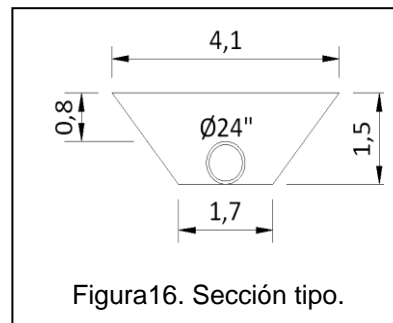
El cabezal debe empotrarse 0.30 m a ambos lados tanto arriba como abajo quedando $B = 4.10$ m y $b = 1.70$ m.

$$B \text{ (m)} = 4.10$$

$$b \text{ (m)} = 1.70$$

$$h \text{ (m)} = 1.50$$

$$\text{Área (m}^2\text{)} = 4.35$$

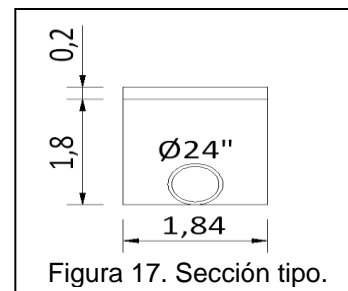


El costo por m² de bolsacreto es de \$65000 y se proyectó la construcción de 100 cabezales.

Para los cabezales en concreto simple se tuvo en cuenta una sección rectangular con guardarueda construida por contratistas en diferentes vías del Ingenio:

$$a \text{ (m)} = 1.84$$

$$h \text{ (m)} = 1.80$$



El costo por unidad es de \$450000 y se proyectó la construcción de 6 cabezales.

6.3 RESULTADOS

Presentación final para cada tramo:

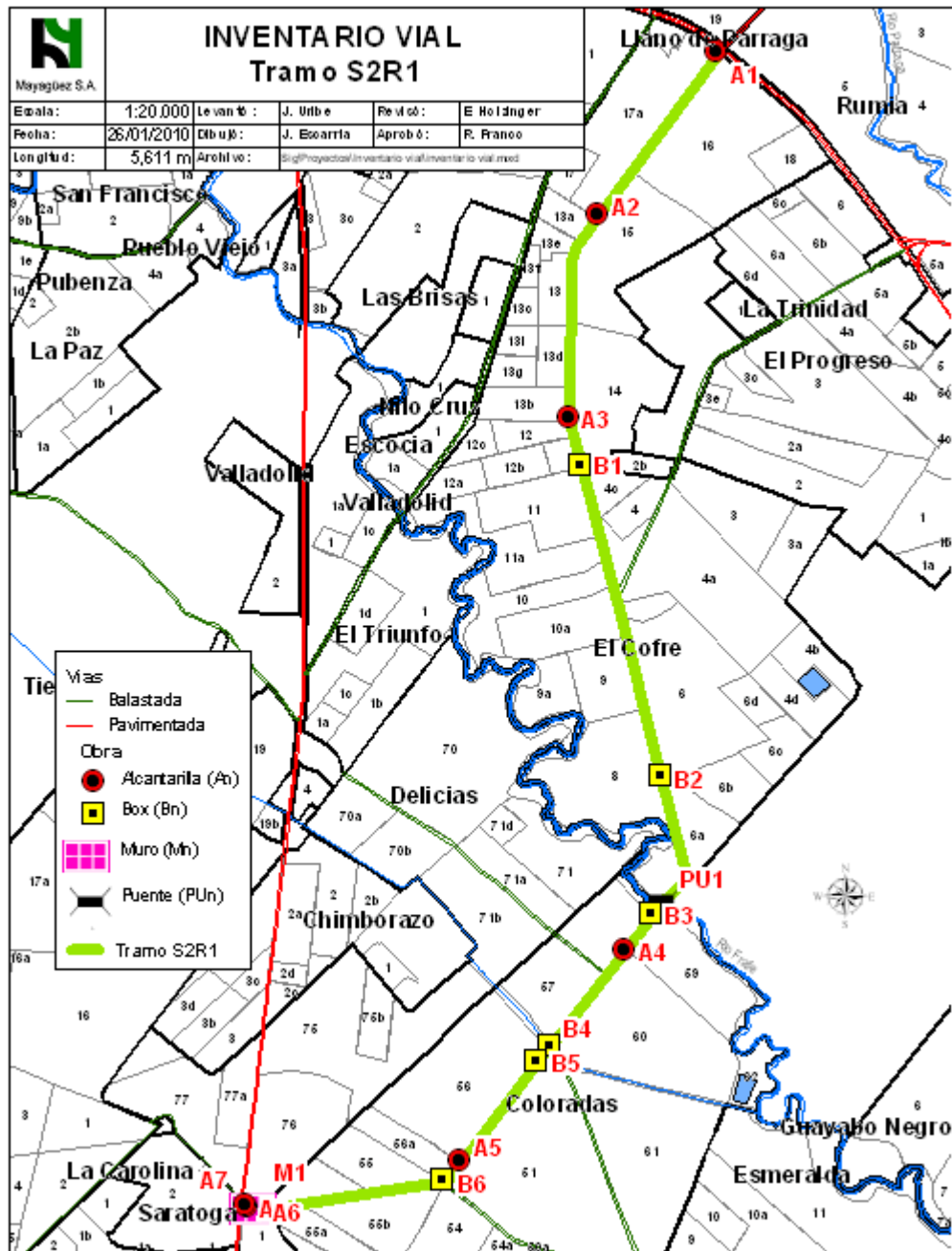


Figura 18. Plano generado S2R1

Presentación final para las obras. Cada obra muestra su información y se le pueden vincular imágenes:

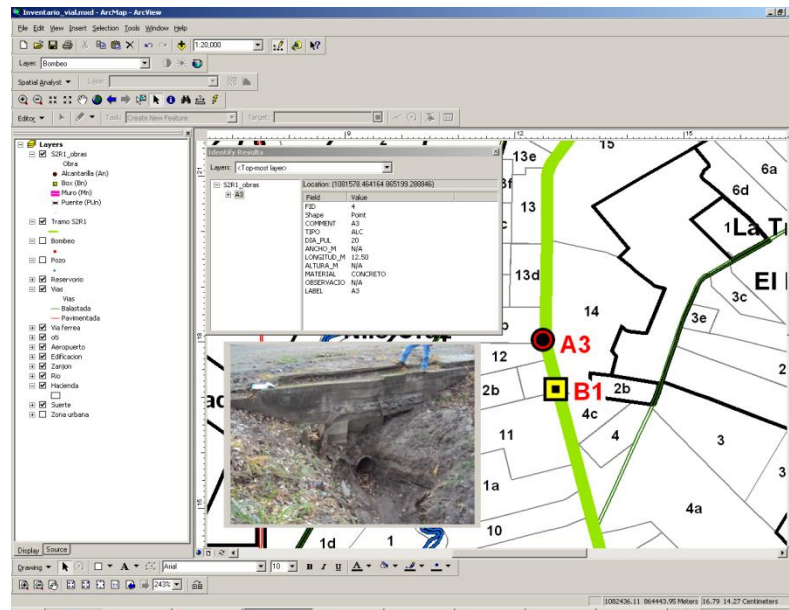


Figura 19. Alcantarilla A3

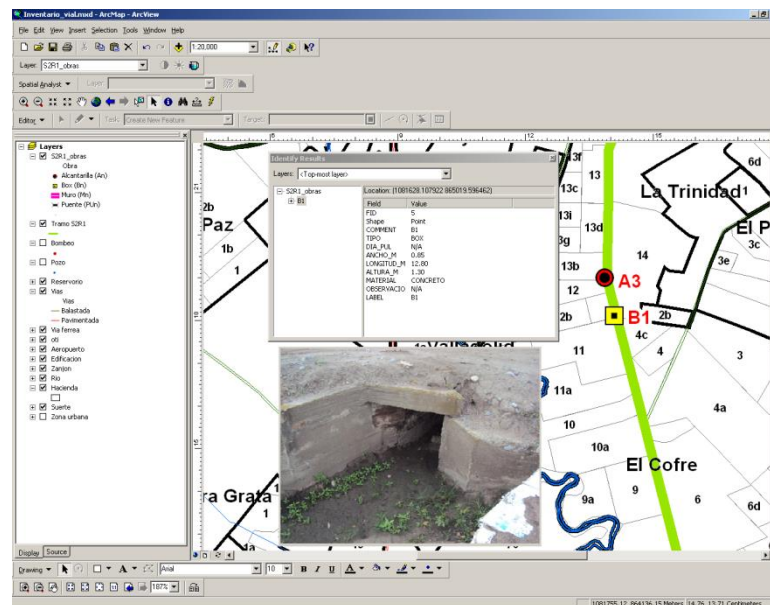


Figura 20. Box culvert B1

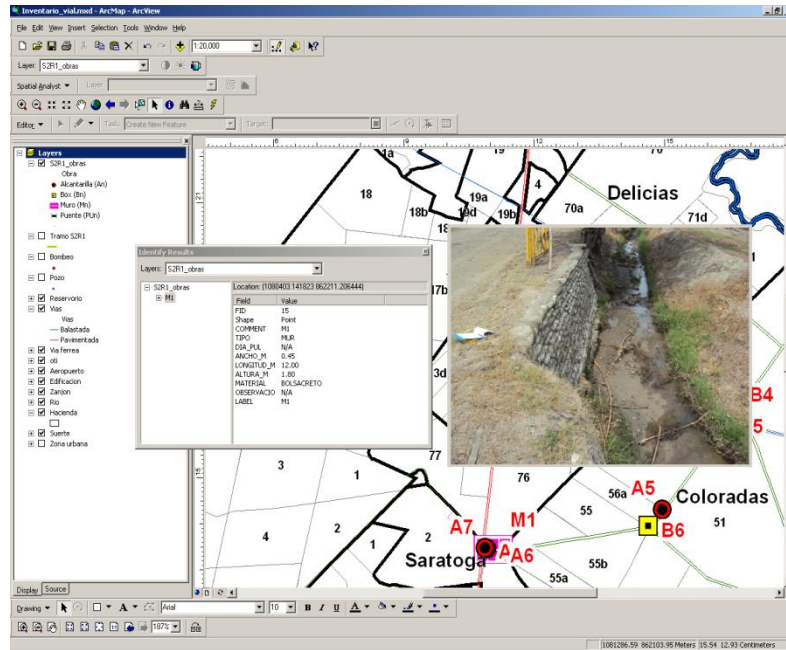


Figura 21. Muro M1

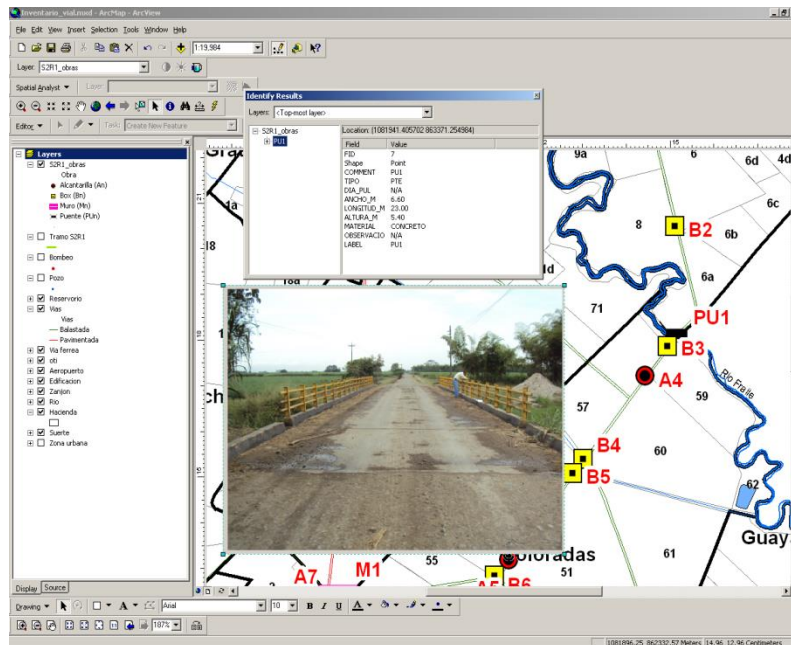


Figura 22. Puente PU1

6.4 Recomendaciones

En el tramo S1R6 sobre Balsora 1 se encuentra ubicada una línea de postes de energía en la vía que la reduce a un solo carril. Por lo tanto se sugiere pensar en la reubicación de estos postes.



Foto 8. Balsora 1

En el tramo S1R2 en Santa Fe 74, reubicar el sitio de abastecimiento de agua de vehículos para evitar su filtración y por ende los graves pozos profundos que se forman por la humedad y el tráfico pesado.



Foto 9. Pozo Santa Fe 74

En algunos tramos se encontraron obras que ya no están en uso y presentan graves daños que pueden afectar el tránsito sobre la vía. Se recomienda demoler estas obras y rellenar con material, pero como esto podría resultar costoso, otra alternativa sería elaborar un plan de mantenimiento rutinario tapando estos huecos.



Foto 10. S1R1 - La Unión - B2



Foto 11. S1R4 - Venecia - B1

Se observó acumulación de sedimentos en algunas obras, lo cual puede impedir en época de lluvia la eficiente evacuación de las aguas y puede llevar a ocasionar inundaciones.



Foto 12. S2R1 – A3



Foto 13. S4R1 - A2

Controlar las fugas causadas en el riego sobre todo por ventanas, para evitar daños prematuros en vías recién reparadas.



Foto 14. S1R1 - La Unión



Foto 15. S1R1 - La Unión



Foto 16. Vía San Marcos

Remover el material depositado a los lados de las vías para evitar la formación de pestañas que impidan la evacuación de aguas superficiales y un inadecuado drenaje de la misma.



Foto 17. S1R5 - Mayagüez 12

En la zona de Gualí donde no se pueden remover este tipo de pestañas debido a que en estas se encuentran árboles que definen linderos, se aconseja ubicar puntos bajos y sobre estos hacer descoles para la evacuación de las aguas superficiales.



Foto 18. Zona de Gualí

En la construcción de cabezales en bolsacreto para el proyecto de drenajes, es necesario aplicar material de relleno para proteger la tubería y garantizar la permanencia de la obra.



Foto 19. S4R3 - A4

7. OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Además de realizar el Inventario Vial del Ingenio, se contribuyó con otro tipo de actividades como interventoría en las obras realizadas por contratistas y diseños.

Se visitaron haciendas en donde hubo requerimiento de servicios como reparaciones o construcciones de obras, ya sea para cuantificar cantidades o para hacer el respectivo seguimiento de obra.

Para la contratación de obras civiles, el Ingenio utiliza un sistema de cotizaciones que es como una pequeña "licitación", en donde a los contratistas se les entrega las cantidades de obra y ellos deben presentar su respectiva cotización. El proceso se cierra con mínimo tres propuestas y se realiza un cuadro comparativo. En este, se compara ítem por ítem y se adjudica a la propuesta que conjugue economía, calidad de obra y tipo de materiales.

A la hora de entregar la obra se visita con el inspector de obras y se cuantifica lo cotizado con lo ejecutado. Después de constatar lo firmado en el contrato se prosigue con la firma de recibido, donde el suscrito participó como observador.

Se participó en la reparación del canal - viaducto en la hacienda San Antonio Boyacá, en el bacheo de la vía Rumia que es la entrada y salida de los vehículos pesados al Ingenio, en la revisión de los cabezales de bolsacreto en el proyecto de drenajes, mantenimiento drenajes en la zona de Gualí y en el muro de protección sobre la estación de bombeo de Sincerin.

7.1 Canal - viaducto San Antonio Boyacá

Para la reparación y/o construcción de esta obra se pidió realizarla en máximo tres semanas, debido a que iba a utilizarse para el riego de caña. Cuando se hizo el recorrido para cuantificar los daños, las condiciones no eran las ideales para la observación, ya que corría agua por el canal, había mucho sedimento y matorrales que hacían las cosas más difíciles.



Foto 20. Punto inicial - Sección 1



Foto 21. Condiciones no ideales - Sección 2



Foto 22. Impermeabilizar - Sección 4



Foto 23. Limpieza de desarenador



Foto 24. Punto final - Llegada al reservorio

Sobre un perfil topográfico tomado al canal, se trazaron líneas que dividieron el canal en ocho secciones, cada una con su respectiva pendiente. Con la pendiente y la longitud de cada tramo, se diseñó en un programa por el método SHME (sección hidráulica de máxima eficiencia) las secciones para transportar un caudal de 1997 GPM (0.126 m³/s). Dentro de las ocho secciones hubo dos que estaban sin revestir, por lo tanto se construyeron y revistieron con la sección obtenida en el programa. En las restantes se tuvo en cuenta el área de la sección, en donde se aumentó solo la altura. El ancho se dejó constante, ya que era solo reparación.

A continuación se tienen las descripciones tomadas en el primer recorrido, en donde se habló de demoler totalmente tramos de canal e impermeabilizar con un producto tipo pintura muy costoso, teniendo que ser cambiadas debido a que cuando se suspendió el paso de agua y se limpió el canal y sus alrededores, se encontraron daños en las últimas hiladas de la mampostería y no era necesario demoler todo el tramo.

En cuanto al impermeabilizante, se decidió cambiar a repellar todo el canal, ya que su costo es muy elevado. Para estos cambios se aumentó el plazo para entregar la obra.

Descripciones iniciales de obra:

ABSC I	ABSC F	SECCION	DESCRIPCION
K0 + 000	K0 +103	1	Construir canal trapezoidal revestido
103	108	2	Demoler y construir muro der
103	125		Levantar muro izq (h=0,20m)
129	138		Demoler y construir muro izq (h=0,50m)
150	160		Demoler y construir muro der (h=0,50m)
160	168		Demoler y construir muro izq (h=0,50m)
168	177,77		Demoler y construir muros izq, der
177,77	260	3	Construir canal rectangular revestido
266	300	4	Demoler y construir muros izq, der (h=0,40m)
300	340		Impermeabilizar
340	400	8	Levantar muros izq, der (h=0,20m) e impermeabilizar
347			Construir obra de reparto
400	520	5	Levantar muros izq, der (h=0,30m)
400	412		Demoler y construir muro izq (h=0,60m)
404			Construir obra de reparto
418	419		Demoler y construir (h=0,60m)
458	461		Repellar muro der
560	563	6	Construir media caña der (inferior)
575	580		Demoler y construir losa, muros y columna
600	620		Repellar piso con media caña
620	693,08		Demoler y construir muros izq, der
671,8	678		Construir paso
694			Limpiar desarenador
698	713	7	Construir muros izq, der (h=0,50m)

Tabla 6. Descripción de obra.

La propuesta fue adjudicada por un costo de \$37'386.793 y el canal cuenta con una longitud de aproximadamente 715 m.

A continuación se muestran los cambios en las decisiones iniciales y parte del trabajo finalizado:



Foto 25. Construcción canal trapezoidal - Sección 1



Foto 26. Construcción canal rectangular - Sección 3



Foto 27. Levantar muros $h=0.20$ m - Sección 8



Foto 28. Repellar para impermeabilizar – Sección 5



Foto 29. Limpieza de desarenador



Foto 30. Llegada al reservorio - Sección 7

7.2 Bacheo vía Rumia

La vía de acceso al Ingenio Mayagüez es paso obligado de los vehículos que colaboran en el proceso de producción, fabricación y comercialización del azúcar. Cuenta con un puente de 10 m de luz y 7,0 m de ancho sobre el río Párraga, siendo esta la única vía de vehículos pesados. Las directivas del Ingenio, desean rehabilitar este acceso, de tal manera que se asegure una vida útil prolongada y se preste un buen servicio.



Foto 31. Vía a Rumia



Foto 32. Puente sobre el río Párraga

En un principio se pensó pavimentar toda la vía, para lo cual se realizó el estudio de suelos y su respectivo diseño, pero por razones económicas se decidió arreglar solo los tramos que presentaban daños.



Foto 33. Marcación de daño.

7.2.1 Parámetros de diseño

Resistencia de la subrasante original CBR=3.1%

Transito de diseño: 4.73x10⁶ ejes equivalentes de 8.2 toneladas para un nivel de confianza del 80%.

Materiales de las diferentes capas:

Carpeta asfáltica: con mezcla densa en caliente, tipo 2.

Subbase: Subbase triturada SBG.

Base: Base triturada BG1.

Características climáticas: Temperatura media 24°C, lluviosidad baja y zona cálida.

Finalmente del diseño por el método AASHTO se obtuvo la siguiente estructura:

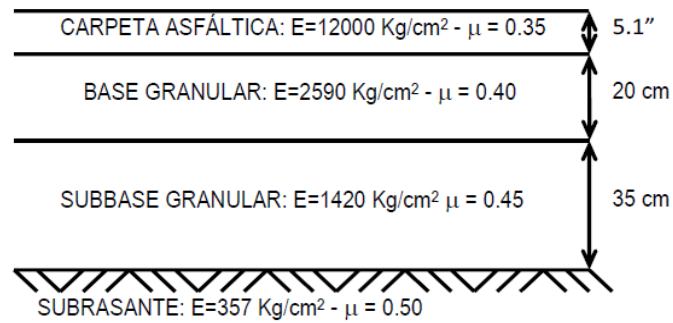


Figura 23. Estructura de pavimento.

7.2.2 Interventoría

Inicialmente se realizó la interventoría verificando las cantidades de obra presentadas por el contratista, comprobando las medidas de corte con disco diamantado, demolición de pavimento y excavación mecánica, justificando el recibo parcial de la obra.



Foto 34. Chequeo de corte con disco diamantado

Se confirmó que los espesores de la estructura coincidieran con los obtenidos en el diseño por el método AASTHO.



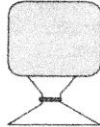
Foto 35. Chequeo de espesor base granular

Se contrató con un laboratorio de suelos la toma de densidades y así garantizar un óptimo porcentaje de compactación.



Foto 36. Toma de densidades a base granular

Resultado de densidades y porcentaje de compactación de base granular:



GEOCONTROL LTDA.
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CALLE 5B4 No 34-65 TELEFONO 558-58-92
FRENTE A LA CANCHA DE HOCKEY

Santiago de Cali,
 Marzo 05 del 2010

Cliete : **INGENIO MAYAGÜEZ** **G.C 5059**
 Ciudad :
 Direccion: **PLANTA INGENIO MAYAGÜEZ - VIA RUMIA**

Ref. Obra : PAVIMENTACION VIA RUMIA

La presente con el objeto de transcribirle los resultados de los ensayos de Densidad efectuados sobre el material BASE (AYA), de la obra en referencia, el día 04 de Marzo del 2010

Densidad No	Localización Sitio	Proctor		Humedad	Densidad Seca	Compactación
		(lp/pie ³)	(g/cm ³)	(%)	(g/cm ³)	(%)
1	PUNTO 31	145,96	2,338	6,8	2,332	99,7
2	PUNTO 30	145,96	2,338	6,9	2,312	98,9
3	PUNTO 29	145,96	2,338	6,9	2,300	98,4
4	PUNTO 28	145,96	2,338	6,5	2,341	100,1
5	PUNTO 27	145,96	2,338	6,6	2,334	99,8
6	PUNTO 26	145,96	2,338	6,5	2,345	100,3
7	PUNTO 25	145,96	2,338	6,2	2,350	100,5
8	PUNTO 24	145,96	2,338	6,9	2,301	98,4
9	PUNTO 23	145,96	2,338	6,6	2,314	99,0
10	PUNTO 22	145,96	2,338	6,4	2,330	99,7
11	PUNTO 20	145,96	2,338	6,4	2,302	98,5
12	PUNTO 19	145,96	2,338	6,2	2,346	100,3
13	PUNTO 15	145,96	2,338	6,5	2,296	98,2
14	PUNTO 14	145,96	2,338	6,5	2,299	98,3
15	PUNTO 9	145,96	2,338	6,7	2,290	97,9
16	PUNTO 7	145,96	2,338	6,7	2,291	98,0
17						
18						
19						
20						
21						

OBSERVACIONES El PROCTOR fue elaborado en el laboratorio de Geocontrol Ltda.
 SERVICIO DE TRANSPORTE : SI Orden de Servicio # 0576

Agradeciendo de antemano la colaboración prestada

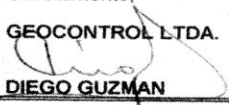
Cordialmente,
GEOCONTROL LTDA.

DIEGO GUZMAN

Tabla 7. Resultado de densidades.

Los resultados arrojaron porcentajes por encima del 97.9 % de compactación, por lo que se dio el visto bueno para proceder con la carpeta asfáltica.



Foto 37. Base compactada.

Por razones de producción, la rehabilitación del tramo del puente fue postergada para el periodo de mantenimiento de la fábrica, ya que no se podía suspender la entrada y salida de vehículos con materia prima y/o producto terminado.

Se creó la posibilidad a futuro de colocar una sobrecarpeta asfáltica para un mejor mantenimiento de la vía.

7.3 Cabezales en bolsacreto - Proyecto drenajes

El proyecto Drenajes tiene como objetivo construir cabezales en bolsacreto, para reemplazar cabezales en guadua y realizar donde no existan.



Foto 38. Cabezal en guadua



Foto 39. Cabezal en bolsacreto

En campo se midieron las bases y alturas de los cabezales, para elaborar un cuadro, en donde se muestra cada cabezal con sus medidas y área en metros cuadrados. Se hace una comparación con las medidas que presenta el contratista, se verifica y procede a la liquidación del contrato.

INGENIO MAYAGUEZ				
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA				
AREA DE CABEZOTES EN BOLSA DE CONCRETO				
HACIENDA BALSORA, SUERTE 13				
NUMERO	BASE MAYOR	BASE MENOR	ALTURA	AREA
	ML	ML	ML	M2
1	4,38	2,75	0,82	2,92
2	3,10	1,50	1,13	2,60
3	3,13	1,55	1,25	2,93
4	4,10	1,62	1,04	2,97
5	3,34	1,58	1,09	2,68
6	4,00	1,65	0,80	2,26
7	4,03	1,55	1,02	2,85
8	3,22	1,52	0,88	2,09
9	3,97	1,47	1,12	3,05
10	3,88	1,50	0,86	2,31
11	4,13	1,60	1,08	3,09
12	4,17	2,72	0,99	3,41
13	3,52	1,52	1,08	2,72
14	5,54	3,05	0,98	4,21
15	3,97	1,53	1,11	3,05
AREA TOTAL				43,14

Tabla 8. Área de cabezales.

7.4 Drenajes zona Gualí

Para mantener el buen estado de la vía y evitar posibles inundaciones, es necesario contar con un sistema óptimo de drenaje, que permitan evacuar aguas lluvias, aguas superficiales y excesos en los riegos. Debido a que esta zona ha sido utilizada de forma inadecuada como depósito de escombros y basuras, esto sumado a la falta de mantenimiento en los drenajes ha generado la necesidad de incluirlo en el presupuesto de mantenimiento, que consistió en los cortes o excavación mecánica de material y en la definición de la nueva rasante sobre los perfiles topográficos, que garantice las pendientes para el flujo del agua.

A continuación se muestra la información obtenida del perfil No 4 correspondiente a las haciendas Palermo y Lote Gualí para el presupuesto:



INGENIO MAYAGÜEZ S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
RECAVA MECANICA DRENAJE
PALERMO-LOTE
GUALI

Perfil No.4

		<u>CORTES</u>	<u>Rendimiento (m/Hora)</u>
Valor Hora:	<u>\$56.429</u>	0 - 0.30 m =	40
		> 0.30 m =	30

1. Liquidación por rendimiento

Abscisa		Longitud (ml)	Cortes	Horas	Valor
280	400	120,00	>30	4,00	\$225.716
400	620	220,00	0 30	5,50	\$310.360
620	820	200,00	>30	6,67	\$376.193
TOTAL		540,00		Total	\$912.269

2. Liquidación por m3

Valor m3: **\$1.993**

ABS.	CORTE	BOCA	BASE	ÁREA	VOLUMEN
0	0,45	1,32	0,60	0,43	
20	0,75	1,80	0,60	0,90	13,32
40	0,56	1,50	0,60	0,59	14,87
60	0,47	1,35	0,60	0,46	10,46
80	0,65	1,64	0,60	0,73	11,87
100	0,65	1,64	0,60	0,73	14,56
120	0,75	1,80	0,60	0,90	16,28
140	0,62	1,59	0,60	0,68	15,80
160	0,66	1,66	0,60	0,74	14,24
180	0,74	1,78	0,60	0,88	16,27
200	0,68	1,69	0,60	0,78	16,60
220	0,62	1,59	0,60	0,68	14,57
240	0,58	1,53	0,60	0,62	12,97
260	0,75	1,80	0,60	0,90	15,17
280	0,60	1,56	0,60	0,65	15,48
280 ml				Total m3	202,445
				Total	\$403.472

3. Liquidación por m3

Valor m3: **\$1.993**

ABS.	CORTE	BOCA	BASE	ÁREA	VOLUMEN
820	0,50	1,40	0,60	0,50	
840	0,60	1,56	0,60	0,65	11,48
854,5	0,60	1,56	0,60	0,65	9,40
867,5	0,36	1,18	0,60	0,32	6,29
880	0,45	1,32	0,60	0,43	4,70
900	0,53	1,45	0,60	0,54	9,75
920	0,56	1,50	0,60	0,59	11,30
940	0,65	1,64	0,60	0,73	13,15
960	0,80	1,88	0,60	0,99	17,20
980	0,75	1,80	0,60	0,90	18,92
160 ml				Total m3	102,176
				Total	\$203.637

VALOR TOTAL =

\$1.519.378

Valor Unitario Promedio \$/ml= \$1.550

ELABORO:

APROBO:

Vo. Bo.

Julián Uribe T.

Ing. Edwin Holzinger H.

Ing. Ricardo Franco A.

Tabla 9. Presupuesto de mantenimiento.

De los perfiles se obtuvieron las cotas de corte para un abscisado cada 20 m. El Ingenio maneja rendimientos de acuerdo a los cortes, es decir, para cortes entre 0 y 0.30 m se liquida con un rendimiento de 40 ml / hora, cortes mayores de 0.30 m y menores que 0.50 m se liquida con un rendimiento de 30 ml / hora, ambos con un valor de \$56429. Para cortes mayores de 0.50 m se liquida por metro cubico por valor de \$1993.

Para este drenaje que cuenta con una longitud de 980 m, se alcanzó un valor total de \$1519378 y un valor unitario por metro lineal de \$1550.

7.5 Muro de protección - Estación de bombeo Sincerin

Esta estación bombea agua del río Frayle hasta el reservorio de Sincerin, para después ser utilizada en riegos por gravedad.



Foto 40. Reservorio Sincerin

La necesidad de almacenar agua durante la época de sequia y la reducción considerable en el caudal del río, provocaron la desestabilización de la base y el colapso de la estructura, debido a la succión que hace la bomba sobre el bajo nivel del agua.



Foto 41. Colapso de la estructura

Debido al daño ocasionado, se tomó la decisión de ofrecerle a un solo contratista la reconstrucción de la obra, tal como se maneja la “urgencia manifiesta”, donde él asume el 100% del costo hasta finalizar la obra.

Los criterios de construcción fueron los siguientes:

Construir gaviones, por lo cual se hizo necesario reutilizar las losas que servían de base en la antigua estructura y completar con piedra para subir el nivel, lo que garantiza la protección del gavión.



Foto 42. Construcción de gaviones

Además se optó por recubrirlos con una mezcla de mortero para prevenir el deterioro del alambre.



Foto 43. Muro terminado

8. ASPECTOS RELEVANTES

8.1 Paso temporal - El Pindo

La hacienda El Pindo queda ubicada en el municipio de Palmira. El acceso a ella se hace a través de una vía pública, por la que transitan vehículos de otros ingenios azucareros.



Foto 44. Pontón vía pública

La necesidad de Mayagüez es transportar 5000 ton de caña hasta sus instalaciones, pero el deterioro del pontón dificultaba el paso de trenes cañeros.



Foto 45. Daños en pontón.

Debido a que la reconstrucción no era decisión exclusiva del Ingenio y que requería un periodo prolongado de tiempo llevarla a cabo, se decidió construir un paso temporal para evacuar esta materia prima. Este procedimiento consistió en convertir el área equivalente de un box culvert localizado aguas abajo del pontón a una tubería.



Foto 46. Box culvert

Se halló el área de la sección del box y se igualó al área de círculo (tubería), para encontrar el diámetro de la tubería necesario que transporte el caudal.



Foto 47. Diámetro de tubería.

Luego se compactó con material de roca muerta y se le hizo una especie de cortina en guadua para su estabilidad.



Foto 48. Construcción de paso aguas arriba del pontón

Finalmente queda listo para ser utilizado y cumplir con el requerimiento provisional.



Foto 49. Paso provisional finalizado

8.2 Construcción de losa - Antiguo quiebrapatas

El constante paso de los trenes cañeros transportando caña desde la hacienda Ceilán hasta el Ingenio, ocasionaron daños en la estructura llamada “quiebrapatas”, por lo que fue necesario reparar inmediatamente después de terminar con la cosecha.



Foto 50. Paso de trenes cañeros



Foto 51. Daños en quiebrapatas

El dueño solicitó que fuera reconstruido el quiebrapatatas, cosa que no tenía sentido, ya que por esta no transitaba ganado y no estaba cumpliendo con su función. Como una mejor opción se le sugirió la construcción de una losa que junto a los muros existentes funcionara como un pontón y así evitarse futuros daños en el quiebrapatatas. Básicamente se dejaron las vigas existentes y se reforzó con una viga perimetral a lo largo de la losa.



Foto 52. Construcción de losa



Foto 53. Losa finalizada

8.3 Paso temporal - Lote Japón

Por el estrechamiento de un callejón y la existencia de casas a lado y lado, fue imposible transportar caña para Mayagüez, por lo que se tuvo que pedir un permiso al Ingenio del Cauca INCAUCA para entrar a sus predios y evacuar toda la caña cosechada.



Foto 54. Propiedad privada - Vía al fondo



Foto 55. Destrucción de lindero

Se debía destruir el lindero y como la construcción de este paso era temporal, para salvar el obstáculo se relleno el drenaje con material de la zona.



Foto 56. Obstáculo – Drenaje



Foto 57. Relleno



Foto 58. Paso terminado

El compromiso después de haber terminado con la cosecha era volver habilitar el drenaje y construir de nuevo el lindero, demostrando el cooperativismo y colaboración en el gremio azucarero.

9. CONCLUSIONES

- Se evaluaron y diagnosticaron 81.4 km de vías principales de la red vial utilizada por el ingenio para el transporte extradimensionado de caña, de las cuales aproximadamente 20.1 Km son públicas y 61.3 Km son privadas.

- La inversión en mantenimiento es mayor en los sectores 1 y 2, debido a que en estos se concentra la mayor longitud de vías, y están en su mayoría en tierras propias. En los sectores 3 y 4 la inversión en mantenimiento es menor debido a que estas vías son públicas, y el costo de su mantenimiento es compartido con terceros.

- Es necesario fortalecer y mantener la red vial privada, ya que las exigencias del Estado al utilizar vías públicas incrementan costos que no representan beneficio al Ingenio, por lo cual el inventario vial permite conocer el estado y la infraestructura de las vías para la inversión de recursos en su propio terreno, lo que genera su crecimiento.

- El inventario vial permitió diagnosticar la red vial del Ingenio, dejando una herramienta que permite planificar y organizar la inversión de recursos destinados al mantenimiento, rehabilitación y construcción de vías.

- La seguridad y eficiencia de una red vial privada, depende de la posibilidad de realizar su mantenimiento en forma planificada, para obtener los máximos beneficios del transporte y generar confianza en los usuarios del sistema

- El mantenimiento de las vías debe incluir la señalización con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.

- Debido a que el estado de vías en afirmado puede cambiar muy rápido en días o semanas, sobretodo en periodos con altas precipitaciones, no se requiere un grado de precisión considerable en el inventario, su único fin es tener información para poder elaborar programas de gestión vial.

- Se está utilizando roca muerta para el material de afirmado como alternativa al balasto y el resultado ha sido favorable, lo cual se evidencia en el estudio de suelos realizado por el laboratorio Geocontrol de la ciudad de Cali a este tipo de material, y por su buen comportamiento en tramos conformados.

- El transitar por vías públicas que atraviesan o pasan cerca a comunidades limita su mantenimiento, debido a que la comunidad se opone por el peligro que puede generar el aumento de velocidad de los vehículos y la inconformidad que genera el levantamiento de polvo.

- Las restricciones al acceso de las vías nacionales y departamentales ha sido una oportunidad para incrementar la intercomunicación entre las vías pertenecientes al ingenio, lo cual ha permitido la disminución de los desplazamientos en los procesos de cosecha y labores de campo.

- Cabe resaltar el proceso que lleva el ingenio en cuanto a contrataciones que es similar a las licitaciones, lo que garantiza además de transparencia, materiales de buena calidad y óptimos resultados en las obras entregadas.

- Se realizaron otras actividades alternas al inventario vial donde se pusieron en práctica aspectos administrativos como interventoría y contrataciones de obras civiles, lo cual permitió fomentar la teoría adquirida en la academia.

- Se contó con un importante apoyo del personal de Ingeniería Agrícola tanto administrativo como de campo, aspectos que permitieron trabajar en equipo y oportunidades de colaboración.

- Aunque los ingenios azucareros pertenecen al sector agroindustrial, ofrecen alternativas a estudiantes de otras disciplinas como Ingeniería Civil, para realizar trabajos de grado y aplicar el conocimiento adquirido en la universidad en sus actividades productivas.

- Finalmente se puede concluir que la experiencia de la pasantía es un proceso que integra conocimientos teóricos y prácticos, aspecto que favorece la formación profesional y conlleva a ratificar todas las nociones adquiridas durante el estudio de la profesión. Además ofrece una experiencia valiosa en procesos constructivos, manejo de personal, procesos administrativos, planeación, ejecución y control de obra.

10. BIBLIOGRAFÍA

- **INGENIO MAYAGÜEZ**, www.ingeniomayaguez.com. Candelaria, Octubre de 2009
- www.piscano-sas.com. Candelaria, Octubre de 2009.
- **INVENTARIOS VIALES**. Universidad del Cauca al Ministerio de Transporte – 2009.
- **CASSALETT DAVILA**, Clímaco. **ECHEVERRI**, Camilo Isaac. **TORRES AGUAS**, Jorge. El cultivo de la caña en la zona azucarera. Adecuación de tierras. Págs. 102 – 103. Cenicaña.
- <http://jrconsult.blogspot.com/2009/03/inventarios-viales-en-caminos-no.html>
- **ESRI ® ARCMAP™ 8.2**. Copyright © 1999-2002 ESRI Inc. All Rights Reserved.
- **MOBILE MAPPER OFFICE, Release 1.00**. Copyright © 2003 Thales Navigation. Todos los derechos reservados.

11. INDICES

10.1. Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica.....	14
Figura 2. Sectorización en plano general de haciendas.....	21
Figura 3. Vías primarias o principales.....	23
Figura 4. Vías secundarias.....	23
Figura 5. Vías terciarias.....	24
Figura 6. Receptor GPS.....	25
Figura 7. Descarga de datos.	32
Figura 8. Puntos georeferenciados.....	33
Figura 9. Atributos de cada punto.....	33
Figura 10. Procedimiento para conversión de coordenadas.....	34
Figura 11. Coordenadas planas Norte - Este.....	34
Figura 12. Archivo exportado.....	35
Figura 13. Procedimiento en Arc Map.....	35
Figura 14. Convenciones.....	36
Figura 15. Tramo finalizado.....	36
Figura 16. Sección tipo.....	39
Figura 17. Sección tipo.....	39
Figura 18 Plano generado S2R1.....	40
Figura 19. Alcantarilla A3.....	41
Figura 20. Box culvert B1.....	41
Figura 21. Muro M1.....	42
Figura 22. Puente PU1.....	42
Figura 23. Estructura de pavimento.....	59

10.2. Índice de Tablas

Tabla 1. Evaluación de pozos.....	27
Tabla 2. Evaluación de ahuellamientos y hundimientos.....	28
Tabla 3. Evaluación material suelta o ausencia de material.....	28
Tabla 4. Evaluación estado de servicio.....	30
Tabla 5. Evaluación daños en muros.....	31
Tabla 6. Descripción de obra	53
Tabla 7. Resultado de densidades.....	61
Tabla 8. Área de cabezales.....	64
Tabla 9. Presupuesto de mantenimiento.....	65

10.3. Índice de Fotos

Foto 1. Tubería.....	29
Foto 2. Simple.....	29
Foto 3. Doble.....	29
Foto 4. Múltiple.....	29
Foto 5. Motoniveladora CAT 112F y tractor con tanque irrigador.....	37
Foto 6. Vibrocompactador CAT.....	38
Foto 7. Material de afirmado (roca muerta).....	38
Foto 8. Balsora 1.....	43
Foto 9. Pozo Santa Fe 74.....	43
Foto 10. S1R1 – La Unión – B2.....	44
Foto 11. S1R4 – Venecia – B1.....	44
Foto 12. S2R1 – A3.....	45
Foto 13. S4R1 – A2.....	45
Foto 14. S1R1 – La Unión.....	46
Foto 15. S1R1 – La Unión.....	46
Foto 16. Vía San Marcos.....	47
Foto 17. S1R5 – Mayagüez 12.....	47
Foto 18. Zona de Gualí.....	48
Foto 19. S4R3 – A4.....	48
Foto 20. Punto inicial – Sección 1.....	50
Foto 21. Condiciones no ideales – Sección 2.....	50
Foto 22. Impermeabilizar – Sección 4.....	51
Foto 23. Limpieza de desarenador.....	51
Foto 24. Punto final – Llegada al reservorio.....	52
Foto 25. Construcción canal trapezoidal – Sección 1.....	54
Foto 26. Construcción canal rectangular – Sección 3.....	54
Foto 27. Levantar muros $h= 0.20$ m – Sección 8.....	55
Foto 28. Repellar para impermeabilizar – Sección 5.....	55

Foto 29. Limpieza de desarenador.....	56
Foto 30. Llegada al reservorio.....	56
Foto 31. Vía a Rumia.....	57
Foto 32. Puente sobre rio Parraga.....	57
Foto 33. Marcación de daño.....	58
Foto 34. Chequeo de corte con disco diamantado.....	59
Foto 35. Chequeo de espesor base granular.....	60
Foto 36. Toma de densidades a base granular.....	60
Foto 37. Base compactada.	62
Foto 38. Cabezal en guadua.	63
Foto 39. Cabezal en bolsacreto.....	63
Foto 40. Reservorio Sincerin.....	68
Foto 41. Colapso de la estructura.....	68
Foto 42. Construcción de gaviones.....	69
Foto 43. Muro terminado.....	69
Foto 44. Pontón – Vía pública.....	70
Foto 45. Daños en pontón.....	70
Foto 46. Box culvert.....	71
Foto 47. Diámetro de tubería.....	71
Foto 48. Construcción de paso aguas arriba del pontón.....	72
Foto 49. Paso provisional finalizado.....	72
Foto 50. Paso de trenes cañeros.....	73
Foto 51. Daños en quiebrapatras.....	73
Foto 52. Construcción de losa.....	74
Foto 53. Losa finalizada.....	74
Foto 54. Propiedad privada – Vía al fondo.....	75
Foto 55. Destrucción de lindero.....	75
Foto 56. Obstáculo - Drenaje.....	76
Foto 57. Relleno.....	76
Foto 58. Paso terminado.....	77

12. ANEXOS

1. Carta de petición formal de pasantía por parte de la Universidad del Cauca.
2. Carta de aprobación por parte del Ingenio Mayagüez S.A.
3. Certificación de tiempo.
4. Resolución de aprobación de pasantía.
5. Convenio entre La Universidad del Cauca y Mayagüez S.A.
6. Resultado análisis granulométrico y proctor modificado de material de afirmado (roca muerta).
7. Formatos de campo.
8. Presupuesto de mantenimiento de vías.
9. Presupuesto de cabezales.
10. Presupuesto general.
11. Perfil canal – viaducto San Antonio Boyacá.
12. Preliquidación bacheo vía Rumia.
13. Perfil zona Gualí.