

APOYO A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD DEL
PROYECTO "DISEÑO, LA REHABILITACIÓN, PAVIMENTACIÓN
Y/O REPAVIMENTACIÓN DE LA VIA GRUPO 82, EN EL TRAMO
1 ANILLO VIAL FLORIDABLANCA-RUITOQUE"

LAURA CATALINA RUEDA LIZCANO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2006

APOYO A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD DEL
PROYECTO "DISEÑO, LA REHABILITACIÓN, PAVIMENTACIÓN
Y/O REPAVIMENTACIÓN DE LA VIA GRUPO 82, EN EL TRAMO
1 ANILLO VIAL FLORIDABLANCA-RUITOQUE"

LAURA CATALINA RUEDA LIZCANO

Proyecto de grado realizado en la modalidad de práctica empresarial presentado como
requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil

DIRECTOR

ING. GUILLERMO MEJIA

TUTOR

ING. JOSE ARLET HERRERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2006

A Dios

A mis papas

A mis hermanos

A la Universidad Industrial de Santander

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A toda mi familia por brindarme su apoyo absoluto.

A ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES, al Dr. Guillermo García por brindarme la oportunidad de realizar esta práctica, al Ing. José Arlet Herrera por sus enseñanzas, a los Ingenieros: Oscar Monsalve, Andrea Macías, Ruth Araque y Gabriel Ballesteros por su colaboración, orientación y consejos. Al personal administrativo de la organización y en general al personal de la obra del Anillo Vial Floridablanca-Ruitoque.

Al Director de proyecto, Ing Guillermo Mejía, por su colaboración y compromiso.

RESUMEN

TITULO: APOYO A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO “DISEÑO, LA REHABILITACIÓN, PAVIMENTACIÓN Y/O REPAVIMENTACIÓN DE LA VIA GRUPO 82, EN EL TRAMO 1 ANILLO VIAL FLORIDABLANCA-RUITOQUE”*

AUTOR: LAURA CATALINA RUEDA LIZCANO**

PALABRAS CLAVES: Pavimentación, Anillo Vial Floridablanca-Ruitoque, Calidad, Análisis de Rendimientos, Mezcla Densa en Caliente, Base, Sub-base, Excavaciones.

DESCRIPCIÓN: Los proyectos viales sin duda alguna son una de las obras civiles mas influyentes en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en general. El gobierno consiente de la situación de muchas regiones del país mediante el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) implanta el programa PLAN 2500 cuyo objetivo es buscar mejorar la infraestructura vial de país a través de inversiones en pavimentación y/o repavimentación de carreteras principalmente secundarias y terciarias con criterios técnicos, sociales y económicos. El proceso de pavimentación con mezcla densa en caliente, lleva consigo actividades de obras de drenaje, conformación de subrasante, aplicación de materiales granulares y mezcla asfáltica, es de resaltar el importante papel que realiza la maquinaria, y lo importante que es para obtener una alta eficiencia, es por eso que la práctica esta enfocada a calcular rendimientos de las actividades que representan el 80% del valor del contrato, para esto se basa en datos obtenidos del seguimiento y control del plan de calidad, además del rendimiento real se elaboró una herramienta electrónica que permite calcularlos de acuerdo a las condiciones de obra y operación, de manera que guíe las futuras licitaciones.

* Proyecto de Grado. Modalidad Practica Empresarial

** Facultad de Ciencias Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Guillermo Mejía Aguilar

SUMMARY

TITULO: SUPPORT TO THE ACTIVITIES OF CONTROL OF QUALITY OF THE PROJECT "DESIGN, THE REHABILITATION, PAVEMENTATION AND/OR REPAVEMENTACIÓN OF THE ROAD GROUP 82, IN THE SECTION 1 RING ROAD FLORIDABLANCA-RUITOQUE*

AUTHOR: LAURA CATALINA RUEDA LIZCANO**

KEY WORDS: Pavementation, Ring road Floridablanca-Ruitoque, Quality, Analysis of Yields, Dense Mixture in Warms, Base, Sub-base, Excavations.

DESCRIPTION: The road projects undoubtedly are one of the civil works more influential in the improvement of the quality of life of the community in general. The government consents of the situation of many regions of the country by means of the Department of Transport and the National Institute of Routes (INVIAS) implants the program PLAN 2500 which lens is to seek to improve the road infrastructure of country across investments in pavementation and/or repavementation of secondary and tertiary roads principally with technical, social and economic criteria. The process of pavementation with dense mixture in warms, includes activities of drainage works, conformation of land, application of granular materials and asphalt mixture, It is of highlighting the important role that realizes the machinery, and the important thing that is to obtain a high efficiency, is because of it that this practice is focused to calculating yields of activities that represent 80 % of the value of the contract, this is based on information obtained of the follow-up and control of the qualit plan, besides the real yields there was elaborated an electronic tool that allows to calculate them in agreement to the conditions of work and operation, so that can guides the future licitations.

* Project of Degree. Modality Practises Managerial

** Faculty of Fisicomecánicas Sciences, School of Civil Engineering, Eng. Guillermo Mejia Aguilar

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVO ESPECÍFICOS	17
1. PROYECTO ANILLO VIAL FLORIDABLANCA – RUITOQUE	18
1.1 GENERALIDADES	18
1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA	19
1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONOMICAS	19
1.4 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	20
1.5 CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA VÍA	20
1.6 TRÁFICO INICIAL	21
2. UBICACIÓN INSTITUCIONAL	22
3. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	27
3.1 GENERALIDADES	27
3.2 POLITICA DE CALIDAD	29
3.3 PLAN DE CALIDAD FRENTE ANILLO VIAL FLORIDABLANCA- RUITOQUE	29
3.3.1 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS	30
3.3.2 CONTROL DE LOS REGISTROS DE CALIDAD	32

3.3.3 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO	33
4. ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS	38
4.1 METODOLOGÍA	39
4.2 DIAGRAMA 80/20 (LEY DE PARETO)	40
4.3 MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC – 2	43
4.3.1 DESCRIPCIÓN	43
4.3.2 CÁLCULO DE RENDIMIENTO EN OBRA	46
4.3.3 CÁLCULO DE RENDIMIENTO TEÓRICO	47
4.3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO (A.P.U.) DINÁMICO	51
4.3.5 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.	51
4.4 BASE GRANULAR	52
4.4.1 DESCRIPCIÓN	52
4.4.2 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO EN OBRA	54
4.4.3 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO REAL	55
4.4.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.) DINÁMICO	60
4.4.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO	60
4.5 SUBBASE GRANULAR (CBR \geq 30%)	61
4.5.1 DESCRIPCIÓN	61
4.5.2 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO EN OBRA	61
4.5.3 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO TEÓRICO	63
4.5.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.) DINÁMICO	63
4.5.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO	64
4.6 EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	64
4.6.1 DESCRIPCIÓN	64

4.6.2 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO EN OBRA	66
4.6.3 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO TEÓRICO	67
4.6.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.) DINÁMICO	72
4.6.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO	73
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77
ANEXOS	78

LISTA DE TABLAS

	PAG.
TABLA 1 VALOR DE ACTIVIDADES	41
TABLA 2 ACTIVIDADES QUE CORRESPONDEN AL 80% DEL VALOR DEL CONTRATO	43
TABLA 3 DATOS DE APLICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA	46
TABLA 4 PRODUCCIÓN EN TON/H CON UNA CAPA DE ASFALTO DE 3	48
TABLA 5 ANCHO EFECTIVO DE COMPACTACIÓN A	49
TABLA 6 VELOCIDAD PROMEDIO DE OPERACIÓN	50
TABLA 7 . A.P.U. DINÁMICO MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2	51
TABLA 8 DATOS DE BASE GENERADOS EN OBRA	54
TABLA 9 FACTOR DE EFICIENCIA DE MOTONIVELADORA	57
TABLA 10 A.P.U. DINÁMICO BASE GRANULAR	60
TABLA 11 DATOS DE SUB-BASE EN OBRA	62
TABLA 12 . A.P.U. DINÁMICO SUB BASE GRANULAR	64
TABLA 13 DATOS EXCAVACIONES EN OBRA	66
TABLA 14 FACTOR DEL CUCHARÓN PARA RETROCARGADORAS	67
TABLA 15 TIEMPO DE CICLO ESTÁNDAR PARA RETROCARGADORAS	68
TABLA 16 . FACTOR DE CONVERSIÓN DE LA RETROCARGADORA	69
TABLA 17 ESPECIFICACIONES RETROCARGADORAS KOMATSU	70
TABLA 18 FACTOR DE EFICIENCIA	72
TABLA 19 A.P.U. DINÁMICO EXCAVACIONES VARIAS	73

LISTA DE FIGURAS

	PAG
FIGURA 01. VALLA INFORMATIVA DEL PROYECTO	18
FIGURA 02. ALGUNOS PROYECTOS EJECUTADOS POR ESGAMO LTDA	22
FIGURA 03. ORGANIGRAMA GENERAL ESGAMO LTDA	24
FIGURA 04. PLANTAS DE ASFALTO	25
FIGURA 05. ORGANIGRAMA DE OBRA ANILLO VIAL FLORIDABLANCA – RUITOQUE	26
FIGURA 06. RED DE PROCESOS ESGAMO LTDA	28
FIGURA 07. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA (NIVEL)	32
3.3.4 CONTROL DE PROCESOS	36
FIGURA 09. DIAGRAMA 80/20 (LEY DE PARETO)	42
FIGURA 10. KM 18 VÍA ANILLO VIAL F/BLANCA - RUITOQUE	44
FIGURA 11. PAVIMENTADORA CEDARAPIDS	45
FIGURA 12. COMPACTADOR DE LLANTAS (IZQUIERDO) Y COMPACTADOR DE RODILLO (DERECHO)	45
FIGURA 13. MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120H	53
FIGURA 14. CARROTANQUE DE AGUA	53
FIGURA 15. COMPACTADOR BITELLI	54
FIGURA 16. ESQUEMA MOTONIVELADORA	56
FIGURA 17. EXCAVACIÓN CON RETROCARGADORA	65
FIGURA 18. CARGUE DE ESCOMBROS	65

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	79
ANEXO 2 FORMATOS DE CALIDAD	81
ANEXO 3 ANÁLISIS UNITARIOS LICITACIÓN	88

INTRODUCCIÓN

Los proyectos viales sin duda alguna son una de las obras civiles mas influyentes en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en general. La urbanización de muchas localidades a creado la necesidad mejorar sus accesos mediante la pavimentación.

El gobierno consiente de la situación de muchas regiones del país mediante el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) implanta el programa PLAN 2500 cuyo objetivo es buscar mejorar la infraestructura vial de país, a través de inversiones en pavimentación y/o repavimentación de carreteras principalmente secundarias y terciarias con criterios técnicos, sociales y económicos.

El proceso de pavimentación con mezcla densa en caliente, lleva consigo actividades de obras de drenaje, conformación de subrasante, aplicación de materiales granulares y mezcla asfáltica. Sin olvidarse del aporte que realizan personas con mano de obra no calificada, es la producción de la maquinaria un pilar importante para obtener una alta eficiencia.

ESGAMO LTDA, una empresa con amplia experiencia en el campo de pavimentación; es consiente de la importancia que tiene el rendimiento a la hora de ejecutar un proyecto, es por eso que es de gran interés la renovación de maquinaria que garantice la alta productividad.

Sin temor a equivocarse, se puede afirmar que en Colombia no se aplican correctamente las normas y reglas de operación de los equipos, disminuyendo su rendimiento y aumentando los costos de operación. En este orden de ideas, esta práctica está enfocada a determinar rendimientos en obra y en el hallazgo de factores que los afectan

OBJETIVOS

Objetivo General

Velar por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad para el contrato y por la calidad durante la ejecución de los trabajos.

Objetivo Específicos

- Llevar el control de todos los documentos y registros generados dentro del desarrollo del Plan de calidad, así como los datos que se requieren en el desarrollo del contrato.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades sometidas al control de calidad, bajo las especificaciones y procedimientos documentados.
- Inspeccionar la ejecución de las actividades que generan más costo dentro del proyecto, calcular sus rendimientos en obra y determinar los factores que influyen en estos.
- Elaborar una herramienta dinámica que permita visualizar el efecto que genera el cambio de condiciones en los costos del proyecto.

1. PROYECTO ANILLO VIAL FLORIDABLANCA – RUITOQUE

1.1 GENERALIDADES

El gobierno nacional mediante el denominado Programa de Infraestructura Vial de Integración y Desarrollo General – Plan 2500, pretende reconstruir la red de carreteras del país, remediando el estado de abandono de la red secundaria y terciaria. Dentro de este proyecto “Contratos de Objeto Integral de Diseño, Reconstrucción, Pavimentación y/o Repavimentación de 2596 kilómetros de vías regionales”, se encuentra el proyecto de la pavimentación de 12 kilómetros correspondientes al Anillo Vial de Ruitoque.

Figura 01. Valla Informativa del Proyecto



Fuente: Laura Catalina Rueda

1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

Los trabajos de pavimentación se realizan al suroccidente del casco urbano del municipio de Floridablanca, en el llamado Anillo Vial de Ruitoque (Ver anexo 01), a partir del sitio conocido como el Ramal de Pavas en los bajos Ruitoque en una longitud de 6 kilómetros en dirección del Corregimiento de Acapulco y 6 kilómetros hacia el sur (Ruitoque Alto), comenzando un kilómetro delante del Ramal de Pavas hasta 500 metros después del lugar llamado Tres Esquinas.

1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONOMICAS

En el territorio influencia del proyecto de pavimentación vial, es característico el desarrollo de actividades de tipo recreativo y turístico, donde extensiones de tierra son dedicadas al disfrute y descanso de población proveniente del área metropolitana de Bucaramanga durante los fines de semana.

El uso dado al suelo tiene que ver, aunque en menor medida, con el adelanto de actividades pecuarias y de tipo agrícola; en relación con el sector pecuario es importante la presencia de granjas dedicadas a la producción avícola enmarcada dentro de un modelo de producción tradicional y en algunos casos medianamente tecnificada. Es evidente también la presencia de ganado bovino que pastorea por grandes extensiones de tierra que no han sido intervenidas para el cultivo o para la construcción.

En relación con el sector agrícola se presentan en la región algunos cultivos de cítricos, hortalizas y cacao que se constituyen en el sustento

para la economía familiar y pocas veces alcanzan el nivel de comercialización.

1.4 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Con el tramo vial de Ruitoque Bajo ubicado en el costado sur del valle del Río Frío, en el trayecto final después del Caserío de la Hormiga (K3+850) se cruza la quebrada Ruitoque. La vía hasta la citada abscisa sigue la misma dirección que la quebrada El Verde que macha aproximadamente paralela por su costado sur recorriendo también aguas que vienen del costado norte de la Mesa de Ruitoque hasta aguas abajo confluir en la quebrada Ruitoque, tributaria del Río Frío, cuya subcuenca hace parte de la cuenca superior del Río Lebrija. En el tramo Vial de Ruitoque Alto cruza una corriente menor en la abscisa K16 + 820 y también La Ruitoque en la abscisa K15 + 940.¹

1.5 CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA VÍA

Con la excepción de los dos primeros kilómetros de Ruitoque Bajo que poseen un deteriorado pavimento, los restantes 10 kilómetros son de calzada en tierra.

Actualmente las vías se desarrollan con un ancho de calzada variable de 4,5 a 5,0 metros; carecen de cunetas y bermas definidas, teniendo alguna dotación en cuanto a obras de drenaje (alcantarillas y box coulverts). Por cruzar terrenos de buena geología, tiene buena

¹ Estudios Hidrológicos para el diseño de pavimentos. Anillo Vial F/Blanca-Ruitoque. 2006. P. 14

capacidad de soporte según los ensayos realizados, sin presentar hundimientos ni movimientos diferenciales, banca de superficie regular, con bajos taludes de corte salvo en el caso de la vía Ruitoque Alto, en el ascenso hacia el tope de la mesa de Ruitoque, donde por el costado sur presenta taludes altos, donde por erosión de algunos niveles blandos se han presentado pequeños derrumbes que han sido controlados con obras de gavión.

1.6 TRÁFICO INICIAL

En el caso de Ruitoque Bajo, el tráfico promedio arroja que el número de vehículos es del orden de 1.686 vehículos día, en tanto que para Ruitoque Alto es de 769 vehículos, en ambos casos por parte de pequeños camiones y buses intermunicipales de mediano tonelaje y algunos automóviles.²

² Estudios de tráfico para el diseño de pavimentos. Anillo Vial F/Blanca-Ruitoque. 2006. P. 7

2. UBICACIÓN INSTITUCIONAL

ESGAMO LTDA Ingenieros Constructores fue fundada en Santafé de Bogotá en el año de 1.987 por profesionales con gran trayectoria en la construcción de vías, cuyo objeto social comprende las actividades propias del ejercicio de la profesión de la Ingeniería Civil, en todos sus aspectos, como son los estudios técnicos, planeación, proyectos de construcción en general, interventorías, asesorías, suministro de toda clase de agregados pétreos y mezclas asfálticas, movimientos de tierras, construcción de carreteras, vías férreas, aeropuertos, edificios, puentes, etc. Las siguientes ilustraciones corresponden a ejemplos de proyectos ejecutados por la firma de ingenieros:

Figura 02. Algunos proyectos ejecutados por ESGAMO LTDA.



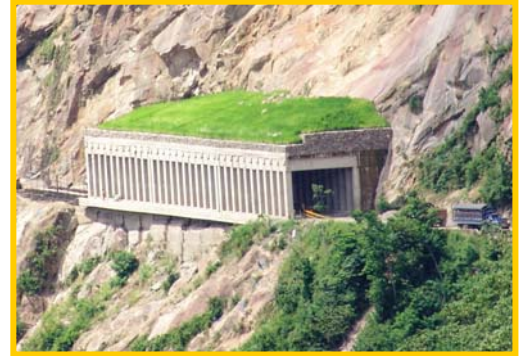
Construcción del Puente "El Juncal" –Neiva



Construcción Estación Avenida Jiménez
Sistema Transmilenio – Bogota



Repavimentación Plataforma Aeropuerto Palonegro



Tunel, Peña De San Pablo



Conexión Vial Autopista Girón-San Luis

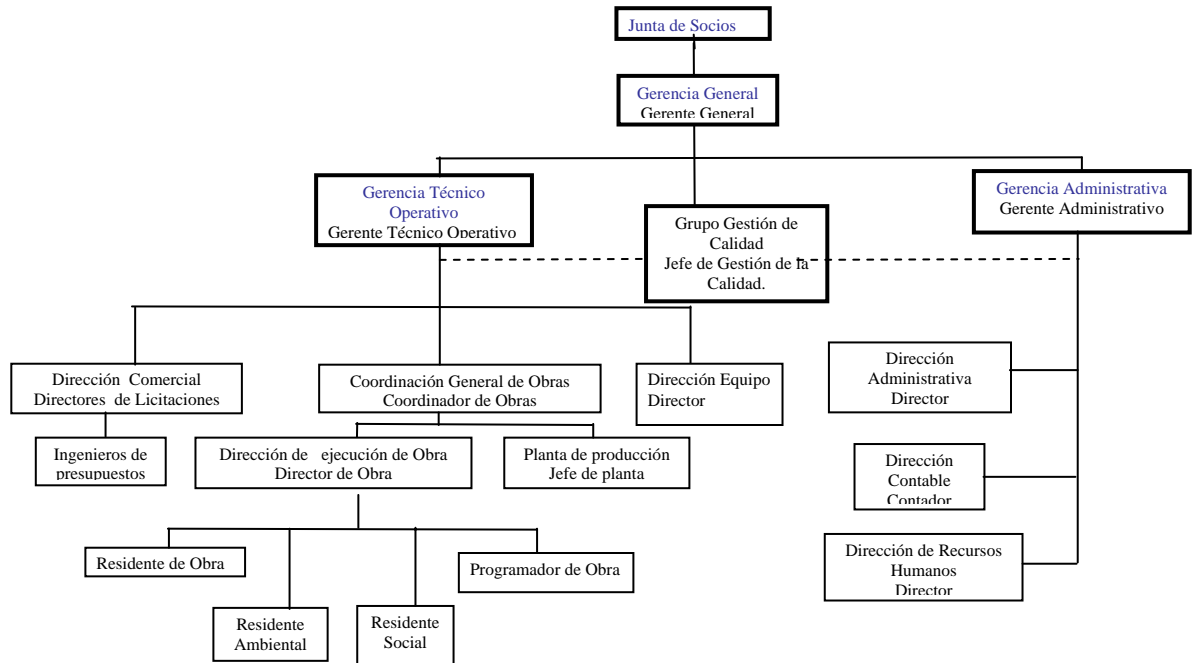
Fuente: ESGAMO LTDA

El cumplimiento, la calidad y la cantidad de los proyectos ejecutados y los equipos con que cuenta le han permitido obtener gran calificación y capacidad de contratación, logrando consolidar una sólida infraestructura que le permite competir con las grandes compañías de Ingenieros Contratistas de Colombia.

En la actualidad ESGAMO LTDA Ingenieros Constructores cuenta con sedes administrativas en Santafé de Bogotá D.C y en Bucaramanga (Santander) y sedes secundarias en los diferentes frentes de trabajo; atendidas por un selecto grupo de profesionales y técnicos idóneos, que en constante capacitación y formación brindan un apoyo efectivo para

garantizar el crecimiento y fortalecimiento de la organización empresarial.

Figura 03. Organigrama General ESGAMO LTDA



Fuente: ESGAMO LTDA.

La Empresa dispone de 3 centros de procesamiento de materiales pétreos y producción de mezclas asfálticas con sedes propias y fuentes de materiales, situadas en **Puente Sogamoso** municipio de Betulia Km. 62 de la carretera Bucaramanga - Barrancabermeja Santander, en **Cambao** departamento de Cundinamarca y en **La Caima** municipio de Alvarado en la carretera Ibagué-Mariquita, departamento de Tolima. Igualmente, tiene a disposición una flota de transporte que incluye volquetas sencillas, dobletroques, tracto-camiones, irrigadores de asfalto, carrotanques, camabajas y remolques, equipo menor como motobombas, cortadoras de asfalto, placas compactadoras, mezcladoras, formaletas diversas y demás herramientas necesarias para la ejecución de cualquier tipo de obra.

Figura 04. Plantas de Asfalto



Planta de asfalto Faço Allis 522B. Puente Sogamoso,
Instalaciones La Caima,
Vía Bucaramanga – Barrancabermeja
Alvarado - Tolima

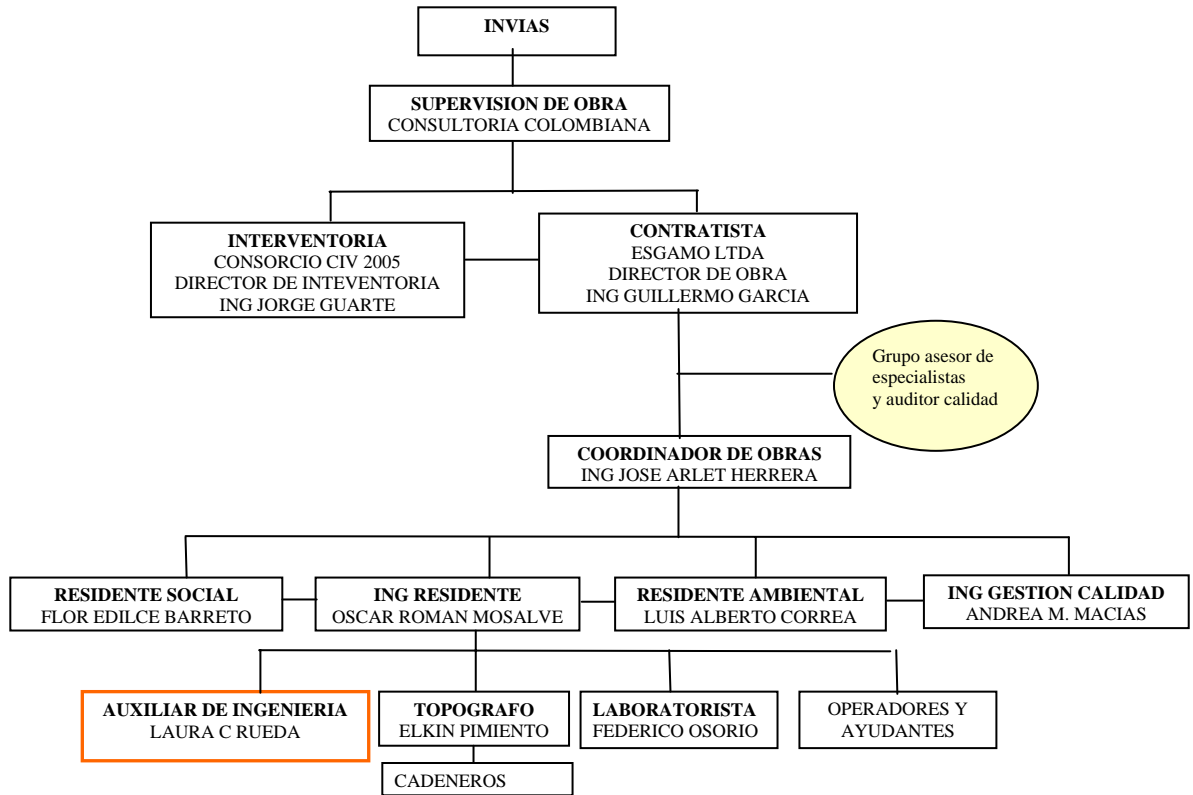
Planta de asfalto Ciber.

Fuente: ESGAMO LTDA

Dentro del proyecto de pavimentación del Anillo Vial Floridablanca-Ruitoque se encuentra un equipo de trabajo que lo conforma un Coordinador de Obras, Ingeniero Residente, Auxiliar de Ingeniería³, Residente Ambiental, Auxiliar Social, Topógrafo Inspector, Operadores y ayudantes, además del acompañamiento de un grupo de especialistas en Calidad y Programación de Obra.

³ Autor de este proyecto de grado

Figura 05. Organigrama de Obra Anillo Vial Floridablanca – Ruitoque



Fuente: ESGAMO LTDA

3. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

3.1 GENERALIDADES

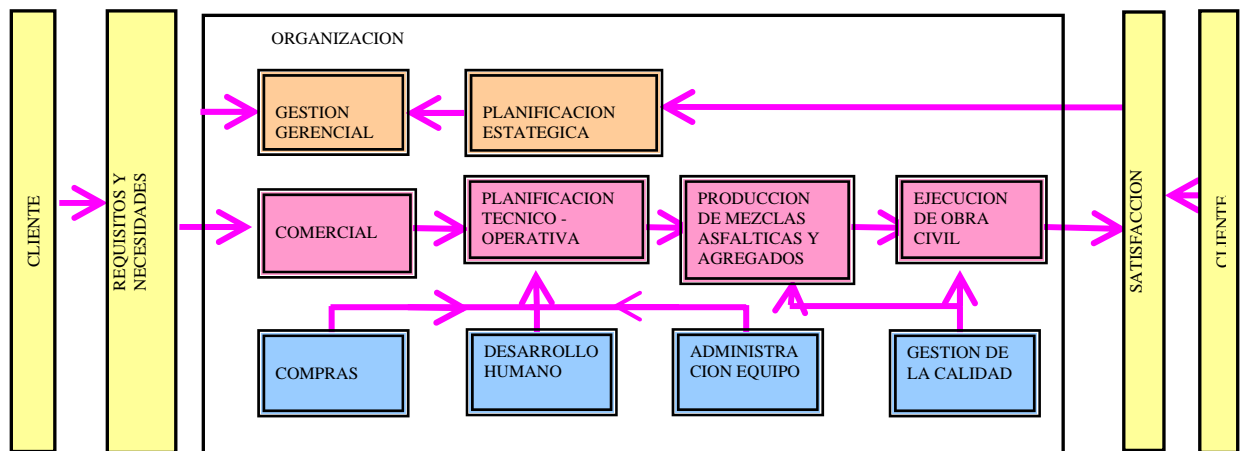
Consientes de que la implantación de un sistema de calidad en la Empresa asegura que exista continuamente satisfacción del cliente, del usuario y de la organización, se decidió emprender un sistema de calidad acorde con el objeto social de la empresa y que a su vez diera cumplimiento a la norma ISO internacional, con lo cual la organización se certificó el 28 de febrero del 2002 con la norma NTC-ISO-9002-94. Actualmente **ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES** cuenta con el certificado ISO 9001:2000, y cuyo alcance es: Construcción de obras civiles y producción de mezclas asfálticas y agregados pétreos, otorgado por la firma multinacional certificadora Bureau Veritas Quality BVQI Colombia Ltda.

Entre los requisitos para obtener la certificación, la norma ISO 9001 en el numeral 8.2.2 enuncia las Auditorias Internas, las cuales se deben llevar a cabo a intervalos planificados tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar. Dentro del Sistema de Calidad de **ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES** esta estipulado que anualmente se deben realizar dichas auditorias; para el presente año se realizo en el mes de Marzo un seguimiento a los procesos de Producción de Mezclas Asfálticas y

Agregados, Planificación Estratégica, Planificación Técnico-Operativa y Ejecución de Obra Civil. La auditoria del proceso de Producción se efectuó en la Planta de Puente Sogamoso, los procesos de Planificación Estratégica y Planificación Técnico-Operativa se realizaron en la oficina de la sede de Bucaramanga y por ultimo Ejecución de Obra Civil fue auditado en la Obra del Anillo Vial de Floridablanca – Ruitoque; todos los procesos resultaron satisfactorios y sin observaciones.

ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES ha basado su sistema de gestión de calidad con el enfoque a procesos siguiendo el esquema de **PHVA** (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), para lo cual se ha establecido la “Red de Procesos”, estos procesos interactúan entre sí, lo cual se refleja en las caracterizaciones de cada uno de ellos.

Figura 06. Red de Procesos ESGAMO LTDA



→ RELACION

▭ PROCESOS ESTRATEGICOS

 PROCESOS DE RELACION

 PROCESOS DE APOYO

Fuente: ESGAMO LTDA.

3.2 POLITICA DE CALIDAD

ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES da cumplimiento en la ejecución y plazo de la construcción de obras civiles pactadas con el cliente, así como en la producción de agregados pétreos y mezclas asfálticas, garantizando productos de excelente calidad.

Capacita el personal que pueda afectar el sepultado del producto final, asigna recurso para que el personal desempeñe las labores, asegurando la satisfacción del cliente, del usuario y de la empresa, dentro de un marco de mejora continua.

3.3 PLAN DE CALIDAD FRENTE ANILLO VIAL FLORIDABLANCA-RUITOQUE

A partir de las necesidades y expectativas identificadas por el Instituto Nacional de Vías, expresadas en los documentos de la licitación pública, **ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES** planea la realización de las actividades que asegurarán la calidad del proyecto, considerando los requisitos y especificaciones de las actividades a desarrollar y los controles necesarios para garantizar su cumplimiento.

El Plan de calidad contiene la metodología a implementar por **ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES** en cada una de las actividades que conforman el sistema como son: Estructura Organizacional, Procedimientos, Procesos y Recursos para alcanzar los requisitos de Calidad de este proyecto en particular.

A través del diligenciamiento para proceso del formato EGM-F-119 denominado CARACTERIZACION DE PROCESOS se define su objetivo, sus entradas, salidas, controles, recursos, proveedores, clientes, responsables, documentos de referencia, registros involucrados, legislación aplicable y numerales de la norma ISO 9001:2000 a los cuales se les estaría dando respuesta y de manera general se describen cuales son las actividades de cada uno de ellos siguiendo el ciclo PHVA, es decir detallando como planifica, ejecuta, verifica y actúa en desarrollo de su proceso, cada responsable o dueño del mismo. Para el caso particular en la práctica empresarial, basándose en las responsabilidades como Auxiliar de Ingeniería, es de interés los procesos de Ejecución de Obra Civil y Gestión de la Calidad.

Con la ejecución de cada proceso se le va dando cumplimiento a los requisitos de la norma del INVIAS. A continuación se nombraran los requisitos que se controlan dentro de las actividades involucradas dentro de la obra.

3.3.1 Control De Documentos Y Datos

El Instituto Nacional de Vías requiere la siguiente documentación como mínimo para el control de la Calidad del proyecto:

- FORMATO DE RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION (FCC-01)
- FORMATOS DE COMPROMISOS CALIDAD: PROVEEDORES Y SUBCONTRATISTAS (FCC-02; FCC-03).
- LISTADO DE ACTIVIDADES SOMETIDAS AL CONTROL DE CALIDAD (FCC-04)
- FORMATO DE ACTIVIDADES A SUBCONTRATAR (FCC-05)
- LISTADO DE ELEMENTOS A COMPRAR (FCC-06)
- FORMATO DE RECIBO CANTIDADES DE OBRA-IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD (FCC-07)
- FORMATOS DE PUNTOS DE INSPECCION Y ENSAYO (FCC-08)
- FORMATO DE NO COMFORMIDADES (FCC-09)
- FORMATO DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS (FCC-10)
- FORMATO DE EQUIPO DE INSPECCION Y ENSAYO (FCC-11)

Por otra parte la organización tiene establecido los requisitos y el seguimiento que se debe aplicar para la elaboración, modificación, anulación, revisión, aprobación, publicación, notificación y distribución oportuna a las áreas afectadas, de los documentos generados durante el proyecto.

Los documentos internos y formatos que se generen durante el contrato se relacionan dentro de un listado maestro con el fin de llevar un control de las versiones para su distribución y ubicación. Así mismo se manejan los documentos externos tales como pliegos de condiciones, planos memorias, estudios, especificaciones, entre otros, los cuales se controlan con versión y fecha de ingreso al sistema de gestión del proyecto.

3.3.2 Control De Los Registros De Calidad

ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES mantiene registros de calidad para demostrar el cumplimiento del Plan de Control de Calidad y su control se realiza siguiendo el Procedimiento EGM-P-015 "Control de registros de Calidad", el cual establece las directrices para: clasificar los registros de calidad de manera que sean fácilmente recuperables, archivar los registros evitando su deterioro y proteger el archivo contra acceso no autorizado y alteraciones.

Dentro de los registros de calidad manejados, podemos mencionar, los resultados de ensayos a compresión de cilindros muestra, resultados de ensayos de laboratorio correspondientes de muestras de material utilizado en la ejecución de la obra, certificaciones de calibración de equipo utilizado en la obra tal como el equipo de topografía (Estación, Teodolito, Nivel, etc) y el equipo para calcular las densidades en campo, de igual manera se mantienen registros del equipo utilizado en el laboratorio como Prensa hidráulica para concretos y Prensa Marshall para asfalto.

Figura 07. Equipo de Topografía (nivel)



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 08. Equipo de Densidades (balanza, cono de arena)



Fuente: Laura Catalina Rueda

3.3.3 Identificación Y Trazabilidad Del Producto

ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES realiza por medio de una identificación única y registrada la trazabilidad a cada una de las actividades del proyecto, de tal manera que permitan rastrear la historia del desarrollo de la actividad en cuanto al equipo involucrado, calidad de los materiales, mano de obra, condiciones de ejecución de la actividad, cantidades de obra ejecutadas. Esta información se recolecta a través de registros que contienen una identificación única (fecha, No interno de equipo, Nombre de la actividad, entre otros) que permiten realizar la trazabilidad.

Dentro de la obra se manejan diferentes registros, los cuales permiten llevar un seguimiento de las diferentes actividades, así también como materiales y equipo utilizado (Ver anexo 02):

- REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES (EGM-F068): este formato es diligenciado en su gran mayoría por el topógrafo donde describe las actividades y cantidades de obra que se ejecutaron durante el día, relaciona el equipo utilizado en cada una de ellas y reporta la cantidad de material granular y/o triturado que llegó a la obra. Por parte del auxiliar de ingeniería relaciona los cilindros muestras que se tomaron en el día y chequea la información del topógrafo.
- REPORTE DIARIO DE TOPOGRAFIA (EGM-F067): como se indica, en este formato se describen las actividades desarrolladas por la comisión de topografía, ya sean replanteo, niveles de subrasante, sub base y/o base, niveles para obras de arte como alcantarillas y muros, entre otras. Este reporte es exclusivamente diligenciado por el topógrafo.
- REPORTE DIARIO DE EQUIPO (EGM-F013): este reporte lo hace el operador de cada máquina, donde describe las actividades que realizó el equipo, el tiempo que estuvo trabajando, la cantidad de combustible y/o aceites que se le inyectó. El formato tiene un espacio donde el operador puede informar alguna anomalía o daño que presenta la máquina, esta información es revisada por el auxiliar de ingeniería y se hace inmediata acción sobre lo reportado, informando a superiores sobre la anomalía y realizando el pedido de repuestos que sea necesario; la información de tiempo y combustible es utilizada para realizar el reporte de horas y consumos mensual de toda la maquinaria.
- APLICACIÓN DE MATERIALES EN OBRA (EGM-F046): este formato es diligenciado por el auxiliar de ingeniería en el momento en que

se aplica la mezcla asfáltica, con el se lleva una trazabilidad completa del material aplicado, ya que se describe información como la volqueta que transporta el material, hora de salida de planta, hora de llegada a la obra, las temperaturas de salida de planta, de aplicación y de compactación y el abcisado donde se ubica el material de cada volqueta.

- AVANCE DE OBRA (EGM-F070): con este formato se esta dando trazabilidad a todas las actividades que se realizan; en cada kilómetro es posible ver hasta que abcisado ha sido ejecutada cada tarea, si ha sido inspeccionada, aprobado y/o rechazada. El diligenciamiento esta a cargo del auxiliar de ingeniería apoyándose en algunas ocasiones del topógrafo.
- REPORTE DIARIO DE VIAJES (EGM-F016): este reporte lo elaboran cada uno de los conductores de volquetas, donde describen para cada tipo de material (Sub base, Base, Escombros y/o Material de relleno) el número de viajes y la hora en que cada uno fue realizado. Esta información es útil para el reporte mensual de manejo de escombros además del chequeo de llegada de material granular a la obra.
- ENTRADA DIARIA DE ALMACEN (EGM-F011): Este formato diligenciado por el auxiliar de ingeniería reporta los materiales que han entrado a la obra, por ejemplo: cemento, hierro, geotextil entre otros.
- SALIDA DIARIA DE ALMACEN (EGM-F012): Con este formato se lleva un control de los materiales utilizados; reporta el auxiliar de

ingeniera la cantidad de cemento que se necesitaron para cada fundición, metros lineales de geotextil colocados diariamente, ente otros.

3.3.4 Control De Procesos

ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES define las actividades sometidas al control de procesos RED DE PROCESOS y define un programa de inspección y ensayo de cada una de las actividades.

Para verificar el cumplimiento de los requisitos especificados para los materiales, los trabajos y los servicios, se establece el *Plan de Inspección y Ensayo*, en los que se definen los controles a efectuar, la frecuencia a llevar cabo dicho control y los criterios para la aceptación.

Si durante las inspecciones y ensayos a las actividades se detecta una no conformidad (no cumplimiento de un requisito especificado) en el producto involucrado, se realiza el análisis de las causas que lo pudieron generar, se define la disposición final del producto (reprocesamiento, derogación, reclasificación, rechazo) y luego se determina si se requiere acción correctiva.

Para ejercer el control sobre los procesos, se establece una planeación cuidadosa de la forma de ejecución y de los límites de aceptación, buscando asegurar que éstos se desarrollen bajo condiciones controladas y con la secuencia especificada (las condiciones controladas se refieren a la verificación de materiales, personal calificado,

suministros, logística, condiciones ambientales, mantenimiento de equipos, procesos). Además se identifica las actividades críticas que afectan la calidad de los trabajos, dentro de la RED DE PROCESOS para mantenerlas bajo estricto control, y desarrollar procedimientos documentados para dichas actividades.

En las actividades desarrolladas en la práctica empresarial, están involucradas acciones que permiten la ejecución del Plan de Inspección y Ensayo, tales como el control de calidad de material granular (Sub-base y Base) entrante al cual es necesario realizarle ensayos con frecuencia semanal (dependiendo de la cantidad de material suministrado) también dentro de las funciones se encuentra el seguimiento de fundición de concretos para lo cual se realizan muestras testigo, generalmente para cada jornada de fundición se hacen 5 muestras, las cuales se ejecutan siguiendo las normas E-401, E-402 y E-410 del INVIAS.

4. ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS

La productividad y su mejoramiento permanente es una de las metas principales de la administración de un proyecto de construcción, es por esto que se quiso realizar un análisis de rendimientos de algunas de las actividades que se desarrollan dentro del proyecto de pavimentación del anillo vial Floridablanca – Ruitoque.

La eficacia se puede definir como la extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados y la eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados⁴. Ahora bien, la productividad comprende tanto la eficiencia como la eficacia, es por eso que se puede definir como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados. Con el objetivo de que un proyecto se ubique en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad (con lo que se logra alta productividad) es necesario los aportes de todos los niveles de la organización, ésta debe proveer a los grupos de condiciones y recursos, para que se realicen las actividades de manera productiva, de igual manera dichos grupos dentro de su conformación y jerarquía proporciona a cada uno de los individuos igualmente condiciones y recursos que sumado con sus habilidades les permitirán lograr alta productividad en sus tareas.

⁴ NTC-ISO 9000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario. Bogotá. 2000. P. 13

Existen muchos factores que causan pérdidas de la productividad, que se pueden presentar en los diferentes campos de acción; inicialmente pueden haber problemas en la etapa de diseño, trayendo como consecuencias diseños complejos, inconsistencias de este y las condiciones reales del terreno o también las continuas modificaciones de planos durante la ejecución del proyecto. Deficiencia en la planificación y administración, reflejada en la falta de preparación de ejecución de obra y la supervisión no constante; y en cuanto a condiciones de trabajo afecta la carencia de personal así como el sobredimensionamiento de las cuadrillas; no disponibilidad de recursos para realizar los trabajos causado por la deficiente planeación o la subestimación de los costos.

El más pequeño indicio de baja productividad tiene que ser pauta para implementar una evaluación y correctivos sobre el bajo rendimiento de las actividades. Esta metodología consiste en un ciclo de mejoramiento, el cual inicia con la toma de datos y el análisis de estos; seguido es necesario una evaluación de productividad, comprendida de un diagnóstico, identificación de problemas y posibles alternativas de solución y por último se encuentra el sistema de mejoramiento que además de implantarlo es importante su seguimiento y control.⁵

4.1 METODOLOGÍA

Se analizaron las actividades que dentro de su costo equivalen al 80% del valor del contrato, para esto se utilizara el Diagrama 80/20 (Ley de Pareto). Cada análisis está respaldado por la información diaria que se efectúa en la obra ya sea con el Informe Diario de Actividades, Informe

⁵ SERPELL, Alfredo. Administración de operaciones de construcción. 2ª Edición. Chile: Universidad Católica de Chile, 2002. p. 47

Diario de Topografía, Reporte Diario de Equipo; con esta información se obtendrá un rendimiento real de cada actividad.

De acuerdo con las características de los equipos y de las condiciones de la obra se calculará un rendimiento teórico basándose en manuales de equipo y bibliografía sobre producción; la metodología para calcular cada rendimiento será consignada en una hoja electrónica⁶ con ayuda de herramientas como formularios y tablas dinámicas.

La hoja electrónica se comportara como una herramienta que permita visualizar el efecto que causa en el rendimiento el cambio de las condiciones de obra y de equipo; que adicionalmente generan efectos en los costos. Finalmente se comparara el rendimiento real de cada actividad con el rendimiento del presupuesto, determinando las causas de la diferencia entre ellos.

4.2 DIAGRAMA 80/20 (LEY DE PARETO)

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, después de haber reunido los datos a calificar. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas

⁶ Microsoft Office, Excel. Versión 2000

sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la grafica y la mayoría útil a la derecha. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar acabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

Utilizando los precios unitarios que se emplearon en la licitación del contrato, se procede a ordenar las actividades de mayor a menor costo, seguido se elabora una columna con el valor acumulado; después se calcula el porcentaje al que equivale cada valor acumulado.

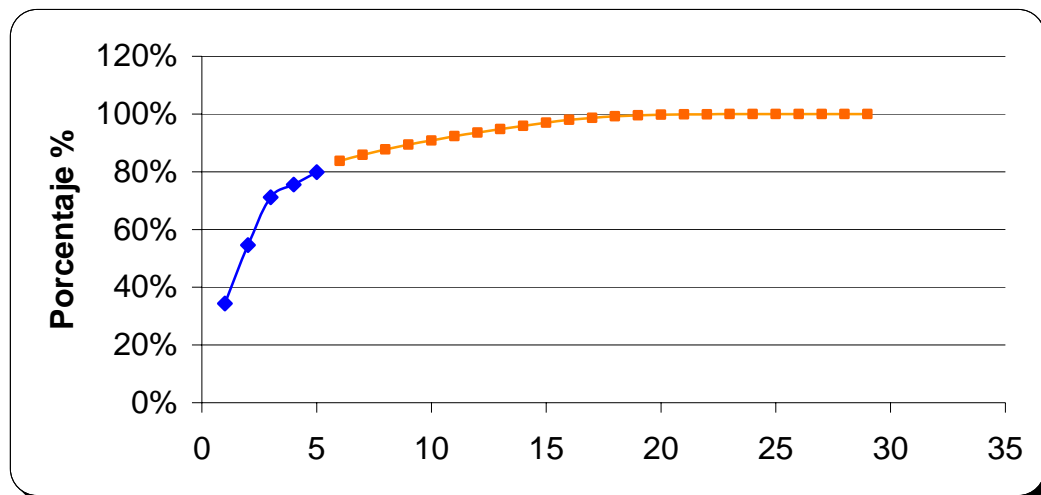
Tabla 1 Valor de actividades

No	Item	Valor Parcial	Valor Acumulado	% Acum
1	9	1.613.250.000,00	1.613.250.000,00	34%
2	7	951.500.000,00	2.564.750.000,00	55%
3	6	778.500.000,00	3.343.250.000,00	71%
4	15	205.500.000,00	3.548.750.000,00	76%
5	12	203.800.000,00	3.752.550.000,00	80%
6	20	180.000.000,00	3.932.550.000,00	84%
7	18	100.260.000,00	4.032.810.000,00	86%
8	2	89.430.000,00	4.122.240.000,00	88%
9	27	75.000.000,00	4.197.240.000,00	89%
10	8	72.000.000,00	4.269.240.000,00	91%
11	14	72.000.000,00	4.341.240.000,00	92%
12	24	57.600.000,00	4.398.840.000,00	94%
13	19	54.000.000,00	4.452.840.000,00	95%
14	13	52.992.000,00	4.505.832.000,00	96%
15	1	49.364.900,00	4.555.196.900,00	97%
16	21	48.384.000,00	4.603.580.900,00	98%

17	23	33.694.150,00	4.637.275.050,00	99%
18	22	25.920.000,00	4.663.195.050,00	99%
19	16	14.580.000,00	4.677.775.050,00	100%
20	25	7.200.000,00	4.684.975.050,00	100%
21	4	6.167.850,00	4.691.142.900,00	100%
22	26	2.400.000,00	4.693.542.900,00	100%
23	28	2.160.000,00	4.695.702.900,00	100%
24	29	1.650.000,00	4.697.352.900,00	100%
25	5	504.000,00	4.697.856.900,00	100%
26	3	0,00	4.697.856.900,00	100%
27	10	0,00	4.697.856.900,00	100%
28	11	0,00	4.697.856.900,00	100%
29	17	0,00	4.697.856.900,00	100%
Total Costo Basico			4.697.856.900,00	

Graficando los porcentajes contra los items, se obtiene:

Figura 09. Diagrama 80/20 (Ley de Pareto)



El diagrama nos revela que el 80% del costo del contrato se respalda en la ejecución de 5 actividades, apoyándonos en el resumen de precios unitarios (Ver anexo 03) obtenemos:

Tabla 2 Actividades que corresponden al 80% del valor del contrato

No	Ítem	Descripción
1	9	Mezcla densa en caliente tipo MDC - 2
2	7	Base granular
3	6	Subbase granular (CBR \geq 30%)
4	15	Concreto clase D (210 Kg/cm ²)
5	12	Excavaciones varias sin clasificar

Todas las actividades descritas en la anterior tabla han sido ejecutadas a lo largo del periodo de practica a excepción del Concreto clase D (210Kg/cm²) que corresponde al concreto utilizado en Box Culverts, esta actividad esta programada para meses adelante, que no corresponde al tiempo asignado para la práctica empresarial.

Los análisis unitarios empleados en la licitación del contrato correspondientes a las actividades a analizar se presentan en el anexo No 06.

4.3 MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC – 2

4.3.1 Descripción

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de la capa asfáltica de tipo denso, preparada y colocada en caliente, de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

La extensión y terminación de la mezcla densa en caliente se hace con un pavimentadora, es ajustable para formar la sección transversal especificada del espesor de diseño. Los compactadores utilizados son autopropulsados, uno de rodillos vibratorios y otro de neumáticos.

Figura 10. Km 18 Vía Anillo Vial F/Blanca - Ruitoque



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 11. Pavimentadora Cedarapids



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 12. Compactador de llantas (izquierdo) y compactador de rodillo (derecho)



Fuente: Laura Catalina Rueda

4.3.2 Cálculo de Rendimiento en Obra

Como se mencionó anteriormente este cálculo se realiza con base en las cantidades de obra efectuadas diariamente y la información del equipo utilizado. A continuación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3 Datos de aplicación de mezcla asfáltica

	FECHA	ABSCISA		I/ D	LONG	TIEMPO PAVIMEN. HR	REND. m ³ /h	TIEMPO COMPAC. HR	REND m ³ /h
		INICIAL	FINAL						
MARZO	08/03/06	19355	19400	I	45	5	10,33	2,5	20,67
		19295	19345	I	50				
		19272	19295	I	23				
		19380	19400	D	20				
		19325	19380	D	55				
		19278	19325	D	47				
	09/03/06	19212	19272	I	60	8,5	7,66	6,5	10,02
		19162	19212	I	50				
		19107	19162	I	55				
		19228	19278	D	50				
		19178	19228	D	50				
		19130	19178	D	48				
	10/03/06	19060	19107	I	47	4,5	15,63	4	17,58
		19000	19060	I	60				
		18960	19000	I	40				
		19110	19130	D	20				
		19060	19110	D	50				
		19000	19060	D	60				
18940		19000	D	60					
ABRIL	08/04/06	18490	18540	D	50	8	8,24	5	13,19
		18540	18585	D	45				
		18585	18630	D	45				
		18630	18690	D	60				
		18490	18550	I	60				
		18550	18605	I	55				
	10/04/06	18605	18655	I	50	6	12,98	6	12,98
		18655	18700	I	45				
		18700	18750	I	50				
		18750	18795	I	45				
		18795	18850	I	55				
		18850	18910	I	60				
		18910	18960	I	50				
		18940	18950	D	10				

11/04/06	18690	18720	D	30	7,5	8	5	12
	18720	18785	D	65				
	18785	18845	D	60				
	18845	18895	D	50				
	18895	18950	D	55				
					Promedio =	10,47	Promedio =	14,41
					Máximo =	15,63	Máximo =	20,67
					Mínimo =	7,66	Mínimo =	10,02

En obra se obtienen la longitud que abarca la mezcla de cada una de las volquetas, al final de la jornada se obtiene una longitud total pavimentada; del diseño se sacan las especificaciones de ancho de calzada y espesor, que para el caso en particular son de 5,5 y 0,075 m respectivamente. Con el volumen calculado y la información del reporte de equipo se obtiene el rendimiento, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento (m}^3/\text{h)} = \frac{\text{longitud} \times \text{ancho} \times \text{espesor}}{\text{tiempo de equipo}}$$

Es necesario calcular el rendimiento de los equipos involucrados, para determinar cual de ellos proporciona el mínimo rendimiento, el cual condicionará la eficiencia de la actividad. Observando la tabla se puede determinar que la pavimentadora es la que condiciona la eficiencia de la actividad teniendo en promedio un rendimiento de 10,47 m³/h, mas bajo que el del vibrocompactador de promedio 14,41 m³/h.

4.3.3 Cálculo de Rendimiento Teórico

Pavimentadora: del manual de Caterpillar edición 31 y de acuerdo al espesor de capa asfáltica de 7,5 cm (3") según diseño, con la siguiente tabla se puede determinar la producción en toneladas por hora:

Tabla 4 Producción en ton/h con una capa de asfalto de 3"

Velocidad	Ancho de pavimentación						
Pies/min	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"
10	66	78	87	99	111	120	132
20	132	153	174	198	219	240	284
30	198	231	261	297	330	360	393
40	264	306	384	393	438	483	525
50	330	387	435	492	549	603	657

El ancho de calzada es de 5,5 m según diseño, con sobrecanchos en las curvas. A pesar de que la pavimentadora tiene una capacidad de 6m de ancho; debido a la alta pendiente que se presenta en la zona es recomendable la aplicación de la mezcla por carril, es decir un tramo de ancho 2,5m y otro tramo de ancho de 3,0m. Por efectos de los sobrecanchos y para determinar la producción se tomara un ancho de 3,0m y con una velocidad de operación de 10 pies/min (30 cm/min). Entrando a la tabla se obtiene una producción teórica de 111 Ton/h.

Según las características de la mezcla, tiene una densidad de 3 gr/cm³ que equivalen a 3 Ton/m³. Lo que significa que la pavimentadora tiene una capacidad de aplicar (en las condiciones de la obra) alrededor de 37 m³/h.

Compactador: se calculara el rendimiento para verificar lo deducido en el rendimiento real, para eso se utilizará la metodología consignada en Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería⁷:

$$Q = \frac{A \times V \times H \times E \times 1000}{N}$$

Donde:

⁷ SOLANILLA, Jorge H. Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería. Primera Edición. Bogotá. 2003. P. 201

$Q =$ producción por hora (m^3 / h)

$A =$ ancho efectivo de compactación (m)

$V =$ velocidad promedio de operación (km/h)

$H =$ espesor de la capa de compactación (m)

$N =$ número de pasadas para obtener la compactación especificada

$E =$ eficiencia de trabajo

A ancho efectivo de compactación:

Tabla 5 Ancho Efectivo De Compactación A

TIPO DE EQUIPO	A
Rodillo para macadam	Ancho de ruedas propulsoras – 0,2 m
Rodillo tándem	Ancho de ruedas propulsoras – 0,2 m
Compactador de suelo	(Ancho de ruedas propulsoras x 2) – 0,2 m
Rodillo de neumáticos	Distancia exterior a exterior de las llantas exteriores – 0.3 m
Rodillo vibratorio grande	Ancho de rodillo – 0.2 m
Rodillo vibratorio pequeño	Ancho de rodillo – 0.1 m
Topadora	(Ancho de la zapata x 2) – 0.3 m

El rodillo vibratorio tiene un tambor de ancho 2,10 m; la tabla recomienda un ancho efectivo 0,2 m menos que el tambor, lo que daría 1,9 m.

Velocidad promedio de operación: apoyándose en la siguiente tabla se obtiene:

Tabla 6 Velocidad Promedio De Operación

TIPO DE COMPACTADOR	Km/h
Pata de cabra	8.0
De pisones	9.7
De llantas	2.5
Rodillo de camino	2
Rodillo vibratorio	1.5
Compactador de suelo	4.0 – 10.0
Aplanadora	1.0

El equipo utilizado corresponde a un rodillo vibratorio para el cual su velocidad promedio es de 1.5 Km/h.

H, el espesor de la capa asfáltica corresponde a 0,075 m según diseño.

N, el número de pasadas para obtener la compactación óptima, se mide en la ejecución de la actividad, esto nos indica que se necesitan de 3 a 6 pasadas. Para los cálculos se utilizaran 4 pasadas.

E, la eficiencia tiene que ver con la habilidad del operario, puede variar desde 40% (Deficiente) hasta 80%(Buena). El operador cuenta con bastante destreza y experiencia en el manejo del compactador, es por eso que se puede catalogar con un 80% de eficiencia.

Determinadas todas las variables, se calcula a continuación:

$$Q = \frac{1,9 \times 1,5 \times 0,075 \times 0,8 \times 1000}{4} = 42,75 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Se puede concluir una vez más que la productividad de la aplicación de mezcla asfáltica esta regida por el rendimiento que pueda generar la pavimentadora.

4.3.4 Análisis de Precios Unitario (A.P.U.) Dinámico

La hoja electrónica contiene los datos de la tabla de producción de la pavimentadora del manual de Caterpillar versión 31; el procedimiento consiste en elegir el espesor de la capa asfáltica entre las opciones de 2.5, 5.0, 7.5 y 10 cm (1, 2, 3 y 4 pulgadas), escoger la velocidad de operación y el ancho de aplicación de mezcla. La tabla dinámica selecciona el rendimiento (Ton/h) que corresponda a las características ya establecidas; este valor se asigna inmediatamente al análisis de precios unitarios afectando los costos de la actividad.

Tabla 7 . A.P.U. Dinámico Mezcla Densa en Caliente MDC-2

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD	
Densidad mezcla Ton/m ³	3
ESPEORES cm	7,5
RENDIMIENTO Ton/h	ANCHOS m
VELOCIDAD cm/min	3,0
3,0	111
RENDIMIENTO m ³ /h	37

4.3.5 Factores que afectan el rendimiento.

En resumen, se tiene 3 rendimientos: 30 m³/h correspondiente a la propuesta; 10,47 m³/h medido en obra y 37 m³/h rendimiento teórico.

Es evidente la baja productividad en la ejecución, los factores que están afectando este resultado están vinculados con la distancia entre la planta de asfalto y la obra además de la disposición de volquetas, las cuales generalmente tienen que hacer dos viajes a la planta, quedando la pavimentadora esperando mezcla un intervalo de tiempo.

4.4 BASE GRANULAR

4.4.1 Descripción

Esta actividad consiste en el suministro, transporte, extensión, humedecimiento, conformación y compactación del material granular apropiado, aprobado sobre una sub-base, el cual formará parte de la estructura del pavimento, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias típicas y en conformidad con todos los requisitos.

El equipo involucrado en la ejecución de esta actividad está conformado por una motoniveladora que se encarga de extender y conformar la capa de material granular; un compactador que como su nombre lo indica compacta el material hasta que logre la humedad óptima, y por último una volqueta acondicionada con un tanque, con lo que se humedece el material para ayudar a su compactación, además de un grupo de personas encargado de chequear los niveles de la capa.

Figura 13 Motoniveladora CATERPILLAR 120H



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 14 Carrotanque de agua



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 15 Compactador BITELLI



Fuente: Laura Catalina Rueda

4.4.2 Cálculo del Rendimiento en Obra

La información descrita en los informes diarios de actividades, informes diarios de topografía y el reporte diario de equipo correspondiente a la aplicación de base es la siguiente:

Tabla 8 Datos de Base generados en obra

	FECHA	ABSCISA		LONG	TIEMPO (h)	Rendimiento	TIEMPO (h)	Rendimiento
		INICIAL	FINAL		MOTO - NIVELADORA		VIBRO COMPACTADOR	
FEBRERO	21/02/2006	19320	19370	50	4	9,80	3	16,36
	22/02/2006	19280	19340	60	4,5		2,5	
	23/02/2006	19220	19270	50	4,5	9,57	2,5	20,00
	24/02/2006	19170	19260	90	6,5		3	
MARZO	01/03/2006	19120	19190	70	3,5	13,37	2	34,67
	02/03/2006	19040	19100	60	6		1,5	
	03/03/2006	18980	19040	60	5		2	
	04/03/2006	18930	19040	110	7		4	

	24/03/2006	18690	18780	90	7,5		2,5	
	29/03/2006	18820	18910	90	9		3	
	30/03/2006	18787	18810	23	4,5		1,5	
	31/03/2006	18652	18787	135	6		3	
ABRIL	01/04/2006	18787	18850	63	4	12,62	2	25,53
	03/04/2006	18500	18652	152	4		4	
	29/04/2006	18410	18480	70	3		2,5	
MAYO	02/05/2006	18310	18450	140	6		5	
	03/05/2006	18250	18310	60	6	13,64	3,5	26,25
	04/05/2006	18180	18240	60	6,3		3	
	08/05/2006	18020	18060	40	4,5		1,5	
	10/05/2006	17900	18020	120	6,7		3	
	13/05/2006	17890	18100	210	5		5	
	24/05/2006	17630	17790	160	8,1	12,85	4	26,90
	25/05/2006	17520	17630	110	8,5		4,5	
	26/05/2006	17810	17840	30	2		1	
	30/05/2006	17480	17530	50	4		2	
	31/05/2006	17400	17470	70	5,5		3	
	Promedio =					11,97	Promedio =	24,95
	Mínimo =					9,57	Mínimo =	16,36
	Máximo =					13,64	Máximo =	34,67

La aplicación del material presenta traslapos, es eso que el cálculo de del rendimiento no se realizó por jornadas sino por tramos. Los resultados obtenidos revelan una vez más que el compactador no limita la productividad de la actividad.

4.4.3 Cálculo del Rendimiento Real

Motoniveladora 120H CATERPILLAR

De acuerdo al Manual de Rendimientos de CATERPILLAR Edición 31 se obtiene el método para calcular el área cubierta por la hoja, entonces se tiene:

$$A=S \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E \quad (\text{Métrico})$$

donde,

A: Área de operación horaria (m^2/h)

S: Velocidad de operación (Km/h)

L_e : Longitud efectiva de la hoja (m)

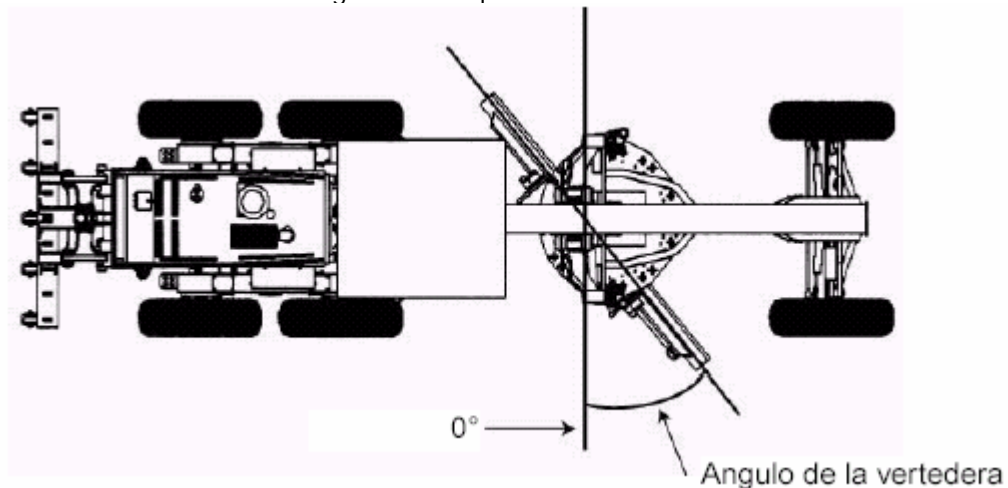
L_o : Ancho de superposición de la hoja (m)

E: Eficiencia del trabajo

S, Velocidad de operación: el Manual de CATERPILLAR describe unos rangos de velocidad de acuerdo a la clase de trabajo en que se desempeñe el equipo. Para nivelación de acabado la velocidad de operación se encuentra entre 0 a 4 Km/h.

L_e , Longitud efectiva de la hoja: la máquina al extender el material siempre trabaja con la hoja formando un ángulo, es por esto que se debe calcular el ancho real de material barrido por la hoja.

Figura 16. Esquema Motoniveladora



Fuente: Manual de Rendimientos CATERPILLAR Ed.31

De acuerdo con las especificaciones del equipo, se conoce que la longitud de la hoja es de 3,658 (m) y estimando un ángulo de 30°, se obtiene como Longitud efectiva: 3,17 (m)

L_o , Ancho de Superposición de la hoja: esta superposición corresponde aproximadamente a 0,60 m. Según el Manual de Rendimientos, esta superposición es para mantener los neumáticos fuera de los camellones en la pasada de retorno.

E, Eficiencia: este factor varía según las habilidades y experiencia del operador, y de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9 Factor de Eficiencia de Motoniveladora

CONDICIONES DE OPERACION	FACTOR
Reparación, nivelación de caminos	0,8
Esparcimiento, nivelación	0,6
Excavación de zanjas	0,5

Fuente: Gerencia de Equipos para obras civiles y minería

Conforme a las características del equipo y a la información del operador, se tiene:

$$S = 2 \text{ Km/h}$$

$$L_e = 3.17 \text{ m}$$

$$L_o = 0.6 \text{ m}$$

$$E = 0.6$$

Entonces el área por hora es:

$$A = 2 \times (3.17 - 0.6) \times 1000 \times 0.6$$

$$A = 3084 \text{ m}^2$$

El área calculada mediante la fórmula, corresponde al área abarcada con una sola pasada, pero como se conoce en la práctica, es necesario más de una pasada para conformar la superficie de Base, es por eso que el área real equivale al área de trabajo por hora entre el número de pasadas.

$$A_{ra} = \frac{A}{n} (m^2 / h)$$

Donde n = número de pasadas

Este numero generalmente varia entre 3 y 6, para el caso utilizaremos 5 pasadas para que la superficie quede completamente conformada y nivelada. Entonces se tendría:

$$A_{ra} = \frac{3084}{5} = 616.80 (m^2 / h)$$

El ancho en promedio que se aplica de Base es de 6,17 m, de acuerdo con las especificaciones ya mencionadas, la motonivledora tendría que pasar 2 veces por un mismo tramo para que la cuchilla puede abarcar todo el ancho. Para poder acercarse aun más al valor del rendimiento teórico correspondiente de la obra se multiplica por el espesor de capa de Base, que se aplica según el diseño de pavimento, este es de 15 cm.

$$\text{Rendimiento Teórico} = \frac{616.80}{2} \times 0.15 = 46,26 \text{ m}^3 / h$$

De acuerdo con este resultado y comparándolo con el rendimiento utilizado en el contrato, se puede deducir que hubo una estimación mayor de rendimiento al presentar la licitación, lo que de ante mano representa un efecto en el costo de ejecución del proyecto.

Vibrocompactador

Basándose de nuevo en la metodología de Gerencia de Equipos para Obgras Civiles y minería, la producción expresada por el volumen de material compactado es:

$$Q = \frac{A \times V \times H \times E \times 1000}{N}$$

Donde:

Q = producción por hora (m^3 / h)

A = ancho efectivo de compactación (m)

V = velocidad promedio de operación (km / h)

H = espesor de la capa de compactación (m)

N = número de pasadas para obtener la compactación especificada

E = eficiencia de trabajo

El equipo es el empleado para compactar la mezcla asfáltica, por eso los valores de A , V y E (1.9, 1.5 y 0.8) serán iguales. El espesor H es 0.15 m mientras que N para el caso será igual a 5; entonces:

$$Q = \frac{1,9 \times 1,5 \times 0,15 \times 0,8 \times 1000}{5} = 68,4 \text{ m}^3 / h$$

Comparando el rendimiento de la motoniveladora con el del compactador, se deduce que seria conveniente la implantación de otra motoniveladora ya que el rendimiento del compactador supera un poco más de dos veces el de la motoniveladora.

4.4.4 Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.) Dinámico

Las características de la motoniveladora, así como todas las condiciones de operación se encuentran consignadas en una hoja electrónica, donde con ayuda de formularios se puede calcular el rendimiento del equipo; es necesario ingresar los datos sobre el espesor, ancho de la capa de base y el ancho de superposición (se recomienda 0,6 m). Escogiendo la clase se equipo, se obtiene el ancho efectivo de la hoja; de acuerdo con el tipo de trabajo que realice se elige velocidad de operación y eficiencia. Con una inspección en la obra se puede obtener el número de pasadas necesarias para que la superficie del material quede bajo las condiciones estipuladas.

Tabla 10 A.P.U. Dinámico Base Granular

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD		VARIABLES DE OBRA	
Longitud Efectiva de Hoja		Esesor de Base =	0,15 m
CAT 120H	3,17	Ancho prom. de Base =	6,17 m
Velocidad de Operación Km/h		No. Pasadas Equipo por ancho =	2
Nivelación	2	Ancho de superposición =	0,6 m
Efectividad		RENDIMIENTOS	
Esparcimiento - nivelación	0,6	Area por hora =	308,4 m ² /h
No. Pasadas para cereo		Producción vol/hora =	46,26 m ³ /h
5	5		

4.4.5 Factores que influyen en el rendimiento

Comparando los rendimientos real y de propuesta, (11,97 y 28 m³/h respectivamente) se encuentra que la diferencia es muy considerable; volviéndose un tema de preocupación ya que el precio de esta actividad es bastante elevado, y un atraso en la ejecución equivalen perdidas para

el contratista. Entre los factores encontrados en la inspección de obra se hallaron: mal estado de la maquinaria (al comienzo de la obra, nótese una mejora luego del primer mes, Tabla No08.), frentes de alcantarillas cerca de la motoniveladora, haciendo demorada la conformación de base (o sub-base) adicionalmente contaminando las capas de material debido a excavaciones y por último la eficiencia de la comisión de topografía, ya que en repetidas ocasiones hubo la necesidad de arreglar varios tramos debido a regular nivelación.

4.5 SUBBASE GRANULAR (CBR \geq 30%)

4.5.1 Descripción

Esta actividad se realiza de la misma manera que la aplicación de Base, las condiciones de operación y características del equipo son iguales debido a que tanto el operador como el equipo utilizado es el mismo para ambas actividades. La varianza de esta actividad corresponde únicamente al ancho promedio de aplicación de Subbase, que para el caso es de 6,8 m; el espesor de la capa según diseño también es de 15 cm.

4.5.2 Cálculo del Rendimiento en Obra

El procedimiento para determinar el rendimiento es el mismo utilizado para el de la base granular. A continuación se presentan los datos obtenidos sobre la ejecución de la actividad:

Tabla 11 Datos de Sub-Base en obra

	FECHA	ABSCISA		LONG	TIEMPO (h)		Rendimiento m ³ /h	TIEMPO (h)	
		INICIAL	FINAL		MOTO - NIVELADORA	VIBRO COMPACTADOR		Rendimiento m ³ /h	
FEBRERO	01/02/2006	19300	19400	100	4,5	15,97	2	22,95	
	02/02/2006	19280	19400	120	3,5		3,5		
	03/02/2006	19245	19260	15	1		0,5		
	06/02/2006	19220	19280	60	2,5		2		
	08/02/2006	19040	19088	48	2	20,40	2		18,05
	09/02/2006	19080	19220	140	5,5		6		
	10/02/2006	19010	19080	70	2		3		
	11/02/2006	18990	19040	50	2		2		
	13/02/2006	18800	18840	40	3	24,32	2		37,20
	20/02/2006	18890	18920	30	2,5		2		
25/02/2006	19060	19110	50	3,5	3				
					1,5				
MARZO	01/03/2006	18930	19000	70	4	12,11	4,5	20,40	
	15/03/2006	18690	18790	100	6		3,5		
	16/03/2006	18550	18620	70	5,5		3,5		
	17/03/2006	18490	18580	90	6		1,5		
	21/03/2006	18410	18440	30	3		3		
	22/03/2006	18480	18550	70	6,5		3		
	23/03/2006	18790	18850	60	5		3		
	27/03/2006	18290	18340	50	4		3		
ABRIL	01/04/2006	18220	18270	50	5	15,66	2	22,44	
	04/04/2006	18220	18280	60	3,5		1		
	24/04/2006	18087	18190	103	4,5		5		
	25/04/2006	18010	18087	77	4,5		4		
MAYO	15/05/2006	17700	17790	90	4	11,11	1,5	18,08	
	16/05/2006	17580	17700	120	5		3,5		
	17/05/2006	17700	17790	90	4		2		
	18/05/2006	17580	17700	120	8,8		3		
	22/05/2006	17400	17530	130	7,5		6		
	23/05/2006	17400	17550	150	6,5		6		
Promedio =						16,59	Promedio =	23,19	
Mínimo =						11,11	Mínimo =	18,05	
Máximo =						24,32	Máximo =	37,20	

De la misma manera que con la base, se cálculo el rendimiento por tramos ya que se presentan traslapos entre una jornada y otra. Se puede concluir de nuevo que la motoniveladora es el equipo que controla el rendimiento de la actividad.

4.5.3 Cálculo del Rendimiento Teórico

Se utilizan las mismas ecuaciones y tablas referidas en el ítem 4.4. Variando como ya se ha mencionado el ancho de sub-base, se procede a calcular el rendimiento teórico de la motoniveladora:

$$A = \frac{2 \times (3,17 - 0,6) \times 1000 \times 0,6 \times 0,15}{5 \times 3} = 30,84 \text{ m}^3 / h$$

4.5.4 Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.) Dinámico

Debido a que las variables y las condiciones en obra son iguales o similares a las utilizadas en la base; la tabla dinámica presenta las mismas características que la anterior.

Es necesario ingresar el espesor y ancho de la sub-base, así como el ancho de superposición asumido. Dentro de la tabla se puede escoger el tipo de equipo que estará trabajando lo que proporciona el ancho efectivo de la hoja. Las condiciones de operación están dadas en la velocidad y eficiencia del trabajo y por último es necesaria una inspección en obra para determinar el número de pasadas necesarias para que la superficie sea aceptada.

Tabla 12 . A.P.U. Dinámico Sub base Granular

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD		VARIABLES DE OBRA	
Longitud Efectiva de Hoja CAT 120H 3,17		Espesor de SubBase = 0,15 m	
Velocidad de Operación Km/h Nivelación 2		Ancho prom. de SubBase = 6,8 m	
Efectividad Esparcimiento - nivelación 0,6		No. Pasadas Equipo por ancho = 3	
No. Pasadas para cereo 5 5		Ancho de superposición = 0,6 m	
		RENDIMIENTOS	
		Area por hora = 205,6 m ² /h	
		Producción = 30,84 m ³ /h	

4.5.5 Factores que influyen en el rendimiento

Como ya se había mencionado la ejecución de esta actividad es igual a la aplicación de base, es por eso que se encuentran los mismos factores influyentes en el bajo rendimiento.

4.6 EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR

4.6.1 Descripción

Esta actividad consiste en la ejecución de las excavaciones necesarias para la colocación de alcantarillas, muros, canales, cunetas y otras obras de arte; además comprende, el desagüe, bombeo y drenaje, cuando fuere necesario.

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos y cotas indicados en los planos. Además incluye el cargue transporte y descargue de todo el material excavado sobrado, de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos de la obra.

Los materiales que sean adecuados para rellenos deberán ser protegidos y aquellos que no sea utilizables, deberán disponerse en zonas debidamente autorizadas.

Figura 17. Excavación con Retrocargadora



Fuente: Laura Catalina Rueda

Figura 18. Cargue de escombros



Fuente: Laura Catalina Rueda

4.6.2 Cálculo del Rendimiento en Obra

De acuerdo a la información sobre excavaciones de alcantarillas y filtros, se calcula el rendimiento con el reporte de horas trabajadas de la retrocargadora. A continuación se presentan las excavaciones que se realizaron entre los meses de febrero a mayo:

Tabla 13 Datos Excavaciones en Obra

	FECHA	ABSCISA		VOLUMEN	TIEMPO (H)	
		INICIAL	FINAL		RETRO CARGADORA	RENDIMIENTO
FEBRERO	14/02/06	18995		14,59	3	4,864
	16/02/06	18860	18885	7,00	1,5	4,667
	17/02/06	18790	18846	29,40	5	5,880
	18/02/06	18765	18788	6,52	2	3,260
	20/02/06	18789		21,57	4	5,392
	24/02/06	18975		6,48	1,5	4,320
MARZO	08/03/06	18809		19,32	4,5	4,293
	13/03/06	18652		12,6	3	4,200
	22/03/06	18450		13,44	2,5	5,376
	27/03/06	18210		9,52	3	3,173
	31/03/06	18145	18175	9,45	3	3,150
ABRIL	03/04/06	18125	18145	6,3	1,5	4,200
	04/04/06	18360		10,92	2	5,460
	05/04/06	17812		24,3	6,5	3,738
	07/04/06	18100	18115	12,6	3,5	3,600
		18040	18070			
	08/04/06	18087		8,96	2	4,480
	18/04/06	17960	18000	11,2	3	3,733
	20/04/06	18070	18100	8,4	2,5	3,360
	22/04/06	17920	17960	11,2	3	3,733
	25/04/06	16755		11,76	3	3,920
29/04/06	17326		12,88	3,5	3,680	
MAYO	05/05/06	16+156		11,2	3	3,733
	08/05/06	16+255		12,6	4	3,150
	09/05/06	15+995		10,08	3	3,360
	10/05/06	16+467		10,08	3	3,360
	16/05/06	16+255		10,08	3	3,360
	30/05/06	14+804		11,2	3	3,733
Promedio =						4,044
Máximo =						5,880
Mínimo =						3,150

4.6.3 Cálculo del Rendimiento Teórico

Utilizando la metodología del Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería; el cálculo de la producción de las retrocargadoras depende de la carga útil media del cucharón, el tiempo medio del ciclo y la eficiencia del trabajo.

La producción por hora se puede obtener aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = q \times N \times E \text{ (Métrico)}$$

Donde:

$Q =$ producción por hora (m^3 / h)

$q =$ producción por ciclo (m^3) = $ql \times K$

$ql =$ capacidad colmada

$K =$ factor del cucharón

$N =$ número de ciclos por hora

$E =$ factor de eficiencia

Capacidad colmada del cucharón (ql): se obtiene de acuerdo a las especificaciones del fabricante, para el caso nos referimos al catalogo de Komatsu.

El factor del cucharón: se puede escoger de acuerdo al material de excavación, para esto nos referimos a la tabla de Komatsu.

Tabla 14 Factor del Cucharón para Retrocargadoras

MATERIAL	FACTOR DE LLENADO (% de la capacidad colmada)
Suelo arcilloso arenoso	100% – 120%
Tierra arenosa	95% – 110%
Suelo arcilloso con grava y compacta	80% – 90%

Roca bien fragmentada por voladura	60% – 75%
Roca mal fragmentada por voladura	40% – 50%

Número de ciclos por hora N: para obtener el número de ciclos por hora es necesario calcular primero el tiempo de ciclo de la retrocargadora que se compone de: tiempo de carga + tiempo de giro con carga + tiempo de descarga + tiempo de giro sin carga. Para determinar el tiempo de ciclo se puede hacer por medio de tomas de tiempo directo en la obra, pero las condiciones de la obra generalmente van cambiando a medida que avanza, es por eso que son útiles tablas estándar para calcular el tiempo de ciclo, dependiendo del peso de la máquina, la capacidad del cucharón y el ángulo de giro de operación, y afectado por un factor de conversión de la retrocargadora:

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \textit{tiempo estandar del ciclo} \times \textit{factor de conversión}$$

Estos datos son válidos bajo condiciones normales: habilidad operacional normal y condiciones de trabajo favorables.

Tabla 15 Tiempo De Ciclo Estándar Para Retrocargadoras

PESO DE LA MAQUINA TON	CAPACIDAD DEL CUCHARON m³	ANGULO DE GIRO 45° A 90°
6	Hasta 0.36	10 a 13
8 a 12	Hasta 0.60	11 a 14
15 a 20	Hasta 1.20	13 a 16
20 a 23	Hasta 1.26	14 a 17
23 a 36	Hasta 1.80	15 a 18
36 a 44	Hasta 2.20	16 a 19
65 a 70	Hasta 4.30	18 a 21
95 a 105	Hasta 6.30	22 a 25
160	Hasta 11.0	24 a 27

El factor de conversión depende de la condición de la excavación (relación entre la profundidad real de excavación y la profundidad de excavación máxima especificada) y de las condiciones de la obra, que depende del material a excavar, condiciones del descargue, operador y obstáculos en el sitio del trabajo, es así como el factor puede clasificarse en fácil, normal, moderado y difícil.

Tabla 16 . Factor de Conversión de la Retrocargadora

CONDICION DE EXCAVACION	CONDICION DE LA OBRA			
	Fácil	Normal	Moderada	Difícil
Hasta 40%	0.7	0.9	1.1	1.4
40% a 75%	0.8	1.0	1.3	1.6
Más de 75%	0.9	1.1	1.5	1.8

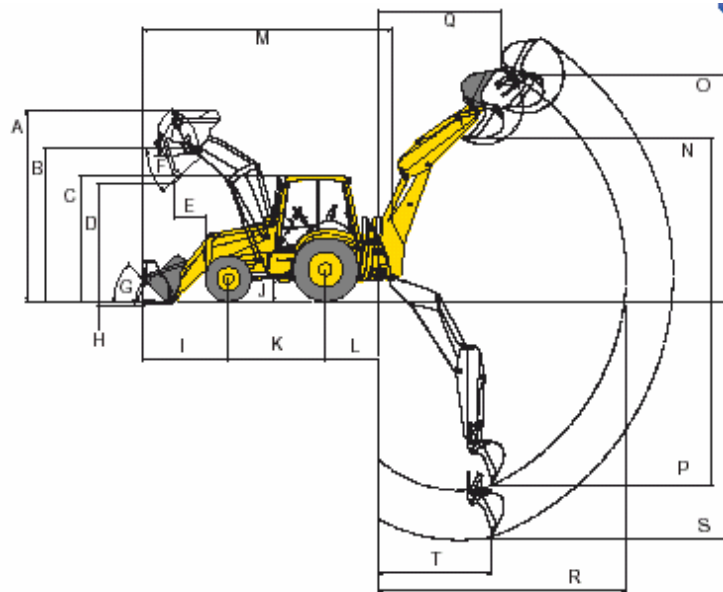
- Fácil: material fácil de excavar como tierra suelta o arena; operador con buena habilidad; sin obstáculos en el área de la maniobra; descarga en pila o volqueta en el área de excavación.
- Normal: material más difícil de excavar como tierra compacta, arcilla seca y dura; tierra con menos del 25% de roca; pocos obstáculos en el área de la maniobra; descarga en una pila grande.
- Moderada: material a excavar mas duro, mas contenido de roca o piedra, la descarga es más difícil, descarga en volqueta pequeña.
- Difícil: Material muy difícil de excavar, con bastante piedra, roca de voladura, caliza, areniscas, pizarra bituminosa; personal y obstáculos

en el área de maniobra; descarga en áreas pequeñas y se requiere el alcance máximo del equipo.

De acuerdo con las especificaciones de la máquina, la capacidad del cucharón es de 0.127 m^3 y con un ángulo de operación entre 45° y 90° , entrando en la tabla de tiempo ciclo estándar se obtiene un rango de 10 a 13 segundos, que para el caso se tomara 10 segundos.

Factor de conversión: La profundidad real que excava la retrocargadora en promedio es de 1,80 m. La profundidad máxima se obtiene de las especificaciones de Komatsu:

Tabla 17 Especificaciones Retrocargadoras Komatsu





DIMENSIONES

A. Altura máxima	4185 mm (13'9")	O. Altura máxima de excavación	4930 mm (16'2")
B. Altura de pasador	3365 mm (11'0")	- con brazo telescópico	5595 mm (18'4")
C. Altura de cabina	2750 mm (9'0")	P. Profundidad de excavación SAE	4450 mm (14'7")
D. Altura de descarga	2750 mm (9'0")	- con brazo telescópico	5600 mm (18'4")
E. Alcance de descarga (45°)	670 mm (2'2")	Q. Alcance a altura máxima	2860 mm (9'5")
F. Ángulo de descarga	45°	- con brazo telescópico	3810 mm (12'6")
G. Ángulo de recogida	45°	R. Alcance máximo desde el centro de giro	5520 mm (18'1")
H. Profundidad de excavación	90 mm (4")	- con brazo telescópico	6575 mm (21'7")
I. Alcance del cucharón (transporte)	2080 mm (6'10")	S. Profundidad máxima de excavación	4875 mm (16'0")
J. Altura libre desde el suelo	320 mm (1'1")	- con brazo telescópico	6020 mm (19'9")
K. Distancia entre ejes	2170 mm (7'1")	T. Alcance de excavación	2750 mm (9'0")
L. Distancia al eje de giro del retro	1175 mm (3'10")	U. Trocha trasera	1800 mm (5'11")
M. Longitud de transporte	6125 mm (20'1")	V. Trocha delantera	1890 mm (6'2")
N. Altura máxima de descarga	3490 mm (11'5")	W. Anchura total (con cucharón)	2355 mm (7'9")
- con brazo telescópico (máxima)	4160 mm (13'8")	X. Altura de transporte del retro	3560 mm (11'8")

S corresponde a la profundidad máxima de excavación = 4.875 m

$$\frac{\text{profundidad real}}{\text{profundidad máxima}} \times 100\% = \frac{1,80}{4,875} \times 100 = 37,62\%$$

La condición de obra *moderada* es la que más se acerca a la clase de suelos que generalmente se encuentran en las excavaciones de la obra. Ahora entrando a la tabla de Factor de Conversión, este se puede estimar del valor de 1,1.

Con el tiempo de ciclo estándar y el factor de conversión, se puede calcular el tiempo de ciclo:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 10 \text{ seg} \times 1,1 = 11 \text{ seg}$$

Con este resultado se puede calcular el número de ciclos por hora:

$$N = \frac{3600}{11} = 327,27 \text{ ciclos/hr}$$

Por último se determina el factor de eficiencia, que corresponde a las condiciones reales de operación, para esto nos apoyamos en la siguiente tabla de eficiencia:

Tabla 18 Factor de Eficiencia

CONDICIONES DE OPERACION	EFICIENCIA
Buenas	0,83
Promedio	0,75
Moderada	0,67
Deficiente	0,58

Tomando un factor de eficiencia de 0,75, finalmente se puede calcular la producción por hora teórica de acuerdo con las condiciones de la obra y las características del equipo:

$$Q = 0.06 \times 327,27 \times 0,75 = 14,08 \text{ m}^3 / h$$

4.6.4 Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.) Dinámico

A continuación se presenta el modelo para calcular el A.P.U. de la retroexcavadora. La hoja es práctica en la medida que no es necesario que el usuario conozca características de la maquinaria ni factor por llenado o cucharón (por ejemplo); solo es necesario conocer el tipo de máquina, ingresar la profundidad promedio de excavación real y estimar tipo de suelo de excavación. De acuerdo a la capacidad del cucharón que arroja la tabla, se escoge un intervalo de capacidad para determinar el tiempo de ciclo. Por otra parte ingresada la profundidad promedio en obra y determinada la profundidad máxima, se calcula la condición de excavación, de acuerdo con este valor se escoge el rango de condición al que pertenezca, también debe escoger la condición de obra (según descripción) para obtener el factor de condición de retroexcavadora. Finalmente se escoge el grado de eficiencia.

Tabla 19 A.P.U. Dinámico Excavaciones Varias

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD		VARIABLES DE OBRA	
Maquina <input type="text" value="KMT WB 140"/>	Cucharón m ³ <input type="text" value="0,127"/>	Prof. Max. Excavacion <input type="text" value="4,875"/>	
Factor de llenado Roca mal fragmentada <input type="text" value="0,45"/>			
Capacidad cucharón Hasta 0,36 <input type="text"/>		Tiempo ciclo (seg) <input type="text" value="10"/>	
Condición Excavación <input type="text" value="Hasta 40%"/>			
Factor			
Condición de obra <input type="text" value="Moderada"/>		Total <input type="text" value="1,1"/>	
Eficiencia Promedio <input type="text" value="0,75"/>			
		Profundidad real (m) = <input type="text" value="1,5"/>	
		Condicion excavación = <input type="text" value="31%"/>	
RENDIMIENTOS			
		q (m ³ /ciclo) = <input type="text" value="0,06"/>	
		N (ciclo/h) = <input type="text" value="327,27"/>	
		Q (m ³ /h) = <input type="text" value="14,08"/>	

4.6.5 Factores que influyen en el rendimiento

El factor mas revelante, no tiene que ver con el tipo de operación, ni con la programación de obra; en esta actividad esta bajando en rendimiento la existencia de un tubo de aguas negras, que va paralelo a la calzada, interrumpiendo la excavación para filtros y alcantarillas.

CONCLUSIONES

Dada la necesidad de cumplir con lo estipulado en el Sistema de Gestión de Calidad; el cálculo del rendimiento en obra, además de servir como control de producción, es un mecanismo que permite darle trazabilidad al proyecto, pues se pueden detectar factores que intervienen de manera perjudicial en la ejecución de las actividades, dándole no cumplimiento a la política de calidad.

El presupuesto es una herramienta que no solo provee información sobre el costo del proyecto, también es de gran utilidad como mecanismo de control y planeación. Este contiene la pauta inicial para controlar la obra, y a medida que esta avanza poder determinar el impacto que genera los cambios de los rendimientos en los costos. Se encontró gran diferencia entre la producción de actividades y la planteada en el presupuesto:

- Aplicación de mezcla densa en caliente: 10,47 m³/h en obra y 30 m³/h en presupuesto.
- Aplicación de Base: 11,97 m³/h en obra y 28 m³/h en presupuesto.
- Aplicación de Sub-Base: 16,59 m³/h en obra y 30,84 m³/h en presupuesto.
- Excavaciones varias: 4,04 m³/h en obra y 20 m³/h en presupuesto.

La práctica empresarial es una muy buena manera de preparar al estudiante sobre situaciones reales a las que va a tener que enfrentarse; donde tendrá que fusionar los conceptos formados en las cátedras universitarias, los diferentes sistemas constructivos y las eventualidades e inconvenientes que se generan.

Los objetivos de la práctica se efectuaron satisfactoriamente, además de darle cumplimiento al periodo de 6 meses con una dedicación de tiempo completo en la empresa ESGAMO LTDA. INGENIEROS CONSTRUCTORES, cumpliendo con los requisitos del proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial.

RECOMENDACIONES

Continuar con el seguimiento de las actividades y control de producción.

Sobre el modelo diámico de A.P.U.:

Para tener una mejor perspectiva de cómo las condiciones de obra y equipo influyen en el rendimiento, se recomienda ampliar los vínculos a los cuales esta enlazada la hoja de cálculo con información sobre diferentes equipos.

Ampliar la salida de resultados de modo que se puedan visualizar varios rendimientos y el efecto en el valor de la actividad al mismo tiempo.

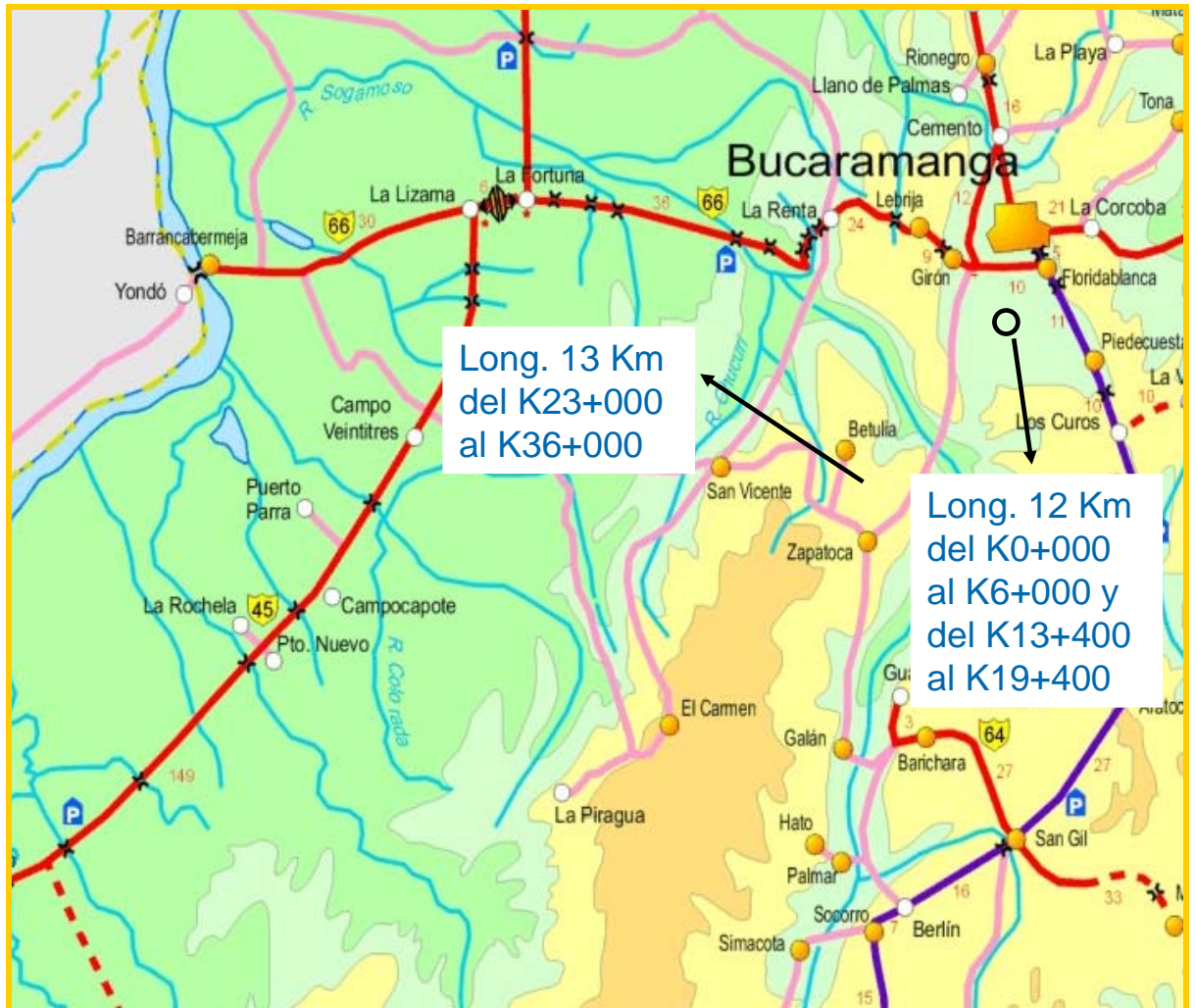
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. SOLANILLA, Jorge. Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería. Bhandar Editores Ltda. Primera Edición. Bogotá. 2003.
2. SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción. Algaomega Grupo Editor S.A. Segunda Edición. Chile. 2002.
3. ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES. Administración y Empleo de Equipos de Ingenieros. Segunda Edición. Bogotá. 1994.
4. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario. Bogota. 2002.
5. Instituto Nacional de Vías INVIAS. www.invias.gov.co
6. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Normas Técnicas Colombianas NTC. Quinta Actualización. Bogotá. 1993.
7. CATERPILLAR. Manual de Rendimientos. Edición 31
8. KOMATSU. Especificaciones Retrocargadora WB140

ANEXOS

ANEXO 1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

LOCALIZACION DEL PROYECTO



El INVIAS a través de ESGAMO LTDA. firma constructora y el Consorcio Interventor Vial - CIV 2005 - inicia las obras para la pavimentación del anillo vial Floridablanca-Ruitoque con una long. de 12 Km. de K0+000 al K6+000 y del K13+400 al K19+400, tramo 2 Girón-Zapatoca con una long. de 13 Km. del K23+000 al K36+000 , en el departamento de Santander.

ANEXO 2 FORMATOS DE CALIDAD



ESRAMO LTDA.
INGENIEROS CONSTRUCTORES

DIA MES AÑO
02 JUNIO 2006.

REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

EGM-F-067

VERSION 1

OBRA: PUERTOQUE-

No. Interno Contrato : 36

DESCRIPCION ACTIVIDAD	ABSCISAS		MARGEN (I/D)	UND	CANTIDAD TOTAL	CLIMA	EQUIPO UTILIZADO	OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL						
Ubicacion de Box culvert.	K15+940	K15+933	1/D			Sol AM lluvia PH	TRACTO	Requerido para construccion.
Conformacion sub-pavante.	K17+330	K17+270	1/D				Motoniveladora 04-08 VIGEO-Compador 05-13	en cerrar.
IMPRESION	K18+100	K18+490	1/b			Sol AM lluvia PH	IRRIEGADOR.	
SE CONTINUA ARREGLANDO PASO PROVISIONAL.	K18+930	K18+930	1/D			Sol AM lluvia PH	RETRO-CARGADOR 03-15	Al lado DERECHO de la BATEA.
EXCAVACION EN BOCA. (ALCANTARILLA)	K16+158		D			Sol AM lluvia PH	COMPRESOR. 12-03	BOCA EN EL FUENTE DE ALCANTARILLA

OBSERVACIONES GENERALES:

1 viajes de MIXTO
3 viajes de sub-base.

lluvia Apartir de las 4:20 pm.


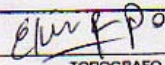
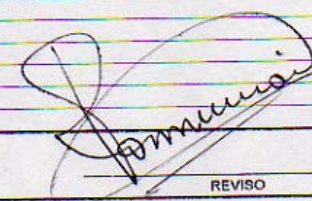
[Signature]

INSPECTOR

ING. RESIDENTE

Page de

EGM-F-067

			INFORME DIARIO DE TOPOGRAFIA	EGM-F-068
DIA	MES	AÑO		VERSION 0
17	05	2006		
OBRA: <u>PUITO QUE.</u>		No. Interno Contrato. <u>36.</u>		
NOMBRE TOPOGRAFO <u>EIKIN F PIMIENTO.</u>				
HORA		DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES		
DE	A			
7	12	• Cereos de sub-base del		
1	6	K7+790 al K7+500. se chequean niveles).		
		Niveles y paramento Alcantarilla K7+812 (cota).		
		Niveles sub-rozante K7+570 al K7+530.		
		• Niveles del muro de contencion en el K7+270 al K7+255.		
OBSERVACIONES GENERALES:				
 TOPOGRAFO		 REVISOR		



ESGAMO LTDA.
INGENIEROS CONSTRUCTORES

REPORTE DIARIO DE EQUIPO

EGM-F-018

VERSION 2

DIA	MES	AÑO
30	VI	006

OBRA: _____ No. Interno Contrato 36

NOMBRE OPERADOR <i>Alvaro Fortuys</i>	MAQUINA <i>Compactadora 120H</i>	No. INTERNO/PLACA <i>0408</i>	ESTADO	
SITIO DE TRABAJO <i>Quitaguan Alto</i>	HORÓMETRO	HORAS TRABAJADAS	DISPONIBLE D	VARADA V
INICIAL <i>799.7</i>		FINAL <i>809.9</i>	KM RECORRIDOS <i>10.0</i>	

HORAS		TOTAL HORAS	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD O TRABAJO	No. VIAJES
DE	A			
7	12	5	<i>Extendiendo base granular & ceciendo</i>	
1	6	5	<i>ceciedo base & Extendiendo sub base &</i>	
TOTAL HORAS		<i>10</i>	TOTAL VIAJES	

SUMINISTROS RECIBIDOS

ACPM		ENGRASO	ACEITES		FILTROS		OTROS	
Cantidad	Unidad	SI/NO	Cantidad	Unidad	Cantidad	Tipo	Cantidad	Descripción
<i>2</i>	<i>Galones</i>							

REPUESTOS COLOCADOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MECÁNICO

OBSERVACIONES Y ANOMALIAS _____

OPERADOR: *[Signature]* REVISÓ: *[Signature]* PROCESÓ: _____

EGM-F-046

VERSION 1

REPORTE DE APLICACIÓN DE MATERIALES EN OBRA



ESCARMO LTDA.
MAYORES CONTRATACIONES

DIA: 06 MES: Junio AÑO: 2006

No. Consec: 09

No Interno Contrato: 36

TIPO DE MATERIAL: MDC-2

OBRA: ANILLO VIAL - RUITOQUE
ENTIDAD CONTRATANTE: INVIAS - PLAN 2500

SECTOR:

VOLQUETAS PLACAS	VOL(MB)	HORA		TEMPERATURA OC		CLIMA	ABSCISA		SENTIDO DE APLICACIÓN		Esp (cms)	EQUIPO		OBSERVAC	
		SALIDA	LLEGAD.	EXTEN	COMPAC		INICIAL	FINAL	MARGEN DER	CENTRAL		MARGEN IZQ	No. Int		No. Int
SP2999	3	5:40	10:00	155	138		17855	17865				07-05	05-13	105-12	Muestre 16,15 OK
BU218	13	6:15	10:20	156	134		17865	17925	X						
SP2999	12	5:40	10:45	140	100		17925	17975	X						
BU220	13	7:00	11:20	145	135		17975	18035	X						
BU216	13	7:50	11:40	140	130		18035	18080	X						
BU213	13	8:10	12:00	150	120		18080	18125	X						
SP2980	15	6:45	12:15	145	130		18125	18180	X						
SP2986	15	7:20	12:25	150	130		18180	18240	X						
BU218	13	1:00	3:30	150	136		18052	18110		X					
BU220	13	1:45	4:10	150	136		18110	18170		X					
BU216	13	2:00	4:25	150	138		18170	18240		X					
BU213	13	2:30	4:40	148	138		18240	18291		X					

NOMBRE PERSONA QUE REGISTRA INFORMACION

Dora Catalina Ruete

INGENIERO RESIDENTE

RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE CALI

[Handwritten signature]



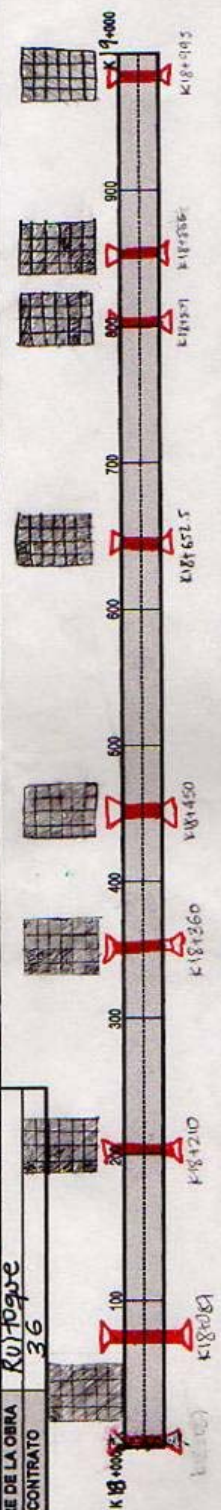
EGM-F-070

VERSION 0

REPRESENTACION GRAFICA DE AVANCE DE OBRA

NOMBRE DE LA OBRA: **KUJ-Topge**
N.º DE CONTRATO: **36**

DIA: _____ MES: _____ AÑO: _____



CANTIDAD	ESQUELE:				COMENCENAS
	LEJUNDO	REFORTONADO	REFORZADO	AFRANCO	
1	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10
7	10	10	10	10	10
8	10	10	10	10	10

- Hoja 7 de 2
1. Limpieza y desapeste
 2. Conformación subyacente
 3. Cerco subyacente
 4. Conformación terraplenes borde Vía
 5. Cazo talloj
 6. Aplicación y suministro sub-baxe
 7. Extracción en roca
 8. Conformación fillos

Handwritten signature/initials



ESRMO LTDA.
INGENIERIA CONSTRUCTORA

DIA: 28
MES: 4
ANO: 2006

REPORTE DIARIO DE VIAJES

EGM-F-016
VERSION 3

VOLQUETA No. INTERNO/ PLACAS	MES VIAJE	DESTINO	TIPO DE MATERIAL												TOTAL MS		
			ABSCISA PROMEDIO DE DESCARRUJE														
			No. Interno Contrato														
			36														
			O.B.R.A														
			Pulperia														
			VIAJES / HORA DE LLEGADA: OBRA														
			1/15	2/16	3/17	4/18	5/19	6/20	7/21	8/22	9/23	10/24	11/25	12/26	13/27	14/28	
BVL 218		Subbase	7:30	2:20	3:35	4:39											
		Cupeta Material Parci	8:31	9:15	10:16	11:50	1:20										
		Acordino Excavate	10:35	11:00	11:15	11:30	5:30										
		Planta Fijate 3/4	8:00														
TOTAL DIA																	

* Solo se debe registrar las placas de la volqueta en caso que sea alquilada, en caso contrario debe indicarse el No. Interno

OBSERVACIONES:

Alonso Carrero

REALIZO

Jaura Catalina Rueda

REVISO

EGM-F-016

Página de

ANEXO 3 ANÁLISIS UNITARIOS LICITACIÓN

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBJETO: Dirección, Reconstrucción, Pavimentación y/o Repavimentación de la Vía Grupos 2, en el Tramo 1 Anillo Vial Floridablanca - Buitrago con una longitud de 12 km del K0+000 al K6+000 y del K13+400 al K19+400, Tramo 2 Girón - Zapata con una longitud de 12 km del K23+000 al K36+000, en el Departamento de Santander

ITEM : [MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2](#)

CARRETERA: Anillo Vial Floridablanca - Buitrago

UNIDAD : **M3**

I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.
Terminadora Asfáltica	Cedarapir	\$ 70.000,00	30,00	\$ 2.333,33
Vibrocompactador	Bitelli Bara C-80	\$ 50.000,00	30	\$ 1.666,67
Compactador sobre llantas	Caterpillar PS-180	\$ 60.000,00	30	\$ 2.000,00
Herramientas menores	Global			\$ 221,52
Sub-Total				\$ 6.221,52

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Mezcla Densa en Caliente Tipo MDC-2	m3	\$ 176.000,00	1,18	\$ 207.680,00
Sub-Total				\$ 207.680,00

III. TRANSPORTES

Material	Val-por m ³ Cant.	Distancia	M ³ -Km	Tarifa	Valor-Unit.
Sub-Total					

IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Porcentaje	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Capataz (1)	\$ 25.000,00	93,00%	\$ 48.250,00	240,00	\$ 201,04
Tornillero (1)	\$ 20.000,00	93,00%	\$ 38.600,00	240,00	\$ 160,83
Barrillero (2)	\$ 15.000,00	93,00%	\$ 57.900,00	240,00	\$ 241,25
Nivelador (2)	\$ 15.000,00	93,00%	\$ 57.900,00	240,00	\$ 241,25
Ayudante (4)	\$ 12.720,00	93,00%	\$ 98.198,40	240,00	\$ 409,16
Sub-Total					\$ 1.253,54

Total Carta Directa **\$ 215.155,06**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBJETO: Dirección Reconstrucción Pavimentación y/o Recapimentación de la Vía Gruesa 82, en el Tramo 1 Anillo Vial Florida Blanca - Ruitaque con una longitud de 12 km del K0+000 al K6+000 y del K13+400 al K19+400, Tramo 2 Girón - Zapataca con una longitud de 12 km del K23+000 al K35+000, en el Departamento de Santander

ITEM : [Subbase granular CBR>=30%](#)

CARRETERA: Anillo Vial Florida Blanca - Ruitaque

UNIDAD : **M3**

I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifal/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.
Motoniveladora	CATERPILLAR 120H	\$ 60.000,00	28,00	\$ 2.142,86
Vibrocompactador	BITELLI	\$ 50.000,00	28,00	\$ 1.785,71
Carrotanque	DOGGE 1500 GLS	\$ 40.000,00	28,00	\$ 1.428,57
Herramienta menor	Global			\$ 25,58
Sub-Total				\$ 5.382,72

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Material de Sub Base Granular	m3	\$ 24.400,00	1,30	\$ 31.720,00
Sub-Total				\$ 31.720,00

III. TRANSPORTES

Material	Val-por ó Cant.	Distancia	M ³ -Km	Tarifa	Valor-Unit.
Sub-Total					

IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Porcentaje	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Ayudante (2)	\$ 12.720,00	93,00%	\$ 49.099,20	224,00	\$ 219,19
Sub-Total					\$ 219,19

Total Carta Directa **\$ 37.321,91**

V. COSTOS INDIRECTOS

Descripción	Porcentaje	Valor Total
ADMINISTRACION	10,00%	\$ 7.031,16
IMPREVISTOS	1,00%	\$ 373,22
UTILIDAD	5,00%	\$ 1.866,10
Sub-Total		\$ 9.330,48

Precio unitario total aproximado al por **\$ 46.652,00**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBJETO: Dirección de Construcción, Pavimentación y/o Repavimentación de la Vía Gruesa 82, en el Tramo 1 Anillo Vial Florida Blanca - Ruitasve con una longitud de 12 km del K0+000 al K6+000 y del K13+400 al K19+400, Tramo 2 Girón - Ruitasve con una longitud de 12 km del K23+000 al K36+000, en el Departamento de Santander

ITEM : [Excavaciones varias](#)

CARRETERA: Anillo Vial Florida Blanca - Ruitasve

UNIDAD : **M3**

I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
RETROCARGADORA	KMT WB140	\$35.000,00	20,00	\$1.750,00	
Herramienta menor	Global			\$184,00	
Sub-Total					\$ 1.934,00

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
Sub-Total					

III. TRANSPORTES

Material	Val-por m ³ Cant.	Distancia	M ³ -Km	Tarifa	Valor-Unit.	
Dorsalaja Batidora	1,25	1,00	1,25	\$520,00	\$650,00	
Sub-Total					\$ 650,00	

IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Productividad	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
Ayudante (4)	\$12.720,00	93,00%	\$98.196,40	160,00	\$613,74	
Sub-Total					\$ 613,74	

Total Carta Directa **\$ 3.197,74**

V. COSTOS INDIRECTOS

Descripción	Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION	19,00%	\$ 607,57	
IMPREVISTOS	1,00%	\$ 31,98	
UTILIDAD	5,00%	\$ 159,89	
Sub-Total		\$ 799,44	

Precio unitario total aproximado el metro **\$ 3.997,00**