

Establecimiento e implementación de un sistema de control de obras para ejecución de proyectos de rehabilitación de carreteras del programa MOPT/KFW para la empresa MECO



Abstract

The rehabilitation of the cantonal road network is the main objective of the program MOPT/KFW, which is ordered to administer to the bottoms offered by the german bank KFW to carry out this task. In this project the technique of Rolled Compacted Concreted on the part of the MOPT in the improvement of routes wanted to be used for the first time in this program. This work I consider with the purpose of to carry out a control of work to the company MECO for the development of the same.

By means of the use of the computer program EXCEL, the series of controls was elaborated that were used in the execution of the work. In addition I am realised a programming the Project program to obtain the amount of days used in each one of the activities. Jointly yields of machinery and workers were moderate who appear in tables in the work. The importance was understood of defining the reach of the project and of counting on all the information available before realising some activity in the Project

Keywords: MOPT/KFW, Rolled Compacted Concrete, Programming, Performance, Unit Costs.

Resumen

La rehabilitación de la red vial cantonal es el principal objetivo del programa MOPT/KFW, el cual es encargado de administrar los fondos brindados por el banco alemán KFW para llevar a cabo esta tarea. En éste se utilizó por primera vez la técnica del concreto compactado con rodillo por parte del MOPT en el mejoramiento de vías. El trabajo realizado durante la práctica tuvo como objetivo establecer los mecanismos para el control de una obra. Está tiene como objetivo la rehabilitación de la red vial cantonal, para la empresa MECO.

Mediante el uso del programa computacional EXCEL, se elaboró una serie de controles utilizados en la ejecución de la obra. Además, se realizó una programación utilizando el programa Project con el objeto de obtener la cantidad de días empleados en cada una de las actividades. Conjuntamente se midieron rendimientos de maquinaria y mano de obra los cuales se presentan en tablas en el trabajo.

Se comprendió la importancia de definir el alcance del proyecto y contar con toda la información disponible antes de realizar alguna actividad en el estudio.

Palabras Claves: MOPT/KFW, Concreto Compactado con Rodillo, Rendimientos, Costos Unitarios

**Establecimiento e
implementación de un sistema de
control de obras para ejecución
de proyectos de rehabilitación de
carreteras del programa
MOPT/KFW para la empresa
MECO**

Establecimiento e implementación de un sistema de control de obras para ejecución de proyectos de rehabilitación de carreteras del programa MOPT/KFW para la empresa MECO

JESÚS LOBO UGALDE

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

MAYO 2010

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	4
Objetivos.....	5
Marco Téorico	6
Metodología	9
Resultados	10
Análisis de los resultados.....	29
Conclusiones y Recomendaciones	37
Anexos.....	39
Referencias.....	40

Prefacio

En la ejecución de proyectos de rehabilitación de caminos es necesario realizar un control estricto de la obra, así también como los alcances y limitaciones que se tienen. El control que se debe tener sobre estos debe ser muy riguroso ya que son financiados con fondos públicos, por lo que se debe controlar cada uno de los procesos constructivos de la obra. Ante la falta de un control ya implementado por la empresa, se procede al estudio del proyecto y se determina un programa de control global para este tipo de obra. Conjuntamente es necesario que la empresa tenga rendimientos reales de sus trabajadores para planificar de una manera más precisa y adecuada.

En este tipo de obras las empresas deben disponer de información acerca del proyecto, como lo son precios unitarios por cada actividad realizada. Esto le permitiría comparar lo que se presupuestó y lo que está costando en sitio la actividad, además le servirá para realizar futuros presupuestos. También la empresa debe realizar una comparación de las actividades programadas con la ejecución de la misma en sitio para cumplir con un cronograma de fechas establecidas

Con la realización de esta práctica profesional dirigida se trató de implementar un sistema de control de obras para la ejecución de proyectos de rehabilitación de carreteras del programa MOPT/KFW para la empresa MECO. Así como tomar información de rendimientos, costo, actividades en campo y ejecución de obra.

La ejecución de este trabajo se dio gracias a la oportunidad brindada por la empresa MECO, la cual permitió ingresar al proyecto que se encontraban realizando. Agregar la participación del ingeniero residente del proyecto el Ing. Iván Sanabria, el cual es el encargado de la ejecución y coordinación del proyecto. Además, aceptó el papel de ser el responsable por parte de la empresa y brindó su apoyo y colaboración para la ejecución de éste. También al Ing. Miguel Artavia el cual realizó la función de profesor guía, el cual realizó sus observaciones y

recomendaciones para la elaboración de este proyecto de graduación.

Resumen ejecutivo

El trabajo llevado a cabo se realizó como Práctica Profesional dirigida para obtener el título de Licenciatura de la carrera de Ingeniería en Construcción en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En este proyecto se diseñaron mediante el empleo de tablas una serie de procedimientos para establecer controles para la ejecución de proyectos de rehabilitación de carreteras del programa MOPT/KFW para la empresa MECO.

Esta investigación se considera innovadora tanto para la empresa MECO como para el ente encargado de la inspección, el MOPT, ya que en el implementará por primera vez la técnica de la colocación de concreto compacto con rodillo (CCR) en obras de rehabilitación vial en una red cantonal.

Debido a la falta de experiencia de la empresa en cuanto a la ejecución de esta técnica en caminos, se presentaron algunos atrasos durante la ejecución del proyecto. Esto implicó no poder cumplir con la programación establecida en un inicio.

El principal problema para la empresa se presentó en la aplicación de la técnica del CCR, como se mencionó anteriormente. Entre los inconvenientes que se presentaron en el cumplimiento de la programación establecida para la aplicación de la técnica de concreto compactado con rodillo se pueden citar los siguientes:

- Debido a la falta de aprobación del diseño de la mezcla de concreto que se planteó en un inicio, no se podía realizar la actividad de CCR.
- Además, cuando se esperaba iniciar con el desarrollo de la actividad no se pudo cumplir debido a que la planta mezcladora encargada de brindar la mezcla de concreto para el proyecto, tuvo problemas mecánicos.

Además, debido a la falta de conocimiento de esta técnica para emplearse en carretera por parte de la empresa se cometió el error de cotizar mal este ítem, lo que le hubiera generado a la empresa grandes pérdidas si se hubiera llevado a cabo. Por ello se solicitó una suspensión parcial de la actividad al ente

inspector para poder realizar otra técnica para mejorar los caminos que fuera menos costosa a la empresa y que a su vez representara una mayor ganancia para los usuarios de las vías implicadas y para el ente inspector.

En este proyecto era necesario tener un control sobre cada una de las actividades del proyecto, ya que los valores económicos para cada una de ellas estaban fijadas en el contrato. Debía efectuarse un control específico para cada actividad. Este control se ejecutaba tanto por el ente administrativo como por la empresa, y las cifras económicas de las actividades debían coincidir. Además, fue necesario un nuevo cronograma de trabajo el cual representara las actividades realizadas en campo, también los precios unitarios de cada una de las etapas para luego compararlas con lo presupuestado.

Con la realización del trabajo se planteó una serie de objetivos para el cumplimiento del proyecto. Estos fueron los siguientes:

- Elaborar un sistema de control de obra para la rehabilitación de proyectos de carreteras para la organización MECO.
- Determinar el rendimiento de la maquinaria real en las actividades del contrato.
- Calcular el precio unitario de las actividades realizadas y compararlas con lo presupuestado
- Realizar una programación del trabajo real de la obra por cada actividad ejecutada
- Elaborar una comparación del costo total de la obra contra el esperado.

Para obtener la información requerida se visitó diariamente el proyecto. Mediante estas visitas se recopiló información referente a los procesos y los controles que debían llevarse. También fue necesario que los representantes de la empresa y del ente gubernamental administrativo, asistieran a una capacitación con respecto al concreto compactado con rodillo.

El proyecto se divide en 4 caminos. Todos constan de 5 etapas a seguir, las cuales son: excavación no clasificada, excavación

limpieza y conformación de cunetas y/o canales o zanjas, excavación de préstamo, conformación de subrasante construida anteriormente y material granular expuesto para superficie de ruedo. En 2 caminos de los 4 mencionados se contó con una etapa adicional correspondiente al concreto compactado con rodillo.

Se establecieron los controles necesarios en cada etapa de ejecución. Además, se determinaron los rendimientos reales en cada una de ellas. Se elaboró el cronograma real de las actividades realizadas con la ayuda de un software computacional llamado Project.

Uno de los logros de los controles establecidos fue, que gracias a estos se pudo comparar con el ente inspector de la obra las cantidades establecidas en el contrato para cada una de las actividades. Esto permitió tomar decisiones en cuanto al costo de las actividades y al programa a seguir de la obra.

Otro de los aspectos importantes a destacar fue el hecho que durante la ejecución del trabajo se detectó un error que pudo hacer que la empresa tuviera grandes pérdidas monetarias si se hubiera llevado a cabo la ejecución de este ítem tal y como se tenía estipulado, sin embargo, esto le permitió a la empresa buscar una solución al error e incurrir en una menor pérdida.

Se recopiló información de tiempos, rendimientos de maquinaria y cuadrillas, de cada una de las actividades realizadas en sitio. Esto se logró mediante la toma de datos en campo, lo cual después serviría para la obtención de los costos unitarios de las actividades. Esto permite tener en cuenta los valores obtenidos para presupuestar de manera más adecuada para proyectos del mismo tipo.

Como resultados del trabajo realizado se le otorga a la empresa el control de la obra, así como una guía del control para evaluar proyectos de este tipo.

Una vez concluido el proyecto se pudo verificar la importancia de que la empresa cuente con un sistema de control que le permita realizar, verificar y controlar calidad, tiempos y costos en las diferentes actividades que realiza.

Introducción

La Práctica Profesional Dirigida se llevó a cabo en la empresa constructora MECO.S.A.

El proyecto en que se realizó el presente trabajo corresponde a la rehabilitación de caminos municipales con un fondo aportado por el banco alemán KFW. El órgano gubernamental encargado de velar por el cumplimiento del proyecto es el MOPT. Esto, con el fin de mejorar la red vial cantonal para el beneficio de la comunidad y del país. Además en este proyecto específico se quería realizar una técnica que se ha empleado poco en Costa Rica en la rehabilitación de caminos municipales, como lo es el concreto compactado con rodillo.

Al iniciar el proyecto no se tenía ninguna información sobre cómo controlar la obra. La empresa encargada no contaba con un formato establecido para el control del proyecto en estudio. Esto permitió la realización del presente trabajo. Para ello se tuvo acceso a toda la información de la empresa participante en el proyecto, así como se tuvo acceso al contrato, a la oferta de la licitación y demás aspectos necesarios.

Los proyectos del programa MOPT/KFW tienen como objetivo la rehabilitación de los caminos municipales, ya que estos representan una gran parte de la red total de vías en el país. Para realizar estos proyectos, el órgano gubernamental se pone en contacto con el municipio en el cual se va a realizar, para así contar con el apoyo de la comunidad y obtener permiso para poder ampliar la sección en los casos que sea necesario.

En general se trata de la rehabilitación de 4 caminos en el cantón de Desamparados, los cuales tienen una longitud total de 6200 metros lineales entre todos. Cada uno de ellos se pretende desarrollar en 5 etapas, las cuales tienen como fin el mejoramiento del camino para el beneficio de la comunidad. Estas etapas son las siguientes: Excavación no clasificada, excavación limpieza y conformación de cunetas y/o canales o zanjas, excavación de préstamo, conformación de subrasante construida anteriormente y material granular expuesto para superficie de ruedo. Además, en 2 de los 4

caminos se quiere realizar un tratamiento de concreto compactado con rodillo en las partes que tienen una pendiente considerable, siendo esta vez la primera en la que el MOPT pondría en práctica este método. Lo que le serviría como pruebas y ver si se puede realizar en otros caminos del país.

En la parte constructiva para desarrollar estos proyectos es necesario contar con maquinaria pesada, tal como: motos niveladoras, compactador, vagonetas y cualquier otra que se ocupe para cumplir con las etapas establecidas. Por lo que es de suma importancia tener los rendimientos de los mismos para poder establecer comparaciones de avance en tiempo y costo.

Para poder llevar a cabo el siguiente trabajo se contó con toda la información que contaba que tuviera que ver con el proyecto, como lo es el contrato, la oferta para licitación y algún otro que fuese necesario.

La ejecución del proyecto inició a pesar de la falta de la aprobación del diseño de CCR por parte del órgano inspector. El inicio de las obras se llevó a cabo sin cumplir con el cronograma original, de trabajo ya que el CCR constituía la ruta crítica del proyecto, por lo que fue necesario debía iniciarse la obra con otras etapas. Esto provocó que el cronograma original iniciar otra etapa del proyecto lo que provocó que el cronograma inicial no tuviera validez, lo que alteró el tiempo de ejecución del proyecto.

La falta de permisos por parte de los vecinos para ampliar las secciones, así como la falta de prevención de la comunidad para reubicar las líneas madres de agua que abastecen a la comunidad resultó en grandes atrasos para la compañía. A la hora de realizar las labores se debían esperar los permisos o la reubicación de las líneas de agua, por lo que no se podía tener un adecuado avance en la obra. Estos no fueron por culpa de la empresa sino del ente gubernamental, el cual debía tener todo listo en cuanto a los permisos a la hora de iniciar el proyecto.

Dado que a la hora de iniciar las labores no se contó con ningún tipo de información

acerca de los controles que debían llevarse, estos fueron diseñados y aplicados durante la ejecución de la misma.

Los informes desarrollados por el laboratorio contratado para realizar los ensayos por parte de la empresa presentaban inconsistencias lo que obligó a la empresa a facturar hasta finalizado el proyecto.

También se sufrieron grandes atrasos debido a que se cotizó muy por debajo del costo que se tenía presupuestado de realización de la aplicación de la técnica de concreto compactado con rodillo, significando en grandes pérdidas para la empresa. Por esta razón se tuvo que plantear propuesta de mejoramiento del camino que tuviera mayor beneficio para la comunidad y menos pérdida para la empresa.

Objetivo General

Establecer e implementar un sistema de control de obras para la ejecución de proyectos de rehabilitación de carreteras municipales al programa MOPT/KFW para la empresa MECO.

Objetivos Específicos

- Elaborar un sistema de control de obra para la rehabilitación de proyectos de carreteras para la organización MECO.
- Determinar el rendimiento de la maquinaria real en las actividades del contrato.
- Calcular el precio unitario de las actividades realizadas y compararlas con lo presupuestado
- Realizar una programación del trabajo real de la obra por cada actividad ejecutada
- Elaborar una comparación del costo total de la obra contra el esperado.

Marco Teórico

El proyecto en estudio se llevó a cabo en el cantón de Desamparados de San José. Este consistió en establecer un control de obra para el mejoramiento de la red vial cantonal mediante el programa MOPT/KFW para la empresa MECO.S.A

Estos proyectos requieren de colocación de material tanto de base, como de sub-base para el mejoramiento de la capacidad subrasante existente y alarga la vida útil del los caminos. También se debe conformar la subrasante existen, esta conformación debe otorgársele los peraltes y bombeos que se establecen en la sección típica, la cual se define en el contrato de la obra. Otra etapa del proyecto consiste en la extracción de material en las partes que sea necesario. Además la sección típica de la vía debe cumplir a todo lo largo de la misma, para cumplir con esto la administración se encarga de conseguir los permisos de ampliación del camino en aquellas zonas donde sean necesario. En estos proyectos esto generó problemas porque al iniciar labores no se había completado todos los permisos necesarios.

En este proyecto se quería poner en poner en práctica un método poco utilizado en el país como lo es el concreto compacto con rodillo, el cual quería aplicarse por primera vez por parte de la administración para aplicarlo en proyectos a futuro. Además la administración se hacía cargo de proveer el cemento necesario para su realización. Por falta de conocimiento de la empresa se cotizo mal el precio a la hora de hacer la oferta para llevar a cabo el proyecto, lo cual trajo grandes problemas a la empresa, debido a que el costo real de realización era mucho real al costo cobrado en el contrato.

Al iniciar la obra la empresa no contaba con ninguna información acerca de los controles que se deben llevar en este proyecto, los cuales son muy importantes desarrollar las actividades, y además se debe realizar una comparación de cantidades por parte del contratista y del inspector de obra.

La empresa contaba con una programación establecida con anterioridad la que se tuvo acceso y velar por el cumplimiento de la

misma, la cual no se cumplió debido a algunos problemas, por lo que no reflejaba la secuencia de actividades a seguir.

Para poder realizar el control de la obra se estuvo en campo durante toda la ejecución de la obra, viendo así el proceso de cada una de las actividades y el control que se debe llevar sobre cada una de ellas.

La empresa cuenta con la maquinaria que se debe emplear en el proyecto, así como la capacidad de proveer los materiales de la base y sub-base que se necesita en las etapas.

En el proyecto se siguió una serie de actividades para el cumplimiento del proyecto las cuales se presentan a continuación.

Cubicaje de los equipos.

En estos proyectos el cubicaje de las vagonetas que se van a utilizar es de suma importancia debido a que éste define la cantidad de metros cúbicos que van transportar, colocar y extraer con las vagonetas, en el proyecto.

En los proyectos para el MOPT/KFW el cubicaje lo define la inspección. Para ello, uno de los inspectores toma las medidas de las góndolas de las vagonetas, por lo que es bueno que el encargado o algún trabajador de la empresa verifique que las medidas tomadas son las adecuadas. Esto con el fin de que el cubicaje de las vagonetas sea el correcto.

El cubicaje del equipo se debe realizar cada vez que ingrese una vagoneta nueva al proyecto, ya que el parámetro sobre el cubicaje se seguirá trabajando durante la ejecución del proyecto.

Excavación no clasificada

La excavación no clasificada se refiere al material que se encuentra en el sitio y se debe remover para cumplir con el ancho de vía estipulado en el

contrato, como lo son: partes de montañas, linderos de propiedades o algún otro que impida cumplir con el ancho de vía que se ha estipulado en el contrato.

Esta extracción de material se debe realizar mediante vagonetas previamente cubicada. Y, si la administración lo permite este material puede ser utilizado en algunas secciones para mejorar los peraltes y/o bombeos de la sub-rasante existente.

Construcción de cunetas

Ésta consiste en construir cunetas para extraer el agua de la vía. Estas se realizarán a lo largo del camino, y se pagarán por metros lineales de construcción a lo largo de la vía. Esta construcción se realizará con la cuchilla de la moto niveladora y con los rippers, que cuenta en aquellas partes que el material no se pueda extraer con la cuchilla. Las cunetas se trabajan con el material existente en el sitio.

Esta construcción de cunetas debe procurarse que cumpla con la sección típica. Debe cumplirse a lo largo de todas las cunetas, porque se diseñan de acuerdo con el caudal que deben extraer de la vía. Si en una sección no se cumple con lo estipulado, ésta puede presentar problemas a la hora de trasegar el caudal por la misma.

Excavación de préstamo.

Se le denomina así al material que será utilizado como sub-base, y debe cumplir con las especificaciones de granulometría que se indiquen en el contrato. Este material tiene un tamaño máximo de agregado de 3".

Este material debe ser transportado desde una fuente donde se provee el material, luego ser acarreado al sitio en vagonetas o algún otro medio de transporte, para poder realizar su colocación.

A este material se le deberán hacer pruebas de CBR, granulometría, límite líquido e índice de plasticidad y densidad – humedad. En el caso de la empresa se contrató un ente el cual se encargó de realizar cada una de estas pruebas y de presentar un informe.

Conformación de sub-rasante

Consiste en dotar a la vía con los bombeos, peraltes, pendientes y con la sección típica que se indican en el contrato.

Todos estos parámetros se definen en el contrato y en la sección típica de la vía. Para chequear su cumplimiento se debe realizar un recorrido a lo largo del camino, en el cual se vayan tomando mediciones de los parámetros establecidos.

Estos datos se deben realizar en conjunto con la inspección, para que en alguna zona donde no se cumpla con lo establecido se hagan las correcciones del caso ya que este control debe presentarse al final de la obra e indicar que se cumplió con lo estipulado.

Esta actividad en el proyecto se realizó únicamente con el empleo de una moto-niveladora, la cual se encarga de dar los bombeos y los peraltes en la vía.

Material granular expuesto para la superficie de ruedo

El material granular expuesto será utilizado de base sobre la vía. Este será acarreado al proyecto en vagonetas y debe cumplir con todas las pruebas que se indiquen en el contrato. Este material tiene un tamaño máximo de agregado de $1\frac{1}{2}$ ".

Para poder colocarlo primero debe realizarse un paño de prueba de al menos 100 metros lineales para determinar algunos parámetros del material como lo son humedad óptima, rendimiento, compactación.

Una vez definida la información requerida se procederá a realizar la colocación del material para la superficie de ruedo. Para ello deben colocarse tacos de referencia para que el operario de la niveladora se guíe y este quede colocado con el espesor que se requiere. Luego se procede a darle la humedad mediante un tanque de agua para que así pueda ser compactado con la maquinaria respectiva. Este material debe quedar con un espesor ya compactado de acuerdo con lo que establece el contrato.

Concreto compactado con rodillo

En este proyecto este método quiso aplicarse por primera vez por parte de la administración. Este concreto será transportado desde la fábrica mezcladora hasta el sitio, en vagonetas.

Debido a la falta de experiencia por parte de la empresa y de la administración se asistió a una capacitación brindada por el gerente técnico del Instituto Costarricense del Concreto y del Cemento, el señor Jorge Solano. Entre los temas se comentó la forma de colocado, los cuidados que se deben tener, experiencias que se han tenido en otros lugares del mundo entre otros temas.

Este concreto tiene una relación agua/cemento muy baja por lo que debe transportarse en vagonetas y no en camiones mezcladores, para ser colocados en sitio.

Debido a la mala cotización que se realizó por la empresa, la misma tuvo que proponer alternativas a la administración que fueran de mayor beneficio tanto para la comunidad como para la administración.

Con la propuesta alternativa la empresa buscó una forma de tener menores pérdidas. Además dentro de la cotización que realizó la empresa no se tomaba en cuenta los sacos de cemento necesarios para la elaboración ya que estos los aportaba la administración.

Elaboración de controles.

Durante la elaboración de cada una de las actividades se fueron realizando los controles necesarios: su adecuada ejecución, tomando en cuenta la información que se necesitara llevar. Debido a que cuando se inició labores no se tenía información alguna del control que debía llevarse, se fueron empleando controles día a día y modificándose hasta llegar a los que representaran los más adecuados.

De esta manera se logró recolectar información de cada actividad realizada en campo. De esta forma se obtuvieron hojas de control que se implementaron en el proyecto. Así se realizó un control efectivo que representara

datos importantes en cada actividad, como por ejemplo: el destino del material, las estaciones donde se colocó, las horas laboradas de la maquinaria, el personal en la actividad, y demás información importante.

Elaboración de cronograma

Debido a que el cronograma que se planteó para la obra no se pudo poner en práctica debido a problemas con la actividad de concreto compactado con rodillo, se debió realizar un cronograma con las duraciones reales en campo que permitiera tener una idea de la duración en cada una de las actividades y si se iba a cumplir a tiempo el proyecto.

Para realizar este cronograma fue necesario utilizar el programa de computación Project 2007, en el cual se le asignaron las tareas y las duraciones de ellas para realizar un diagrama de Gantt del proyecto.

Rendimientos

Se tomaron los datos en campo, de los rendimientos de las maquinarias y cuadrillas, luego fueron utilizadas en tablas de Excel para determinar duraciones y costos de las actividades.

Costos Unitarios

Con toda la información recolectada en campo de los rendimientos de las maquinarias y las cantidades colocadas reales en cada una de las actividades se procedió a realizar un cálculo del costo unitario de cada actividad.

Metodología

Para poder llevar a cabo el presente trabajo se realizó el procedimiento que se presenta a continuación:

Fase investigativa

El primer paso del procedimiento realizado constituye en una fase investigativa, en la cual se realizó búsqueda de información acerca de los proyectos de rehabilitación de carreteras y sobre la aplicación de la técnica de concreto compactado con rodillo (CCR) en carreteras, y también en otros usos. Se realizó con el fin de conocer y determinar su procedimiento de ejecución y realización.

Definición de objetivos

Con base en la información previamente recolectada y el estudio tanto de la situación como de las necesidades que presenta la empresa, se formularon los objetivos a realizar para llevar a cabo el presente trabajo.

Fase Operativa

A partir del 13 de enero se procedió a asistir de tiempo completo en el proyecto, el cual se realizó en el Cantón de Desamparados. Durante la estadía en el proyecto se pudo obtener una recolección constante de datos en sitio, y determinar las necesidades que presentan las actividades llevadas a cabo en el campo.

Capacitación sobre el Concreto Compactado con Rodillo (CCR)

Se asistió a una capacitación brindada por el Instituto Costarricense del Concreto y del Cemento, la cual tuvo como expositor al Director

Técnico de este mismo, el Ing. Jorge Solano. En la cual se trataran puntos como los métodos de colocación, la granulometría de los agregados del concreto, la realización de juntas frescas y frías, posibles problemas durante la aplicación de la técnica mencionada y otros temas de importancia para la aplicación de la técnica del concreto compacto con rodillo.

Fase Analítica

Durante la estadía en el proyecto y una vez terminado el mismo se procedió a analizar las necesidades de las hojas de control que deben llevar los programas de rehabilitación de carreteras para el programa del MOPT/KFW, las actividades que se analizaron para el diseño de su control son las siguientes: cubicaje del equipo utilizado para el transporte del material que fue aplicado en la base y sub-base, excavación no clasificada removida de los linderos del camino, construcción de cunetas, conformación del camino, excavación de préstamo, material granular de la superficie de ruedo y control sobre la técnica del concreto compactado con rodillo. Además, durante la ejecución de la obra se determinaron los costos reales del proyecto y se comparo con el costo presupuestado de la obra. Gracias a la realización del trabajo, se determinó un error a la hora de cotizar la aplicación de la técnica de concreto compactado con rodillo, lo cual permitió a la empresa MECO plantear una propuesta de mejoramiento de la superficie de ruedo que presentara una mayor ganancia para los usuarios de las vías.

Fase de Resultados

Como resultado del presente trabajo se obtuvo un sistema de control de obras de rehabilitación de la red vial cantonal del programa MOPT/KFW para la empresa MECO.

Resultados

Control de obra

La información recolectada durante la elaboración de la obra permitió definir los rubros que se deben tener en cuenta para controlar la realización de las actividades. De esta manera se pudo controlar cada una de las etapas que se realizaron en el proyecto.

Para llevar el control de estas actividades la empresa contó con una persona en campo. Su función era recolectar la información que se estableció en el control para cada una de las actividades. En los resultados solo se presenta el

formato empleado debido a la amplia cantidad de hojas con la misma información.

Excavación no clasificada

Para el diseño de la hoja de control de la excavación no clasificada se determinó la información que esta debía contener. Este terminó agrupa aquel material que va a ser extraído de los linderos del camino. A continuación se presenta un ejemplo de una de las hojas que se utilizaron para el control de esta actividad

Excavacion No Clasificada									
Constructora MECO.S.A						Fecha:		05/02/2010	
Licitacion Abreviada No.2009LA189-33300									
Descripcion: Camino 1-03-060 De Motos Rivera A Escuela Chirogres Desamparados, San Jose.									
Codigo del Proyecto: 09-15									
Activo	Numero Placa	Estacion			Numero de Boleta	Capacidad (m3)	Volumen Colocado	Volumen Acumulado	Saldo según Contrato
		Inicial	Final	Margen					
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328373	14,50	14,50	14,50	85,50
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328374	14,50	14,50	29,00	71,00
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328375	14,50	14,50	43,50	56,50
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328276	14,50	14,50	58,00	42,00
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328377	14,50	14,50	72,50	27,50
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328378	14,50	14,50	87,00	13,00
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328332	14,50	14,50	101,50	-1,50
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328333	14,50	14,50	116,00	-16,00
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328334	14,50	14,50	130,50	-30,50
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328335	14,50	14,50	145,00	-45,00
30-249	C151664	0+470	0+500	L. I	328336	14,50	14,50	159,50	-59,50

Figura 1. Hoja establecida para el control de la actividad de Excavación No Clasificada

Construcción de cunetas

La información correspondiente a la construcción de cunetas sigue el siguiente proceso: se analizan los metros lineales totales construidos en ambas márgenes del camino. Para ello se realizan mediciones con cinta métrica de 100 metros a lo largo de las cunetas del camino. Se

hacen anotaciones de estación a estación al lado izquierdo de la calzada con la descripción del tipo de cuneta en el espacio de observaciones. Se sigue el mismo proceder con el lado derecho. A continuación se presenta en la figura 2 un ejemplo del formato establecido para este tipo de control.


Construcción de Cunetas							
Constructora MECO.S.A Licitación Abreviada No.2009LA189-33300 Descripción: Camino 1-03-060 De Motos Rivera A Escuela Chirogres Desamparados, San Jose. Código del Proyecto: 09-15				Fecha: 01/02/2010 Hoja: 1/3			
Cunetas		Long:	Observaciones	Cunetas		Long:	Observaciones
Lado Izquierdo				Lado Derecho			
De Estación	A Estación			De Estación	A Estación		
1+200	1+218	18	Cuneta Tierra	1+825	1+833	No	Entrada
1+189	1+200	11	Cuneta Tierra	1+750	1+825	75	Cuneta Tierra
1+171	1+189	NO	Espaldon	1+745	1+750	No	Entrada
1+125	1+171	46	Cuneta Tierra	1+222	1+745	523	Cuneta Tierra
1+072	1+125	53	Cuneta Tierra	1+218	1+222	No	Entrada
1+050	1+072	22	Cuneta Tierra	1+200	1+218	18	Cuneta Tierra
0+931	1+050	No	Espaldon	0+980	1+200	220	Cuneta Tierra
0+925	0+931	No	Entrada	0+976	0+980	No	Entrada
0+830	0+925	95	Cuneta Tierra	0+936	0+976	40	Cuneta Tierra
0+824	0+830	NO	Entrada	0+933	0+936	No	Entrada
0+710	0+824	114	Cuneta Tierra	0+767	0+933	166	Cuneta Tierra
0+574	0+710	No	Espaldon	0+760	0+767	No	
0+500	0+574	74	Cuneta Tierra	0+535	0+760	225	Cuneta Tierra
0+400	0+500	100	Cuneta Tierra	0+500	0+535	No	
0+390	0+400	No	Entrada	0+400	0+500	100	Cuneta Tierra
0+300	0+390	NO	Cuneta Revestida	0+300	0+400	100	Cuneta Tierra
0+200	0+300	NO	Cuneta Revestida	0+200	0+300	No	Espaldon
0+100	0+200	NO	Cuneta Revestida	0+100	0+200	NO	Espaldon
0+000	0+100	NO	Cuneta Revestida	0+060	0+100	40	Cuneta Tierra
TOTAL LADO IZQUIERDO		533		TOTAL LADO DERECHO		1507	
TOTAL INTERVENIDO: 2040							

Figura 2. Hoja establecida para el control de la actividad de Construcción de Cunetas

Excavación de préstamo y material granular para la superficie de ruedo.

Estas dos actividades son muy similares en cuanto al proceso de ejecución. Lo único que la diferencia es el tamaño máximo de agregado, que para la actividad de excavación de préstamo

es de 3" y para el de superficie de ruedo es de 1^{1/2}". Por esto el control establecido para estas actividades es el mismo, lo único que varío es el nombre de la actividad. Las figuras 3 y 4 representan un ejemplo del formato diseñado para el control de las actividades mencionadas anteriormente.

Excavacion de Prestamo



Constructora MECO.S.A

Fecha: 9/02/2010

Licitacion Abreviada No.2009LA189-33300

Descripcion: Camino 1-03-060 De Motos Rivera A Escuela Chirogres Desamparados, San Jose.

Codigo del Proyecto: 09-15

Activo	Numero Placa	Estacion		Numero de Boleta	Capacidad (m3)	Volumen Colocado (m3)	Volumen Acumulado (m3)	Saldo según Contrato
		Inicial	Final					
30-237	C150910	0+000	0+010	328383	13,44	13,44	13,44	1186,56
30-232	C150168	0+000	0+100	328384	11,76	11,76	25,20	1174,80
30-250	C151660	0+000	0+100	328385	14,88	14,88	40,08	1159,92
30-215	C148535	0+000	0+100	328386	13,84	13,84	53,92	1146,08
30-238	C150920	0+000	0+100	328387	13,53	13,53	67,45	1132,55
30-201	C148703	0+060	0+100	328388	13,13	13,13	80,58	1119,42
30-200	C148809	0+070	0+100	328389	13,12	13,12	93,70	1106,30
30-237	C150910	0+100	0+120	328390	13,44	13,44	107,14	1092,86
30-244	C151392	0+120	0+140	328391	13,30	13,30	120,44	1079,56
30-233	C150543	0+140	0+100	328392	13,03	13,03	133,47	1066,53
30-193	C147872	0+160	0+140	328393	13,10	13,10	146,57	1053,43
30-250	C151660	0+180	0+200	328394	14,88	14,88	161,45	1038,55
30-232	C150168	0+200	0+220	328395	11,76	11,76	173,21	1026,79
30-215	C148535	0+220	0+240	328396	13,84	13,84	187,05	1012,95
30-238	C150920	0+260	0+280	328397	13,53	13,53	200,58	999,42
30-200	C148809	0+260	0+280	328398	13,12	13,12	213,70	986,30
30-201	C148703	0+280	0+300	328399	13,13	13,13	226,83	973,17
30-237	C150910	0+300	0+320	328400	13,44	13,44	240,27	959,73
30-236	C150910	0+320	0+330	328335	13,44	13,44	253,71	946,29
30-250	C151660	0+330	0+340	328336	14,88	14,88	268,59	931,41
30-231	C150168	0+340	0+350	328337	13,26	13,26	281,85	918,15
30-208	C151569	0+660	0+680	328401	13,08	13,08	294,93	905,07
30-195	C148340	0+680	0+700	328402	13,39	13,39	308,32	891,68
30-192	C147864	0+710	0+730	328403	13,14	13,14	321,46	878,54

Figura 3. Hoja establecida para el control de la actividad de Excavación de Préstamo

Material granular expuesto para superficie de ruedo



Constructora MECO.S.A

Fecha: 12/02/2010

Licitacion Abreviada No.2009LA189-33300

Descripcion: Camino 1-03-060 De Motos Rivera A Escuela Chirogres Desamparados, San Jose.

Codigo del Proyecto: 09-15

Activo	Numero Placa	Estacion		Numero de Boleta	Capacidad (m3)	Volumen Colocado (m3)	Volumen Acumulado (m3)	Saldo según Contrato
		Inicial	Final					
30-250	C151660	0+530	0+545	328443	14,88	14,88	14,88	2360,12
30-238	C150920	0+545	0+560	328444	13,53	13,53	28,41	2346,59
30-232	C150168	0+500	0+575	328445	11,76	11,76	40,17	2334,83
30-233	C150543	0+575	0+590	328446	13,03	13,03	53,20	2321,80
30-244	C151392	0+590	0+605	328447	13,30	13,30	66,50	2308,50
30-215	C148535	0+605	0+620	328448	13,84	13,84	80,34	2294,66
30-208	C151569	0+620	0+635	328449	13,08	13,08	93,42	2281,58
30-216	C148771	0+850	0+860	328450	13,61	13,61	107,03	2267,97
30-199	C148441	0+800	0+875	328453	13,26	13,26	120,29	2254,71
30-200	C148809	0+875	0+890	328454	13,12	13,12	133,41	2241,59
30-201	C148703	0+885	0+890	328455	13,13	13,13	146,54	2228,46
30-209	C148436	0+900	0+915	328456	11,01	11,01	157,55	2217,45
30-230	C151033	0+915	0+930	328457	11,33	11,33	168,88	2206,12
30-213	C149675	0+945	0+950	328458	13,43	13,43	182,31	2192,69
30-193	C147872	0+950	0+962	328459	13,10	13,10	195,41	2179,59
30-234	C150548	0+962	0+974	328460	12,73	12,73	208,14	2166,86
30-208	C151569	0+974	0+986	328461	13,08	13,08	221,22	2153,78
30-216	C148771	0+986	0+998	328462	13,61	13,61	234,83	2140,17
30-233	C150543	0+998	1+000	328464	13,03	13,03	247,86	2127,14
30-238	C150920	1+000	1+010	328465	13,53	13,53	261,39	2113,61
30-232	C150168	1+010	1+020	328466	11,76	11,76	273,15	2101,85
30-215	C148535	1+020	1+030	328467	13,84	13,84	286,99	2088,01
30-199	C148441	1+030	1+040	328468	13,26	13,26	300,25	2074,75

Figura 4. Hoja establecida para el control de la actividad de Material Granular Expuesto para Superficie de Ruedo.

Conformación de sub-rasante

Para la conformación de la sub-rasante se debe verificar que se cumpla la sección típica a lo largo del camino. Para la medición de bombeos y peraltes del camino se empleó un instrumento llamado barquerómetro, y además se debe chequear la profundidad y ancho de las cunetas con el uso de una cinta métrica.

Para esta labor se empleó un estudio brindado por el MOPT en el control de calidad del proyecto, el cual indica los puntos que se deben considerar en esta actividad. La hoja diseñada para este fin contiene la sección típica de la vía, los requerimientos de medidas para las cunetas, también las especificaciones para la sub-rasante y superficie de ruedo, tal y como se muestra en la figura 5.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES															DIVISION DE OBRAS PUBLICAS					Hoja: 1 / 3			
DIRECCION CENTRAL I COLIMA			DEPENDENCIA EJECUTORA			CONSULTORIA GTZ			CONSTRUCTORA MECO S.A			CANTON DE DESAMPARADOS											
Codigo de Camino:1-03-060			De: Motos Rivera			A: Escuela Chirogres			Licitacion Abreviada No.2009LA189-33300			Ing. De Proyecto: Ing. Ivan Sanabria											
															Inspector: Mario Quiros								
VERIFICACION DE CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS DE REHABILITACION DE LA SUPERFICIE DE RUEDO															Fecha: 27 - 01 - 2010								
Estacion	Ancho de la	Sub-Rasante			Cunetas								Superficie de Ruedo					OBSERVACIONES					
		Bombeo %	Li	LD	CBR	Li				LD				Bombeo %		Fecha de			Ancho		Espesor		Fecha de
	m	Li	LD	CBR	Ancho	Prof.	AH	Pend	Ancho	Prof.	AH	Pend	Medicion	Li	LD	Fecha de	m	%	cm	Lado	Medicion		
0+000	17,6	5	5	*									5	05-feb	5	5	11-mar	17,6	18	LC	11-mar	Inicio Peralti Izquierdo	
0+050	8,7	7							1	0,5	0,25	13	05-feb				11-mar		18	LD	11-mar		
0+100	7								1	0,5	0,25	13	05-feb	6			11-mar	5			11-mar	Lado Derecho espaldon	
0+150	6,9												05-feb	6			11-mar	5,2			11-mar	Transicion de Curva	
0+200	9	7											05-feb	7			11-mar	5,7			11-mar	Lado Derecho peralte y espaldon	
0+250	7	7	7										05-feb	6	6	11-mar	5,25				11-mar	Lado Izquierda cuneta revestida	
0+300	7,5	7	7						1	0,5	0,25	15	05-feb	6	6	11-mar	5,8				11-mar	Inici cuneta lado derecho	
0+350	7	7							1	0,5	0,25	15	05-feb	6			11-mar	6			11-mar	Peralte Lado Izquierdo	
0+400	8,7	7	7		1	0,5	0,25	12	1	0,5	0,25	12	05-feb	6	6	11-mar	5,2	18	Li	11-mar	11-mar	Continua cuneta ambos lados	
0+450	7,9	7	7		1	0,5	0,25	12	1	0,5	0,25	12	05-feb	6	6	11-mar	5,2	18	LC	11-mar	11-mar	Cuneta ambos lados	
0+500	8,9				1	0,5	0,25	17	1	0,5	0,25	17	05-feb	5	5	11-mar	6,8	18	LD	11-mar	11-mar	Finaliza cuneta lado derecho	
0+550	7	7	7		1	0,5	0,25	5	1	0,5	0,25	5	05-feb	6	6	11-mar	6	18	Li	11-mar	11-mar	Continua cuneta ambos lados	
0+600	7,6	7							1	0,5	0,25	10	05-feb	6			11-mar	5,5	18	LC	11-mar	11-mar	Espaldon Lado Izquierda
0+650	8,6	7							1	0,5	0,25	12	05-feb	7			11-mar	6	18	LD	11-mar	11-mar	Cuneta lado derecho
0+700	8,5	7							1	0,5	0,25	18	05-feb	7			11-mar	5,7	18	Li	11-mar	11-mar	Cuneta lado derecho
0+750	8,3	7			1	0,5	0,25	8	1	0,5	0,25	8	05-feb	6			11-mar	5,6	18	LC	11-mar	11-mar	Cuneta ambos lados
0+800	7,6	6			1	0,5	0,25	5				5	05-feb	6			11-mar	5,2	18	LD	11-mar	11-mar	Espaldon lado derecho
0+850	7,5	6			1	0,5	0,25	15	1	0,5	0,25	15	05-feb	7			11-mar	5,3	15	Li	11-mar	11-mar	Cuneta ambos lados
0+900	8,7	7			1	0,5	0,25	12	1	0,5	0,25	12	05-feb	7			11-mar	6,1	15	LC	11-mar	11-mar	Cuneta ambos lados
0+950	7,6	7	7						1	0,5	0,25	3	05-feb	6	6	11-mar	5,6	15	LD	11-mar	11-mar	Cuneta lado derecho	
1+000	8,5	7							1	0,5	0,25	5	05-feb	6			11-mar	5	15	Li	11-mar	11-mar	Cuneta lado derecho
Observaciones: * Fin de cuneta de tierra lado derecho, cuneta revestida lado izquierdo																							

Figura 5. Hoja aplicada para el control de la actividad de Conformación de la Sub-rasante.

Concreto compactado con rodillo

Para la actividad de concreto compacto con rodillo se emplearon controles similares a los de excavación de préstamo y material granular para la superficie de ruedo, ya que este concreto se debe transportar desde la fábrica productora, en vagoneta hasta el sitio donde será aplicado.

Solamente que se le agregó un ítem a ser considerado, el cual corresponde a los metros cuadrados colocados ya que esta actividad se paga por metro cuadrado de superficie en el camino.

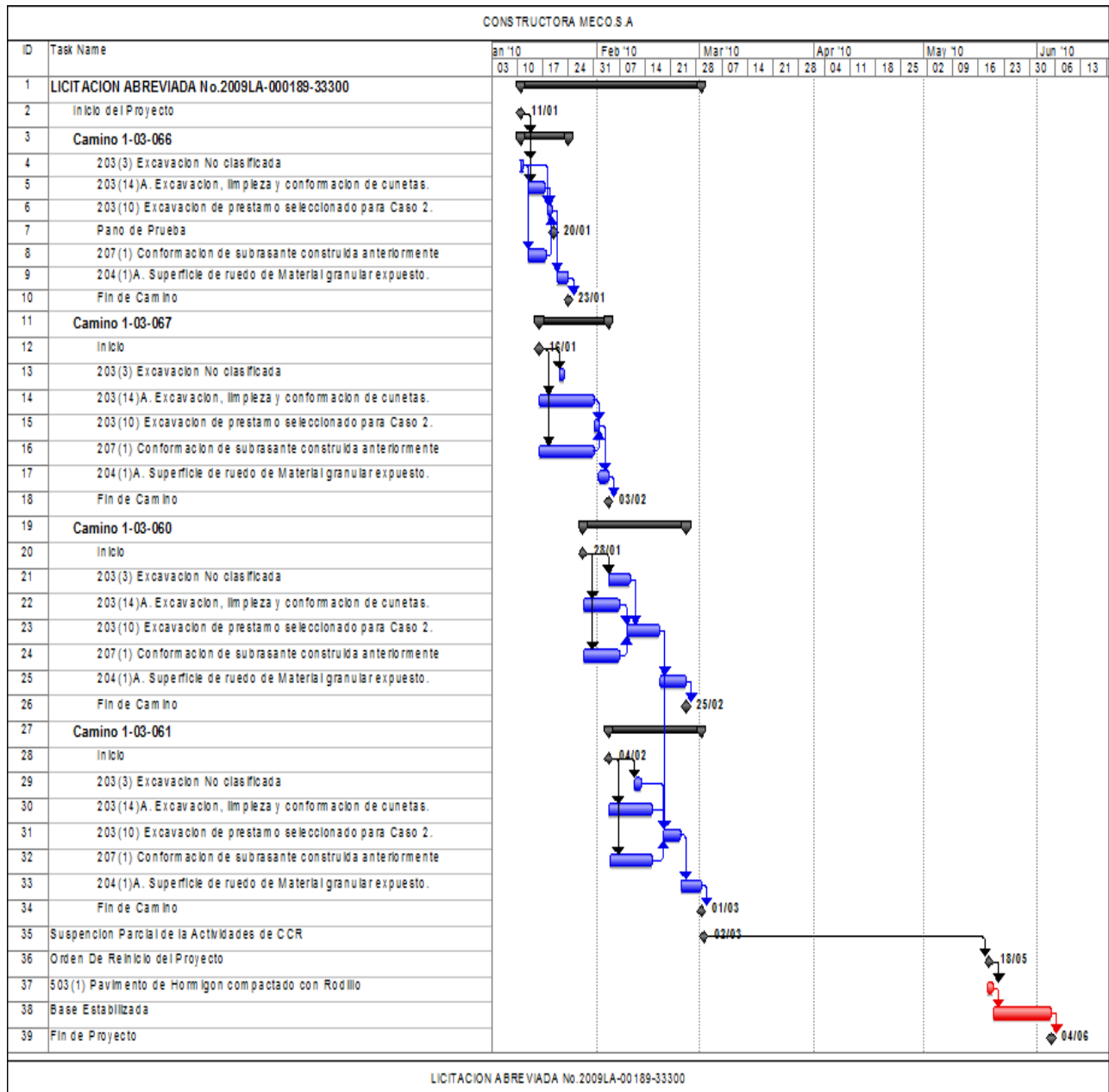


Figura 7. Cronograma real de la Obra.

Costos unitarios

La información que se obtuvo durante el control de la obra, en cuanto a las horas invertidas por maquinaria y obreros en cada una de las actividades mediante la inspección en campo, sirvió para establecer el costo unitario de cada una de las actividades del proyecto. Además, se puede ver el costo que implica cada uno de los ítemes por tomar en cuenta. Al final se presenta

un resumen del costo unitario para cada una de las actividades por camino.

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

CAMINO: 1-03-066

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
203(3)	Excavacion No Clasificada	m3	99,1

MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Retroexcavador	15,7	₡15.000,00	₡235.500,00
1	Vagoneta	3	₡12.883,46	₡38.650,38
SUBTOTAL				274150,38

PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Chofer	3	₡1.033,00	₡3.099,00
SUBTOTAL				₡3.099,00

SUBTOTAL	₡277.249,38
SUBTOTAL PU	₡2.797,67
Imprevistos	10,00%
Administracion	12,00%
Utilidad	21,00%
PRECIO UNITARIO	₡4.000,67

PRECIO REAL	PRECIO COBRADO
₡4.000,67	₡4.609,57

Figura 8. Costo unitario para Excavación No Clasificada.

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

CAMINO: 1-03-066

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
203(14)A	Excavacion, limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanias	m	1852	
MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Niveladora	56	C\$24.145,40	C\$1.352.142,40
			SUBTOTAL	C\$1.352.142,40
PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Operador	56	C\$2.760,00	C\$154.560,00
2	Peones	112	C\$830,00	C\$92.960,00
			SUBTOTAL	C\$247.520,00
				SUBTOTAL
				C\$1.599.662,40
				SUBTOTAL PU
				C\$863,75
				Imprevistos
				10,00%
				Administracion
				12,00%
				Utilidad
				21,00%
				PRECIO UNITARIO
				C\$1.235,16
PRECIO REAL		PRECIO COBRADO		
C\$1.235,16		C\$4.198,15		

Figura 9. Costo unitario para Construcción de Cunetas.

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

CAMINO: 1-03-066

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
203(10)	Excavacion de prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	463,81	
MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Tanque de Agua	10	€6.165,40	€61.654,00
	Vagoneta	139	€12.883,46	€1.790.800,94
1	Niveladora	19	€24.145,40	€458.762,60
1	Compactador	11	€13.746,00	€151.206,00
			SUBTOTAL	€2.462.423,54
PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
	Chofer	139	€1.033,00	€143.587,00
	Operador Tanque de Agua	10	€1.033,00	€10.330,00
	Operador Compactador	11	€1.450,00	€15.950,00
	Operador Niveladora	19	€2.760,00	€52.440,00
2	Peones	38	€830,00	€31.540,00
			SUBTOTAL	€253.847,00
MATERIAL				
ACARREO (KM)	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO POR M3	MONTO
	Material Granular	463,81	€3.770,00	€1.748.563,70
			SUBTOTAL	€1.748.563,70
SUBTOTAL				€4.464.834,24
SUBTOTAL PU				€9.626,43
Imprevistos				10,00%
Administracion				12,00%
Utilidad				21,00%
PRECIO UNITARIO				€13.765,79
PRECIO REAL		PRECIO COBRADO		
€13.765,79		€17.155,59		

Figura 10. Costo unitario para Excavación de Préstamo.

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

CAMINO: 1-03-066

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
207(1)	Conformacion de subrasante construida anteriormente	m	1300	
MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Tanque de Agua	30	C\$6.165,40	C\$184.962,00
1	Niveladora	34	C\$24.145,40	C\$820.943,60
1	Compactador	25	C\$13.746,00	C\$343.650,00
			SUBTOTAL	C\$1.349.555,60
PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
	Operador Tanque de Agua	30	C\$1.033,00	C\$30.990,00
	Operador Compactador	25	C\$1.450,00	C\$36.250,00
	Operador Niveladora	34	C\$2.760,00	C\$93.840,00
2	Peones	68	C\$830,00	C\$56.440,00
			SUBTOTAL	C\$217.520,00
				SUBTOTAL
				C\$1.567.075,60
Imprevistos				10,00%
Administracion				12,00%
Utilidad				21,00%
PRECIO UNITARIO				C\$2.240.918,11
PRECIO REAL		PRECIO COBRADO		
C\$2.240.918,11		C\$2.549.907,37		

Figura 11. Costo unitario para Conformación de Subrasante

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

CAMINO: 1-03-066

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	818,82	
MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Tanque de Agua	20	€6.165,40	€123.308,00
	Vagoneta	218	€12.883,46	€2.808.594,28
1	Niveladora	26	€24.145,40	€627.780,40
1	Compactador	15	€13.746,00	€206.190,00
			SUBTOTAL	€3.765.872,68
PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
	Chofer	218	€1.033,00	€225.194,00
	Operador Tanque de Agua	20	€1.033,00	€20.660,00
	Operador Compactador	15	€1.450,00	€21.750,00
	Operador Niveladora	26	€2.760,00	€71.760,00
2	Peones	52	€830,00	€43.160,00
			SUBTOTAL	€382.524,00
MATERIAL				
ACARREO (KM)	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO POR M3	MONTO
	Material Granular	818,82	€4.872,00	€3.989.291,04
			SUBTOTAL	€3.989.291,04
			SUBTOTAL	€8.137.687,72
			SUBTOTAL PU	€9.938,31
			Imprevistos	10,00%
			Administracion	12,00%
			Utilidad	21,00%
			PRECIO UNITARIO	€14.211,78
PRECIO REAL		PRECIO COBRADO		
€14.211,78		€14.581,85		

Figura 12. Costo unitario para Material Granular Expuesto

Fue necesario calcular el costo real del CCR para determinar cuánto había sido la diferencia económica con lo cotizado en el contrato. Además a partir de ahí fue necesario realizar una propuesta para determinar el costo de realizar una base estabilizada a lo largo de los 4 caminos.

Se realizó un cuadro comparativo de con los costos unitarios de las actividades de CCR, y base estabilizada.


Costos Unitarios						
CONSTRUCTORA MECO S.A PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES LICITACION No. 2009LA-000189-33300 Costo Real de CCR						
ELABORACION						
	COSTO METRO CUBICO	TOTAL DE M3 PARA EL PROYECTO	COSTO METRO CUBICO (menos costo saco de cemento)	COSTO TOTAL		
Costo por elaboracion en planta	₡63.960,00	2898	₡54.660,00	₡158.404.680,00		
COSTO POR ACARREO						
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD VIAJES	CANTIDAD DE HORAS	COSTO POR HORA	MONTO	
	Vagoneta	223	920	₡12.883,46	₡11.852.783,20	
				SUBTOTAL	₡11.852.783,20	
MAQUINARIA						
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO		
1	Niveladora	76	₡24.145,40	₡1.835.050,40		
1	Tanque de Agua	76	₡6.165,40	₡468.570,40		
2	Compactador	38	₡13.746,00	₡1.044.696,00		
				SUBTOTAL	₡3.348.316,80	
PERSONAL						
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO		
	Operador Niveladora	76	₡2.760,00	₡314.640,00		
	Operador Tanque de Agua	76	₡1.033,00	₡117.762,00		
2	Operador Compactador	38	₡1.450,00	₡165.300,00		
1	Chofer	223	₡1.033,00	₡345.538,50		
3	Peones	76	₡830,00	₡283.860,00		
				SUBTOTAL	₡794.698,50	
				Costo Total	₡174.400.478,50	
				Imprevistos	10,00%	
				TOTAL	₡191.840.526,35	
				COSTO PU (M3)	₡66.197,56	
				COSTO PU (M2)	₡15.225,44	

Figura 13. Costo estimado de la realización de la actividad de concreto compactado con rodillo

Costos Unitarios



CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

DESCRIPCION	Medidas	UNIDAD	CANTIDAD	
Base Estabilizada	6200 m x 5 m	m2	31000	

RENDIMIENTO			
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	AVANCE (ml/hora)
1	Tanque de Agua	1	50
1	Recuperadora	1	50
1	Niveladora	1,5	50
	Colocado de Cemento	1	50
1	Camion de Transporte de Cemento	1	50
1	Compactador	0,5	50

MAQUINARIA				
No. EQUIPOS	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
1	Tanque de Agua	124	¢6.165,40	¢764.509,60
1	Recuperadora	124	¢46.217,81	¢5.731.008,44
1	Niveladora	186	¢24.145,40	¢4.491.044,40
1	Compactador	62	¢13.746,00	¢852.252,00
1	Camion de Transporte de Cemento	124	¢1.500,00	¢186.000,00
			SUBTOTAL	¢12.024.814,44

PERSONAL				
	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA	MONTO
	Operador Recuperadora	124	¢2.760,00	¢513.360,00
	Operador Tanque de Agua	124	¢1.033,00	¢192.138,00
	Operador Compactador	62	¢1.450,00	¢134.850,00
	Operador Niveladora	186	¢2.760,00	¢770.040,00
12	Peones	124	¢830,00	¢1.852.560,00
			SUBTOTAL	¢3.462.948,00

MATERIAL				
ACARREO (KM)	DESCRIPCION	CANTIDAD (m3)	COSTO	MONTO
	Material Granular	2845	¢14.856,00	¢42.265.320,00
			SUBTOTAL	¢42.265.320,00

Se toma en cuenta que debe colocarse material granular de 1 1/2" en los tramos donde coloco material de 3"

SUBTOTAL	¢57.753.082,44
Imprevistos	10,00%
Utilidad	21,00%
Administracion	12,00%
TOTAL	¢82.586.907,89
PU (M2)	¢2.664,09

Figura 14. Costo estimado de la realización de una base estabilizada.

GRAFICO COMPARATIVO

CONSTRUCTORA MECO S.A

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE Y SUPERFICIE DE RUEDO PARA LOS CAMINOS VECINALES

LICITACION No. 2009LA-000189-33300

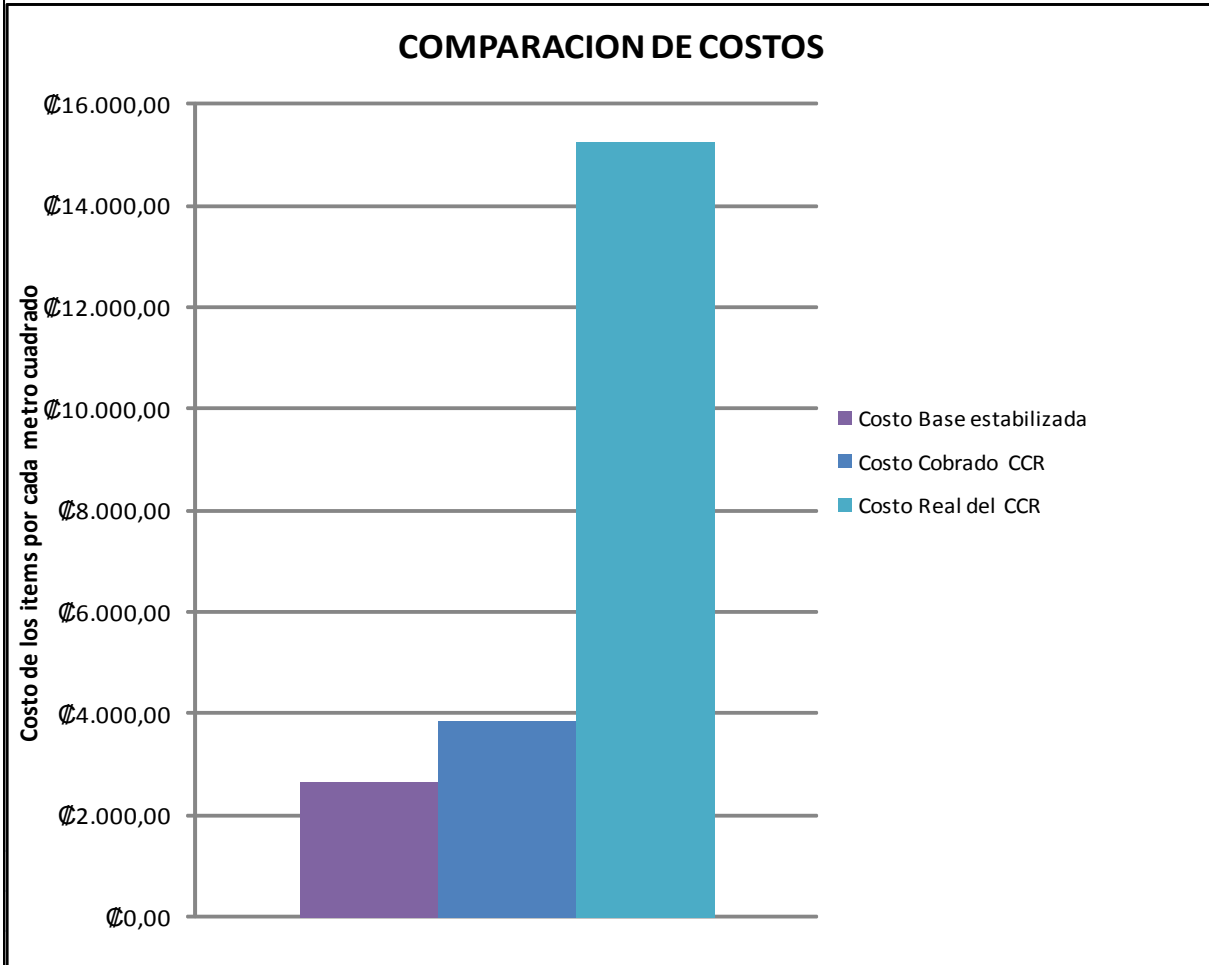


Figura 15. Grafico comparativo entre el costo de CCR, base estabilizada y lo cobrado por realizar CCR en la obra.

En el grafico anterior se establecieron las cantidades totales que se deben de facturar en cada uno de los caminos. Para ello se ubicaron los siguientes datos, el precio unitario que se definió en el contrato; la cantidad real realizada y la cantidad que se estipuló en el contrato para establecer la diferencia entre ambas, del uso del concreto compactado con rodillo. No importan las propuestas que se realizaron para realizar otro tratamiento. Se definió que se iba a pagar la totalidad de lo cobrado en el contrato. Al final se presenta un cuadro resumen con el monto total por facturar en la obra.

En el cuadro 1 que se presenta a continuación se presentan un resumen de los costos unitarios, se presenta una comparación de los costos unitarios reales contra los costos cobrados en el contrato. En los cuadros del 2 al 6 se presentan un resumen de los montos que debían ejecutarse y el que se realizó para cada actividad, se presenta un resumen de la cantidad a facturar para el proyecto en el cuadro 6.

CUADRO 1. COSTOS UNITARIOS DE CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES EN LOS CAMINOS DEL PROYECTO								
Descripcion de Renglon de Pago	Camino 1-03-066		Camino 1-03-067		Camino 1-03-060		Camino 1-03-061	
	Precio Unitario Real	Unitario Cobrado	Precio Unitario Real	Unitario Cobrado	Precio Unitario Real	Unitario Cobrado	Precio Unitario Real	Unitario Cobrado
Excavacion no Clasificada	₡4.000,67	₡4.609,57	₡4.104,87	₡4.609,57	₡4.567,64	₡4.609,57	₡4.369,45	₡4.609,57
Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	₡2.341,50	₡4.198,15	₡2.174,10	₡4.189,15	₡2.854,87	₡4.189,15	₡2.159,89	₡4.189,15
Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	₡13.765,79	₡14.934,56	₡13.598,65	₡15.194,22	₡15.899,45	₡16.868,76	₡16.754,95	₡17.155,59
Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	₡2.240.918,11	₡2.549.907,37	₡2.140.568,45	₡2.301.087,36	₡2.410.548,86	₡2.466.967,36	₡2.398.321,94	₡2.549.907,36
Material granular expuesto para superficie de ruedo	₡14.211,78	₡14.581,85	₡14.684,63	₡14.910,54	₡16.348,36	₡16.513,38	₡16.652,86	₡16.802,89

CUADRO 2. CANTIDAD A FACTURAR DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMINO 1-03-060							
Camino 1-03-060 (Ent.N.394) Motos Rivera - (Ent.C061) Escuela Chirogres, Desamparados 3,5 km							
Eta	Renglon de Pago	Descripcion de Renglon de Pago	Unidad de Pago	Cantidad Estimada	Precio Unitario	Cantidad Real	Cantidad a facturar
1	203(3)	Excavacion no Clasificada	m3	2500	₡4.609,57	157,57	₡726.329,94
2	203(14)A	Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	m3	5300	₡4.198,15	3157	₡13.253.559,55
3	203(10)	Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	1200	₡16.869,76	1244,84	₡21.000.152,04
4	207(1)	Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	km	3,5	₡2.466.967,36	3,1	₡7.647.598,82
5	204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	2375	₡16.413,38	1890,62	₡31.031.464,50
Total Camino 1-03-060							₡73.659.104,84

CUADRO 3. CANTIDAD A FACTURAR DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMINO 1-03-061							
Camino 1-03-061 Limite Cantonal Chirogres (poste 455015) - (Ent. C.060) Calle Mendez, Desamparados, 0,9 km							
Eta	Renglon de Pago	Descripcion de Renglon de Pago	Unidad de Pago	Cantidad Estimada	Precio Unitario	Cantidad Real	Cantidad a facturar
1	203(3)	Excavacion no Clasificada	m3	100	₡4.609,57	153,5	₡707.569,00
2	203(14)A	Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	m3	1800	₡4.198,15	651	₡2.732.995,65
3	203(10)	Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	300	₡17.155,59	161,52	₡2.770.970,90
4	207(1)	Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	km	0,9	₡2.549.907,36	0,85	₡2.167.421,26
5	204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	1200	₡16.802,89	1087,99	₡18.281.376,29
Total Camino 1-03-061							₡26.660.333,09

CUADRO 4. CANTIDAD A FACTURAR DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMINO 1-03-066

Camino 1-03-066 "(Ent. N.222) Servicentro la Fila - (Ent.N.222) El Rosario" Desamparados. 0,9 Km

Etapa	Renglon de Pago	Descripcion de Renglon de Pago	Unidad de Pago	Cantidad Estimada	Precio Unitario	Cantidad Real	Cantidad a facturar
1	203(3)	Excavacion no Clasificada	m3	100	¢4.609,57	43,5	¢200.516,30
2	203(14)A	Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	m3	1800	¢4.198,15	1575	¢6.612.086,25
3	203(10)	Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	300	¢14.934,56	370,57	¢5.534.299,90
4	207(1)	Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	km	0,9	¢2.549.907,36	0,9	¢2.294.916,62
5	204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	1200	¢14.581,85	1206,07	¢17.586.731,83
Total Camino 1-03-066							¢32.228.550,90

CUADRO 5. CANTIDAD A FACTURAR DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMINO 1-03-067

Camino 1-03-067 (Ent.N.222) Deposito Mat. Rosario - (Ent.N.313) La Fila, Calle Mora, Desamparados. 1.3 Km

Etapa	Renglon de Pago	Descripcion de Renglon de Pago	Unidad de Pago	Cantidad Estimada	Precio Unitario	Cantidad Real	Cantidad a facturar
1	203(3)	Excavacion no Clasificada	m3	100	¢4.609,57	99,1	¢456.808,39
2	203(14)A	Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	m3	2300	¢4.198,15	1852	¢7.774.973,80
3	203(10)	Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	450	¢15.194,22	461,36	¢7.010.005,34
4	207(1)	Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	km	1,3	¢2.301.087,36	1,3	¢2.991.413,57
5	204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	900	¢14.910,64	818,82	¢12.209.130,24
6	503(1)	Pavimento de Hormigon Compactado con Rodillo	m2	3000	¢3.943,35	240	¢720.000,00
Total Camino 1-03-067							¢31.162.331,34

CUADRO 6. CANTIDAD A FACTURAR PARA LA LICITACION ABREVIADA No. 2009LA-000189-33300

Etapa	Renglon de Pago	Descripcion de Renglon de Pago	Unidad de Pago	Camino 66	Camino 67	Camino 60	Camino 61
				Cantidad a Facturar	Cantidad a Facturar	Cantidad a Facturar	Cantidad a Facturar
1	203(3)	Excavacion no Clasificada	m3	¢200.516,30	¢456.808,39	¢726.329,94	¢707.569,00
2	203(14)A	Excavacion , limpieza y conformacion de cunetas y/o canales o zanjas	m3	¢6.612.086,25	¢7.774.973,80	¢13.253.559,55	¢2.732.995,65
3	203(10)	Excavacion de Prestamo seleccionado para acabado Caso 2	m3	¢5.534.299,90	¢7.010.005,34	¢21.000.152,04	¢2.770.970,90
4	207(1)	Corfomacion de Subrasante construida anteriormente	km	¢2.294.916,62	¢2.991.413,57	¢7.647.598,82	¢2.167.421,26
5	204(1)A	Material granular expuesto para superficie de ruedo	m3	¢17.586.731,83	¢12.209.130,24	¢31.031.464,50	¢18.281.376,29
Sub-total				¢32.228.550,90	¢30.442.331,34	¢73.659.104,84	¢26.660.333,09
Monto por cobrado por Concreto Compactado con Rodillo				¢49.209.377,29			
Cantidad Total a Facturar				¢212.199.697,46			

EXCAVACION DE PRESTAMO							
MAQUINARIA				PERSONAL			
CANTIDAD	DESCRIPCION	RENDIMIENTO TOTAL	UNIDAD DE RENDIMIENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	RENDIMIENTO TOTAL	UNIDAD DE RENDIMIENTO
1	Tanque de Agua	300	m3/dia		Chofer	9	h/dia
	Vagoneta	1	viajes/10 m3	1	Operador Tanque de Agua	9	h/dia
1	Niveladora	300	m3/dia	1	Operador Compactador	9	h/dia
1	Compactador	300	m3/dia	1	Operador Niveladora	9	h/dia
				2	Peones	9	h/dia
CONSTRUCCION DE CUNETAS							
MAQUINARIA				PERSONAL			
CANTIDAD	DESCRIPCION	RENDIMIENTO TOTAL	UNIDAD DE RENDIMIENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	RENDIMIENTO TOTAL	UNIDAD DE RENDIMIENTO
1	Niveladora	200	m/dia	1	Operador	9	h/dia
				2	Peones	9	h/dia
EXCAVACION NO CLASIFICADA							
MAQUINARIA				PERSONAL			
CANTIDAD	DESCRIPCION	RENDIMIENTO TOTAL	UNIDAD DE RENDIMIENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD HORAS	COSTO POR HORA
1	Retroexcavador	150	m3/dia	1	Chofer	9	h/dia
1	Vagoneta	1	viajes/10 m3	1	Operador	9	h/dia

Con los precios unitarios obtenidos del proyecto se procedió a realizar una estimación de lo que la empresa presupuestó contra el real obtenido, Además, se incluyeron los cambios que se realizaron por la actividad de concreto compactado con rodillo.

También se realizó una descomposición de cada una de las actividades a realizar en el proyecto y los cuidados que se deben de tener a la hora de su ejecución. Esta se presenta a continuación en la figura 18.

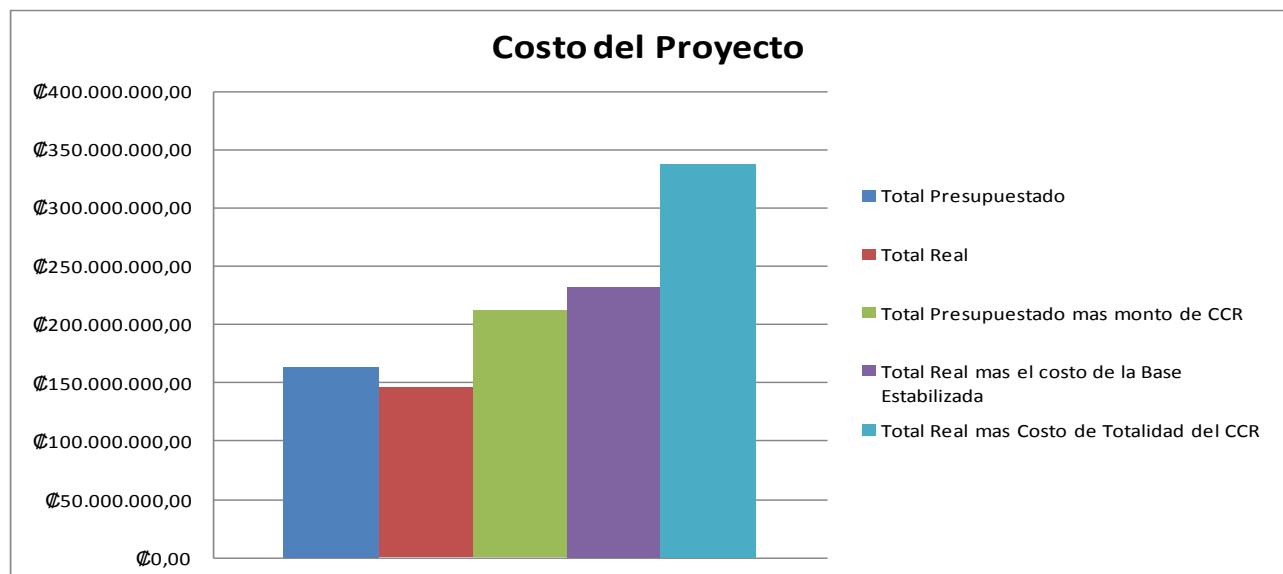


Figura 17. Grafico comparativo de los Costos del Proyectos

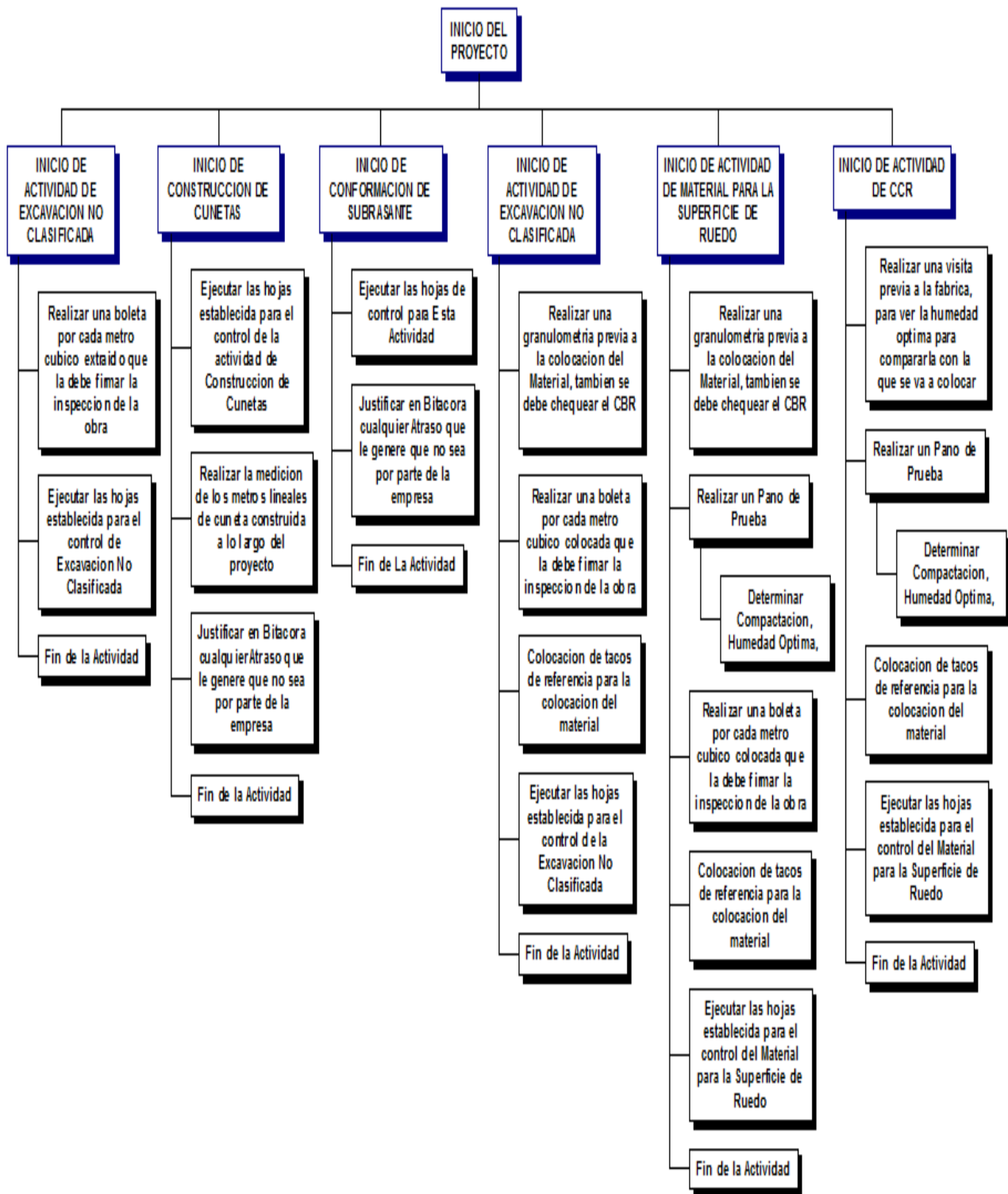


Figura 18. Descomposición de las Actividades

Análisis de los resultados

Al iniciar el proyecto, la empresa no contaba con ninguna información acerca de controles que se pudieran establecer para la ejecución de la obra. Sin embargo, sí se contaba con una programación previamente realizada, en la cual se asignaron las actividades y las duraciones de las mismas para realizar la obra y en la que se preveía que ésta finalizara el 3 de marzo.

El inicio de actividades de la obra comenzó sin tomar en cuenta el programa planteado por la empresa, ya que éste estipulaba en iniciar en el camino 1-03-060. Esto implicaba la mayor cantidad de tiempo para su realización. Además, era la ruta en la cual se debía aplicar la técnica del concreto compactado con rodillo. En éste se tomaban en cuenta todas las pruebas de laboratorio que debían ejecutarse durante y después del paño de prueba. Era necesario tomar en cuenta que debían realizarse pruebas al concreto de flexo tracción y compresión, para determinar si el diseño propuesto de esta actividad cumplía con las especificaciones de calidad del concreto estipulado. Entre ellas se tomaba en cuenta los 28 días después de realizado el paño de prueba del CCR, para tener todos los resultados necesarios y así iniciar la colocación de esta actividad.

La empresa Meco funciona por departamentos. Dentro de la misma cada uno cobra una utilidad por cada actividad. Por ejemplo, el departamento de maquinaria, le cobra al proyecto una utilidad para el alquiler de la maquinaria. De esta manera cada departamento tiene una utilidad por parte del proyecto. Por esto al iniciar un proyecto se realiza una negociación entre los departamentos para determinar el costo que le va a cobrar al proyecto, y ponerse de acuerdo en cómo se van a pagar las actividades. Un ejemplo, el acarreo de materiales fue negociado por hora de maquinaria y no por metro cúbico colocado en el proyecto, o si se quisiera por distancia recorrida hasta donde se encuentra el proyecto. Ésta fue una de las cosas que trajo problemas al proyecto. Más adelante se hará mención de la razón.

Debido a la falta de comunicación entre los encargados de realizar el programa con los

ingenieros y encargados de ejecutar el proyecto, éste se inició por el camino 1-03-066. Este no se veía afectado por la ruta crítica del programa previamente elaborado. Esto implicó que el programa no cumpliera su función, por lo que debía realizarse uno nuevo que contuviera los días en campo que se ejecutarían.

Al iniciar el proyecto no se tenía ninguna información sobre cómo controlar la obra. Esto permitió la realización del presente trabajo. Para ello se tuvo acceso a toda la información de la empresa participante en el proyecto, así como se tuvo acceso al contrato, a la oferta de la licitación y demás aspectos necesarios.

Las actividades se iniciaron el día establecido en el contrato, sin tener un control adecuado ni una programación de obra. Estos fueron de los mayores problemas de la empresa, ya que el financiamiento del proyecto es mediante fondos administrados por el Estado y se debía llevar un control detallado por parte de la empresa, que permitiera dar el seguimiento de todos los montos estipulados en el contrato. Si se excedía alguna de ellas, la administración no se iba a hacer responsable por pagar este excedente.

Otro gran problema por parte de la empresa fue que debido a la falta de conocimiento del concreto compactado con rodillo se generaron atrasos y la empresa tuvo que buscar formas de no realizar esta actividad ya que la diferencia del costo de lo establecido en el contrato con respecto a lo real, implicaba derogar una suma mayor, por lo que la empresa tuvo que buscar una forma de no perder tanta plata en el proyecto.

Era importante determinar por parte de la empresa el costo de sus actividades, y compararlas con las que se habían impuesto, para así tener una idea de los rendimientos reales de la maquinaria y cuadrillas que ocupara cada actividad en sitio.

Elaboración de controles.

Con los controles que se fueron estableciendo durante la ejecución de la obra, se permitió tener un control de las actividades y un seguimiento de las mismas. Esto fue posible debido a que se observó cada uno de los procesos de las actividades, de forma tal que se apreció que información era necesario tomar en cuenta respecto a lo que se realiza en sitio, y lo estipulado en el contrato.

Estos controles facilitaron la toma de decisiones día a día en cada una de las actividades. Esto permitía determinar las cantidades que habían considerado y además obtener las cantidades restantes para lo estipulado en el contrato. Cuando se iniciaron las labores de este proyecto no se contaba con ningún control y el proyecto ya llevaba una semana de iniciado. Una consecuencia de esto fue que para una de las actividades se colocó 70 m³ extras, los cuales la administración no iba a cancelarlos, pero se hizo una excepción, y se aceptó cancelar este excedente debido a que el proyecto apenas estaba iniciando.

Esta elaboración permitió realizar un control cruzado con respecto a la administración de cada una de las etapas. Esto fue necesario debido a que no podían haber diferencias con respecto a los controles que lleva la administración. Todas las cantidades realizadas tenían que coincidir. En el proyecto se contaba con inspección por parte de la administración en cualquiera actividad que se estuviera realizando. Ellos debían llevar su control, gracias al control que se llevó se pudo evitar errores que cometieron los inspectores, con respecto a información que no calzaba con lo que llevaba la empresa. Esto se debió a que colocaron metros cúbicos en actividades que no hacían falta.

Para las actividades que se pagan por metro cúbico según el contrato, se utilizaron unas boletas de recepción de material colocado. La inspección vigila el material una vez colocado o extraído del camino, según fuese el caso de la actividad. Las firmaban y éstas se emplearon para controlar cada uno de los viajes. Además, sirve para tener un número de factura. El formato de estas facturas se presenta en los anexos.

Excavación no clasificada

Para la excavación no clasificada se debió tomar en cuenta que este material debe ser removido del camino. Se debe cumplir con una sección típica a lo largo de ella. Como se puede observar en la figura 1 de la página 10, en el control se estableció el margen en el camino, el cual es removido. Para que éste sea pagado por la administración debe ser colocado en vagonetas para tener el cubillaje que se removió. De esta manera se podrá pagar el material.

En el caso de estos proyectos se contaban con pendientes muy pronunciadas y secciones críticas que no permitían dar el ancho de la vía necesario. Debido a estas razones, la administración podía dar el visto bueno, siempre y cuando el material fuera apto de aplicar, o el material extraído de los márgenes del proyecto estuviera en lugares críticos para mejorar la subrasante existente.

Para esta actividad según el plan de control de calidad establecido a estos proyectos no se le debe realizar ninguna prueba al material.

El control establecido, presente en la figura 1, se utilizó en cada uno de los caminos del proyecto. Se actualizaba día a día para verificar que no se pasara de lo estipulado. Para el camino 1-03-060 se había establecido una cantidad de 2500 m³ a remover. Pero, cuando se iniciaron las actividades se determinó que la cantidad a remover era mucho menor que lo que se estipulaba en el contrato. Por esto la administración y la empresa se pusieron de acuerdo para que lo realizado en esta actividad fuera mediante el control de horas de maquinaria. Para ello, debía controlarse el horímetro de los equipos en las actividades por lo que se realizó el control de la figura 16 ubicado en la página 26. Además de este horímetro se cancela el 0,83%. Esto se paga de esta manera como previsión del tiempo muerto que tenga el trabajador, al realizar la actividad.

En cuanto a los demás caminos, la cantidad que se removió fue menor a lo estipulado en el contrato. Se extrajo en aquellas partes que fue necesario para cumplir con la sección típica del contrato y así brindar el ancho de vía dispuesto.

Construcción de Cunetas

La construcción de cunetas prevista en el contrato, estipulaba la totalidad en cada uno de los márgenes del camino. Como en cada camino

se realiza la marcación de las estaciones (representan los metros que lleva el camino). Esto sirve de referencia para la construcción de cunetas.

Para el control se toma en cuenta la estación inicial y se va midiendo el largo de la cuneta por su interior, con una cinta métrica de 100 metros. De esta manera se mide la totalidad de los metros construidos de cunetas en el camino.

Se debe cuidar que las cunetas no tengan una pendiente de más del 30%. Si no, se deben construir quiebragradientes. Si la distancia que recolecta la cuneta es menor a 150 hasta realizar un desfogue, no hay problema, se puede dejar con esa pendiente.

Para todos los caminos se utilizó el control utilizado en la figura 2 de la página 11. Se hacía de manera conjunta con la inspección, así se tenía la misma cantidad de cunetas. La verificación de las medidas de cunetas se realizó durante el chequeo de conformación.

Esta actividad de medir los metros lineales de cunetas es muy importante realizarla una vez concluida las labores de la maquinaria o hacerlo durante la realización. Esto se debe porque al terminar las cunetas los vecinos ocupan realizar las entradas a sus casas. En algunos casos colocaron alcantarillas en la cuneta para que el agua continuara su desfogue. En otros, simplemente colocaron material bloqueando el cauce de la cuneta. Si se espera mucho para realizar la medición de cunetas, muchas entradas de casas ya las habrán realizado. De esta manera el ingeniero del proyecto debe prever y realizar la medición lo más antes posible porque puede que se omita en zonas donde se construyeron cunetas y no se han considera metros lineales de cunetas a la hora de hacer el pago y por ello la empresa tenga discrepancias con la administración.

Esta es la actividad que más le genera ganancia a la empresa, debido a que solo se ocupó la niveladora para realizarlas. El costo unitario que se cobró en el contrato es de ₡4189,5 por cada metro lineal, y el mayor costo de realizar la actividad fue en el camino 1-03-060 la cual fue por un monto de ₡2864,7. Esto implica una ganancia del 46% extras de los que ya se incluyó en el costo unitario, el cual tiene un valor del 43% por términos de administración, imprevistos, y utilidad. El mejor costo de esta actividad como se ve en el cuadro 1 de la página 24, es de ₡1235. Esto implica una ganancia extra a la ya estipulada de un 94% extra.

Durante la ejecución de esta actividad se dieron atrasos en el proyecto. Esto se debe a que la niveladora de la construcción, se topaba con tuberías expuestas del agua potable que abastece a la comunidad. Esto, la administración junto con la comunidad lo debieron haber previsto y hacer la relocalización. Esto, implicó atrasos en el proyecto ya que se debía esperar a que se realizaran las actividades de relocalización para continuar. Esto implicó que la maquinaria se tuviera que devolver en estas partes, generando atrasos. Estos atrasos son justificables ya que no son responsabilidad de la empresa. El ingeniero del proyecto debía realizar una anotación en bitácora de las horas o días que se perdieron, para que sean reconocidos en el plazo de la entrega del proyecto.

Excavación de préstamo

Este material utilizado en el camino como una sub-base para darle una mejor capacidad a la rasante, se transporta en vagonetas hasta el sitio. A este material, según el plan de control de calidad, deben realizársele pruebas de DCP, granulometría, límite líquido e índice de plasticidad.

En la figura 3 de la pagina 12 del presente trabajo indica el control que se ejecutaba para esta actividad. Éste se actualizaba todos los días. Permitía tomar la decisión de cuánto se debía enviar desde el quebrador cada día. Dependiendo de la cantidad de vagonetas con que se contara para no exceder las cantidades estipuladas.

Antes de iniciar con las labores del proyecto no se contaba con ningún control. Cuando se inició, se comenzó en el camino 1-03-066. Como ya fue mencionada anteriormente, debido a la falta de este, la empresa colocó 70 m3 de más que la administración no iba a pagar, pero debido a que fue al inicio del proyecto aceptaron pagarlo.

El material de préstamo fue vendido al proyecto por uno de los departamentos de la empresa MECO. Se lo vende la parte del quebrador. Esto fue un gran problema en el proyecto, ya que al quebrador se le entregó la granulometría deseada para este material, y el material que entregó el quebrador no cumplía con la granulometría que se les pidió cumplir, ya que el material que se estaba enviando tenía una gran cantidad de finos y poco de agregado grueso. Por esta razón la administración obligó a

la empresa a colocar varios viajes de piedra cuarta a donde se colocó este material para que cumpliera la granulometría. Este material extra no fue cancelado por la administración. Sin embargo, la parte de agregados tuvo que brindar este material de modo gratis al proyecto ya que ellos fueron los responsables de no cumplir con lo estipulado. Pero, sí implicó gastos para el proyecto ya que se tuvo que colocar de nuevo, conformar, y compactar.

Una forma de solventar este problema es realizarle pruebas de granulometría antes de iniciado el proyecto o durante las primeras colocaciones del mismo. Así el ingeniero del proyecto puede tomar medidas preventivas de corrección, ya que esto implicó que se generaran gastos innecesarios como el costo de la maquinaria, ya que se debía realizar por segunda vez el proceso de colocación y en el costo del material, debido a que si no se le aplicaba un mejoramiento al material se le iba a afectar un porcentaje de lo cobrado a la empresa por calidad del material. También trajo atrasos en los plazos de entrega del proyecto, porque es realizar una actividad de nuevo, la cual ya estaba contemplada dentro del plazo establecido. Esto puede ocasionar que no se entregue el proyecto en las fechas establecidas.

Este material se utilizó en aquellas partes donde se colocaría el CCR. Esto para brindar una mejor capacidad de transmisión de carga a la sub-rasante existente y en pendientes pronunciadas que la administración se encargó de determinar.

Material granular para la superficie de ruedo.

Como se muestra en la figura 4 se empleó un control igual al del material de excavación de préstamo, debido a que sus procesos de elaboración son iguales. Se debe acarrear al sitio, se debe colocar mediante el uso de la niveladora, se le agrega humedad al material para después poder realizar el proceso de compactación. Debido a esto, el control es igual en cuanto a la cantidad de metros cúbicos colados en el camino día a día ya que mediante el cubicaje colocado, será que se pague esta etapa.

Esta herramienta de control le permite al ingeniero realizar la relación de los metros cúbicos colocados de material por metro lineal. Así éste puede determinar si la cantidad por colocar alcanzará a lo largo del día, o si se debe

proveer alguna medida más para solventar este problema. Un ejemplo de ello es el material que se coloca, con referencia a unos tacos que permiten darle el grosor de la capa. Si el ingeniero prevé que la cantidad con que se pactó en el contrato no va a ser posible colocarlo en las partes que se requiere; éste puede tomar como una opción el disminuir el grosor de la capa siempre y cuando se cumpla con lo que se requiere. Así, se colocarán los tacos de referencia con una altura menor y le permitirá tener una relación de los metros cúbicos colocados por metro lineal de carretera.

Este material en los caminos va a ser a utilizado como la superficie de rodamiento, pero la municipalidad ofreció brindar un tratamiento asfáltico al mismo. Al igual que lo mencionado anteriormente, éste se controlaba día a día para determinar la cantidad que se iba colocando.

El material colocado en los 4 caminos no tuvo inconvenientes con las pruebas que se le realizaron. La granulometría cumplía dentro de los límites que se establecieron en el contrato. La compactación estaba por encima de la establecida.

De este material se colocó un total de 5003 m³ en los cuatro caminos que se contemplan en el contrato. En el que más se colocó fue en el camino 1890,62 m³.

Por el error que la empresa cometió a la hora de calcular el concreto compactado con rodillo se tuvo que colocar este material en aquellos lugares donde se había colocado material de excavación de préstamo para poder realizar la base estabilizada. En la figura 14 se puede ver que se debió colocar 2845 m³ adicionales para poder realizar la base estabilizada a lo largo de la totalidad de los caminos. Además, se puede ver que solo el precio unitario de este material cobrado a la administración equivale casi en la totalidad a lo cobrado por el concreto compactado con rodillo. El monto total cobrado por el ítem de CCR corresponde a un valor de ₡49,209,377 y al costo que le saldría a la administración la actividad de material granular expuesto para la superficie de ruedo por 2845 m³, es de ₡42,265,320.

Para las actividades de material granular para la superficie de ruedo y para la excavación de préstamo es bueno contar con un lugar de apilamiento de material. Esto, debido a que en el proyecto se presentó problemas con las vagonetas. A la hora de realizar el transporte podían tener un accidente o algún otro imprevisto que significaría no poder entregar el material en el tiempo que se preveía. Tal fue un caso en que

una vagoneta llegó al sitio a las 6 pm cuando ya se había guardado la maquinaria. Así, este lugar le permitirá al ingeniero colocar el material de manera provisional y podrá ser colocado al día siguiente y no tener que dejar la vagoneta ahí hasta el próximo día para realizar la colocación. Así una vez apilado, la maquinaria puede seguir con el proceso de acarreo con toda la maquinaria que se cuenta para el proyecto.

Conformación de sub-rasante

La comprobación de que esta actividad se llevo a cabo con respecto a lo deseado se debió al aplicar un formato que brindó la administración a la empresa en el plan de control de calidad. Este se presenta como ejemplo en la figura 5 en una de las hojas aplicadas en el camino 1-03-060. En éste se establecen todos los datos necesarios para el control de esta actividad.

Esta actividad es pagada por kilometro de carretera conformad. La misma se realizo junto con la inspección de la obra. Para esta actividad se ocupa un instrumento como lo es el barquerómetro aplicado para medir las pendientes de los bombeos y peraltes de la superficie de rueda. Sino se cuenta con uno de estos, se puede realizar mediante un nivel y tomar 3 medidas en las cuales se suman y se promedian entre 3, obteniendo el promedio. Así se determina la pendiente de los bombeos o peraltes de la sub-rasante. Además, se debe ir verificando de manera simultánea el ancho y profundidad de las cunetas.

Esta actividad se realizó junto con la inspección de la obra. Las hojas empleadas se presentaron en parte del plan de control de calidad para verificar que se cumpliera con la sección típica del contrato. Si fuera el caso que no se pudiera cumplir por alguna razón, debe de llenarse una hoja de control de inventario en el camino

La conformación de sub-rasante en estos proyectos representó valores muy cercanos a los cobrados de precios unitarios cobrados en el contrato. La ganancia obtenida se a lo cobrado, ya que se obtiene un porcentaje de ganancia del 31% debido a imprevistos, y utilidad. Hay un 12% que es asignado al costo de administración del proyecto. En el camino 1-03-066 que se representa la mayor ganancia con respecto a lo cobrado en el contrato, ya que ésta es de ₡308,989 con respecto a lo cobrado que equivale

a un 14% extra de ganancia contando con los mencionados anteriormente.

La actividad presentó problemas de atrasos para la empresa, debido a que nuevamente no se contaban con los permisos para ampliar las secciones y otorgarle el ancho de vía. Estos se presentaron por parte de la comunidad ya que los propietarios eran los encargados de otorgar estos permisos. Pero previamente no habían sido aprobados debido a que no esperaban que se hicieran estos trabajos. Debido a esto conforme se avanzaba con la actividad y se observaba que era necesario ampliar la vía, se solicitaban los permisos, generando atrasos de tiempo. La manera de justificar estos atrasos fue mediante la bitácora, en la cual el ingeniero debió realizar las anotaciones del caso y su justificación para que estos días fueran reconocidos por la administración. Gracias a estas anotaciones, la empresa recibió por parte de la administración una ampliación del plazo de entrega del proyecto de 8 días.

Concreto Compactado con Rodillo

Esta actividad fue la que presento mayor riesgo y problemas en el proyecto. La primera razón fue porque no se cumplió el programa original de la obra y esta actividad representaba la ruta crítica del proyecto. Y la otra, fue la mala cotización del costo de esta actividad por falta de conocimiento del mismo.

Al ser ésta la primera vez que la empresa aplicaba esta técnica se contaba con poca experiencia. Al igual que el ente administrativo, al no haberse aplicado no se contaba con experiencia previa. Por esta razón fue necesario asistir a una capacitación brindada por el director Técnico del ICCYC, el señor Jorge Solano.

Dentro del taller se informó que éste es un concreto especial que tiene una relación agua cemento muy baja, con respecto a la de un concreto convencional. Éste a la hora de aplicarse en carreteras se comporta como un elemento monolítico, ya que no dispone de dovelas de conexión de acero. Solamente se le realizan juntas frescas y juntas frías en aquellas secciones donde se terminó con la colada del cemento. Se debe prever una junta de este tipo para continuar, con la colocación del concreto.

Además la trabajabilidad de éste se ve afectado directamente por la temperatura ambiente a la que sea colocado. Éste tiene un tiempo de trabajo mayor, cuando se coloca a una temperatura ambiente de 10 C. Si se colocara a una de 20 C y éste pierde el tiempo de trabajabilidad en un 50% y así consecutivamente sí aumenta la temperatura ambiente colocada.

Al ser un material con una baja relación agua cemento, éste debía ser transportado desde el sitio de elaboración de la fábrica hasta el proyecto en vagonetas, las cuales debían ser propiamente tapadas mediante la utilización de un mantedado para evitar la pérdida de humedad.

Debido a esta razón se estableció el control necesario que se observa en la figura 6, del presente trabajo. En éste se toma en cuenta la cantidad de metros cúbicos que se transportan en las vagonetas y la cantidad de metros cuadrados que estos representan ya colocados en la superficie de ruedo, ya que éste es el ítem de pago para la actividad.

Debido a la mala cotización de esta actividad por parte de la empresa por falta de conocimiento, hubo que analizar el costo real si se realiza esta actividad. Se determino que solo la empresa que fabrica el concreto cobraba \$123 por m³, lo cual equivale alrededor de ₡63,960 por metro cúbico. Debía incorporársele el costo por transporte al sitio de del proyecto y el costo por colocación. Este se estimo que solo en costo real de la actividad es de ₡174,400,478.5. En este se le incluye únicamente un 10% por algún imprevisto que se pueda presentar. Se determinó que el costo por m² es de ₡15,225.44 colones, lo cual se observa en la figura 15. Se puede visualizar que la empresa cobró por éste un monto de ₡3,863.68 por m², el cual es 4 veces inferior al costo de su realización. Por este estudio realizado le permitió a la empresa buscar una manera de realizar una actividad que brindara un mejoramiento a todos los caminos y no solo a los que se le iba a colocar CCR en algunos tramos. Por esta razón, se logró realizar una suspensión parcial de los días que implicaba su realización. De esta manera se tuvo tiempo para negociar con la administración una técnica que brindara un mejoramiento a lo largo de todos los caminos y que no representara un costo tan elevado a la empresa. Implicaría una pérdida de aproximadamente de ₡141,000,000.00 de colones. Se realizaron varias propuestas en cuanto a costo de realización de actividades a la administración y se logró aceptar que se realizarán solamente 200 metros de CCR, los

cuales servirían para estudio del MOPT y se realizaría una base estabilizada a lo largo de cada uno de los caminos del proyecto los cuales se determino el costo de su realización mediante el estudio ejecutado en la figura 14 del presente trabajo.

Un aspecto importante que se controló en campo durante la realización de los 200 metros lineales es la humedad que trae el material. Para ello se puede realizar una prueba empírica que consiste en tomar una muestra del concreto fresco para CCR, moldear una bola de unos 7 a 10 cm de diámetro y luego quebrarla a la mitad. Si se quiebra en dos partes y cada una mantiene su forma, la humedad es la adecuada. Si se desmorona, está muy seca, y si no se quiebra fácilmente, y más bien se deforma, está muy húmeda

En el proyecto la colocación de estos 200 metros fue mediante el uso de una niveladora, la cual tiene rendimientos de colocación de aproximadamente 50 metros lineales en una hora y media en un ancho de vía de 5 metros. En este proyecto, como la cantidad estipulada realizada fue mucho menor que la que se prevía, la duración de esta actividad fue solamente de 2 días, pero si se hubiera realizado lo que se prevía es muy posible que no se hubiera cumplido con la realización de esta actividad en el plazo que se prevía. Una opción para que el ingeniero hubiera sido utilizar una pavimentadora con borde libre, ya que ésta tiene produce mayores rendimientos en el proyecto en cuanto a avance, lo cual le permitiría cumplir con los tiempos. Pero, tiene un mucho mayor costo del uso de esta maquinaria por lo que el ingeniero tendría, que determinar si cambiar de una máquina a otra, que afectación le produciría en los costos del proyecto, así como el determinar el plazo de entrega. Si el rendimiento es muy poco, puede implicar que no se entregue la obra a tiempo y se debe pagar multas por atrasos, los cuales los cuantifican por cada día de atraso

Cronograma

El cronograma de la obra se realizó basado en la duración de las actividades en campo, debido a que no se podía hacer una comparación con respecto al establecido previamente. Este cronograma fue necesario para la empresa ya que sirvió para hacer la nueva estimación de la duración total del proyecto y presentarlo ante la administración. En éste se estableció la fecha de

inicio del proyecto y gracias al control de las actividades se pudo realizar el cronograma que se empleó. Como se pudo realizar una suspensión parcial de la actividad del CCR, las demás actividades sí se pudieron ejecutar a tiempo para la finalización de la obra. A partir del día 3 de marzo se terminaron las actividades del proyecto y se pasaron hasta el 18 de marzo para ponerse de acuerdo la parte administrativa y la empresa para determinar que se iba a realizar en cambio de esta actividad.

Si el cronograma, establecido previamente se hubiera cumplido, este le hubiera permitido al ingeniero de la obra establecer una comparación con lo esperado y lo que se está obteniendo en campo. Además le permitiría establecer un porcentaje de avance de obra, el cual es útil para determinar si se cumplirá con el plazo estipulado de entrega del proyecto, y le permitiría tomar opciones como el de contratar más maquinaria o abrir otro fuente de trabajo, que le permitiera cumplir con los plazos.

Costos unitarios

Los datos presentados en la figura 8, 9, 10, 11 y 12 son los que se utilizaron para estimar los costos unitarios de cada una de las actividades. Estos se calcularon para cada una de las actividades en el proyecto y se presentan en el cuadro 1. Como se puede ver en el cuadro 1 los costos que se cobraron en el contrato son muy similares a los cobrados en el contrato. En ellos se tomó en cuenta un 43% adicional al costo por términos de utilidades, imprevistos y administración, excepto por el costo del CCR ya mencionado anteriormente. Esta información permite realizar presupuestos de proyectos de manera global; y realizar un costo aproximado de alguna actividad en estudio.

Esta información debería ser actualizada constantemente ya que así se puede usar con certeza ya que se mantiene su validez

Rendimientos y cuadrillas

Como se puede observar en el cuadro 6 de la página 26, se muestran los rendimientos de la maquinaria en cada uno de las actividades. Estos fueron los que presentaron una mayor representatividad de avance en el proyecto. Debido a que en ciertas tareas, en algunos caminos no se podía avanzar de manera efectiva,

pero no por responsabilidad de la empresa, fue el caso de la actividad de construcción de cunetas. Se mencionó antes en que muchas veces se obstaculizaba la tubería madre de agua potable de la comunidad, por lo que no se podía realizar la actividad hasta que se relocalizara, o se debía continuar y luego devolverse cuando el trabajo estuviera hecho para poder trabajar en esa sección.

Estos datos son obtenidos para condiciones específicas ya que estos caminos contaban con condiciones particulares, como lo son pendientes pronunciadas, una limitación con respecto a anchos de vías. Estos rendimientos en otros proyectos pueden variar ya que dependen de que si se tienen o no condiciones climáticas favorables o por el estado físico y mental de los trabajadores. Pero, si se trabajan en condiciones de entorno similares a las del proyecto, estos resultados pueden ser utilizados de forma confiable en proyectos de similar alcance.

También es una forma que le permite al ingeniero la toma de decisiones en cuanto a qué medidas puede tomar para mejorarlos. Tal es el caso de la colocación del material, ya que a estas actividades se les puede mejorar el rendimiento. Un ejemplo es que la niveladora tenga ratos en los que se encuentra desocupada debido a la falta de material por colocar. Esto se puede mejorar mediante la utilización de más cantidad de vagonetas y establecer periodos de colocación, los cuales representen un mejor tiempo muerto de una maquinaria, debido a la dependencia de otra

Costos del proyecto

En la figura 17 se presentan los costos del presupuesto de la obra. Para ello se tomaron los costos presupuestas en la oferta y se multiplicaron por las cantidades reales colocadas para determinar así el presupuesto de la obra. Estos se compararon con los costos reales obtenidos en campo, multiplicados por las cantidades colocadas y así obtener el costo real del proyecto.

Como se puede ver en esta figura si la empresa hubiera realizado la actividad del CCR hubiera incurrido en una pérdida de ₡126.120.884,41, ya que el monto por facturar de las cantidades es de ₡212.199.698,07. Por esta razón fue que la empresa decidió realizar otra actividad con lo que se propuso la estabilización de los 4 caminos con un paño de prueba de 200 metros lineales de

CCR para estudio del MOPT. Esto significó un costo de ¢232.112.052,07 que es mayor en ¢19.912.354,00. Esto no significó pérdidas a la empresa, sino que el porcentaje de utilidad fue menor a lo esperado, el cual fue de 12,42% y el esperado era del 21%

Es muy importante que el ingeniero del proyecto esté pendiente de los costos de la maquinaria, tales como el consumo por combustible. La empresa MECO se encarga de repartir el combustible a cada una de las máquinas del proyecto, mediante un camión de transporte. Los operarios muchas veces tienden a dejar la máquina encendida y no se encuentran ocupadas. Estos gastos por combustible pueden afectar la utilidad del proyecto.

Descomposición de las tareas.

Como se presenta en la figura 18, se realizó una descomposición de las actividades que se deben ejecutar en cada una de las etapas del proyecto. Esto le permite al ingeniero establecer los pasos por seguir para cada una de las actividades.

Esta descomposición permite tener una visión más amplia y más detallada de lo que se debe realizar en la obra. También le otorga una herramienta de planeamiento por actividad para la toma de decisiones con respecto a cada una de ellas.

La descomposición se realizó de acuerdo con el proceso que se llevó a cabo en el proyecto para las actividades. También se tomó en cuenta las pruebas y medidas que se emplearon. Éstas permiten que no se generen atrasos debido a la falta de ejecución de alguna de las tareas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Una vez realizada la práctica en la Empresa Meco, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se pudo verificar que la Empresa no contaba con controles para la realización de este tipo de proyectos. Por esto los controles establecidos fueron de gran importancia para la misma, no sólo en el aspecto de rendimientos; mano de obra, y materiales sino también para los costos y tiempo de las actividades.
2. La ausencia de controles por parte de la empresa durante el inicio del proyecto ocasionó pérdidas en algunas actividades. Debido a esto se colocaron 70 m³ de un material que no fue reconocido para efecto de facturación de la empresa.
3. Gracias a los controles establecidos se determinó que el costo real de la actividad de CRR es de ₡15,225.44 por metro cuadrado y no de ₡3,863.68, como estaba establecido originalmente en el contrato, lo que permitió realizar una revisión del mismo.
4. Ante la ausencia de un cronograma inicial, fue necesario establecer una programación basada en el avance real. Sin embargo, este cronograma no se podía comparar con uno previamente establecido debido a la ausencia de una fecha establecida para iniciar con la actividad de CCR del proyecto.
5. Gracias a la determinación en los costos unitarios se pudo concluir que la actividad que genera mayor ganancia con respecto a lo estipulado en el contrato es la de construcción de cunetas. Este tiene una ganancia extra del 94% del monto cobrado. Lo mencionado anteriormente se presenta en el cuadro 1 del presente trabajo.
6. Los rendimientos determinados pueden ser aplicados en proyectos de similitud de

objetivos y alcances, así como las condiciones en que se realizan, sirviendo estos de base y proyección para futuros proyectos

7. Mediante la elaboración del control para cada una de las actividades se obtiene un sistema global del control de obra. Este se basa en cada una de las actividades enfocadas por aparte, debido a que se ejecutan como un proceso de etapas, las cuales se realizan por orden hasta la finalización del proyecto
8. Al determinar el costo de la obra de lo esperado en contra de lo presupuestado se expone que si se hubiera cumplido con la realización del CCR, la empresa debió haber cobrado un monto de ₡338,320,582.47, y lo cobrado para este proyecto fue un monto de ₡212,199,698,07, quitándole la utilidad, los imprevistos y el costo por administración. La empresa hubiera perdido un monto de ₡73,150,112.95
9. El monto cobrado en estos proyectos por la totalidad de la realización de obra no puede ser aplicado, ya que éste varía de acuerdo con las cantidades que se coloquen en los caminos y que lo apruebe la inspección.
10. Si se espera para realizar mucho la medición de cunetas, muchas entradas de casas ya las habrán realizado. De esta manera el ingeniero del proyecto debe preveer y realizar la medición lo más antes posible porque puede que se omita en zonas donde se construyeron cunetas y no se han considera metros lineales de cunetas a la hora de hacer el pago y por ello la empresa tenga discrepancias con la administración.
11. Con el trabajo se determinó que algunos de los problemas que tuvo la empresa fue por desconocimiento de una actividad, la cual pudo haber provocado que la pérdida de la empresa hubiera sido mucho mayor si no fuera por el

- cambio de actividad planteado.
12. La empresa cuenta con problemas en la parte de agregados para brindar las especificaciones de granulometría del material. Esto provocó que se incurriera en la solución de un problema que en una primera instancia no se tuvo que haber generado, lo que provocó atrasos y mayor costo del proyecto.
 13. La descomposición de tareas de una actividad es una herramienta que le permite al ingeniero una guía de los pasos que se deben de seguir en el proyecto.
 14. El laboratorio encargado de realizar las pruebas de los materiales que la empresa contrató, presentó problemas en cuanto a los informes elaborados, por lo que estos deben seguir el plan de control de calidad que se presenta en los anexos.

Recomendaciones

Se determinó que se pueden realizar mejoras en el desarrollo de las actividades por lo que se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Al inicio de la obra se debe contar con un programa que permita llevar el control de avance del proyecto.
2. Se deben implementar, desde el inicio, los controles establecidos con el objetivo de eliminar futuros problemas de facturación, debido a excesos indeseados por la empresa.
3. La empresa debe contar con al menos 1 trabajador que se capacite para llevar los controles de los procesos en la obra.
4. Verificar que cada actividad cuente con su respectiva programación. De no ser así, se recomienda realizar la misma, antes de iniciar con el proyecto.
5. Antes de iniciar un proyecto, verificar que se cuenta con los conocimientos básicos

- de los procesos a implementar, con el objetivo en primer lugar de conocer los procesos constructivos a seguir y luego asignar costos reales a estos procesos.
6. Establecer controles de calidad en los procesos que aseguren el normal desarrollo de las mismas, incluye pruebas de calidad de materiales.
 7. El contrato por el acarreo de materiales debe manejarse por m³ colocado o por distancia de acarreo, ya que por hora como lo fue negociado en este caso, no se pueden controlar aspectos de tiempos no productivos tal como el caso de los choferes que paran a realizar llamadas, o están en tiempo ocioso en la carretera como se encontró a algunos cerca del proyecto
 8. Para la finalización de obra es necesario elaborar por parte de la empresa un finiquito de obra, con el formato establecido por el MOPT. Éste se encuentra en el anexo III.
 9. Se recomienda realizar un estudio para la optimización de las distancias de acarreo con el objetivo de mantener la calidad de los materiales que se transportan. Tal es el caso de la trabajabilidad de las mezclas y el control de humedad.

Anexos

- I. Contrato de obra
- II. Plan de control de calidad.
- III. Requisitos para elaborar el finiquito de obra

Referencias

Consultas personales

Jiménez, J. 2010. **GENERALIDADES DEL PROYECTO Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.** Programa MOPT/KFW. Comunicación personal.

Sanabria, I. 2010. **ASPECTOS DE ELABORACION DEL PROYECTO Y COSTOS DEL MISMO.** Programa MOPT/KFW. Comunicación personal.

Abarca, W. 2010. **ASPECTOS DE ELABORACION DEL PROYECTO.** Programa MOPT/KFW. Comunicación personal.

Capacitación asistida.

Solano, J. 2010. **ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y USOS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO.** Director Técnico del ICCYC. Conferencia.