

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción

Estimación de tiempos en la ejecución de actividades de mantenimiento y obras menores
en RECOPE, Moín

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

Carlos Fernando Montero Chacón

Cartago, Enero 2012.

Estimación de Tiempos en la Ejecución de Actividades de Mantenimiento y Obras Menores en RECOPE Moín



Abstract

The topic showed in this project is called Estimate of Times on the Execution of Maintenance and Minor works on RECOPE Moín. The theme is focused to the topic of yield, for document the different activities of maintenance that are implemented inside the Refinery. The objects of this project are determine the times of maintenance works that have been implemented and are implemented to make comparisons of yields, including other similar activities found on the literature. The methods and materials used are field forms, besides the use of Microsoft Excel 2007. In results, there are comparisons between similar activities and their yields, such as private workers as public workers. Besides, RECOPE spends around ¢12 500 000 on dead times. In Analysis of results, the private workers offer a best productivity than public workers, therefore their yield are better too. Like conclusions, RECOPE should has more control on the dead times and improve the process to select future workers.

Keywords: workers yields, productivity, dead times, dead times factor, manpower.

Resumen

El tema presentado en este informe se denomina: Estimación de Tiempos en la Ejecución de Actividades de Mantenimiento y Menores en RECOPE Moín. El tema se enfoca al área de rendimientos, y se utiliza la teoría respectiva para documentar las diferentes actividades de mantenimiento, que se ejecutan dentro de la Refinería. Los objetivos que se persiguen con el presente proyecto tratan de determinar los tiempos de obras de mantenimiento ejecutadas y en realización, para posteriormente hacer comparaciones de rendimientos; junto con otros de actividades similares encontrados en la literatura. Los materiales y métodos empleados consisten en formularios de campo, además del uso de Excel 2007. Como resultados, se comparan rendimientos; tanto de contratistas como de funcionarios de la Refinería. Además, RECOPE invierte ¢12 500 000 (doce millones quinientos mil colones) aproximadamente, en tiempos improductivos. Como análisis de resultados, se observa que los contratistas ofrecen una mayor productividad que los funcionarios, y por lo tanto sus rendimientos son mejores. Como conclusiones, RECOPE necesita aplicar más control a los tiempos muertos y en la selección de personal futuro.

Palabras claves: Rendimientos, mano de obra, productividad, tiempos muertos, factor de tiempo muerto.

Estimación de Tiempos en la Ejecución de Actividades de Mantenimiento y Obras Menores en RECOPE Moín

Estimación de tiempos en la ejecución de actividades de mantenimiento y obras menores en RECOPE Moín

CARLOS FERNANDO MONTERO CHACÓN

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

Enero del 2012

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo.....	2
Introducción.....	4
Marco teórico	7
Metodología	11
Resultados	23
Análisis de los resultados	51
Conclusiones.....	56
Apéndices	60
Anexos	106
Referencias	125

..

Prefacio

La determinación de los tiempos reales en obras civiles y de mantenimiento en la Refinadora Costarricense de Petróleo, permite determinar los rendimientos de las actividades más comunes que se ejecutan dentro de ella. Con los rendimientos obtenidos se pueden realizar comparaciones entre actividades similares; tanto dentro como fuera de la refinería, con el fin de observar y analizar los posibles factores, que estén involucrados en el momento de la ejecución de obras y así poder determinar las recomendaciones; con el fin de optimizar el material y el equipo, generando un ahorro para la empresa. Además, el procedimiento ejecutado de toma de datos de campo y la utilización del programa en Microsoft Excel para determinar rendimientos, permite dejar una herramienta para generar datos de rendimientos de las actividades civiles y de mantenimiento: presentes y futuras al alcance de RECOPE. Una información valiosa para determinar los tiempos reales: de obras, de planificación y para efectos de presupuestos.

El objetivo del proyecto consiste en confeccionar un programa, para el procesamiento de los datos de campo; con el fin de obtener los rendimientos correspondientes por actividad. Posteriormente, estos datos se tabulan en Microsoft Excel, para posteriormente: obtener datos estadísticos, generar resultados y posibles conclusiones.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Costa Rica por aprobar el proyecto relacionado con la Refinadora Costarricense de Petróleo y por darme la oportunidad de realizarlo. Agradezco a mi profesor guía Ing. Milton Sandoval Quirós por: sus aportes, sus recomendaciones y su dirección durante el desarrollo del proyecto. A la profesora la Ingra. Ana Grettel Leandro, por su aporte a dudas consultadas en su momento.

Por parte de RECOPE, agradezco al Ing. Gustavo Centeno Aguilera, director del Departamento de Obras por Contrato, por ser el supervisor del proyecto de graduación dentro de la Refinería, y al Ing. Julio Rivera Mata,

supervisor del Departamento de Pintura y Conservación, por su enorme aporte en el desarrollo del proyecto, el cual se inicia desde el momento de ofrecerme su oficina hasta su apoyo a nivel personal. Y a todos los profesionales quienes me brindaron su ayuda, para desarrollar este producto. Finalmente, agradezco a mi familia y mi novia por su apoyo incondicional durante el desarrollo del proyecto y durante mi carrera universitaria.

Resumen ejecutivo

El tema desarrollado en el presente proyecto de graduación se denomina: Estimación de Tiempos en la Ejecución de Actividades de Mantenimiento y Obras Menores en la Refinería Costarricense de Petróleo (RECOPE), ubicada en Moín, Limón. Los objetivos del presente proyecto buscan dotar a RECOPE de un programa, para la toma de datos y la determinación de rendimientos de las principales actividades de mantenimiento y menores que se ejecutan dentro de la Refinería. Además, con base en información proporcionada por RECOPE, se logró determinar los rendimientos de actividades de mantenimiento, las cuales se ejecutaron fuera del periodo de observación de este proyecto. Esto con el fin de disponer de mayor cantidad de datos para su posterior comparación y análisis.

La estimación de tiempos en procesos u actividades de obras civiles y afines, se enmarcó dentro de la teoría de rendimientos de mano de obra, enunciada en el folleto Costos de Construcción, material publicado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, y la cual se utilizó en el curso de la carrera universitaria de Ingeniería en Construcción denominado Costos de Construcción (CO 3103); por lo que el tema se fundamentó en esta teoría. Además, como datos adicionales, se determinó la productividad de dichas actividades, las cuales su teórica se explica en la sección Marco Teórico, su aplicación en la sección Metodologías, y los resultados correspondientes en la sección Resultados. Esto con el fin de reforzar los resultados obtenidos de los rendimientos por obra. El interés del proyecto surgió por parte de la Refinería, pues actualmente no existen datos de rendimientos de las actividades que se ejecutan dentro de la Refinería en Moín, como parte del mantenimiento y la rehabilitación.

Como parte del presente proyecto, se estableció una metodología de trabajo y se creó una herramienta basada en Excel, para recolectar y procesar los datos obtenidos en el campo. Se obtuvieron y documentaron los rendimientos de las principales actividades; información que en

corto, mediano y largo plazo va a funcionar para la realización de: las proyecciones de trabajo, la programación y los presupuestos. Además, se estimó la cantidad de dinero que la Refinería gasta por tiempos muertos, en actividades de los funcionarios que se involucran directamente con el mantenimiento de las instalaciones.

Las actividades analizadas corresponden; tanto a funcionarios de RECOPE (Departamento de Mantenimiento, como a contratistas pertenecientes al Sector Privado. Por lo tanto y para efectos de este documento, se entenderá como **funcionarios** a los trabajadores pertenecientes a RECOPE Moín, encargados de las labores de mantenimiento de la Refinería, y a **contratistas** como a los trabajadores presentes en labores de mantenimiento y obras civiles ejecutadas dentro de RECOPE Moín, los cuales pertenecen a empresas constructoras y de mantenimiento del sector privado, y sus relaciones legales con la refinería se dan por medio de licitaciones públicas.

La estimación de rendimientos se basó en la teoría expuesta en el folleto Costos de Construcción, publicado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica y desarrollado por la Escuela de Ingeniería en Construcción. Según la teoría del mencionado folleto, un rendimiento presenta la siguiente relación:

$$R = \frac{T * C}{CT}$$

Donde:

R: rendimiento por un rango de tiempo específico (hr-h).

T: rango de tiempo específico en horas.

C: cantidad de trabajadores involucrados en la actividad.

CT: Cantidad de trabajo realizado en ese rango de tiempo. Las unidades dependen de la naturaleza del trabajo (ml, m², m³, unidades).

Los rangos de tiempo en los que fueron divididas cada actividad, la cantidad de trabajadores involucrados y la cantidad de trabajo realizado en cada actividad, se obtuvieron en el campo gracias a formularios diseñados para tal fin. Paralelamente, se determinaron porcentajes de eficiencia por actividad gracias a las teorías de Work Sampling y Five minutes Rating. Los resultados de productividad varían desde 0% a 100%: el primero corresponde a una productividad nula; mientras que el segundo trata del flujo continuo de trabajo.

Paralelamente a la toma de datos, se diseñó una herramienta que ayuda en el procesamiento y almacenaje de los datos en Microsoft Excel, para obtener valores de rendimientos y productividad por las actividades realizadas. La teoría de rendimientos expone la necesidad de determinar el factor de tiempo muerto (f.t.m), el cual es un porcentaje que toma en cuenta los tiempos muertos presentes por actividad. Para el presente proyecto, se determinó dos tipos de factores de tiempo muerto, uno denominado real, y otro llamado teórico. El f.t.m real incluye los tiempos muertos presentes actualmente tanto para los funcionarios como para los contratistas. Por otro lado, el f.t.m teórico toma en cuenta los tiempos muertos que deberían de darse de acuerdo con los reglamentos de trabajo, que para los funcionarios de la institución rige la Convención Colectiva, y para los contratistas sus reglamentos internos amparados por el Código de Trabajo.

Como se cuenta con rendimientos de actividades; tanto de los funcionarios como de los contratistas, se realizaron comparaciones entre actividades similares, y se comparan con otras encontradas en la literatura. Además, se determinó que la productividad promedio de los funcionarios ronda los 62%; mientras que la de los contratistas ronda el 90%. Por otro lado, los factores de tiempos muertos reales y teóricos para los funcionarios son: respectivamente 74% y 37%; aunque para los contratistas se dan los valores de 37% y 23% aproximadamente, lo que significa que los rendimientos iniciales aumentan sus valores en estos porcentajes. Además, con base en la diferencia de los tiempos muertos reales y teóricos presentados por los funcionarios, se determinó el dinero que se gasta por concepto de salarios en el Departamento de Mantenimiento en tiempos improductivos, el cual

corresponde a doce millones quinientos mil colones anuales aproximadamente.

Como análisis de resultados, se analizaron las diferencias de rendimientos de actividades similares entre funcionarios y contratistas, en donde se determinó que los contratistas necesitan menos horas-hombre por unidad, para ejecutar una actividad, a diferencia de los funcionarios, en donde estas horas-hombre aumentan debido a factores como: el tipo de modalidad de ejecución y la sindicalización que caracteriza a una institución pública. De la misma forma, se explica la variación entre los factores de tiempos muertos presentes entre las dos partes. Estas diferencias coinciden con las diferencias en la productividad, en donde se muestra que existe una mayor productividad en las actividades ejecutadas por los contratistas, debido a que aprovechan más el tiempo de trabajo, y reducen los tiempos muertos.

En cuanto a las conclusiones, se evidenció que la modalidad de ejecución influye en los rendimientos notablemente. Por otro lado, los contratistas presentan un mayor flujo de trabajo y productividad que los funcionarios de la Refinería. Lo anterior genera recomendaciones realizadas para el beneficio de la Refinería; como por ejemplo: el tener más control sobre los tiempos muertos de los funcionarios, además de una adecuada selección de un futuro personal, para los diferentes puestos del Departamento. Además, debido a las condiciones del clima típico de la zona, es necesario dotar al personal de hidratación constante y de vestimenta con colores más claros, para disminuir los efectos los rayos solares.

Introducción

El presente informe de proyecto de graduación, trata sobre la determinación de tiempos de ejecución de obras de carácter civil y de mantenimiento, dentro de la Refinería Costarricense de Petróleo en su plantel en Moín, Limón. El interés del proyecto surgió a raíz de una falta de registros de rendimientos y tiempos en la ejecución de estas obras; además el proyecto estableció una herramienta en nivel de Microsoft Excel, que permitió incluir la información en una base de datos compuesta por una hoja de cálculo, con base en una metodología de recolección de datos de campo, para la posterior estimación de los rendimientos correspondientes; con la cual se obtuvieron resultados estadísticos y se compararon, junto con datos existentes de otras actividades similares.

Las actividades analizadas en este informe fueron ejecutadas; tanto por contratistas como por funcionarios de la Refinería; con el fin de realizar comparaciones y determinar los factores que afectan los rendimientos, para establecer posibles recomendaciones; cuyo fin va a ser la optimización de los recursos de la Refinería.

Como parte de los antecedentes en cuanto a la determinación de rendimientos, el Ing. Gustavo Centeno ha dado algunos datos sobre el tema, para la Unidad de Conservación y Pintura; sin embargo, estos carecen de una base de toma de datos de campo, lo cual los vuelven poco exactos; pues se basan solamente en la experiencia del ingeniero. Por lo tanto, por medio del presente proyecto se pretendió, en primera instancia, suplir ese faltante en cuanto a datos de rendimientos por actividad se refiere, para las unidades de Mantenimiento.

Cuando se realizó el presente informe, se pretendió dotar a RECOPE de una herramienta para la estimación de tiempos y rendimientos; con el objetivo de documentar las actividades que se ejecutan para efectos futuros de planificación y

presupuestos, y dar recomendaciones con el fin de aumentar la producción de las actividades. Los resultados del informe presentaron rendimientos comparados entre funcionarios y contratistas; además de otros rendimientos obtenidos del registro histórico de actividades de funcionarios en la Refinería.

Para la realización del presente proyecto, se procedió a trabajar con la teoría expuesta en el folleto publicado por la Escuela de Ingeniería en Construcción llamado Costos de Construcción, donde se expone la determinación de los rendimientos de mano de obra de una actividad, con base en los datos de campo obtenidos. Para determinarlos, por cada actividad se definió una serie de mediciones, para la cual se determinó la cantidad de trabajo realizado por cada medición y la cantidad de trabajadores involucrados. Con base en estos datos de rendimientos, se determinó: los datos estadísticos como: la media aritmética, la desviación estándar y el coeficiente de variación; con la finalidad de determinar el rendimiento promedio por actividad, el cual se ve afectado por un factor llamado factor de tiempo muerto (f.t.m), el cual considera los tiempos durante la jornada diaria, en donde no existe un avance de la actividad.

El problema por resolver con el presente proyecto, trata de solucionar una faltante por parte de la empresa de datos históricos de rendimientos; así como de aplicar una metodología para determinar rendimientos de las principales actividades de la empresa.

Con base en los resultados, se obtuvo información de rendimientos las cuales se pueden utilizar para efectos de planificación y presupuestos. Además, se procedió a identificar los factores que influyen en la reducción de la productividad y la manera de minimizarlos; con el fin de optimizar los recursos de la institución.

Como antecedentes sobre el mismo tema, existen dos prácticas profesionales desarrolladas anteriormente, en las cuales se involucra el tema

de rendimientos. El primero documento lleva como título "Control de costos y calidad en la construcción de casas de interés social", desarrollado por el egresado Eduardo Gutiérrez Solano, y el segundo, del cual se obtuvo más información, se denomina "Rendimiento de la mano de obra en la construcción de casas de madera", desarrollado por la egresada Ana Yancy Paniagua Cascante.

Cuando se compararon el presente informe con los indicados anteriormente, se observan: ciertas similitudes, diferencias y limitaciones. Como similitudes se encuentran: la metodología y el fundamento teórico para determinar los rendimientos de las diferentes actividades constructivas. Sin embargo, entre las diferencias se encuentran: los tipos de actividades observadas, su variabilidad en cuanto a: su proceso constructivo, el ambiente laboral, el clima, entre otros.

A continuación se presenta los objetivos de este proyecto, con sus respectivos resultados y conclusiones:

- a. **Objetivo General:** *confeccionar una guía para estimar tiempos reales en la ejecución de diferentes actividades en obras de infraestructura para RECOPE.*
 - Resultado: se confeccionó un programa en Microsoft Excel, el cual permite registrar los datos de campo, y por medio de cálculos estadísticos ejecutados por el mismo software, permite la estimación de los tiempos por medio de rendimientos, los cuales se almacenan en una hoja de Excel como base de datos
 - Conclusiones: los rendimientos analizados muestran la diferencia sustancial en tiempos de ejecución entre funcionarios de RECOPE y contratistas para obras similares de mantenimiento dentro de la refinería, mostrando estos últimos una mayor cantidad de trabajo debido a las condiciones de trabajo en que están sujetos sus trabajadores.
- b. **Objetivo específico 1:** *investigar sobre métodos y procedimientos para la estimación de tiempos reales en la ejecución de una obra civil*
 - Resultado: después de investigar sobre procedimientos para la estimación de tiempos, se determinó que el tema de los rendimientos constituyen la base fundamental para dichas estimaciones, por

lo que se encontró la teoría correspondiente en la materia expuesta por el profesor Milton Sandoval Quirós en el curso de Costos de Construcción, el cual se apoya en el folleto publicado por el Instituto Tecnológico llamado del mismo nombre.

- Conclusiones: Los rendimientos constituyen la base fundamental para la estimación de tiempos en la ejecución de obras civiles y de mantenimiento, ya que determinando la cantidad de personas que trabajarán en una actividad y la cantidad de trabajo a realizar en esa actividad, se determina el tiempo que podría durar en ejecutarse dicha actividad.
- c. **Objetivo específico 2:** *determinar las diferentes actividades de construcción que realiza la empresa y realizar un diagnóstico de la problemática en la determinación de tiempos reales de ejecución de obras*
 - Resultados: durante las dos primeras semanas de proyecto, se realizó encuestas y consultas a diferentes funcionarios, con el fin de conocer las diferentes actividades civiles y de mantenimiento que se realizan dentro de la refinería, por lo que las mismas fueron documentadas y se muestran en la sección de Resultados de este documento.
 - Conclusiones: se determinaron que las actividades ejecutadas dentro de la Refinería son de carácter civil y de mantenimiento, tanto de funcionarios como de contratistas, como parte del plan de trabajo para no paralizar los procesos de refinación. Además la Refinería carece de un instrumento para determinación de rendimientos de sus actividades, ya que nunca se ha trabajado en este tema anteriormente.
 - d. **Objetivo específico 3:** *realizar mediciones en sitio que aporten a la asignación de tiempos de ejecución de actividades de construcción.*
 - Resultados: se realizaron las mediciones correspondientes con base en dos formularios proporcionados por el profesor Milton Sandoval Quiros, los cuales sus datos se muestran en la sección de resultados del presente informe.
 - Conclusiones: Para realizar las mediciones de campo, fue necesario de contar con la

programación de las actividades diarias, además de contar con los instrumentos adecuados como tabla de anotaciones y reloj con cronómetro.

e. **Objetivo específico 4:** *realizar una recopilación de datos históricos de rendimientos de mano de obra y equipos y duración de actividades en proyectos civiles realizados por RECOPE.*

- Resultados: al existir una faltante de rendimientos históricos, se procedió a determinar los rendimientos de actividades las cuales se ejecutaron fuera del periodo de desarrollo de este proyecto, pero de las cuales se cuenta con información suficiente para determinar sus rendimientos. Dicha información se encontró almacenada en las bases de datos de RECOPE.
- Conclusiones: Al haber una faltante de rendimientos históricos de las actividades dentro de la Refinería, se procedió a determinar los rendimientos de las mismas con base en información almacenada en bases de datos de la Refinería, utilizando la teoría correspondiente de rendimientos.

f. **Objetivo específico 5:** *realizar una recopilación de datos históricos de rendimientos de mano de obra y equipos y duración de actividades en proyectos civiles similares a los de RECOPE.*

- Resultados: la recopilación de rendimientos históricos de actividades similares a las ejecutadas dentro de la Refinería se logró gracias a documentos anteriores de Proyectos de Graduación revisados por esta misma escuela, donde las condiciones de trabajo son similares a las dadas en la refinería. Estos rendimientos se presentan en la sección de Resultados.
- Conclusiones: Cuando se comparan los rendimientos obtenidos en el campo, tanto de las actividades de contratistas como de funcionarios, con los encontrados en la literatura, se observa que existen aproximaciones en sus valores, lo que justifica el buen cálculo e interpretación de la información inicial.

Sin embargo, el proyecto posee algunas limitaciones, las cuales son: el proyecto abarca solamente las actividades dentro de la Refinería

de Moín Limón, las condiciones del clima de la zona afectan el desarrollo del proyecto, y la sindicalización de los empleados de RECOPE afectan el desarrollo del proyecto. Además las bases de datos de las actividades realizadas tanto por contratistas como por funcionarios presentan información inexacta, por lo que los datos de rendimientos originados de estos resultan desconfiables.

Marco Teórico

Rendimientos y estadísticas

Según el Diccionario de la Lengua Española, rendimiento se define como: *la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados*. En el campo de la construcción, rendimiento se le llama a la cantidad de recurso humano en horas hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios trabajadores de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. Algunos autores también denominan esto como Consumo de mano de Obra (Botero, 2002).

Según el Arquitecto constructor. Luis Fernando Botero Botero, de la Universidad EAFIT de Colombia, cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos, los cuales son los siguientes:

- a. **Economía general:** este factor se refiere al estado económico de la nación o área específica donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a considerar dentro de esta categoría son: tendencias y resultados de los negocios en general, volumen de la construcción, y situación del empleo.
- b. **Aspectos laborales:** Las condiciones laborales presentan afectan los rendimientos de mano de obra. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realiza los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar son: tipo de contrato, sindicalismo, incentivos, ambiente de trabajo, seguridad social, etc
- c. **Clima:** Los antecedentes del estado del tiempo en la zona deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Los factores a considerar en esta categoría son: estado del tiempo, temperatura, condiciones del suelo, cubierta.
- d. **Actividad:** Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo de ejecución de la misma, los medios para realizarla, y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales aspectos dentro de esta categoría son los siguientes: grado de dificultad, riesgo, discontinuidad, orden y aseo, actividades predecesoras, tipicidad (repeticiones) y tajo (laborar en lugares con poco espacio).
- e. **Equipamiento:** el disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento, y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra.
- f. **Supervisión:** la calidad y experiencia del personal utilizado e la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en el rendimiento. Los factores a considerar en esta categoría son los siguientes: criterios de aceptación, instrucción, seguimiento, gestión de calidad, etc.
- g. **Trabajador:** Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son: situación personal, ritmo de trabajo, habilidad, conocimientos, desempeño y actitud hacia el trabajo.

El tema de los rendimientos en la industria de la construcción se encuentra un poco ignorado por parte de los profesionales del campo, los cuales dan más hincapié al diseño, administración y presupuesto de una obra. Sin embargo, los rendimientos son de suma importancia, ya

permiten una adecuada programación de las obras de construcción, generando múltiples beneficios para los involucrados, ya sea para el cliente en cuanto a obtener el producto a tiempo, como para el constructor de poder ejecutar sus obras sin costos adicionales, generándole mayores utilidades y prestigio (Molina, 2009). Con los rendimientos se pueden realizar predicciones del futuro de una obra en cuanto al tiempo, con base en las herramientas con las que se cuentan en el presente.

Para efectos de este proyecto, en la determinación de rendimientos reales por actividad, se debe realizar un proceso de cálculos, los cuales se detallan a continuación. (Se tomó como referencia el folleto publicado por la Escuela de Ingeniería en Construcción denominado Costos de Construcción).

Por cada actividad se realizaron cinco observaciones que consistían en: cinco rangos de tiempos diferentes, la cantidad de trabajadores involucrados y la cantidad de trabajo realizado, en cada uno de esos tiempos. La fórmula para determinar rendimientos es la siguiente:

$$R_i = \frac{T_i * C}{CT_i}$$

Donde:

R_i: Rendimiento por un rango de tiempo específico. Se calculan cinco rendimientos por actividad.

T_i: Rango de tiempo específico en horas. Tamaño determinado previamente por el observador.

C: Cantidad de trabajadores involucrados en la actividad

CT_i: Cantidad de trabajo realizado en ese rango. Las unidades dependen de la naturaleza del trabajo.

Es importante destacar que la medición de rendimientos se debe realizar en rangos específicos del día, por lo que se recomienda que sean entre una hora después de iniciar las labores, hasta una hora antes de finalizar la jornada laboral. Esto con el fin de que los datos obtenidos sean de confianza, representando el promedio de rendimiento presente en la actividad. Igualmente, con base en el mismo objetivo, los rendimientos deben procurarse medirse entre los días martes, miércoles y jueves, si la jornada semanal va desde lunes a viernes.

Cuando se determinan los cinco rendimientos por actividad, se deben retirar los valores que se salen del rango lógico de datos, para que la media aritmética sea lo más exacta posible. Una vez eliminados los dos datos anteriores, los tres restantes se suman y se dividen entre tres, para obtener la media aritmética por actividad. Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{n}$$

Donde:

R: rendimiento promedio por actividad

R₁: rendimiento 1

R₂: rendimiento 2

R₃: rendimiento 3

n: número de datos sumados, en este caso 3.

Posteriormente se calcula la desviación estándar, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + (R_3 - R)^2}{3}}$$

Donde:

σ: desviación estándar

R: rendimiento promedio por actividad

R₁: rendimiento 1

R₂: rendimiento 2

R₃: rendimiento 3

Y por último se obtiene el coeficiente de variación, el cual se determina de la siguiente manera:

$$C.V = \frac{\sigma}{R}$$

Donde:

C.V: coeficiente de variación

σ: desviación estándar, calculada en el paso anterior

R: rendimiento promedio calculado previamente por cada actividad.

Posteriormente se determina el factor de tiempo muerto (f.t.m), el cual consiste en un porcentaje que toma en cuenta los tiempos improductivos en una actividad. Para calcular este valor, se determinan las acciones que durante el desarrollo de una obra impiden el avance de la misma, como por ejemplo el ir al baño, horas de

almuerzo y café, etc., para luego tomar el tiempo en horas de cada una de estas acciones y, sumando el total de los tiempos que aporta cada acción, constituye el factor t.c de la fórmula que se muestra a continuación.

$$f.t.m. = \frac{t.c * 100}{h.d - t.c}$$

Donde:

f.t.m: factor de tiempo muerto en porcentaje
t.c: tiempo consumido en otras actividades (horas)
h.d: jornada de trabajo en horas

El porcentaje que se obtiene de, esta fórmula, se multiplica por el rendimiento calculado (R), y se determina el rendimiento real (Re), el cual se calcula tanto para contratistas como para los funcionarios de RECOPE.

Productividad

La productividad es la relación que existe entre resultados obtenidos sobre insumos aplicados en una determinada actividad. Se entiende como *resultados* los productos que se obtienen (por ejemplo unidades de lapiceros o de artículos para el hogar), mientras que los *insumos* aplicados trata de las máquinas, trabajadores y otros recursos que se necesitaron para crear esos productos (Grimes, 2011)

La productividad se encuentra estrechamente relacionada con los rendimientos de una actividad, pues entre más horas hombre se necesiten para ejecutar un trabajo, menor será la productividad mostrada en ese mismo trabajo, ya que los tiempos improductivos son cada vez mayores. Llámese tiempos improductivos el ir al baño, las horas de almuerzo y café, espera de materiales, etc. Sin embargo, se debe recordar la diferencia entre rendimientos y productividad desde el punto de vista de observación, ya que los rendimientos miden tiempos para la ejecución de una actividad, mientras que productividad mide la eficiencia de esa actividad, o sea, la capacidad de disponer y administrar de manera correcta los recursos para obtener un producto de buena calidad.

El tema de productividad en la construcción está tomando cada vez más fuerza,

debido a que a diferencia de muchos años atrás, el sector construcción posee mucha competitividad, lo que se necesita ser mucho más eficiente en cuanto a los procesos constructivos.

La productividad también mide la efectividad con que los recursos están siendo manejados y con base en ella se toma decisiones para que la obra se realice con el menor costo y el menor tiempo.

Dentro del campo de la productividad, existe un término que se denomina Trabajo no productivo, el cual se ejecuta, tiene costos directos, se consume tiempo, pero no se producen resultados. Por ejemplo esperar indicaciones, realizar movimientos innecesarios, conversar temas ajenos al trabajo, desplazamiento, etc. Para corregir esta situación, se debe realizar un buen estudio para mejorar las condiciones, por ejemplo ubicar correctamente bodegas, servicios sanitarios, entradas.

Por otro lado, "...la productividad es la medida de la efectividad de las habilidades de la administración del proyecto, los trabajadores, los equipos y los materiales que son utilizados en el sitio de trabajo para obtener: un producto, un edificio, una planta, una estructura." (Ingra. Ana Grettel Leandro, 2010).

La productividad se puede cuantificar mediante diferentes métodos, entre los cuales se seleccionaron dos, denominados: Work Sampling y Five Minutes Rating, para los cuales se muestra el procedimiento a continuación. Es importante destacar que, la productividad debe medirse en las mismas horas del día que los rendimientos, al igual que en los mismos días durante la jornada semanal. Esto con el fin de que la medición muestre valores de confianza.

Método Work Sampling

También denominado Muestreo de Campo. Se define como una técnica común de la rama de la ingeniería diseñada para la estimación de cómo los recursos como personas, máquinas, instalaciones o equipo están siendo utilizados para producir un producto final (DCAA, 2009)

Esté método consiste en realizar observaciones con tiempos aleatorios. Para diferenciar quienes están trabajando se debe ser lo más objetivo posible; por ejemplo: se considera que está trabajando cuando el trabajador: realiza mediciones u observa o espera la entrega de un

material; caso contrario, cuando el trabajador está: utilizando el servicio sanitario a menudo o hablando de temas ajenos al trabajo.

Para que los datos sean confiables, se debe obtener un mínimo de 385 observaciones; con el fin de que la medida sea confiable desde el aspecto estadístico. Para obtener las 385 observaciones, se multiplica el número de observaciones por el promedio de trabajadores observados.

CUADRO 1: EJEMPLO MÉTODO WORK SAMPLING			
# Observaciones	Trab. trabajando	Trab. no trabajando	# Trabajadores
1	2	4	6
2	6	-	6
3	6	-	6
4	3	2	5

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Para este caso, el número de observaciones realizadas es $4 \times 6 = 24$ observaciones.

Posteriormente, para obtener el porcentaje de productividad, la sumatoria de los trabajadores laborando se divide entre la cantidad total de obreros. El resultado se multiplica por cien para obtener un porcentaje, el cual 100% indica una productividad óptima, mientras que 0% indica una productividad deficiente. Lo anterior se expresa de la siguiente forma:

$$\% \text{ prod} = \frac{\text{trabajadores laborando}}{\text{Cantidad total de obreros}} \times 100$$

Donde:

%prod: porcentaje productividad

Método Five Minutes Rating

También conocido como Intervalos de Cinco Minutos. Los intervalos de tiempo de la actividad se determinan de acuerdo a la actividad observada, siendo esta no necesariamente cada cinco minutos.

Mediante este método se observa la actividad que realiza cada trabajador en el momento de la observación, y se anota si se está o no trabajando

CUADRO 2: EJEMPLO MÉTODO FIVE MINUTES RATING			
Tiempo	Trab 1	Trab 2	# Trabajadores
01:10	si	si	2
01:12	no	si	2
01:14	no	No	2
01:16	si	si	2

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Para obtener el porcentaje de efectividad de cada trabajador, se determina del número total de observaciones, el número de observaciones donde trabajó y donde no trabajó. Posteriormente se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ prod} = \frac{\text{Unidad efectiva de trabajadores}}{\text{Unidad de empleados}} \times 100$$

Donde:

% prod: porcentaje productividad
 Unidad efectiva de trabajadores: cantidad total de observaciones donde los trabajadores se encuentran trabajando.
 Unidad de empleados: resulta de multiplicar la cantidad de empleados involucrados en la actividad por la cantidad de observaciones realizadas.

Metodología

Para determinar los tiempos reales de las actividades de interés, fue necesario recurrir a la teoría de rendimientos mostrada en el folleto publicado por la Editorial Tecnológica llamado “Costos de Construcción”, el cual se puede conseguir en la librería del Tecnológico de Costa Rica en Cartago. En ella se observa que para poder determinar rendimientos, se necesita dividir la actividad en cinco rangos de tiempo iguales. Cada rango posee su tamaño de acuerdo con la naturaleza de la actividad y su tiempo total de desarrollo.

La metodología fue elaborada y aplicada dentro de la Refinería en Moín, Limón. El periodo de aplicación comenzó el 21 de julio del 2011 y terminó el 16 de noviembre del 2011. El clima en la mayor parte del tiempo fue soleado con temperaturas entre los 27 y 30 grados Celsius.

extremos de la semana laboral, donde los rendimientos son mayormente afectados. Al igual en las horas durante el día, donde se propone realizar las medidas entre las 9:30 y las 11:30, para así de igual forma evitar los extremos del día, y por lo tanto la afectación de los rendimientos.

Toma de datos de campo

Como primer paso, se conoció conocer el funcionamiento de una refinería en general. Posteriormente en el caso específico de RECOPE, se visitaron los diferentes departamentos relacionados con las actividades a desarrollar en el proyecto, los procesos que se llevan a cabo dentro de la Refinería y la logística asociada; además de los diferentes trámites para ejecutar las actividades por observar y documentar.

Posterior a eso, se procedió a la obtención de datos de campo. Para esto, se dispuso de dos formularios, uno denominado Recopilación de Datos (Figura 1), y el otro llamado Tiempo Muerto (Figura 2) los cuales fueron proporcionados por el Ing. Milton Sandoval Quiros.

Es importante destacar que la toma de los datos se realizó en los momentos adecuados del día y de la semana; con el fin de obtener datos más confiables posibles. Por lo tanto, la mayor parte de la toma de los datos se realizó los días miércoles y jueves, para así evitar los

RECOPIACION DE DATOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTARRICA ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION PROGRAMAS DE LICENCIATURA RECOLECCION DE DATOS EN EL CAMPO DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y RENDIMIENTO DE RECURSOS (Materia de Construcción y Asesoría)	FECHA ESTADO DEL TIEMPO DIA DE LA SEMANA HORA MODALIDAD DE EJECUCION			
ACTIVIDAD				
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CANTIDAD	CUALIFICACION	HERRAMIENTAS	TIEMPO
	C1	CARPINTEROS		T1
	C2			Inicio
	C3	ALBANILES		Fin
	C4			
	C5			
CROQUIS	MATERIALES POR UTILIZAR			T2
	CANTIDAD	FONTANEROS		Inicio
			EQUIPO	Fin
		ELECTRICISTAS		T3
				Inicio
				Fin
		AYUDANTES		T4
				Inicio
				Fin
		PEONES		T5
				Inicio
				Fin

Observación realizada por: _____

Revisado por: _____

Figura proporcionada por el Ing. Milton Sandoval Quirós

Figura 1. Formulario "Recopilación de Datos" para la determinación de los rendimientos por actividad.

Además de estos dos formularios, como complemento en el proyecto se cuantifica la productividad de cada actividad. Para esto se aplicaron las teorías Work Sampling y Five Minutes Rating; con el fin de obtener otro medio de comparación más entre actividades. Los formularios corresponden a las figuras 3 y 4.

Para utilizar estos formularios, en el caso del formulario de la figura 3, se debe proponer a qué horas determinadas de la actividad se toman los datos. Estas horas dependen de la duración total de la actividad. Por ejemplo, una actividad que dura aproximadamente 10 minutos en su ejecución, desde las 14:00, los tiempos de observación pueden ser a cada minuto, desde las 14:00, hasta las 14:10, pasando por 14:01, 14:02, etc. En cada una de esos tiempos, se observa si se marca debajo de cada trabajador con un check si este se encuentra trabajando. De lo contrario, se coloca una x en la celda correspondiente. Posterior a esto, se procesa la información en los formularios creados en Excel y se determina la productividad por medio del método Five Minutes Rating.

En el caso del formulario de la figura 4, el cual trata de la productividad por medio del método Work Sampling, las observaciones son aleatorias en el tiempo; o sea, no se realizan en tiempos específicos como en el caso del método Five Minutes Rating. Por cada observación, se anota la cantidad de trabajadores quienes están laborando y la cantidad de empleados que no trabajan. Dicha información se ingresa posteriormente a los formularios creados y se obtiene la productividad por medio del método indicado.

Método Five Minutos Rating

Actividad:

hora:

clima:

datos tomados por

personal

#medición	hora	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	personal trabajando
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 3. Formulario “Five Minutes Rating” para toma de datos de campo sobre productividad

Método Work Sampling



Actividad:

Hora:

Clima:

Datos tomados por:

# Obs	T.T	T.N.T	# Tr												
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

T.T	trabajadores trabajando	# Tr	número de trabajadores
T.N.T	trabajadores no trabajando	# Obs	número de observaciones

Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 4. Formulario "Work Sampling" para toma de datos de campo sobre productividad.

Posteriormente, se identifican las actividades ejecutadas por las unidades de Mantenimiento de Instalaciones y Conservación y Pintura. Para esto, es necesario conocer el itinerario diario de trabajo de cada una de estas unidades; con el fin de conocer la ubicación y las horas de ejecución de las actividades. Paralelamente se identifican las actividades ejecutadas por los diferentes contratistas dentro de la Refinería; con el fin de obtener un medio de comparación de rendimientos. Identificadas estas actividades, se realiza un plan de trabajo diario cuyo fin es ir a cada una de las actividades y tomar los datos correspondientes; según los formularios anteriores. Cuando finaliza cada una de las actividades, los documentos se van guardando en un sistema diseñado en Excel, para su posterior ingreso; el cual se explica en el siguiente punto.

Programación del formulario electrónico

Para este paso, se utiliza el programa de Microsoft Office llamado Excel 2007, en el cual con la ayuda del programador y asociado a Visual Basic for Applications (VBA), se procede a crear un formulario electrónico principal, el cual es similar al formulario de la Figura 1. La intención es que el programa realice una base de datos asociada a una hoja de cálculo; con el fin de que los datos de cada actividad se vayan documentando para su posterior análisis estadístico. El formulario principal creado por este programa, se visualiza a continuación en la Figura 5.

Formulario Principal

Datos Actividad

Actividad Número Observación realizada por

Actividad Nombre

Número Orden Trabajo

Datos Generales

Fecha Registro Descripción de la actividad

Estado del tiempo Materiales Utilizados

Día de la semana Herramientas utilizadas

Hora (00:00) Equipo Utilizado

Modalidad de ejecución

F. Tiempo Muerto

F.T.M.R

F.T.M.A

Productividad

Work Sampling

Five Minutes Rating

Datos Cuadrilla

Cantidad Operarios

Cantidad Peones

Cantidad Pintores

Notas o recomendaciones

RESULTADOS

Rendimiento Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rendimiento Real	Rendimiento Adecuado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

TIEMPOS

Inicio (00:00)	Fin (00:00)	Tempo transcurrido (min)	Cid Trabajo	Unidades
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

F. Tiempo Muerto

Rendimiento por tiempo transcurrido (hrs)

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 5. Formulario "Recopilación de Datos Electrónico" para el ingreso y registro de los datos de campo en el sistema

Este formulario principal va asociado con una serie de formularios los cuales son característicos de cada actividad. Corresponden a los formularios de Factor de Tiempo Muerto de contratista como de funcionarios, al Formulario de Productividad Work Sampling, Formulario de Productividad Five Minutes Rating. Además de dos formularios mas, uno correspondiente a Pérdidas por Concepto de Salarios y otro denominado Salarios Mensuales, el cual corresponde al salario por el Departamento de Mantenimiento de Instalaciones; lo anterior para realizar un posterior análisis sobre cuánto devenga RECOPE por concepto de salarios debido a Tiempos Muertos.

Registro de los datos en el sistema

Una vez realizados los respectivos formularios electrónicos, se procede a introducir los datos de campo en el sistema. Por cada actividad procesada, Excel crea una base de datos en una hoja electrónica, cuya interface es la mostrada a continuación:

Actividad Número	Actividad Nombre	Fecha Registro	Estado tiempo	Día de la semana	Hora	Modalidad Ejecución
106	Pintura de oficina area administrativa	10/08/2011	bajo techo	miércoles	10:00	funcionarios
105	Instalación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	09/08/2011	bajo techo	martes	10:00	funcionarios
104	Confección de base para instalación de bomba ZP 5501	08/08/2011	soleado	lunes	11:05	funcionarios
103	Fabricación de pedestal para bomba de asfalto	16/08/2011	soleado	martes	10:00	funcionarios
102	Pintura de oficinas de OFFSITE	12/08/2011	bajo techo	viernes	10:00	funcionarios
101	Construcción de pedestal de concreto reforzado	11/08/2011	soleado	jueves	10:00	funcionarios
100	Confección de base de tomo SN 50C	19/08/2011	bajo techo	viernes	09:50	funcionarios
99	confección de base de tomo SN 50C	18/08/2011	bajo techo	jueves	10:02	funcionarios
98	Colocación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	17/08/2011	bajo techo	miércoles	10:05	funcionarios

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 6. Interface de la base de datos de las actividades introducidas.

En ella la información de cada actividad se guarda de manera horizontal en cada una de las filas. Cada columna es una misma clasificación de datos para todas las actividades. Una vez procesadas todas las actividades de interés para el proyecto, se procede a realizar un análisis estadístico de las mismas.

Cálculos estadísticos

Paras determinar los rendimientos por actividad, se realiza un análisis estadístico en el cual se utiliza la información expresada en el Marco Teórico de este informe. Para la determinación de los factores de tiempos muertos, se utilizó los parámetros siguientes, en el caso de los funcionarios:

- a. Café de la mañana
- b. Solicitud de materiales
- c. Almuerzo
- d. Entrega de materiales
- e. Transporte de materiales
- f. Transporte de personal
- g. Servicio sanitario
- h. Descansos
- i. Inducción al personal no capacitado

Y en el caso de los contratistas, el f.t.m lo constituyen las siguientes actividades:

- a. Café de la mañana
- b. Almuerzo
- c. Solicitud de materiales
- d. Entrega de materiales
- e. Transporte de materiales
- f. Transporte de personal
- g. Servicio sanitario
- h. Descansos
- i. Inducción al personal no capacitado
- j. Organización de la mañana

En el caso de los factores de tiempos muertos, se determinó el tiempo aproximado por cada una de las actividades descritas anteriormente; tanto para contratistas como para los funcionarios. Además, se determinó el tiempo teórico para ellos; ya sea por la Convención Colectiva en el caso de los funcionarios de RECOPE, o los reglamentos internos de trabajo, en el caso de los contratistas y sus empresas,

apegado con el Código de Trabajo. Por lo tanto, por cada actividad, se obtienen dos rendimientos, uno llamado “real”, y otro llamado “teórico”, los cuales se determinan de la siguiente manera:

$$R \text{ real} = R * (1 + (\text{f.t.m. real} / 100))$$

$$R \text{ teórico} = R * (1 + (\text{f.t.m. teórico} / 100))$$

Donde:

R real: Rendimiento real

R teórico: Rendimiento teórico

R: rendimiento promedio por actividad

f.t.m. Real: factor de tiempo muerto real, en porcentaje, obtenido del cálculo anterior, tomando tiempos aproximados.

f.t.m. Teórico: factor de tiempo muerto adecuado, en porcentaje, obtenido del cálculo anterior, tomando tiempos teóricos

Comparación con rendimientos similares

Una vez determinados los rendimientos reales y teóricos por actividad, se procede a comparar esos rendimientos con otros pertenecientes a actividades similares encontrados en la literatura. Esto con el fin de analizar la variación que existe entre ellas y determinar recomendaciones con el fin de aumentar los rendimientos de RECOPE en sus actividades.

Análisis de los tiempos muertos

Para determinar, ¿cuánto dinero invierte la Refinería en tiempos improductivos en su personal?, se realizó el siguiente procedimiento:

a. Con base en los datos de factor de tiempo muerto de los funcionarios, a los tiempos reales se les restan los teóricos. Esta diferencia muestra los tiempos muertos injustificados por día. Posterior a esto, se suman todos estos tiempos y se determina el tiempo total improductivo por día.

b. Con base en los diferentes puestos de trabajo dentro de la Unidad de Mantenimiento de Instalaciones, (supervisados por el Sr. Elías Quintero Arauz), el salario por puesto y la

cantidad de personas por puesto, se determina el salario promedio por hora por trabajador. Para obtener este resultado, por cada puesto de trabajo se multiplicó su salario mensual por la cantidad de trabajadores en ese puesto. Luego, por cada puesto se divide el producto anterior entre 26 días al mes, para obtener el salario total diario por puesto (los domingos son los únicos días de no pago).

c. Luego se suman todos los salarios por hora por puesto y se dividen entre la cantidad total de trabajadores en el departamento, para así obtener el salario promedio por hora por trabajador en el departamento.

d. Se multiplica el dato obtenido anteriormente por la cantidad de trabajadores en el departamento y por el tiempo improductivo en horas (sumatoria de la diferencia entre tiempos reales y teóricos), para obtener el dinero total.

Rendimientos históricos

Como parte de los objetivos específicos, se procede a determinar los rendimientos de actividades que no se observaron debido a que se realizaron antes del periodo del proyecto, pero de las cuales se dispone suficiente información como para determinar los rendimientos de cada una de ellas, y junto con los factores de tiempos muertos, se procede a determinar sus rendimientos reales y teóricos. En el caso de las actividades ejecutadas por la unidad de Pintura y Conservación se realizó el siguiente procedimiento:

a. Analizando cada uno de los informes entregados de trabajo realizados por mes (ejemplo Anexo 1), se obtiene por equipo o zona tratada, los datos respecto al nombre de cada equipo, el área tratada y el tiempo dedicado.

b. Luego, por medio de los datos que maneja el departamento de Conservación y Pintura (ejemplo Anexo 2) se determina la cantidad de personas que participaron en cada uno de los equipos encontrados en los informes. Además, se corrobora el tiempo ejecutado en cada equipo. El asociar entre la información del punto 1 y 2 se logra de acuerdo con los números de las órdenes de trabajo.

c. Por cada actividad y equipo, se procede a llenar formularios impresos de campo, para luego introducir esta información en los formularios

electrónicos. Para esto, se debe dividir la cantidad de trabajo realizado y el tiempo dedicado a cada actividad en cinco cantidades y tiempos iguales, donde cada cantidad se le asocia uno de esos tiempos.

Con respecto a la Unidad de Mantenimiento de Instalaciones, para obtener la información necesaria y determinar rendimientos, se realiza el siguiente procedimiento:

a. Se obtiene información por parte de la Unidad de Programación y Control, donde se solicita las Órdenes de trabajo cerradas desde enero hasta junio del 2011.

b. Con tal información, se escogen las actividades de interés en nivel civil.

c. Por cada actividad, se extrae información referente al nombre del equipo o actividad, el tiempo dedicado a tal actividad y la cantidad de personas dedicadas a tal actividad.

d. Para obtener la cantidad de trabajo realizado, se procedió a identificar los respectivos trabajos de campo y realizar las mediciones respectivas.

Tabulación y Graficación

Obtenidos los valores descritos anteriormente por actividad, se procede a mostrarlos de forma tabular y gráfica, para lo cual se utiliza la herramienta de Excel 2007. Dichos resultados se muestran más adelante en la sección de Resultados.

Resultados

A continuación se presentan los resultados acorde con la metodología planteada. Se muestran los datos de campo obtenidos. Posterior a eso se determinan los rendimientos por actividad, con el cálculo previo de los respectivos factores de tiempos muertos; tanto para funcionarios como para contratistas, para luego realizar comparaciones entre los rendimientos obtenidos y los encontrados en la literatura. Además, se muestran datos sobre los tiempos muertos por modalidad de ejecución y en el caso de los funcionarios de la Refinería, los salarios en el Departamento de Mantenimiento y lo gastado debido a los tiempos improductivos.

Datos de campo

A continuación se presentan los datos de algunas de las actividades observadas durante el periodo del proyecto. Esta información se obtuvo a través de la aplicación de los formularios mostrados en las Figuras 1 y 2 presentados en la Metodología del presente trabajo. Dichos datos se muestran en los siguientes cuadros, de los cuales hay dos actividades por cuadro. El resto se presentan en el Apéndice 1.

Las actividades mostradas fueron ejecutadas; tanto por funcionarios como por contratistas, durante el periodo de agosto y octubre del 2011. Además, se presentan en forma gráfica los datos más relevantes de esta información.

La información presente en el cuadro 3 muestra las actividades que fueron observadas durante el periodo de ejecución de la práctica profesional. Cada actividad va acompañada por su numeración consecutiva, la cual se le fue dando a cada una conforme se presentaban. Existen actividades las cuales se midieron pero los datos obtenidos no fueron de confianza debido a la inexperiencia del observador o a circunstancias ajenas a la actividad. Por lo tanto estas fueron desechadas como parte de este proyecto.

El cuadro 3 presenta las actividades, las cuales sus datos fueron obtenidos de forma eficaz, siguiendo los parámetros expuestos en el Marco Teórico del presente trabajo, y según las recomendaciones previas dadas por el profesor guía, el Ing. Milton Sandoval Quiros. La información se ordena de acuerdo a la modalidad de ejecución.

Por otro lado, existen actividades, las cuales se determinó sus rendimientos pero no se incluyeron en el cuadro 3, debido a que son actividades que no se observaron durante el periodo de práctica, si no que sus datos se obtuvieron de registros históricos por parte de RECOPE. Estas actividades se muestran más adelante en este mismo capítulo bajo el nombre de Historial de Rendimientos.

CUADRO 3: ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO		
Actividad Número	Actividad Nombre	Modalidad Ejecución
106	Pintura de oficina área administrativa	funcionarios
105	Instalación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	funcionarios
104	Confección de base para instalación de bomba ZP 5501	funcionarios
103	Fabricación de pedestal para bomba de asfalto	funcionarios
102	Pintura de oficinas de OFF SITE	funcionarios
101	Construcción de pedestal de concreto re fosado	funcionarios
100	Confección de base de torno SN 50C	funcionarios
99	confección de base de torno SN 50C	funcionarios
98	Colocación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	funcionarios
77	Limpieza de tanque 744	funcionarios
76	Limpieza de tanque 7111	funcionarios
66	Excavación para descubrir tuberías en área offsite	funcionarios
25	Colocación de formaleta en zanja de 30 cm de profundidad para cubrir tubería	funcionarios
44	Chorroado concreto pasarelas acceso válvulas tanque 7112	funcionarios
46	Excavación zanja para instalar tubería mecaptanos	funcionarios
48	Movimiento de Tierra en tanque de recuperador de livianos	funcionarios
45	chorreado de concreto pasarela Tanque 7111	funcionarios
5	excavación para zanja de tubería de livianos	funcionarios
23	Colocado de armadura para formaleta vertical de tubería	funcionarios
4	Colocación de cubierta 3x5 mts	funcionario
24	Colocación formaleta para zanja de tubería	funcionario
29	Colado concreto para protección de tubería. Sección 30x15 cm	funcionarios
32	Chorraa concreto pasarela tanque 7111	funcionarios
37	Abastecimiento de agua potable a tanques de abastecimiento de refinaria	funcionarios
34	Correado base para instalar bomba TP 205 unidad de crudo	funcionarios
36	Chorroado paredes zanja de tubería de recuperación de livianos	funcionarios
78	Pintura de tubería de 20 pulgadas de enfriamiento	contratista
75	Desprendimiento de enchape a pared de bloques	contratista
73	Pegado de entablillado de plástico para cielo raso	contratista
72	Pintura de tubería de 8 pulg de diámetro externo a altura de 3 mts	contratista
71	Pintura de piso de concreto	contratista
70	Pintura de tubería de 3.5 pulg de diámetro externo, primera mano.	contratista
69	Pintura de tubería de 6.5 pulg de diámetro externo	contratista
68	Pintura de tuberías de 4.5 pulgadas de diámetro externo	contratista
67	Colocación de bloques de 12x20x40 como formaleta para pared de zanja de 1.5 mts de profundidad	contratista
65	Lavado de tuberías de 2 pulg y 3 pulg con flaners incluidos	contratista
64	Colocación de repello a pared de bloques de concreto. Segunda aplicación	contratista
63	Pintura segunda mano a pared de fibrolit	contratista
62	Excavación de zanja 1.5x1.5 mts de sección por 5 mts de profundidad para colocación de tuberías	contratista
61	Pintura de superficie de concreto (acabado de mantenimiento)	contratista
60	Preparación de superficie de concreto para pintura	contratista
59	Chorroado de concreto en pared de zanja	contratista
58	Preparación de tubería de 4.5 pulgadas de diámetro externo para posterior pintura.	contratista
57	Pintura superficie de concreto (base de concreto)	contratista
56	Chorroado concreto en acera de paso peatonal	contratista
55	Pintura de paredes para acabado final (mantenimiento)	contratista
54	Pintura de paredes para acabado final	contratista
53	Pintura de Tubería de 4.5 pulg diámetro externo	contratista
52	Preparación y pintura a dos manos de Tubería de 14 pulgadas diámetro externo	contratista
51	Pintura de perlin tipo I	contratista
50	Chorroado de columnas de concreto reforzado	contratista
15	Construcción formaleta para cimentación tanque	contratista
47	Pintura de perlin. Primera mano	contratista
49	aplicación de pintura a cilindro GE-2402-A	contratista
8	Chorroado viga corona centro médico	contratista
7	Colado de concreto cimentación tanque	contratista
41	Aplicación de recubrimiento de flanyer 16 pulg diámetro mayor	contratista
40	Aplicación recubrimiento a tubería 10 pulg diámetro externo	contratista
39	Preparación flanyer zona LPG de 8 pulg diámetro máximo	contratista
28	Aplicación de pintura base tubería 6 pulg 1/2 diámetro externo	contratista
10	Excavación de zanja para pintar tubería zona LPG	contratista
16	Pintura de tubería de 16 pulg diámetro externo	contratista
27	Lavado de tuberías de 4 pulg 1/2 diámetro	contratista
26	Aplicación 2da mano pintura a tubería diámetro 8 pulg externo	contratista
20	Preparación tubería 6 pulgadas	contratista
30	Preparación tubería diámetro. 6 pulg para aplicar pintura base	contratista
21	Limpieza de tuberías en zona de gas LPG. Tuberías 6 pulg diámetro	contratista
33	Limpieza y aplicación pintura base flanyer 40cm largo 8 pulg diámetro en tubería 3.5 pulg	contratista

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

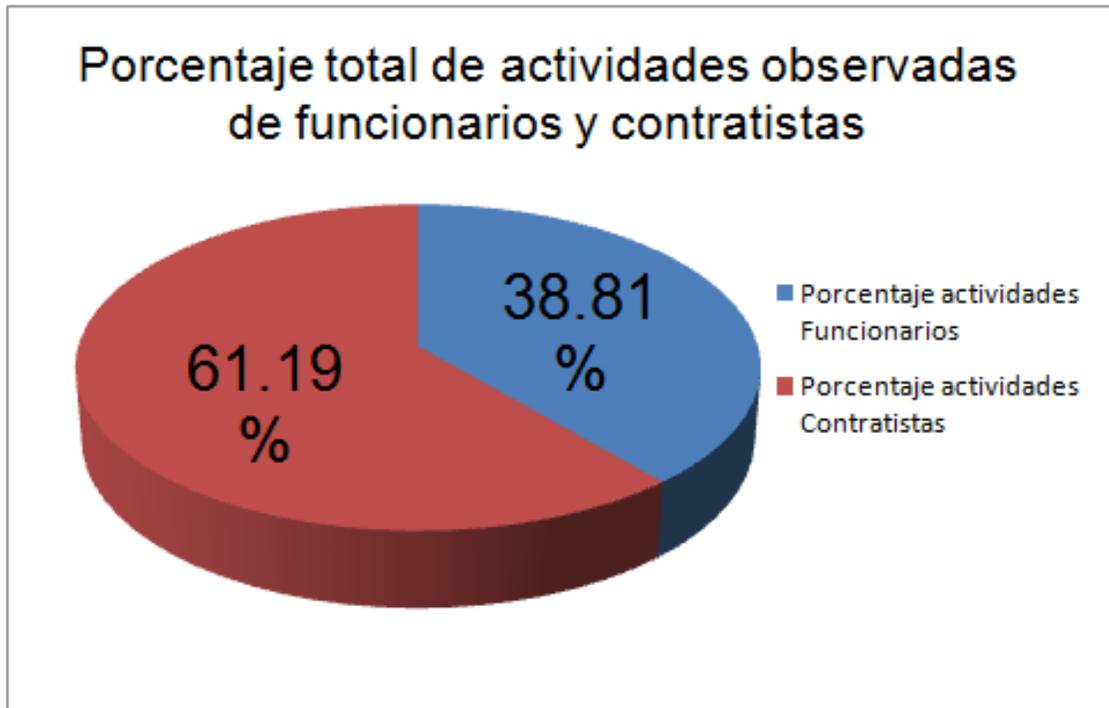


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 7. Porcentaje total de actividades observadas de funcionarios y contratistas durante el desarrollo del proyecto

La gráfica de la figura 7 muestra los porcentajes de las actividades observadas durante el desarrollo del proyecto, en donde del total de las actividades, un 61.19% corresponde a contratistas, mientras que un 38.81% corresponden a funcionarios de la refinería.

CUADRO 4: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 36 Y 34										
	ACTIVIDADES									
Actividad Número	36					34				
Actividad Nombre	Chorroado paredes zanja de tubería de recuperación de livianos					Correado base para instalar bomba TP 205 unidad de crudo				
Fecha Registro	31/08/2011					26/08/2011				
Estado tiempo	parcialmente nublado					soleado				
Día de la semana	miércoles					viernes				
Hora	8:51					14:07				
Modalidad Ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción Actividad	Chorroado de una parte de las paredes de zanja. Dimensiones sección transversal de 30x10 cm					Colocado concreto, vibración. Descarga indirecta. Transp. con carretillo dist aprox 10 mts				
Materiales utilizados	Concreto premezclado					concreto premezclado				
Herramientas utilizadas	1 pala, 1 martillo, 1 carretillo					1 carretillo, 1 pala				
Equipo utilizado	1 chompipa 0.8 m3					1 vibrador, 1 chompipa 0.8m3, 1 generador diesel				
Cantidad Operarios	1					2				
Cantidad Peones	2					1				
Cantidad Pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	8:51	9:01	09:11	09:21	09:31	14:15	14:20	14:25	14:30	14:35
Fin	9:01	9:11	09:21	09:31	09:41	14:20	14:25	14:30	14:35	14:40
Tiempo Transcurrido (hrs)	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	0.15	0.06	0.06	0.06	0	0.48	0.96	0.96	0.24	0
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	3.33	8.33	8.33	8.33	0.00	0.52	0.26	0.26	1.04	0.00
Media aritmética (hr-peón/un)	6.667					0.347				
Desviación estándar	1.667					0.393				
Coefficiente de variación (%)	0.250					1.132				
Rendimiento real (hr-peón/un)	11.636					0.606				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	9.014					0.469				
Productividad Work Sampling (%)	64.150					89.620				
Productividad Five Minutes Rating (%)	70.000					46.150				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 5: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 37 Y 32										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	37					32				
Nombre de Actividad	Abastecimiento de agua potable a tanques de abastecimiento de refinería					Chorrea concreto pasarela tanque 7111				
Fecha registro	30/08/2011					26/08/2011				
Estado tiempo	parcialmente nublado					soleado				
Día de la semana	martes					viernes				
Hora	09:55					10:38				
Modalidad ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción actividad	Se llenan varios tanques. Incluye: transporte, acoplar y desacoplar manguera y bomba. Montar y desmontar escalera. tanques de varias capacidades					Incluye: descarga directa, vibrado, golpe a la formaleta para eliminación de vacíos				
Materiales utilizados	agua potable					concreto premezclado				
Herramientas utilizadas	Manguera 3 pulg. diámetro externo					3 llanetas, 3 cucharas, 1 pala, 1 martillo				
Equipo utilizado	cisterna 33.3m3, Bomba WB30XT Honda					1 chompipa 0.8 m3				
Cantidad operarios	1					2				
Cantidad peones	2					2				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	9:56:00	10:30	11:00	11:30	12:00	10:39	10:45	10:51	10:57	11:03
Fin	10:30:00	11:00	11:30	12:00	12:30	10:45	10:51	10:57	11:03	11:09
Tiempo transcurrido (hra.)	0.567	0.500	0.500	0.500	0.500	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Cantidad trabajo realizado	2	1.75	1.75	1.5	1.5	1.1	0	0.33	0	0
Unidades	un	un	un	un	un	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	0.85	0.86	0.86	1.00	1.00	0.36	0.00	1.21	0.00	0.00
Media aritmética (hr-peón/un)	0.905					0.121				
Desviación estándar	0.050					0.790				
Coefficiente de variación (%)	0.055					6.519				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.579					0.212				
Rendimiento técnico (hr-peón/un)	1.223					0.164				
Productividad Work Sampling (%)	58.840					77.210				
Productividad Five Minutes Rating (%)	56.860					84.210				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 6 : DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 29 y 24										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	29					24				
Nombre de Actividad	Colado concreto para protección de tubería. Sección 30x15 cm					Colocación formaleta para zanja de tubería				
Fecha registro	25/08/2011					24/08/2011				
Estado tiempo	soleado					nublado				
Día de la semana	jueves					miércoles				
Hora	13:00					12:58				
Modalidad ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción actividad	Chorroado indirecto; pues se deposita de chompipa a carretillo y se coloca con pala					Unidades de formaletas 30x244. Incluye nivel, clavado y colocado, limpieza con brocha, raspado				
Materiales utilizados	concreto premezclado					clavos, madera				
Herramientas utilizadas	1 pala, 1 carretillo					1 segueta, 1 cinta métrica, 1 martillo, 1 nivel, 1 brocha				
Equipo utilizado	1 chompipa 0.8 m3									
Cantidad operarios	1					1				
Cantidad peones	2					1				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:05:00	13:10	13:15	13:20	13:25	13:05	13:20	13:35	13:50	14:05
Fin	13:10:00	13:15	13:20	13:25	13:30	13:20	13:35	13:50	14:05	13:20
Tiempo transcurrido (hra.)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Cantidad trabajo realizado	0.02	0	0.02	0.1125	0.02	0	1	0	1	0
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	un	un	un	un	un
Rendimiento	12.50	0.00	12.50	2.22	12.50	0.000	0.500	0.000	0.500	0.000
Media aritmética (hr-pedn/un)	9.074					0.167				
Desviación estándar	3.426					0.333				
Coefficiente de variación (%)	0.378					2.000				
Rendimiento real (hr-pedn/un)	15.838					0.291				
Rendimiento teórico (hr-pedn/un)	12.269					0.225				
Productividad Work Sampling (%)	78.630									
Productividad Five Minutes Rating (%)	77.190									

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 7: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 4 y 23										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	4					23				
Nombre de Actividad	Colocación de cubierta 3x5 mts					Colocado de armadura para formaleta vertical de tubería				
Fecha registro	11/08/2011					23/08/2011				
Estado tiempo	nublado					nublado				
Día de la semana	jueves					martes				
Hora	09:57					13:32				
Modalidad ejecución	funcionario					funcionarios				
Descripción actividad	Cubierta 15m ² , altura de 10 m. Incluye retiro cubierta antigua, colocado cubierta nueva, atornillado y transporte					Colocado de varilla #3, incluye corte, doblado, colocado y amarre				
Materiales utilizados	6 láminas 1.22x3.66m, tornillos para techo					varilla #3, alambre #16				
Herramientas utilizadas	extensión, taladro, escalera 6m					cinta métrica, alicates, nivel, martillo				
Equipo utilizado	Generador GP 15000E									
Cantidad operarios	0					1				
Cantidad peones	3					2				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	10:06:00	10:07	10:10	10:13	10:20	13:38	13:43	13:48	13:53	13:58
Fin	10:07:00	10:10	10:13	10:16	10:25	13:43	13:48	13:53	13:58	14:03
Tiempo transcurrido (hrs.)	0.017	0.050	0.050	0.050	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	0.15	0.15	0.3	0.6	0.15	0.55	0.55	0.83	0.55	0.55
Unidades	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	kg	kg	kg	kg	kg
Rendimiento	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
Media aritmética (hr-peón/un)	0.611					0.455				
Desviación estándar	0.271					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.443					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.067					0.793				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.826					0.615				
Productividad Work Sampling (%)	27.500					80.120				
Productividad Five Minutes Rating (%)						90.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 8: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 5 y 45										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	5					45				
Nombre de Actividad	Excavación para zanja de tubería de livianos					Chorroado de concreto pasarela Tanque 7111				
Fecha registro	11/08/2011					05/09/2011				
Estado tiempo	nublado					soleado				
Día de la semana	jueves					lunes				
Hora	10:18					10:40				
Modalidad ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción actividad	Excavación alrededor de tubería para construir conducto revestido reforzado					Colado de concreto en formaleta de pasarela				
Materiales utilizados						concreto premezclado				
Herramientas utilizadas	1 pala, 1 pico, nivel, segueta					llanetas, pala				
Equipo utilizado						Chompipea 0.8 m3				
Cantidad operarios	1					1				
Cantidad peones	1					2				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	08:00	08:01	08:02	08:03	08:04	11:00:00	11:05	11:10	11:15	11:20
Fin	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	11:05:00	11:10	11:15	11:20	11:25
Tiempo transcurrido (hra.)	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	3	3	3	3	3	0.11	0	0.105	0	0.105
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	2.273	0.000	2.381	0.000	2.381
Media aritmética (hr-peón/un)	4.667					1.551				
Desviación estándar	0.000					1.158				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.747				
Rendimiento real (hr-peón/un)	8.145					2.708				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	6.310					2.097				
Productividad Work Sampling (%)						78.950				
Productividad Five Minutes Rating (%)						68.750				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 9 : DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 48 y 46										
	ACTIVIDADES									
Numero de Actividad	48					46				
Nombre de Actividad	Movimiento de tierra en tanque de recuperador de livianos					Excavación zanja para instalar tubería mercaptanos				
Fecha registro	07/09/2011					05/09/2011				
Estado tiempo	soleado					soleado				
Día de la semana	miércoles					lunes				
Hora	08:05					13:05				
Modalidad ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción actividad	Relleno manual. Incluye ligera compactación. se llena carretillo y se transporta material a 10 m de distancia					Excavación de zanja de 40 x 40 cm. Presencia de suelo granular.				
Materiales utilizados										
Herramientas utilizadas	2 palas, 1 carretillo					un pico, una pala, manguera a presión				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	2					1				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	08:10	8:20	8:30	8:40	8:50	13:20	13:30	13:40	13:50	14:00
Fin	8:20	8:30	8:40	8:50	9:00	1:30:00	13:40	13:50	14:00	14:10
Tiempo transcurrido (hra.)	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
Cantidad trabajo realizado	0	0.2	0.2	0.2	0	0.16	0.08	0.096	0.048	0.048
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	0.00	1.67	1.67	1.67	0.00	1.042	2.083	1.736	3.472	3.472
Media aritmética (hr-peón/un)	1.111					2.431				
Desviación estándar	0.824					0.970				
Coefficiente de variación (%)	0.742					0.399				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.939					4.242				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	1.502					3.286				
Productividad Work Sampling (%)	37.850					45.710				
Productividad Five Minutes Rating (%)	59.090					54.540				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 10: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 44 y 25										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	44					25				
Nombre de Actividad	Chorro de concreto, pasarelas acceso válvulas tanque 7112					Colocación de formaleta en zanja de 30 cm de profundidad para cubrir tubería				
Fecha registro	18/08/2011					24/08/2011				
Estado tiempo	soleado					nublado				
Día de la semana	jueves					miércoles				
Hora	11:08					12:58				
Modalidad ejecución	funcionarios					funcionarios				
Descripción actividad	Se chorrea rampa con chompipa 0.85 m3. Proceso incluye detalle superficie. Acarreo de 30 minutos del concreto premezclado					Colocación de formaletas 30x244. Incluye: nivel, clavado y colocado, limpieza con brocha y raspado				
Materiales utilizados	concreto premezclado					clavos , madera				
Herramientas utilizadas	palas, llanetas, reglas de madera, cubetas					segueta, cinta métrica, martillo, nivel, brocha				
Equipo utilizado	chompipa 0.85 m3									
Cantidad operarios	1					1				
Cantidad peones	3					1				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	11:14	11:20:00	11:25:00	11:30:00	12:13:00	13:05	13:20	13:35	13:50	14:05
Fin	11:20:00	11:25:00	11:30:00	11:35:00	12:18:00	13:20:00	13:35	13:50	14:05	14:20
Tiempo transcurrido (hrs)	0.100	0.083	0.083	0.083	0.083	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Cantidad trabajo realizado	0.04	0.33	0.33	0.04	0.11	0	0.732	0	0.732	0
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	10.00	1.01	1.01	8.33	3.03	0.000	0.683	0.000	0.683	0.000
Media aritmética (hr-peón/un)	4.125					0.228				
Desviación estándar	3.817					0.338				
Coefficiente de variación (%)	0.925					1.483				
Rendimiento real (hr-peón/un)	7.199					0.397				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	5.577					0.308				
Productividad Work Sampling (%)	65.780					72.510				
Productividad Five Minutes Rating (%)	71.110					65.780				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 11: DATOS DE CAMPO DE LA ACTIVIDAD 66					
	ACTIVIDAD				
Número de Actividad	66				
Nombre de Actividad	Excavación para descubrir tuberías en área offsite				
Fecha registro	19/09/2011				
Estado tiempo	nublado				
Día de la semana	lunes				
Hora	13:51				
Modalidad ejecución	funcionarios				
Descripción actividad	Incluye: extracción manual, acarreo y colocación de material a 10 metros de distancia. Tuberías a nivel de calle. Zanja con profundidad de 1 metro				
Materiales utilizados					
Herramientas utilizadas	3 palas, 1 carretillo				
Equipo utilizado					
Cantidad operarios	0				
Cantidad peones	3				
Cantidad pintores	0				
Observación	1	2	3	4	5
Inicio	13:55	14:00:00	14:05:00	14:10:00	14:15:00
Fin	14:00:00	14:05:00	14:10:00	14:15:00	14:20:00
Tiempo transcurrido (hrs)	0.08333	0.08333	0.08333	0.08333	0.08333
Cantidad trabajo realizado	0,015	0,06	0,045	0,006	0,06
Unidades	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Rendimiento	16.6667	4.1667	5.5556	41.6667	4.1667
Media aritmética (hr-peón/un)	14.444				
Desviación estándar	6.438				
Coefficiente de variación (%)	0.446				
Rendimiento real (hr-peón/un)	25.212				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	19.531				
Productividad Work Sampling (%)	32.143				
Productividad Five Minutes Rating (%)	8.333				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 12: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 33 Y 21										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	33					21				
Nombre de Actividad	Limpieza y aplicación pintura base flanyer 40cm largo 8 pulg. diámetro en tubería 3.5 pulg.					Limpieza de tuberías en zona de gas LPG. Tuberías 6 pulg diámetro externo				
Fecha registro	26/08/2011					22/08/2011				
Estado tiempo	soleado					parcialmente nublado				
Día de la semana	viernes					lunes				
Hora	10:15					13:08				
Modalidad ejecución	contratista					contratista				
Descripción Actividad	Previa preparación de superficie con cepillo y espátula. posterior aplicación base					Se realiza limpieza tuberías con agua proveniente de hidrantes cercanos. Primero se enjabona.				
Materiales utilizados	Pintura base acrílica roja, diluyente					agua, jabón líquido				
Herramientas utilizadas	1 brocha una pulgada, 1 cepillo, 1 espátula					2 esponjas tipo felpas				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					2				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	10:20	12:30	13:30			13:10	13:15			
Fin	11:20	13:30	14:00			13:15	13:20			
Tiempo transcurrido (hra.)	1	1	0.5			0.0833	0.0833			
Cantidad trabajo realizado	0.5	0.5	1			2	4			
Unidades	un	un	un			ml	ml			
Rendimiento	2.00	2.00	0.50			0.08	0.04	0.00	0.00	0.00
Media aritmética (hr-peón/un)	0.833					0.014				
Desviación estándar	0.850					0.020				
Coefficiente de variación (%)	1.020					1.414				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.143					0.019				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	1.031					0.017				
Productividad Work Sampling (%)	90.710									
Productividad Five Minutes Rating (%)	84.210					83.330				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 13: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 30 Y 20										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	30					20				
Nombre de Actividad	Preparación tubería diámetro. 6 pulg para aplicar pintura base					Preparación tubería 6 pulgadas para aplicación de pintura acrílica				
Fecha registro	26/08/2011					22/08/2011				
Estado tiempo	soleado					soleado				
Día de la semana	viernes					lunes				
Hora	7:50					10:36				
Modalidad ejecución	contratista					contratista				
Descripción actividad	Se retira capa de pintura antigua y su anticorrosivo					Pintura tubería 6 pulg. diámetro externo. Incluye preparación con lija cuando es necesario. Grado de corrosión 2				
Materiales utilizados										
Herramientas utilizadas	2 espátulas					1 Escalera metálica, 1 liga				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	2					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	07:55	08:05	08:15	08:25	08:35	10:50	10:55	10:58	11:03	
Fin	08:05	08:15	08:25	08:35	08:45	10:55	10:57	11:02	11:06	
Tiempo transcurrido (hra.)	0.167	0.167	0.167	0.167	0.166667	0.0833	0.0333	0.07	0.05	
Cantidad trabajo realizado	1	0.3	0.3	0.3	0.4	1	0.5	1	0.5	
Unidades	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	
Rendimiento	0.33	1.11	1.11	1.11	0.83	0.08	0.07	0.07	0.10	
Media aritmética (hr-peón/un)	1.111					0.078				
Desviación estandar	0.000					0.016				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.202				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.524					0.107				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	1.375					0.096				
Productividad Work Sampling (%)	92.800									
Productividad Five Minutes Rating (%)	86.840									

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

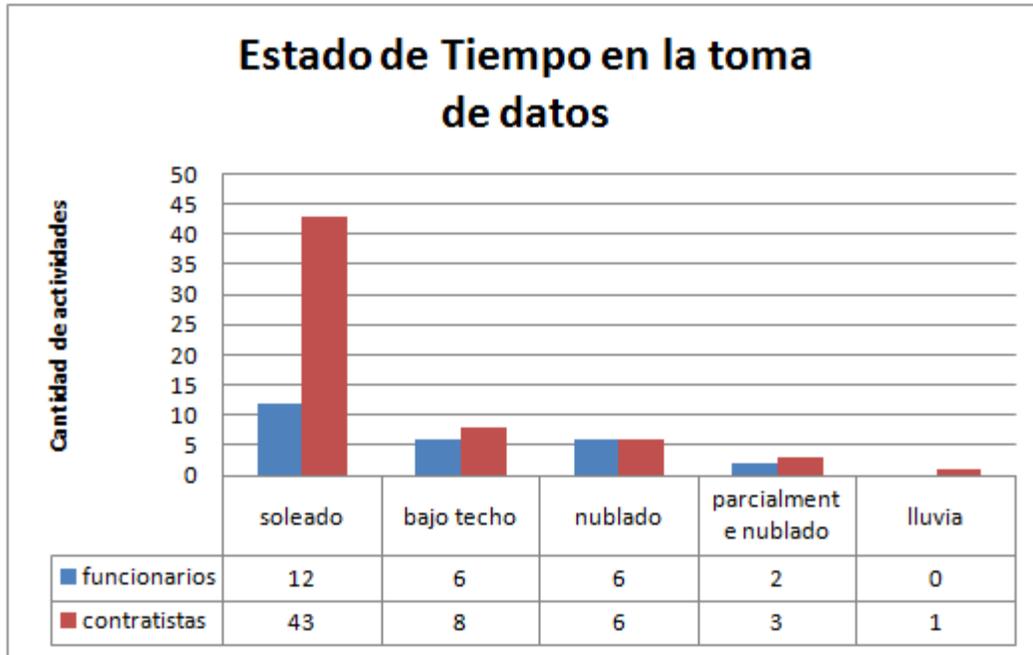


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 8. Estado de tiempo a la hora de tomar datos de campo; tanto para actividades de contratistas como de funcionarios.

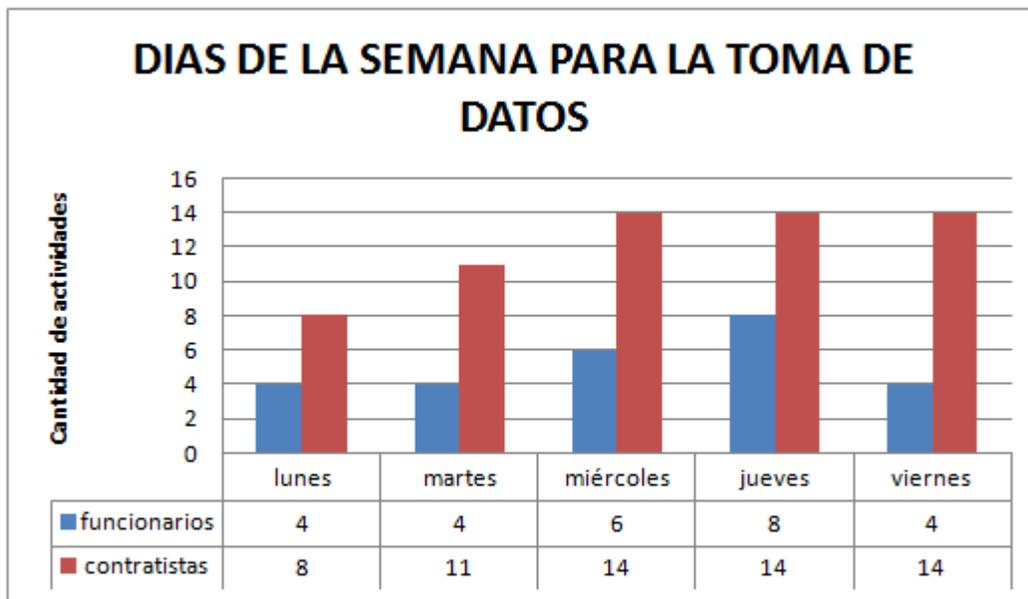


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 9. Días de la semana a la hora de tomar datos de campo, tanto para actividades de contratistas como de funcionarios.

CUADRO 14: PORCENTAJES DE OBSERVACIONES POR CONDICIÓN DEL TIEMPO	
Condición del clima	Porcentaje de observaciones
Soleado	63.22%
Bajo techo	16.09%
Nublado	13.79%
Parcialmente nublado	5.75%
Lluvia	1.50%

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 15: PORCENTAJES DE OBSERVACIONES SEGÚN HORA DEL DÍA	
Condición del clima	Porcentaje de observaciones
07:00 a 09:00	37.93%
09:15 a 11:30	37.93%
12:00 a 14:30	24.14%

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Factores de tiempo muerto

Con base en las actividades que determinan tiempos muertos, se determina el factor de tiempo muerto real y teórico; tanto para funcionarios como para contratistas. Estos factores son determinantes para obtener los rendimientos por actividad.

Los tiempos muertos reales señalados corresponden a observaciones de campo, tomados mediante el formulario de la Figura 2.

Como resultados, los factores de tiempo muerto real y teórico para funcionarios fueron, respectivamente, 74.54% y 35, 21%. Igualmente, para los contratistas estos fueron de 37.14% y de 23.71%. Lo anterior se muestra gráficamente en las figuras 10 y 11.



Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 10. Factor de tiempo muerto funcionarios, tanto real como teórico.



Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 11. Factor de tiempo muerto contratistas, tanto real como teórico.

Rendimientos

Con base en los rendimientos promedios previamente calculados, y en conjunto con los factores de tiempo, se determinan los rendimientos por cada una de las actividades; tanto de los funcionarios de la empresa como de los contratistas. Los resultados se muestran en las figuras 12 y 13.

Historial de rendimientos

Como parte del proyecto, se procedió a determinar los rendimientos de actividades que no pudieron ser observadas, durante el periodo del proyecto; pero de las cuales se dispone suficiente información tabulada en informes y bases de datos de la Refinería. Estas actividades se muestran en los cuadros 16 y 17, las cuales se agregaron al resto de los rendimientos determinados en el campo; con el fin de tener más datos para comparar y a la vez documentar el trabajo que ya se ha realizado desde antes de empezar el proyecto.

CUADRO 16: RENDIMIENTOS DE ACTIVIDADES HISTÓRICAS DE FUNCIONARIOS			
Actividad número	Actividad nombre	Rendimiento real (hr-peón/un)	Rendimiento teórico (hr-peón/un)
106	Pintura de oficina área administrativa	3,70	2,86
105	Instalación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	12,52	9,70
104	Confección de base para instalación de bomba ZP 5501	630,30	466,26
103	Fabricación de pedestal para bomba de asfalto	1745,45	1352,11
102	Pintura de oficinas de OFFSITE	0,39	0,30
101	Construcción de pedestal de concreto reforzado	1227,57	950,93
100	Confección de base de torno SN 50C	897,66	695,37
99	Confección de base de torno SN 50C	1152	892,39
98	Colocación de láminas de cielo raso suspendido en oficina	3,12	2,41

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

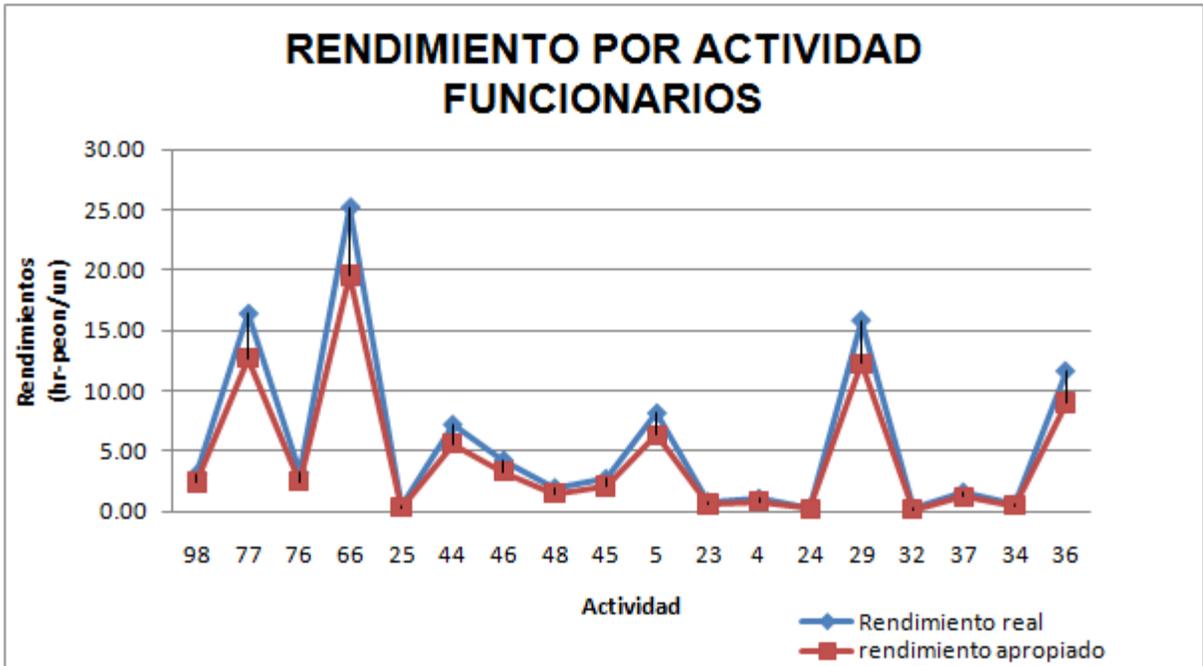


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 12. Rendimiento real y teórico por actividades ejecutadas por funcionarios.

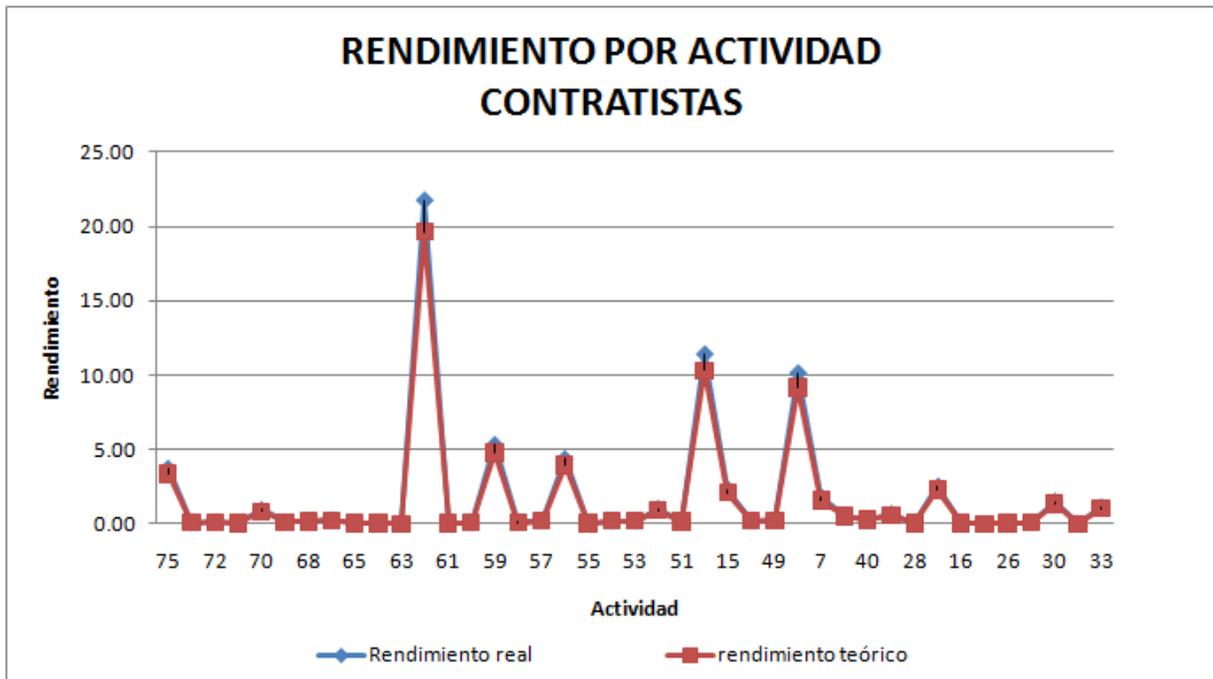


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 13. Rendimiento real y teórico por actividades ejecutadas por contratistas.

CUADRO 17: RENDIMIENTOS DE ACTIVIDADES HISTÓRICAS CONTRATISTAS			
Actividad número	Actividad nombre	Rendimiento real (hr-peón/un)	Rendimiento teórico (hr-peón/un)
97	Pintura de Bomba CP-2008-B	7,494145	6,760182
96	Pintura de Bomba CP-2008-A	7,494145	6,760182
95	Pintura Bomba CP-2011-A	12,02348	10,84593
94	Pintura de bomba PP-305-A	12,02348	10,84593
93	Pintura de Bomba PP-303-A	9,752382	8,797252
92	Pintura de Intercambiador GE-2402-B	21,08924	19,0238
91	Pintura Bomba GP-2406-A	32,91429	29,69072
90	Pintura de bomba GP-417-B	32,91429	29,69072
89	Pintura de Bomba Blowdown TP-109	21,94286	19,79381
88	Pintura de Paquete de Inyección de CM-2001-A	15,2200	13,6600
87	Pintura bomba GP-417-A	21,94286	19,79381
86	Pintura recipiente TV-204	0,7900	0,7110
85	Pintura de bomba PP-304-B	7,7970	7,0000
84	Pintura bomba PP-301-B	7,7970	7,0000
83	Pintura de Bomba CP-2013-B	32,5370	29,2120
82	Pintura de Bomba CP-2013-A	15,6100	14,0800
81	Pintura de bomba CP-2011-B	21,7100	19,5800
80	Pintura de bomba CP-2010-B	21,7100	19,5800
79	Pintura de Bomba CP-2010-A	21,7100	19,5800
78	Pintura de tubería de 20 pulgadas de enfriamiento	0,1644	0,1476

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Productividad

Adicional a los datos de rendimiento y tiempos muertos por actividad, se determinó la productividad de acuerdo con los métodos descritos Work Sampling y Five Minutes Rating. Los resultados se muestran en las Figuras 13 y 14, con un resumen en el Cuadro 18.

CUADRO 18. PROMEDIOS DE PRODUCTIVIDADES; TANTO PARA FUNCIONARIOS COMO PARA CONTRATISTAS		
	Promedio de productividad Work Sampling (%)	Promedio de productividad Five Minutes Rating (%)
Funcionarios	62,23	62,67
Contratistas	90,45	91,96

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

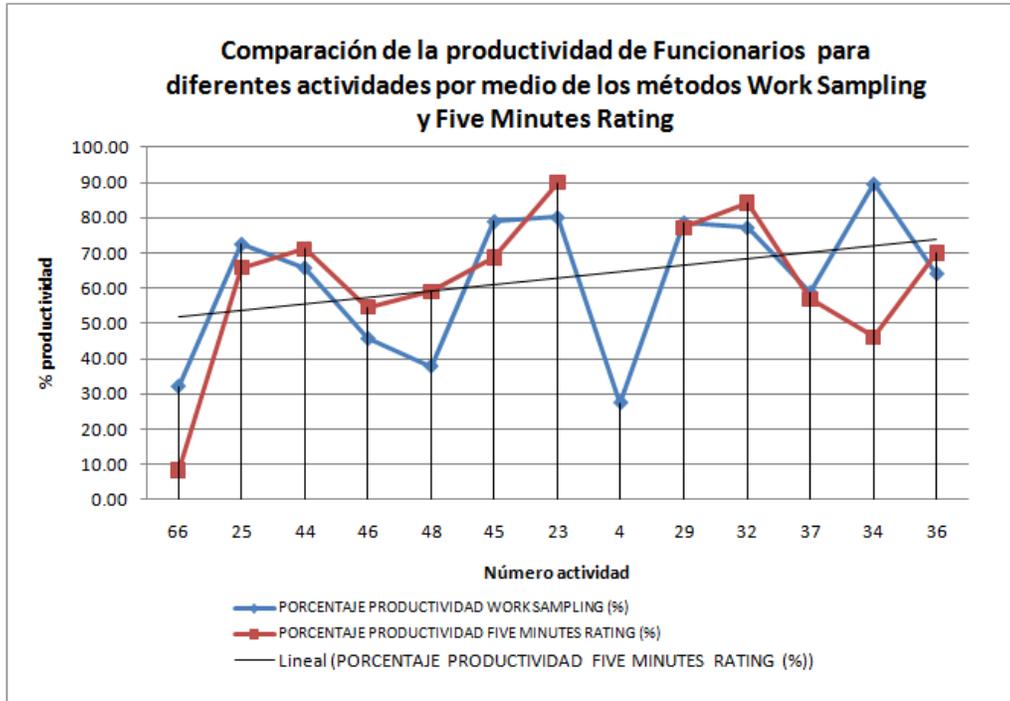


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 14. Datos de productividad para diferentes actividades ejecutadas por funcionarios, de acuerdo con las teorías Work Sampling y Five Minutes Rating.

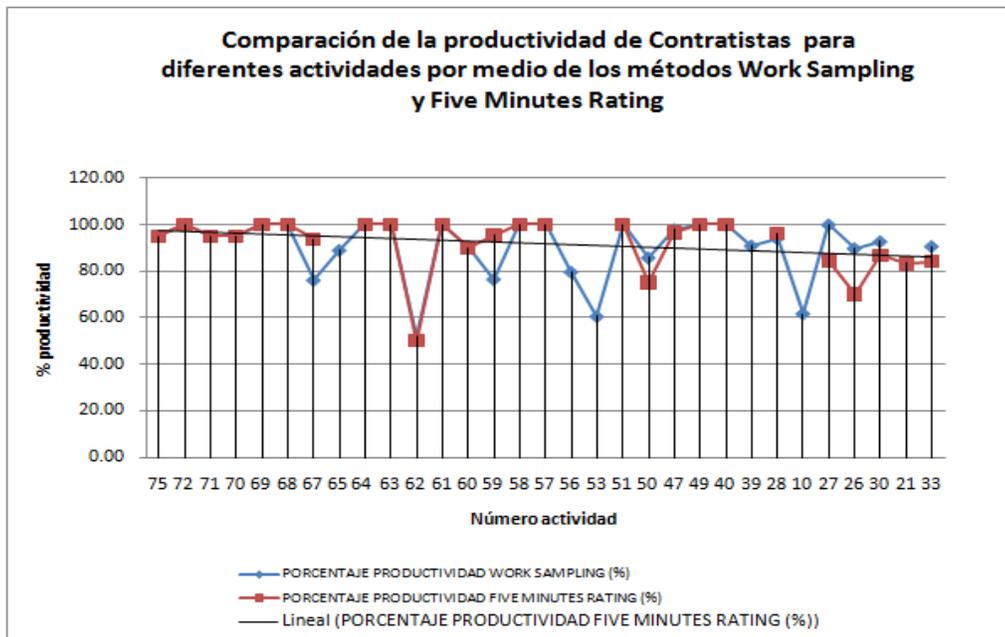


Figura realizada en Microsoft Excel 2007

Figura 15. Datos de productividad para diferentes actividades ejecutadas por contratistas, de acuerdo con las teorías Work Sampling y Five Minutes Rating.

Comparación de rendimientos

Una vez obtenidos los respectivos datos de rendimientos para actividades ejecutadas, tanto por funcionarios de la empresa como por contratistas; en primera instancia, se procede a comparar rendimientos de actividades similares entre ambas modalidades de ejecución. La cantidad de actividades por comparar fue una limitante, debido a las pocas actividades que se registraron en el Departamento de Mantenimiento de la Refinería durante el periodo de observaciones. Sin embargo, en esta comparación se incluyen los rendimientos calculados de actividades históricas, citadas anteriormente.

Los resultados se presentan en el Cuadro 19, 20 y 21, donde las actividades marcadas en un mismo color poseen suficientes semejanzas en sus características, para ser comparadas entre sí.

Posterior a esto, las actividades y otros rendimientos más se compararon con rendimientos de actividades lo más similares encontradas en la literatura, lo cual se presenta en el mismo cuadro y en el Cuadro 22 y 23.

CUADRO 19. COMPARACIONES DE RENDIMIENTO FUNCIONARIOS-CONTRATISTAS ACTIVIDADES DE COLADO DE CONCRETO													
Unidad	ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS PROYECTO				OTRAS FUENTES DE RENDIMIENTO						
			PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Recopilación de rendimientos TEC						
	Funcionario	Contratista	Real	Apropiado	Real	Apropiado	Ref. Bibliográfica ITCR: TF-479		Construcción de viviendas		Construcción de viviendas		
						Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento		
m3	Chorroado paredes zanja de tubería de recuperación a de livianos	Chorroado de concreto en pared de zanja	11.636	9.014	5.333	4.811	Chorroado de sellos de cimientos	3.685	Chorro de cimientos	4.817	confección y colocación de concreto placa corrida	4.57	
	Colado concreto para protección de tubería. Sección 30x15 cm		15.838	12.269			Colado de placa Corrida	6.233					

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 20. COMPARACIONES DE RENDIMIENTO FUNCIONARIOS-CONTRATISTAS ACTIVIDADES DE PINTURA DE SUPERFICIES													
Unidad	ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS PROYECTO				OTRAS FUENTES DE RENDIMIENTO						
			PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Recopilación de rendimientos TEC						
	Funcionario	Contratista	Real	Apropiado	Real	Apropiado	Ref. Bibliográfica ITCR- TF-479		Construcción de viviendas		Construcción de viviendas		
						Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento		
m2	Pintura de oficina area administrativa		3.704	2.870									
		Pintura segunda mano a pared de fibrolit			0.023	0.021			pintura de interiores	0.08	pintura acrílica a una mano	0.419	
		Pintura de superficie de concreto (acabado de mantenimiento)			0.052	0.047							
		Pintura de paredes para acabado final (mantenimiento)			0.076	0.069							
		Pintura de paredes para acabado final			0.217	0.196							
		Preparación de superficie de concreto para pintura			0.098	0.088							

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 21. COMPARACIONES DE RENDIMIENTO FUNCIONARIOS-CONTRATISTAS ACTIVIDADES DE EXCAVACIÓN DE TERRENOS

Unidad		ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS PROYECTO				OTRAS FUENTES DE RENDIMIENTO					
				PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Recopilación de rendimientos TEC					
				Real	Apropiado	Real	Apropiado	Ref. Bibliográfica ITCB- TF-479		Construcción de viviendas		Construcción de viviendas	
Funcionario	Contratista	Real	Apropiado	Real	Apropiado	Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento	Actividad	Rendimiento		
m3	Excavación para descubrir tuberías en área offsite	Excavación de zanja de 1.5x1.5 mt de sección por 5 mts de profundidad para colocación de tuberías	25.212	19.531	21.763	19.637							
m3	Excavación zanja para instalar tubería mecaptanos		4.242	3.286			excavación de placas para cimientos	0.7	excavacion para construir cimientos	2.12	excavación manual para fundaciones	3.777	
	excavación para zanja de tubería de livianos		8.145	6.310							excavación manual (arcilla) para cimientos	5.666	
		Excavación de zanja para pintar tubería zona LPG			2.540	2.231							

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 22. COMPARACIONES CON RENDIMIENTOS DE LA LITERATURA												
UN	ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS				OTRAS FUENTES DE RENDIMIENTO					
			PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Recopilación de rendimientos TEC					
			REAL	APROPIADO	REAL	APROPIADO	Ref. Bibliográfica ITCB- TE-479		Construcción de viviendas		Construcción de viviendas	
PERSONAL RECOPE	CONTRATISTA S					ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	
m3		Chorreado concreto en acera de paso peatonal			4.381	3.95183					confección y colocación de concreto aceras	5.728
		Chorreado de columnas de concreto reforzado			11.43	10.30328	Colado de columnas de primer nivel	16.591	chorreado de columnas	10.86	confección y colocación de concreto columnas	4.963
		Chorreado viga corona centro médico			10.16	9.1638	Colado de viga corona	20.448	chorreado de viga corona	10.41	confección y colocación de concreto viga corona	4.813
		Colado de concreto cimentación tanque			1.778	1.603665	Colado de placa corrida cimentación	6.233			confección y colocación de concreto placa corrida	4.57
m2	Instalación de láminas de cielo raso suspendido en oficina			12.5234	9.701258			colocación de cielo	0.087			
m2	Colocación de láminas de cielo raso suspendido en oficina			3.12037	2.417185					colocación de cielo de fibrolit	1.119	

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 23. COMPARACIONES CON RENDIMIENTOS DE LA LITERATURA												
UN	ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS				OTRAS FUENTES DE RENDIMIENTO					
			PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Recopilación de rendimientos TEC					
			REAL	APROPIADO	REAL	APROPIADO	Ref. Bibliográfica ITCB- TE-479		Construcción de viviendas		Construcción de viviendas	
PERSONAL RECOPE	CONTRATISTA S					ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	
m3		Movimiento de Tierra en tanque de recuperador de livianos			1.93939	1.5023478					relleno con material de sitio para cimientos	4.99
kg		Colocación de armadura para formaleta vertical de tubería			0.79339	0.6145968	colocación de armadura de placa de cimientos	0.07235			colocación de armadura	0.102
m2		Colocación de cubierta 3x5 mts			1.06667	0.8262913	disposición de láminas de HG	0.0806	colocación de cubiertas de techo	0.022	colocación de láminas de HG	0.447
un		Colocación de bloques de 12x20x40 como formaleta para pared de zanja de 1.5 mts de profundidad					pega de bloques primer nivel	1.495	pega de bloques	0.425		
m2		Colocación de repello a pared de bloques de concreto. Segunda aplicación			0.047	0.04207863	afinado repello primer nivel	0.195	repello quemado	0.241	afinado de paredes	0.159

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Tiempos muertos y salarios

Con base en los tiempos muertos y la inversión total que realiza la institución en el Departamento de Mantenimiento por concepto de salarios, se determinó la cantidad de dinero total gastado debido a los tiempos improductivos. Lo anterior se muestra en las siguientes figuras.

SALARIOS MENSUALES DPTO MANTENIMIENTO					
SALARIOS MENSUALES					
PUESTO TRABAJO	CANTIDAD TRABAJADORES	SALARIO MENSUAL	SALARIO DIARIO TOTAL POR PUESTO	SALARIO POR HORA TOTAL POR PUESTO	
Operario Mantenimiento 1	6	286899	66207.46	8275.933	CANTIDAD TRABAJADORES: 25 SALARIO TOTAL POR DIA: 242146.7 PROMEDIO SALARIO POR HORA por trabajador: 1210.733 [ESCRIBIR] [CALCULAR] [INSERTAR] [LIMPIAR] [CERRAR]
Operario Mantenimiento 2	3	330913	38182.27	4772.784	
Auxiliar Obras	7	223855	60268.65	7533.582	
Misceláneo	9	223855	77488.27	9686.033	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 16. Puestos de trabajo, salarios mensuales y cantidad de personas por puesto, además del salario total por día pagado al Departamento.

ANÁLISIS DE TIEMPOS MUERTOS						
PÉRDIDA POR CONCEPTO DE SALARIOS						
DETALLE	TIEMPO REAL (min)	TIEMPO REAL (horas)	TIEMPO ADECUADO (min)	TIEMPO ADECUADO (horas)	DIFERENCIA (horas)	
Cafe mañana	30	0.5	15	0.25	0.25	TIEMPO TOTAL DIFERENCIA (horas): 1.333333
Almuerzo	60	1	40	0.666667	0.333333	SALARIO TOTAL POR DIA: 242146.7
Solicitud de materiales	15	0.25	15	0.25	0	% de tiempos anormales: 16.66667
Entrega de materiales	30	0.5	15	0.25	0.25	CANTIDAD TRABAJADORES: 25
Transporte de materiales	30	0.5	15	0.25	0.25	PROMEDIO SALARIO POR HORA por trabajador: 1210.733
Transporte de personal	5	8.333334E	5	8.333334E	0	PERDIDAS DIARIAS POR CONCEPTO DE SALARIOS: 40357.77
Servicio sanitario	5	8.333334E	5	8.333334E	0	PERDIDAS MENSUALES POR CONCEPTO DE SALARIOS: 1049301.90
Descansos	10	0.166667	10	0.166667	0	PERDIDAS ANUALES POR CONCEPTO DE SALARIOS: 12591622.8
Introducción al personal no capacitado	20	0.333333	5	8.333334E	0.25	
	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 17. Pérdidas diarias, mensuales y anuales por concepto de salarios pagados al departamento de Mantenimiento.

Lo anterior, muestra que por consecuencia de los tiempos improductivos, la empresa está gastando cerca de los ¢40 357 diarios, lo que se convierte en ¢12 592 000 anuales.

A continuación en el cuadro 24 se muestra el porcentaje que corresponde esta cantidad con respecto al salario total invertido en el departamento anualmente.

CUADRO 24. PORCENTAJE SALARIO GASTADO EN TIEMPOS MUERTOS CON RESPECTO AL ANUAL				
Puesto trabajo	Cantidad Trabajadores	Salario Mensual	Salario anual	Total salario anual
Operario Mantenimiento 1	6	¢286,899.00	¢20,656,728.00	¢75,549,756.00
Operario Mantenimiento 2	3	¢330,913.00	¢11,912,868.00	
Auxiliar Obras	7	¢223,855.00	¢18,803,820.00	
Misceláneo	9	¢223,855.00	¢24,176,340.00	
Salario gastado en tiempos muertos al Dpto de Mantenimiento			¢12,591,622.80	
Salario total al año otorgado al Dpto de Mantenimiento			¢75,549,756.00	
Porcentaje de salario gastado en tiempos muertos con respecto al salario total anual			16.67%	

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

El cuadro 24 muestra que los ¢12,591,622.80 corresponden a un 16.67% del total de los salarios devengados durante el año al departamento de mantenimiento. En el mismo cuadro también se muestra que dicho total corresponde a unos ¢75,549,756.00.

Posteriormente, en el cuadro 25 se muestra el aumento porcentual de los rendimientos de las actividades similares entre funcionarios y contratistas. En otras palabras, que tan grandes son los valores numéricos de los rendimientos de los funcionarios con respecto de los contratistas, para actividades similares.

CUADRO 25. DIFERENCIAS RENDIMIENTOS FUNCIONARIOS-CONTRATISTAS								
Uidad	ACTIVIDAD		RENDIMIENTOS PROYECTO				Aumento del rendimiento (%)	
	Funcionario	Contratista	PERSONAL RECOPE		CONTRATISTAS		Real	Teórico
			Real	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico
m3	Chorroado paredes zanja de tubería de recuperación de livianos	Chorroado de concreto en pared de zanja	11.636	9.014	5.333	4.811	118.18%	87.36%
m2	Pintura de oficina area administrativa	Pintura de paredes para acabado final	3.704	2.870	0.217	0.196	1603.97%	1364.10%
m3	Excavación para descubrir tuberías en area offsite	Excavación de zanja de 1.5x1.5 mt de sección por 5 mts de profundidad para colocación de tuberías	25.212	19.531	21.769	19.637	15.82%	0.54%
	Excavación zanja para instalar tubería mecaptanos	Excavación de zanja para pintar tubería zona LPG	4.242	3.286	2.540	2.291	67.05%	43.45%

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Para la actividad referente a chorreado de un mismo elemento, bajo condiciones similares, se muestra que los funcionarios aumentaron en un 118% los rendimientos presentados por los contratistas, bajo el rendimiento de tipo "real". Y para una actividad como Excavación de zanjas, se muestran aumentos del 67% y 43% para los rendimientos "reales" y "teóricos" respectivamente.

Análisis de los resultados

El gráfico de la Figura 7 muestra que prácticamente más de la mitad de las actividades observadas dentro de la refinería corresponden a contratistas. Este comportamiento refleja el mayor flujo de trabajo que ellos presentan con respecto a los funcionarios, debido a la necesidad de las empresas privadas de ejecutar la mayor cantidad de labores para poder lucrar más. En cambio, los funcionarios, al estar sometidos a un horario fijo de trabajo, así como a un pago salarial fijo mensual, sus puestos son más estables por lo tanto se crea un sentimiento de conformidad, lo que repercute en la cantidad de trabajo que realizan, y donde se refleja en los datos mencionados anteriormente.

Por otro lado, durante el periodo de toma de datos, se determina mediante el Cuadro 14 que el 63.22% de las actividades se desarrollaron en un clima soleado, lo cual es un factor importante a la hora de analizar los rendimientos; porque las temperaturas típicas de la zona, influyen para que los trabajadores necesiten más tiempo de lo normal para desarrollar sus actividades. Además, al no suministrarles la hidratación necesaria, puede influir en la productividad ya que sus habilidades corporales se ven disminuidas, lo que significa en generación de más tiempos improductivos en recuperar fuerzas.

Por otro lado, según la Figura 9, la mayor parte de las observaciones se realizaron entre los días miércoles y jueves de la semana, esto con el fin de evitar la toma de datos en el inicio y al final de la semana, donde los rendimientos se afectan más; porque los lunes es cuando se presenta comúnmente un mayor flujo de trabajo; mientras que los viernes ocurre lo contrario, en donde el flujo es menor de lo normal, debido a la cercanía de descanso del fin de semana. Con igual consideración se trató de determinar la hora de toma de datos durante el día, lo que muestra el Cuadro 15, donde más de la mitad de la toma de

datos se realizó entre las 9 de la mañana y las 11 y 30. Con esto se procura evitar las mediciones de inicios y finales del día, cuando los rendimientos pueden variar con respecto del rendimiento real, debido a las causas anteriores.

Posteriormente los factores de tiempos muertos; tanto para funcionarios como para contratistas tienen sus diferencias. Según los resultados expresados en las Figuras 10 y 11, se observa que el factor de tiempo muerto de los funcionarios corresponde a un 74.5%, lo que significa que las horas hombre necesarias para ejecutar un trabajo aumenta en ese porcentaje, con respecto de los rendimientos originales en los cuales no se toma en cuenta este factor. Si se analiza con el factor de tiempo muerto teórico, (el cual considera los tiempos estipulados en la Convención Colectiva de la Refinería, Artículo 23) este ronda los 35.21% y se observa que prácticamente los tiempos muertos propuestos se duplican por parte de los mismos funcionarios. Esto quiere decir que para la hora de almuerzo; por ejemplo, en vez de que el personal utilice los 30 minutos de reglamento, se utilice prácticamente el doble del tiempo.

Analizando el factor de tiempo muerto de los contratistas, se observa que los minutos que consumen por actividades improductivas son menores, que los utilizados por los funcionarios, dando como resultado un factor de tiempo muerto real igual a 37.14%; mientras que el factor de tiempo muerto teórico es de 23.71%.

Con base en lo anterior y en comparación con los factores de tiempo muerto de los funcionarios, se muestra que los contratistas aprovechan el tiempo de trabajo el doble de los funcionarios, cuando se comparan los f.t.m. reales de 74% y 37%. Por lo que a partir de aquí es muy importante empezar a analizar la influencia del sindicalismo a los que están sometidos los funcionarios; situación muy diferente a la que se encuentran sometidos los

contratistas, en donde sus puestos de trabajo están más propensos a presentar despidos debido a las condiciones laborales propias de una empresa privada.

Por lo tanto, para que los mismos contratistas puedan conservar su trabajo, deben ofrecer un mayor desempeño en sus labores; con el fin de que los dueños o representantes de la empresa no tomen acciones de despido. Situación muy diferente en la que se encuentran los funcionarios de RECOPE, donde sus puestos son estables debido a los reglamentos internos.

Una vez determinados los factores de tiempos muertos, se determinaron los rendimientos correspondientes a las actividades observadas en el periodo de práctica. Para el caso de los funcionarios de la Refinería, el gráfico de la Figura 12 muestra los rendimientos obtenidos por cada tipo de actividad. Como se observa, el gráfico de los rendimientos reales se encuentra por encima del de rendimientos teóricos; esto debido a la diferencia entre los factores de tiempos muertos reales y teóricos. Si se compara con el gráfico de la Figura 13, donde se muestran los mismos tipos de datos; pero para el caso de los contratistas, se observa que los rendimientos reales se encuentran más cercanos a los rendimientos teóricos, lo cual indica que los contratistas invierten menos minutos por cada tiempo muerto y sacan un mayor provecho de la jornada laboral, a diferencia de los funcionarios de RECOPE.

Con respecto de los rendimientos históricos calculados tanto para funcionarios como para los contratistas, se observa toda clase de valores, los cuales algunos sobrepasan las 1000 horas-hombre por unidad. Se debe recordar que los datos que surgieron para determinar estos rendimientos, no son tan exactos si se hubieran tomado directamente. Por ejemplo, en el caso de los funcionarios, en el momento de ir a medir el trabajo realizado, en la Orden de trabajo se muestra el nombre del equipo o zona intervenida; sin embargo, es diferente la medida tomada por este servidor en el trabajo realizado, esto debido a que cuando no están en la zona en el momento de la ejecución del trabajo, siempre van a existir diferencias entre lo que se considera trabajado y lo que realmente se trabajó.

Por otro lado, los tiempos totales por actividad no solamente son los tiempos totales de trabajo; porque involucran tiempo desde que la orden fue enviada al Departamento de

Mantenimiento, hasta que fue cerrada en la Unidad de Programación y Control. Por lo tanto, cuando una orden de trabajo es enviada al Departamento para ser ejecutada, esta debe esperar a que otras órdenes de trabajo que tienen prioridad se ejecuten primero hasta que esta se lleve a cabo, lo cual genera tiempos que no son necesariamente los indicados para ejecutar la orden dada. Con respecto de los contratistas, se presenta la misma limitante en cuanto a la no presencia a la hora de tomar los datos; porque aunque los informes del Departamento de Conservación y Pintura (ejemplo Anexo 1) presentan los equipos intervenidos, algunas áreas no fueron correctamente determinadas. Sin embargo, los tiempos y la cantidad de personas por orden de trabajo se explican con detalle en tales informes, y se le da más valor confiable a los datos obtenidos (ejemplo Anexo 2).

Por otro lado, la productividad funciona como otro indicador para fundamentar la diferencia entre los rendimientos. En el caso de la Figura 14, se muestran los resultados de la productividad, aplicando la teoría Work Sampling como la de Five Minutes Rating, para actividades ejecutadas por los funcionarios. Analizando dicha gráfica, los datos de productividad entre uno y otro método no poseen rangos grandes de variación. Prácticamente, los dos métodos siguen una misma tendencia, a diferencia de la Actividad 34, donde se muestra un mayor cambio en la productividad entre uno y otro método de un 30% aproximadamente. Como se observa en esta gráfica, la línea promedio de productividad ronda entre el 50% y el 70%, lo cual significa que se ha necesitado prácticamente el doble de insumos de los que debe consumir una actividad determinada para producir un mismo resultado. Esta información coincide con los factores de tiempos muertos de los funcionarios y demuestra que prácticamente la mitad de la jornada laboral (3.41 horas) se invierte en tiempos muertos, de los cuales casi dos horas son tiempos improductivos.

En cuanto al gráfico de la Figura 15, se observa un comportamiento distinto de la productividad de los contratistas comparada con la de los funcionarios de RECOPE. La tendencia tanto del método Five Minutes Rating como de Work Sampling se mantiene constante en valores alrededor del 90%, lo que demuestra un ritmo de trabajo superior al de los funcionarios. Esto demuestra una vez más las necesidades que

tienen los contratistas de conservar sus trabajos y realizarlos de la forma más rápida posible y con la mayor calidad para obtener una mejor utilidad en el final del periodo.

En cuanto al promedio de productividad, por cada módulo de ejecución, se observan en el Cuadro 18 las diferencias entre ellos, y el promedio de 62% es para los funcionarios y de 90% para los contratistas. La institución pública tiene sus beneficios desde el punto de vista de los trabajadores, sobre la empresa privada y es un fuerte movimiento sindical detrás de cada puesto de trabajo. Sin embargo, las empresas privadas, por sus condiciones de contratación y formas de lucro, se ven obligadas a obtener una utilidad de acuerdo con los trabajos que realizan y generan la mayor cantidad de resultados con los menores insumos posibles.

Como parte de los resultados, en los Cuadros 19, 20 y 21 se presentó la comparación de rendimientos entre actividades similares ejecutadas, tanto por contratistas como por el personal de RECOPE, según las observaciones realizadas. Por ejemplo, en la parte superior de la tabla, en las actividades que corresponden a colado de concreto, las dos actividades observadas por parte de los funcionarios coinciden en sus características con la descrita por el contratista correspondiente. En este caso se muestran las diferencias de rendimientos entre: 11.6 y 15.8 h-h/m³ (h-h: horas hombre), mientras que el de los contratistas ronda los 5.33 h-h/m³, lo cual indica que RECOPE invierte para colocar un metro cúbico de concreto, hasta tres veces más tiempo para un funcionario que para un contratista, en condiciones similares de trabajo, que en este caso es el recubrimiento interno de una zanja en nivel de calle.

En relación con las actividades de pintura de superficies de concreto y similares, se observa una diferencia entre los rendimientos de los funcionarios y los contratistas. Para pintar un metro cuadrado de superficie de concreto, se necesita 3.7 horas por trabajador (3.7 h-h /m²); caso contrario con los contratistas en donde se necesita entre 0.02 y 0.2 h-h /m², utilizando los mismos equipos y materiales.

Con respecto de las excavaciones, también existen diferencias entre los funcionarios y los contratistas; porque las realizadas por los primeros tienen rendimientos entre 4.2 y 8.1 h-h /m³, mientras que las realizadas por los contratistas tienen rendimientos entre 2.2 y 2.5 h-

h /m³, lo que muestra diferencias hasta tres veces mayores. Existen otros factores que igualmente influyen en estas diferencias. En nivel interno, los funcionarios del Departamento de Mantenimiento poseen ciertas dificultades para obtener los materiales necesarios para ejecutar las labores, lo que repercute en los cálculos de los factores de tiempos muertos; además de que a la hora de ejecutar las labores, se han presentado diversos inconvenientes; como por ejemplo, un trabajo deficiente por parte de los mismos funcionarios, lo que genera disgustos, inconvenientes y por consiguiente pérdidas de tiempo. Lo anterior se puede analizar en el sentido de que parte del personal del Departamento de Mantenimiento no posee las habilidades suficientes para realizar determinados trabajos, lo que además genera pérdidas de tiempo mientras se capacita a dicho personal.

Para corroborar los rendimientos expresados anteriormente, se realizaron comparaciones con rendimientos encontrados en proyectos de tesis anteriormente realizadas, para la Escuela de Ingeniería en Construcción, los cuales cuando se realiza la comparación y muestran en los mismos Cuadros 19, 20 y 21, presentan valores muy aproximados a los calculados dentro de la Refinería. Por ejemplo, para la primeras actividades reflejadas en la parte superior de la tabla, las cuales hablan de colado de concreto en elementos bajo nivel de calle, se observan rendimientos en la teoría de entre 3.6 y 4.8 h-h /m³; mientras que las actividades similares observadas rondan los 5.3 y 11.6 h-h /m³. Para esto, se utilizaron rendimientos, tanto de la Referencia Bibliográfica ITCR: TF-479, como de datos encontrados en el folleto "Rendimientos de Mano de Obra", el cual es una recopilación del Ing. Eduardo Paniagua M, como parte del material que lanza la Escuela de Ingeniería en Construcción para sus estudiantes.

En referencia con los mismos Cuadros 19, 20 y 21, las actividades encontradas en la literatura muestran rendimientos de 0.08 y 0.41 h-h /m² ("Rendimientos de Mano de Obra"), en comparación con las actividades observadas, las cuales se asemejan a los rendimientos de los contratistas, con la mayor similitud de características entre ellas. Además, las actividades del mismo Cuadro correspondientes a las Excavaciones, muestran rendimientos similares a los encontrados en la literatura.

Cuando se comparan las excavaciones de tipo manual, se observa que los rendimientos encontrados en el folleto "Rendimientos de Mano de Obra" rondan entre el 3.77 y 5.66 h-h /m3, similar a las actividades observadas, las cuales también fueron de tipo manual, debido a la complejidad de tuberías enterradas dentro de toda la Refinería, y que no existen planos de ellas, como para programar excavaciones con equipo más especializado.

Es importante mencionar, que una limitación constante de las actividades ejecutadas dentro de la Refinería, consiste en las condiciones de seguridad que se deben acatar. RECOPE utiliza muchos tipos de productos, los cuales en su mayoría son combustibles y/o inflamables; ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso. Para trasegar estos productos de un lugar a otro, se necesitan tuberías de dimensiones variadas, las cuales se observan a simple vista. Sin embargo, existen otras tuberías que además de estos productos, contienen cables de alta tensión, lo cual hace extremadamente delicadas las diferentes actividades de excavación.

Como otra limitante, se encuentran los tipos de vestimentas y equipos de seguridad que los trabajadores; tanto contratistas como funcionarios, deben usar dentro de la Refinería, y en combinación con las altas temperaturas producto del clima predominante y de las temperaturas de las mismas tuberías y equipos, hace que esta vestimenta proteja; pero genere mucha deshidratación en estos trabajadores, lo cual hace que los rendimientos se vean afectados de forma negativa en comparación con rendimientos tomados en otras zonas del país con las mismas condiciones. Por otro lado, por no contar con los equipos adecuados en algunas ocasiones, genera que se necesite más tiempo para ejecutar labores. Según el Ing. Julio Rivera Mata, supervisor del Departamento de Conservación y Pintura de la Refinería, un equipo más eficiente entre su personal puede traer un beneficio en el rendimiento de hasta un 50% aproximadamente, generando así mas flujo de trabajo y de esta manera ahorrar en inversión por concepto de salarios.

Analizando los Cuadros 22 y 23, se observan otras actividades observadas, tanto por los funcionarios como por los contratistas que no se pueden comparar entre ellas debido a las diferencias en sus características de ejecución;

pero que se encontraron en la misma literatura actividades similares y sus respectivos rendimientos. Eso con el fin de darle validez a los rendimientos calculados. Por ejemplo, para el chorreado de una viga corona, el rendimiento de los contratistas ronda el 10.15 h-h /m3; mientras que para una actividad similar encontrada en la ITCR: TF-479, se observa un rendimiento de 20.44 h-h /m3, y para actividades encontradas en "Rendimientos de Mano de Obra", se observan rendimientos 10.41 y 4.83 h-h /m3. También para la colocación de una cubierta de HG, los funcionarios de RECOPE reflejaron un rendimiento de 1.06 h-h /m2; mientras que los datos reflejados en la literatura reflejan rendimientos entre el 0.08 y 0.4 h-h /m2, con características similares.

Ahora, analizando los tiempos muertos y las inversiones en salarios, los resultados muestran que la diferencia entre los tiempos muertos reales y los teóricos, existe una diferencia de 1.33 horas por día; por lo que, en conjunto con la cantidad de trabajadores y el salario pagado total diario del Departamento de Mantenimiento, se observa una pérdida anual en salarios de casi doce millones seiscientos mil colones (¢12 591 622,8). Según las observaciones realizadas, las acciones como: tomar 20 minutos más para el almuerzo, hablar sobre temas innecesarios en horas de trabajo, capacitar al personal no preparado y la espera por materiales genera como mínimo estas pérdidas, por concepto de salarios en el Departamento.

Por otro lado, y analizando el mismo tema de las pérdidas por concepto de salarios debido a tiempos muertos, según el Cuadro 24, estos 12 millones corresponden al 16.67% del total de salarios pagados al año en el departamento. Lo que quiere decir que prácticamente una quita de la parte del presupuesto del departamento que posee anualmente por concepto de salarios se podría economizar si se desarrollan programas de control de tiempos muertos, una mejor supervisión y procurar mayor flujo de trabajo.

Observando el Cuadro 25, se observa que los funcionarios prácticamente duplican los rendimientos de los contratistas, para actividades similares. Por ejemplo, para la actividad de chorreado de concreto, el aumento en rendimientos de tipo "real" se observa que prácticamente es un 119% con respecto al

rendimiento presentado por el contratista en una actividad similar. Este dato demuestra en comportamiento de este cuadro, al igual que los datos analizados durante este proyecto, en donde los funcionarios necesitan de más horas hombre para ejecutar una unidad de trabajo, debido a que los contratistas disponen de mejores equipos de trabajo y más personal a cargo.

Analizando otro dato de este cuadro, se observa las diferencias que existen en las actividades sobre pintura de superficies, las diferencias superan los 1000%. Esto se debe al desperdicio de tiempo que los funcionarios presentaron durante esta actividad, además del equipo que usaron para la labor, a diferencia de los contratistas, que poseen equipo más eficientes y personal más capacitado.

Por otro lado, las actividades de excavación poseen diferencias en sus rendimientos más pequeñas. Esto debido a que el equipo con que cuentan ambas modalidades de ejecución es prácticamente el mismo, es decir, equipo manual como pala y pico. Esto debido a que las excavaciones deben ser manuales dentro de todo el plantel por las condiciones de seguridad que existen en la refinería.

Conclusiones

Después de obtener los valores de rendimientos y analizar los resultados correspondientes, se llegó a las siguientes conclusiones.

- La modalidad de ejecución se considera como el factor fundamental durante el desarrollo del proyecto, ya que los funcionarios poseen mayor estabilidad laboral que los contratistas, por lo que estos últimos deben presentar mayor avance en sus labores. De lo contrario, podrían ser removidos de sus puestos con mayor facilidad que un funcionario de RECOPE, donde poseen un respaldo sindical.
- Los rendimientos obtenidos se relacionan directamente con los datos de productividad por actividad, lo que significa que entre más horas hombre se necesiten para desarrollar un trabajo, menor será la productividad de esta actividad.
- El promedio de productividad para la modalidad de funcionarios de RECOPE es de 62 %; mientras que este mismo promedio para la modalidad de contratistas es de 90%, lo que indica que la eficiencia de los contratistas es mayor con respecto de la de los funcionarios, aprovechando mejor los recursos de mano de obra y equipo para generar mejores productos.
- Los rendimientos de actividades similares entre contratistas y funcionarios presentan diferencias en sus valores, y la de estos últimos es numéricamente mayor que la de los contratistas, lo cual significa que necesitan más tiempo por trabajador, para llevar a cabo el trabajo respectivo. Lo anterior debido a las modalidades de ejecución a las cuales se sujetan cada grupo de trabajo.
- Los funcionarios de RECOPE quienes trabajan en la Unidad de Mantenimiento, están experimentando un factor de tiempo muerto real igual al 74%, cuando el factor de tiempo muerto teórico debe ser de un 35%, lo que significa que prácticamente se están duplicando los tiempos muertos (expuestos en la Convención Colectiva) como consecuencia de una falta de control de los mismos.
- Los contratistas que realizan sus labores dentro de la Refinería experimentan un factor de tiempo muerto real igual al 37%, cuando el factor de tiempo muerto teórico debería ser de un 23%, lo que significa que están aumentando los tiempos muertos en un 14% con respecto de los estipulados en los reglamentos internos de la empresa privada.
- El departamento de Mantenimiento se ve afectado por la falta de materiales, para ejecutar trabajos y el trámite burocrático para adquirirlos, lo cual se refleja en la baja productividad que se obtuvo, así como también en el aumento de horas hombre para ejecutar un trabajo.
- Cuando se comparan los rendimientos obtenidos en el campo, tanto de las actividades de contratistas como de funcionarios, con los encontrados en la literatura, se observa que existen aproximaciones en sus valores, lo que justifica el buen cálculo e interpretación de la información inicial.
- De los datos obtenidos mediante este proyecto, se estimó que aproximadamente 12 millones de colones podrían economizarse si se diseñan y planifican bien las actividades, y si se tiene más control en los tiempos muertos, responsabilidad que recae en el supervisor (materia expuesta en el Marco Teórico).
- Si se ajustan los tiempos muertos actuales de los funcionarios a los tiempos

estipulados en la Convención Colectiva de la Refinería, los rendimientos se pueden mejorar, aumentando la agilización de las obras y hasta se puede tomar la decisión de disminuir la planilla del Departamento.

- Un mejor equipo de trabajo puede aportar en la disminución de los tiempos de ejecución por trabajador, favoreciendo: una mayor productividad, el consumo de menos insumos y por consiguiente un mayor ahorro para RECOPE, en su presupuesto para el Departamento de Mantenimiento.
- Los datos de productividad concuerdan con los datos de rendimientos obtenidos, en el sentido de que a mayores niveles de productividad, menos horas hombre son necesarias para ejecutar una unidad específica de trabajo. Esto debido a que existe un flujo mayor de labores, disminuyendo el tiempo de ejecución de obras, y por consiguiente aumentando la cantidad y calidad de obras con los mismos recursos.
- Los rendimientos históricos determinados se basaron en datos registrados en las bases de datos, los cuales no fueron extraídos directamente del campo, lo que crea cierta desconfianza en sus valores ya que carecen de juicio del observador.
- El 63% de las actividades se desarrollaron en un clima soleado, y junto con las temperaturas propias de la zona, incide significativamente en los rendimientos y en la productividad de los trabajadores, los cuales no poseen una adecuada hidratación a la hora de desarrollar los trabajos.
- Los rendimientos analizados muestran la diferencia sustancial en tiempos de ejecución entre funcionarios de RECOPE y contratistas para obras similares de mantenimiento dentro de la refinería, mostrando estos últimos una mayor cantidad de trabajo debido a las condiciones de trabajo en que están sujetos sus trabajadores.
- Los rendimientos constituyen la base fundamental para la estimación de tiempos en la ejecución de obras civiles y de mantenimiento, ya que determinando la cantidad de personas que trabajarán en

una actividad y la cantidad de trabajo a realizar en esa actividad, se determina el tiempo que podría durar en ejecutarse dicha actividad

- Se determinaron que las actividades ejecutadas dentro de la Refinería son de carácter civil y de mantenimiento, tanto de funcionarios como de contratistas, como parte del plan de trabajo para no paralizar los procesos de refinación. Además la Refinería carece de un instrumento para determinación de rendimientos de sus actividades, ya que nunca se ha trabajado en este tema anteriormente.
- Para realizar las mediciones de campo, fue necesario de contar con la programación de las actividades diarias, además de contar con los instrumentos adecuados como tabla de anotaciones y reloj con cronómetro
- Al haber una faltante de rendimientos históricos de las actividades dentro de la Refinería, se procedió a determinar los rendimientos de las mismas con base en información almacenada en bases de datos de la Refinería, utilizando la teoría correspondiente de rendimientos.
- Los 12 millones gastados por concepto de tiempos muertos corresponden al 16.67% del total de salarios pagados al año en el departamento. Lo que quiere decir que prácticamente una quita de la parte del presupuesto del departamento que posee anualmente por concepto de salarios se podría economizar si se desarrollan programas de control de tiempos muertos, una mejor supervisión y procurar mayor flujo de trabajo
- El aumento en rendimientos de tipo "real" es de un 119% con respecto al rendimiento presentado por el contratista en una actividad similar de colado de concreto, lo que demuestra la falta de personal capacitado y equipo que presentan los funcionarios, sin contar la falta de disponibilidad de materiales que ellos poseen para ejecutar adecuadamente sus obras.

Recomendaciones

Con base en el trabajo realizado, se plantea las siguientes recomendaciones:

- Es importante establecer algún mecanismo para controlar más el tiempo laboral de los funcionarios de la institución, en especial el Departamento de Mantenimiento, con el fin de reducir costos debido a tiempos muertos.
- La selección de personal es de vital importancia a la hora de las contrataciones. El personal no capacitado genera costos adicionales que incluyen tiempo y recursos.
- Se deben agilizar los trámites internos para obtener el material requerido para desarrollar los trabajos correspondientes, dado que esto influye en los rendimientos de los funcionarios.
- La hidratación de los trabajadores es fundamental para ejecutar sus labores, debido a las condiciones del clima.
- El programa SAP para solicitar y comprobar la existencia de material en el Almacén, debe ser accesado a través de las diferentes unidades de mantenimiento con el fin de ahorrar tiempos en solicitud y entrega de materiales.
- Es importante en el caso de los contratistas de revisar con frecuencia el estado de los uniformes que utilizan; con el fin de conseguir un mayor rendimiento a raíz de su satisfacción personal.
- Es necesario que los equipos de planta (bombas, intercambiadores, recipientes, etc.) cuenten con un sistema de drenaje para evacuar los productos apropiadamente a la hora de abrir las válvulas. Esta acción permite un ahorro al Departamento de Mantenimiento en cuanto a labores de mantenimiento se refiere, usando menos recursos para mantener los equipos mencionados en óptimas condiciones.
- Es importante establecer el trabajo en equipo entre las diferentes unidades; con el fin de obtener un mayor rendimiento de las unidades correspondientes.
- Se debe considerar ofrecer capacitación al personal existente; con el objetivo de que en largo plazo, estos funcionarios brinden una mayor rentabilidad para la empresa y realicen sus trabajos correspondientes con la utilización de menos recursos.
- En el momento de recargar los tanques de agua potable de la Refinería, es importante que cada uno cuente con medidores externos del nivel del agua; esto con el fin de ahorrar tiempo durante el trabajo.
- Si se diseña mejor el lugar de trabajo, esto podría contribuir al mejoramiento de los rendimientos y a una mayor productividad, ya que las herramientas estarían más al fácil alcance de los trabajadores, disminuyendo tiempos innecesarios.
- El mantener el área de trabajo limpia y ordenada resulta beneficioso para la Refinería; porque ayuda a los trabajadores a realizar una mejor calidad de trabajo, considerando a la vez un ahorro en los recursos. Por lo tanto, se deben plantear programas que lleven a apreciar la institución y sus beneficios, y a la vez que los empleados recapaciten, sobre cómo pueden corresponder cada uno con un mejor trabajo.
- Se recomienda colocar un buzón de sugerencias, quejas, o felicitaciones sobre cómo mejorar los procesos internos; porque se optimizan mejor los recursos y el tiempo requerido, para ejecutar las diferentes obras.
- Revisar y proponer un formato de órdenes de trabajo; de tal forma que puedan ser mejor redactadas e

interpretadas por el personal de la empresa.

- Es necesario considerar los colores de la vestimenta de los trabajadores, ya que colores muy oscuros absorben más los rayos solares y por consiguiente genera más deshidratación.

Apéndice

- a. **Apéndice 1:** Descripción de algunas de las actividades observadas en el campo.
- b. **Apéndice 2:** Encuesta elaborada a trabajadores de diferentes aéreas para conocer condiciones actuales
- c. **Apéndice 3:** Formularios para recolección de datos de productividad WORK SAMPLING y FIVE MINUTES RATING.
- d. **Apéndice 4:** Tablas sobre información para determinar rendimientos teóricos de la Unidad de Conservación y Pintura.
- e. **Apéndice 5:** Formulario realizado en Visual Basic para el cálculo de áreas de equipos y zonas las cuales fueron tratadas por el Departamento de Conservación y Pintura.
- f. **Apéndice 6:** Imágenes de cada una de las actividades observadas en campo.
- g. **Apéndice 7:** análisis FODA de RECOPE.

Apéndice 1:

Descripción de algunas de las actividades observadas en el campo,
(el resto de actividades se encuentran en la Sección de Resultados)

CUADRO 26: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 26 Y 27										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	26					27				
Nombre de Actividad	Aplicación 2da. mano pintura a tubería diámetro 8 pulg. externo					Lavado de tuberías de 4 pulg 1/2 diámetro				
Fecha registro	25/08/2011					25/08/2011				
Estado tiempo	Soleado					Soleado				
Día de la semana	Jueves					Jueves				
Hora	08:00					08:25				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Pintura tubería 8 pulg. diámetro externo. Aplicación segunda mano					Lavado de cuatro tuberías en conjunto. Tubería en muy buen estado, Incluye restregar y lavar.				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, diluyente					Jabón líquido, agua				
Herramientas utilizadas	2 rodillos, 1 cubeta					1 cubeta, esponjas, manguera 1 pulg 3/4 diámetro				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	2					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	08:02	08:04	08:06	08:08	08:10	08:34	08:35	08:36	08:37	8:38
Fin	08:04	08:06	08:08	08:10	08:12	08:35	08:36	08:37	08:38	8:39
Tiempo transcurrido (hrs.)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
Cantidad trabajo realizado	4	4	2	1.5	1.5	2	2	2	2	4
Unidades	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml	ml
Rendimiento	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Media aritmética (hr-peón/un)	0.031					0.008				
Desviación estándar	0.011					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.363					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.043					0.011				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.039					0.010				
Productividad Work Sampling (%)	89.840					100.000				
Productividad Five Minutes Rating (%)	70.000					84.610				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 27: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 16 Y 10										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	16					10				
Nombre de Actividad	Pintura de tubería de 16 pulg diámetro externo					Excavación de zanja para pintar tubería zona LPG				
Fecha registro	22/08/2011					16/08/2011				
Estado tiempo	Soleado					Nublado				
Día de la semana	Lunes					Martes				
Hora	13:30					09:40				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Aplicación pintura blanca acrílica sobre pintura base (primera mano)					Excavación para exponer tubería para pintar. Terreno granular. Presencia de gases. Zanja 0.70x0.25x10 m				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, diluyente									
Herramientas utilizadas	1 Rodillo pintura, bandeja pintura					1 pala, 1 pico				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					2				
Cantidad pintores	1					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:33	13:35	13:37	13:39	13:41	09:45	09:50	09:55	10:00	10:05
Fin	13:35	13:37	13:39	13:41	13:43	09:50	09:55	10:00	10:05	10:10
Tiempo transcurrido (hrs.)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852
Cantidad trabajo realizado	1	1	0.3	0.5	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Unidades	ml	ml	ml	ml	ml	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	0.03	0.03	0.11	0.07	0.03	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
Media aritmética (hr-peón/un)	0.042					1.852				
Desviación estándar	0.014					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.346					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.057					2.540				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.052					2.291				
Productividad Work Sampling (%)						61.840				
Productividad Five Minutes Rating (%)										

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 28: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 28 Y 39										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	28					39				
Nombre de Actividad	Aplicación de pintura base tubería 6 pulg ½. diámetro externo					Preparación flanjer zona LPG de 8 pulg. diámetro máximo				
Fecha registro	25/08/2011					31/08/2011				
Estado tiempo	Nublado					Soleado				
Día de la semana	Jueves					Miércoles				
Hora	09:49					10:11				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Colocación de pintura base color roja a tubería previamente preparada					Raspado, lijado y pintado flanjer con pintura base. Presencia de 40% de oxido				
Materiales utilizados	Pintura base acrílica roja, diluyente					Pintura base acrílica roja, diluyente				
Herramientas utilizadas	Brocha 2 pulgadas					1 cepillo, 1 espátula, 1 lija, 1 brocha				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	2					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	10:02	10:05	10:08	10:11	10:14	10:15	10:45	12:55	13:25	
Fin	10:05	10:08	10:11	10:14	10:17	10:45	11:15	13:25	13:55	
Tiempo transcurrido (hra.)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.500	0.500	0.500	0.500	
Cantidad trabajo realizado	2	3	1.9	1.5	1.5	1	1	1	1	
Unidades	ml	ml	ml	ml	ml	un	un	un	un	
Rendimiento	0.05	0.03	0.05	0.07	0.07	0.50	0.50	0.50	0.50	
Media aritmética (hr-peón/un)	0.051					0.500				
Desviación estándar	0.001					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.026					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.070					0.686				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.063					0.619				
Productividad Work Sampling (%)	94.180					90.990				
Productividad Five Minutes Rating (%)	96.150									

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 29: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 40 Y 41										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	40					41				
Nombre de Actividad	Aplicación recubrimiento a tubería 10 pulg. diámetro externo					Aplicación de recubrimiento de flanger 16 pulg. diámetro mayor				
Fecha registro	31/08/2011					31/08/2011				
Estado tiempo	Nublado					Nublado				
Día de la semana	Miércoles					Miércoles				
Hora	10:50					11:01				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Aplicación primera mano recubrimiento, incluye previa preparación					aplicación de recubrimiento a flanger previamente preparado con pintura base				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, diluyente					Pintura blanca acrílica, diluyente				
Herramientas utilizadas	1 brocha 1 pulg., 1 cepillo, 1 lija, 1 espátula					Brocha 1 pulgada				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	10:51	10:55	10:59	11:03	11:07	11:01	11:06	11:11	11:16	11:21
Fin	10:55	10:59	11:03	11:07	11:11	11:06	11:11	11:16	11:21	11:26
Tiempo transcurrido (hra.)	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.0833	0.0833	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Unidades	ml	ml	ml	ml	ml	un	un	un	un	un
Rendimiento	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Media aritmética (hr-peon/un)	0.222					0.417				
Desviación estándar	0.000					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.000				
Rendimiento real (hr-peon/un)	0.305					0.571				
Rendimiento teórico (hr-peon/un)	0.275					0.515				
Productividad Work Sampling (%)	100.000									
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000									

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 30: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 7 Y 8										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	7					8				
Nombre de Actividad	Colado de concreto, cimentación tanque almacenamiento crudo					Chorroado viga corona en el Centro Médico de la Refinería				
Fecha registro	09/08/2011					17/08/2011				
Estado tiempo	Soleado					Soleado				
Día de la semana	Martes					Miércoles				
Hora	12:40					08:30				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Trata de llevar concreto mezclado desde batidora hasta zona de colocación. Incluye vibrado y acabado con llanetas					Se chorrea viga corona del Centro Médico. Altura sobre el suelo 3 mts. Sección viga de 12x50 cm				
Materiales utilizados	Concreto premezclado					Concreto y agregados				
Herramientas utilizadas	1 llaneta 4 carretillos					2 palas, 1 carretillo, cajones de madera 30x30x30, baldes de agua				
Equipo utilizado	1 vibrador					1 vibrador, 1 batidora dos sacos				
Cantidad operarios	3					2				
Cantidad peones	4					2				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	14:00	14:01	14:02	14:03	14:04	08:50	09:00	09:10	09:30	
Fin	14:01	14:02	14:03	14:04	14:05	09:00	09:10	09:20	09:40	
Tiempo transcurrido (hrs.)	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.1667	0.1667	0.167	0.167	
Cantidad trabajo realizado	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41
Media aritmética (hr-peón/un)	1.296					7.407				
Desviación estándar	0.000					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	1.778					10.159				
Rendimiento técnico (hr-peón/un)	1.604					9.164				
Productividad Work Sampling (%)										
Productividad Five Minutes Rating (%)										

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 31: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 49 Y 47										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	49					47				
Nombre de Actividad	Aplicación de pintura a cilindro GE-2402-A					Pintura de perlin. Primera mano				
Fecha registro	07/09/2011					06/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Soleado				
Día de la semana	Miércoles					Martes				
Hora	08:35					10:06				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Aplicación de recubrimiento. Área de planta. Cilindro horizontal a un metro del suelo. Diámetro de 0.5 mts.					Perlin a 2.85 mts. de altura. Perlin 2 ^o por 7 ^o tipo I. Primera mano sobre pintura base				
Materiales utilizados	Pintura alta temperatura (aceite), diluyente					Pintura acrílica gris, disolvente para pintura				
Herramientas utilizadas	Rodillo, cubeta					Escalera, rodillo 2 pulgadas, cubeta				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	09:50	09:55	10:00	10:05	10:10	10:20	10:25	10:30	10:35	10:40
Fin	09:55	10:00	10:05	10:10	10:15	10:25	10:30	10:35	10:40	10:45
Tiempo transcurrido (hra.)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.0833	0.0833	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	0.635	0.508	0.254	0.381	0.635	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	ml	ml	ml	ml	ml
Rendimiento	0.13	0.16	0.33	0.22	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Media aritmética (hr-peón/un)	0.195					0.167				
Desviación estándar	0.074					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.380					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.267					0.229				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.241					0.206				
Productividad Work Sampling (%)	100					98.000				
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000					96.500				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 32: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 15 Y 50										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	15					50				
Nombre de Actividad	Construcción formaleta para cimentación tanque					Chorroado de columnas de concreto reforzado				
Fecha registro	17/08/2011					29/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Soleado-bajo techo				
Día de la semana	Miércoles					Jueves				
Hora	09:25					10:33				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Construcción de formaleta vertical para cimentación tanque. Formaleta de 70cm. de altura					Se chorrean columnas de 2.1 metros de altura. Incluye mezcla con batidora, colocado de concreto y eliminación de vacíos con varilla y vibrador. Zona de mezcla a 10 mts.				
Materiales utilizados	Madera (playwood 1 cm espesor, reglas de 1"x3" y 2"x5"), clavos					Cemento, arena, piedra, agua				
Herramientas utilizadas	Martillo, niveles, varilla					1 varilla, 2 palas, 1 carretillo, 2 baldes, manguera				
Equipo utilizado	Sierra para madera, cinta métrica					1 batidora dos sacos, 1 vibrador				
Cantidad operarios	3					2				
Cantidad peones	2					3				
Cantidad pintores	0					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	09:35	09:45	09:55	10:05	10:15	10:40	10:45	10:50	10:55	11:00
Fin	09:45	09:55	10:05	10:15	10:25	10:45	10:50	10:55	11:00	11:05
Tiempo transcurrido (hrs.)	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.0833	0.0833	0.083	0.083	0.083
Cantidad trabajo realizado	0.49	0.455	0.525	0.49	0.504	0.048	0.048	0.06	0.048	0.048
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	1.70	1.83	1.59	1.70	1.65	8.6806	8.6806	6.944	8.681	8.681
Media aritmética (hr-peón/un)	1.695					8.333				
Desviación estándar	0.080					0.311				
Coefficiente de variación (%)	0.047					0.037				
Rendimiento real (hr-peón/un)	2.324					11.429				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	2.097					10.309				
Productividad Work Sampling (%)						85.890				
Productividad Five Minutes Rating (%)						75.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 33: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 51 Y 52										
	ACTIVIDADES									
Numero de Actividad	51					52				
Nombre de Actividad	Pintura de perlin tipo I					Preparación y pintura a dos manos de Tubería de 14 pulgadas diámetro externo				
Fecha registro	30/09/2011					26/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Soleado				
Día de la semana	Viernes					Lunes				
Hora	14:00					07:00				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Se pinta perlin con pintura acrílica gris. Se incluye preparación y aplicación. Distancia a 0.5 mts del suelo					Se prepara superficie de tubería con lija, luego se pintó a doble mano. Incluye subir, bajar, preparación y aplicación de pintura. Tubería a 5 mts de altura				
Materiales utilizados	Pintura gris acrílica, disolvente					Pintura Blanca Acrílica, disolvente				
Herramientas utilizadas	1 brocha 2 pulgadas, 1 cubeta					Brocha 5 pulgadas, cubeta				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	14:03	14:17				07:00	11:00	07:00	11:00	07:00
Fin	14:17	14:31				11:00	15:00	11:00	15:00	11:00
Tiempo transcurrido (hra.)	0.233	0.233				4	4	4	4	4
Cantidad trabajo realizado	1.6	1.60				5.27	5.27	5.27	5.27	5.27
Unidades	ml	ml				m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.146	0.146				0.759	0.759	0.759	0.759	0.759
Media aritmética (hr-peón/un)	0.146					0.759				
Desviación estándar	0.000					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.200					1.041				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.180					0.939				
Productividad Work Sampling (%)	100									
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000									

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 34: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 53 Y 54										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	53					54				
Nombre de Actividad	Pintura de tubería de 4.5 pulgadas diámetro externo					Pintura de paredes para acabado final				
Fecha registro	29/09/2011					08/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Bajo Techo				
Día de la semana	Jueves					Jueves				
Hora	13:36					13:09				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Se prepara pintura acrílica blanca, se pinta tubería primera mano. Incluye subir y bajar. Tubería a 3 metros altura					Se repinta paredes (mantenimiento). Proceso incluye preparación de pintura acrílica blanca y aplicación				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, disolvente					Pintura acrílica blanca, disolvente				
Herramientas utilizadas	Rodillo, cubeta, brocha 5 pulgadas, bandeja para pintura					Brocha 2 pulgadas, bandeja para pintura				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	2					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:38	13:40	13:42	13:44	13:46	13:13	13:14	13:15	13:16	13:17
Fin	13:40	13:42	13:44	13:46	13:48	13:14	13:15	13:16	13:17	13:18
Tiempo transcurrido (hrs.)	3E-02	3E-02	3E-02	3E-02	3E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02
Cantidad trabajo realizado	0.72	0.36	0.36	0.36	0.36	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.093	0.185	0.185	0.185	0.185	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159
Media aritmética (hr-peón/un)	0.167					0.159				
Desviación estándar	0.017					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.099					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.229					0.217				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.206					0.196				
Productividad Work Sampling (%)	60.71429									
Productividad Five Minutes Rating (%)										

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 35: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 55 Y 56										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	55					56				
Nombre de Actividad	Pintura de paredes para acabado final (mantenimiento)					Chorroado concreto en acera de paso peatonal				
Fecha registro	29/09/2011					09/09/2011				
Estado tiempo	Bajo techo					Parcialmente nublado				
Día de la semana	Jueves					Viernes				
Hora	13:20					11:17				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Se pinta paredes de fibrolit, acabado final. Proceso incluye preparación de pintura. Superficie a 2 metros de altura					Se coloca concreto en acera de 1 mt. de ancho por 0.15 mts de espesor. Cada sección consta de 2.25 mts de largo. Se mezcla y dosifica a 10 metros del lugar				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, disolvente					Cemento, arena, piedra, agua				
Herramientas utilizadas	Rodillo 5 pulgadas, bandeja, escalera					3 Cajones, 3 carretillos, llaneta, 2 palas, baldes				
Equipo utilizado						batidora energía eléctrica dos sacos				
Cantidad operarios	0					3				
Cantidad peones	0					3				
Cantidad pintores	1					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:28	13:30	13:32	13:34	13:36	11:20	11:30	11:40	11:50	12:00
Fin	13:30	13:32	13:34	13:36	13:38	11:30	11:40	11:50	12:00	12:10
Tiempo transcurrido (hrra.)	3E-02	3E-02	3E-02	3E-02	3E-02	0.16667	0.16667	0.16667	0.16667	0.16667
Cantidad trabajo realizado	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.18	0.48	0.36	0.36	0.36
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	5.556	2.083	2.778	2.778	2.778
Media aritmética (hr-peón/un)	0.056					3.194				
Desviación estándar	0.000					0.541				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.170				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.076					4.381				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.069					3.952				
Productividad Work Sampling (%)						79.76				
Productividad Five Minutes Rating (%)										

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 36: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 57 Y 58										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	57					58				
Nombre de Actividad	Pintura superficie de concreto (base de concreto)					Preparación de tubería de 4.5 pulgadas de diámetro externo para posterior pintura.				
Fecha registro	09/09/2011					09/09/2011				
Estado tiempo	Nublado					Soleado				
Día de la semana	Viernes					Viernes				
Hora	11:05					10:35				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Aplicación de pintura a base de concreto. Superficie previamente preparada. Se incluye preparación y colocación de pintura					Solo incluye lijado de tubería. 80% de deterioro de superficie.				
Materiales utilizados	Pintura negra mate					Lija número 80				
Herramientas utilizadas	1 brocha, cubeta									
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	11:09	11:10	11:11	11:12	11:13	10:39	10:41	10:43	10:45	10:47
Fin	11:10	11:11	11:12	11:13	11:14	10:41	10:43	10:45	10:47	10:49
Tiempo transcurrido (hra.)	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02
Cantidad trabajo realizado	0.16	0.075	0.09	0.06	0.06	0.54	0.35	0.35	0.35	0.35
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.104	0.000	0.185	0.278	0.278	0.0617	0.0952	0.0952	0.0952	0.0952
Media aritmética (hr-peón/un)	0.169					0.089				
Desviación estándar	0.048					0.006				
Coefficiente de variación (%)	0.282					0.068				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.232					0.121				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.209					0.110				
Productividad Work Sampling (%)	100					100				
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000					100.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 37: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 59 Y 60										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	59					60				
Nombre de Actividad	Chorreado de concreto en pared de zanja					Preparación de superficie de concreto para pintura				
Fecha Registro	09/09/2011					09/09/2011				
Estado tiempo	soleado					parcialmente nublado				
Día de la semana	viernes					viernes				
Hora	09:12					09:53				
Modalidad Ejecución	contratista					contratista				
Descripción Actividad	Incluye mezclado, colocado, detalle superficial y vibrado					Preparación de superficie de columnas y vigas para posterior acabado con pintura acrílica. Grado de deterioro de superficie en 30%				
Materiales utilizados	arena, piedra, cemento, agua									
Herramientas utilizadas	3 palas, martillo, 3 carretillos					escalera, cepillo de metal, lija, espátula				
Equipo utilizado	batidora dos sacos, vibrador									
Cantidad Operarios	3					0				
Cantidad Peones	4					0				
Cantidad Pintores	0					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	09:16	09:20	09:24	09:28	09:32	10:00	10:10	10:20	10:30	10:40
Fin	09:20	09:24	09:28	09:32	09:36	10:10	10:20	10:30	10:40	10:50
Tiempo Transcurrido (hrs)	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	0.16667	0.16667	0.16667	0.16667	0.16667
Cantidad trabajo realizado	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	2.96	2.22	2.22	2.22	2.22
Unidades	m3	m3	m3	m3	m3	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	3.8889	3.8889	3.8889	3.8889	3.8889	0.0563	0.0751	0.0751	0.0751	0.0751
Media aritmética (hr-peón/un)	3.889					0.071				
Desviación estándar	0.000					0.003				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.047				
Rendimiento real (hr-peón/un)	5.333					0.098				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	4.811					0.088				
Productividad Work Sampling (%)	76.60714					90				
Productividad Five Minutes Rating (%)	95.455					90.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 38: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 61 Y 62										
Número de Actividad	ACTIVIDADES									
	61					62				
Nombre de Actividad	Pintura de superficie de concreto (acabado de mantenimiento)					Excavación de zanja de 1.5x1.5 m de sección por 5 mts de profundidad para colocación de tuberías				
Fecha registro	08/09/2011					16/09/2011				
Estado tiempo	Bajo techo					Nublado				
Día de la semana	Jueves					Viernes				
Hora	12:55					13:00				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Se aplica segunda capa de pintura acrílica. Proceso de mantenimiento. Superficie no necesita tratamiento previo. Actividad incluye mezcla pintura disolvente, y aplicación					Excavación requiere romper capa asfáltica. Suelo denso compuesto por finos compactos. Se retira material por medio de carretillos. Excavación manual				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, disolvente									
Herramientas utilizadas	Bandeja, brocha 2 pulgadas, trapo, rodillo 5 pulgadas, escalera					2 picos, 2 palas, 2 carillas, 2 carretillos				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					4				
Cantidad pintores	1					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:00	13:01	13:02	13:03	13:04	07:00	13:00	08:00	14:00	09:00
Fin	13:01	13:02	13:03	13:04	13:05	13:00	08:00	14:00	09:00	15:00
Tiempo transcurrido (hrs.)	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	6	6	6	6	6
Cantidad trabajo realizado	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.512	1.512	1.512	1.512	1.512
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
Rendimiento	0.0379	0.0379	0.0379	0.0379	0.0379	15.8730	15.8730	15.8730	15.8730	15.8730
Media aritmética (hr-peón/un)	0.038					15.873				
Desviación estándar	0.000					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.052					21.769				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.047					19.637				
Productividad Work Sampling (%)	100					51.80723				
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000					50.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 39: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 63 Y 64										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	63					64				
Nombre de Actividad	Pintura segunda mano a pared de fibrolit					Colocación de repello a pared de bloques de concreto. Segunda aplicación				
Fecha registro	19/09/2011					16/09/2011				
Estado tiempo	Bajo techo					Soleado				
Día de la semana	Lunes					Viernes				
Hora	10:50					13:40				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Incluye preparación de pintura y aplicación					Colocación de repello a pared de 2.5 metros de altura. Se prepara el mortero, se coloca y detalla superficie con llaneta				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, disolvente					Arena, cemento, agua				
Herramientas utilizadas	1 felpa, 1 rodillo 5 pulgadas, 1 bandeja					1 llaneta, 1 pala, 1 carretillo				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					1				
Cantidad pintores	1					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	10:55	10:56	10:57	10:58	10:59	13:43	13:45	13:47	13:49	13:51
Fin	10:56	10:57	10:58	10:59	11:00	13:45	13:47	13:49	13:51	13:53
Tiempo transcurrido (hrs.)	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02
Cantidad trabajo realizado	1	1	1	1	1	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0340	0.0340	0.0340	0.0340	0.0340
Media aritmética (hr-peón/un)	0.017					0.034				
Desviación estándar	0.000					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.023					0.047				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.021					0.042				
Productividad Work Sampling (%)	100					100				
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000					100.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 40: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 65 Y 67										
ACTIVIDADES										
Número de Actividad	65					67				
Nombre de Actividad	Lavado de tuberías de 2 pulg y 3 pulg con flangers incluidos					Colocación de bloques de 12x20x40 como formaleta para pared de zanja de 1.5 mts de profundidad				
Fecha registro	29/09/2011					20/09/2011				
Estado tiempo	Nublado con lluvia					Soleado				
Día de la semana	Jueves					Martes				
Hora	13:00					13:20				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Incluye lavado de tuberías con agua y jabón. Estado de tuberías óptimo					Colocación de bloques como parte de pared de zanja. Se coloca escuadra nivelada. Actividad incluye mezclado mortero, colocación de mortero y bloques, acabado de sisas y se llenan celdas a @30cm				
Materiales utilizados	Agua, jabón, esponja					Arena, piedra, cemento, agua, bloques 12x20x40				
Herramientas utilizadas						Llaneta, cajones de madera 30x30x30, pala, carretillo, martillo				
Equipo utilizado						Batidora dos sacos				
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					5				
Cantidad pintores	4					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:13	13:15	13:17	13:19	13:21	13:25	13:30	13:35	13:40	13:45
Fin	13:15	13:17	13:19	13:21	13:23	13:30	13:35	13:40	13:45	13:50
Tiempo transcurrido (hrs.)	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	8.3E-02	8.3E-02	8.3E-02	8.3E-02	8.3E-02
Cantidad trabajo realizado	0.5	0.5	0.1	0.4	0.4	4	6	1	0	2
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	un	un	un	un	un
Rendimiento	0.0267	0.0267	0.1333	0.0333	0.0333	0.1041	0.0694	0.4166	0.2080	0.2080
Media aritmética (hr-peón/un)	0.051					0.201				
Desviación estándar	0.019					0.271				
Coefficiente de variación (%)	0.366					0.740				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.069					0.276				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.063					0.247				
Productividad Work Sampling (%)	89.10256					76.25				
Productividad Five Minutes Rating (%)						93.750				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 41: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 68 Y 69										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	68					69				
Nombre de Actividad	Pintura de tuberías de 4.5 pulgadas de diámetro externo					Pintura de tubería de 6,5 pulg de diámetro externo				
Fecha registro	20/09/2011					21/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Parcialmente nublado				
Día de la semana	Martes					Miércoles				
Hora	14:00					13:40				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Primera mano en tubería sobre pintura anterior. Incluye preparación de superficie, preparación de pintura y aplicación					Tubería ubicada a 5 mts de altura. Se aplica pintura de recubrimiento. Incluye preparar pintura, subir con arnés apoyado en tuberías.				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, diluyente					Pintura verde acrílica, diluyente				
Herramientas utilizadas	1 cubeta, 1 brocha de 4 pulgadas					Rodillo 4 pulgadas, cubeta, brocha 2 pulgadas				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	14:01	14:04	14:08	14:12	14:16	14:10	14:12	14:14	14:16	14:18
Fin	14:04	14:08	14:12	14:16	14:20	14:12	14:14	14:16	14:18	14:20
Tiempo transcurrido (hrs)	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	6.7E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02
Cantidad trabajo realizado	1.077	0.897	0.359	0.359	0.359	0.41	0.41	0.26	0.3	0.3
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.0464	0.0743	0.1857	0.1857	0.1857	0.0813	0.0813	0.1282	0.1111	0.1111
Media aritmética (hr-peón/un)	0.136					0.103				
Desviación estándar	0.028					0.008				
Coefficiente de variación (%)	0.205					0.081				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.186					0.141				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.168					0.127				
Productividad Work Sampling (%)	100					100				
Productividad Five Minutes Rating (%)	100.000					100.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 42: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 70 Y 71										
ACTIVIDADES										
Número de Actividad	70					71				
Nombre de Actividad	Pintura de tubería de 3.5 pulg de diámetro externo, primera mano.					Pintura de piso de concreto				
Fecha registro	23/09/2011					27/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Bajo techo				
Día de la semana	Viernes					Martes				
Hora	08:40					12:35				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Tubería ubicada a 2.5 mts de altura. Incluye preparación, colocación y movilización de escalera					Se pinta piso con rodillo. Se incluye preparación y colocación de pintura				
Materiales utilizados	Pintura blanca epóxica acrílica, diluyente					Pintura negra de aceite				
Herramientas utilizadas	Brocha 2 pulgadas, balde, escalera					Rodillo 5 pulgadas, bandeja, cubeta				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					0				
Cantidad pintores	1					1				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	08:42	08:44	08:46	08:48	08:50	12:35	12:36	12:37	12:38	12:40
Fin	08:44	08:46	08:48	08:50	08:52	12:36	12:37	12:38	12:39	12:41
Tiempo transcurrido (hra.)	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	3.3E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02
Cantidad trabajo realizado	0.1	0.03	0.06	0.1	0.03	0.6	0.6	0.3	0.6	0.6
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.3333	1.1111	0.5556	0.3333	1.1111	0.0278	0.0278	0.0556	0.0278	0.0278
Media aritmética (hr-peón/un)	0.689					0.033				
Desviación estándar	0.158					0.005				
Coefficiente de variación (%)	0.230					0.149				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.945					0.046				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.852					0.041				
Productividad Work Sampling (%)	95					95				
Productividad Five Minutes Rating (%)	95					95.000				

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 43: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 72 Y 73										
	ACTIVIDADES									
Número de Actividad	72					73				
Nombre de Actividad	Pintura de tubería de 8 pulg de diámetro externo a altura de 3 mts					Pegado de entablillado de plástico para cielo raso				
Fecha registro	27/09/2011					28/09/2011				
Estado tiempo	Soleado					Bajo techo				
Día de la semana	Martes					Miércoles				
Hora	11:10					08:10				
Modalidad ejecución	Contratista					Contratista				
Descripción actividad	Aplicación de primera mano de tubería. Incluye preparación de pintura, aplicación, y traslado en altura.					Área previamente preparada con estructura metálica donde se apoyará el entablillado. Incluye corte, colocación y atornillado				
Materiales utilizados	Pintura blanca acrílica, diluyente					Entablillado, tornillos				
Herramientas utilizadas	Rodillo 2 pulgadas, cubeta					Taladro, martillo				
Equipo utilizado										
Cantidad operarios	0					0				
Cantidad peones	0					2				
Cantidad pintores	1					0				
Observación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio	13:14	13:15	13:16	13:17	13:18	08:13	08:14	08:15	08:16	08:17
Fin	13:15	13:16	13:17	13:18	13:19	08:14	08:15	08:16	08:17	8:18
Tiempo transcurrido (hra.)	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02
Cantidad trabajo realizado	0.25	0.25	0.13	0.19	0.13	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	0.0667	0.0667	0.1282	0.0877	0.1282	0.0712	0.0712	0.0712	0.0712	0.0712
Media aritmética (hr-peón/un)	0.095					0.071				
Desviación estándar	0.012					0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.130					0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	0.131					0.098				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	0.118					0.088				
Productividad Work Sampling (%)										
Productividad Five Minutes Rating (%)										

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

CUADRO 44: DATOS DE CAMPO DE LAS ACTIVIDADES 51 Y 52					
Número de Actividad	75				
Nombre de Actividad	Desprendimiento de enchape a pared de bloques				
Fecha registro	28/09/2011				
Estado tiempo	Bajo techo				
Día de la semana	Miércoles				
Hora	07:40				
Modalidad ejecución	Contratista				
Descripción actividad	Se desprende enchape de forma manual a mueble de lava manos				
Materiales utilizados	Cemento, agua, arena				
Herramientas utilizadas	Martillo, piqueta				
Equipo utilizado					
Cantidad operarios	0				
Cantidad peones	1				
Cantidad pintores	0				
Observación	1	2	3	4	5
Inicio	07:00	07:20	07:40	08:00	08:20
Fin	07:20	07:40	08:00	08:20	08:40
Tiempo transcurrido (hrs.)	3.3E-01	3.3E-01	3.3E-01	3.3E-01	3.3E-01
Cantidad trabajo realizado	0.1224	0.1224	0.1224	0.1224	0.1224
Unidades	m2	m2	m2	m2	m2
Rendimiento	2.7233	2.7233	2.7233	2.7233	2.7233
Media aritmética (hr-peón/un)	2.723				
Desviación estándar	0.000				
Coefficiente de variación (%)	0.000				
Rendimiento real (hr-peón/un)	3.735				
Rendimiento teórico (hr-peón/un)	3.369				
Productividad Work Sampling (%)					
Productividad Five Minutes Rating (%)					

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Apéndice 2:

Encuesta a trabajadores involucrados en las obras de mantenimiento de la empresa

REFINADORA COSTARRICENSE DE PETRÓLEO

Determinación de tiempos reales en la ejecución de obras

Proyecto de graduación de Carlos Montero Chacón

Entrevista sobre las condiciones de trabajo en las diferentes áreas de la refinería.

1. Nombre completo
2. Nombre del área en la que se desempeña:
3. Labor específica.
4. ¿Cuál es el proceso para desempeñar su labor?
5. Tiempo en el que dura desempeñando dicha actividad
6. ¿Existen inconvenientes o situaciones las cuales le impiden trabajar de manera eficiente y ordenada? (Si su respuesta es negativa, pase a la pregunta 9).
7. ¿Cuáles?
8. ¿Qué soluciones plantearía para solucionar dichos problemas?
9. ¿Usted cree que se desperdician materiales en la labor que realizan?
10. ¿Qué soluciones plantearía para no desperdiciar materiales?

Apéndice 3:

Formulario de Productividad Work Sampling y
Formulario de Productividad Five Minutes Rating

Método Work Sampling



Actividad:

Hora:

Clima:

Datos tomados por:

# Obs	T.T	T.N.T	# Tr												
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

T.T	trabajadores trabajando	# Tr	número de trabajadores
T.N.T	trabajadores no trabajando	# Obs	número de observaciones

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007



Método Five Minutos Rating

Actividad:

hora:

clima:

datos tomados por

personal

#medición	hora	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	trabajando
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Apéndice 4:

Tablas sobre información para determinar rendimientos históricos de la
Unidad de Conservación y Pintura.

RENDIMIENTOS TEÓRICOS DE LA UNIDAD DE CONSERVACIÓN Y PINTURA

Informe	mes	O.T	equipo	cant.trabajadores	cant.horas	cant.trabajo (m2)	5 cantidades	5 tiempos
1	marzo	336949	CE-2020		16		0	3,2
1	marzo	336946	CE-2017		48		0	9,6
1	marzo	336951	CE2004-A		16		0	3,2
1	marzo	336948	CE2004-A		16		0	3,2
2	marzo	337221	Tanque-728: (Tuberías de insulated)		72		0	14,4
2	marzo	337221	Tanque-728: Tubería del bunker		72		0	14,4
2	marzo	330341	CABLEADO ELECTRICO PARTE SUPERIOR DEL RACK UNIDAD TC (30mts)		72		0	14,4
3	marzo	333792	POLÍGONO		152		0	30,4
3	abril	334513	DUCTO DE VAPOR UB-503		184		0	36,8
4	abril	338299	VÁLVULAS Y TUBERÍAS DE 734	4	96		0	19,2
4	abril	338501	MANIFUL DE FUEL OIL	4	88		0	17,6
5	abril	338852	Tuberías de maniful del Tanque-706	3	96		0	19,2
5	abril	338354	Plataforma UV-511-C	3	208		0	41,6
5	abril	338728	Filtro de agua de servicio	1	32		0	6,4
5	abril	338755	UG-510 CAT.3518	1	16		0	3,2
5	abril	336486	NAR-6701 Servicios Generales		88		0	17,6
5	abril	338354	UV-511-C Desaerador Original	3	96		0	19,2
5	abril	337885	CE-2014-D Intercambiador Fondo	3	80		0	16
5	abril	338465	Ce-2007-A Intercambiador Crudo/Residuo	8	32		0	6,4
6	mayo	339025	Línea de 20" de enfriamiento	2	160	266,52	53,304	32
6	mayo	340233	Bomba CP-2010-A	2	48	6	1,2	9,6
6	mayo	340235	Bomba CP-2010-B	1	48	6	1,2	9,6
6	junio	340800	Bomba CP-2011-A	1	32	6	1,2	6,4
6	junio	340801	Bomba CP-2011-B	2	48	6	1,2	9,6
6	junio	340525	Bomba CP-2013-A	2	32	6	1,2	6,4
6	junio	340526	Bomba CP-2013-B	3	48	6	1,2	9,6
6	mayo	339695	Bomba CP-2014-A		72	6	1,2	14,4
6	mayo	339935	Bomba CP-2009-A		40	6	1,2	8
6	mayo	339646	Bomba CP-2009-B		32	6	1,2	6,4
7	junio	340777	Bomba PP-301-B	1	32	6	1,2	6,4
7	junio	340776	Bomba PP-304-B	1	32	6	1,2	6,4
7	junio	340058	Recipiente TV-204	2	32	118	23,6	6,4
7	junio	341115	Bomba GP-417-A	1	32	2	0,4	6,4
7	julio	340454	Paquete Inyección de CM-2001-A	1	32	3	0,6	6,4
7	julio	341524	Bomba Blowdown TP-109	1	32	2	0,4	6,4
7	julio	341114	Bomba GP-417-B	2	24	2	0,4	4,8
8	mayo	341652	Bomba GP-2406-A	4	24	5,7	1,14	4,8
8	julio	341742	Intercambiador GE-2402-C		40		0	8
8	julio	341766	Intercambiador GE-2402-B	7	96	43,68	8,736	19,2
8	julio	341826	Bomba CP-2008-A	1	40	7,32	1,464	8
8	julio	341738	Bomba CP-2008-B	1	40	7,32	1,464	8
8	julio	341326	Bomba PP-303-A	1	32	4,5	0,9	6,4
8	julio	341323	Bomba PP-305-A	2	32	7,3	1,46	6,4

Cuadro realizado en Microsoft Excel 2007

Apéndice 5:

Formulario realizado en Visual Basic para el cálculo de áreas de equipos y zonas las cuales fueron tratadas por el Departamento de Conservación y Pintura.

Formulario de Bombas

The form is titled "UserForm1" and contains the following sections and fields:

- General Information:**
 - Nombre de equipo: [Text Box]
 - Numero de Orden de trabajo: [Text Box]
 - Unidad involucrada: [Dropdown Menu]
 - Mes: [Dropdown Menu]
 - Año: [Dropdown Menu]
- BASE:**
 - Largo: [Text Box] m
 - Ancho: [Text Box] m
 - Altura: [Text Box] m
 - Área: [Red Bar] m²
- BOMBA:**
 - Diámetro: [Text Box] m
 - Largo: [Text Box] m
 - Área: [Red Bar] m²
- PARAL:**
 - Tubería:**
 - Diámetro: [Text Box] m
 - Altura: [Text Box] m
 - Área: [Red Bar] m²
 - Petlin:**
 - Largo: [Text Box] m
 - Ancho: [Text Box] m
 - Altura: [Text Box] m
 - Área: [Red Bar] m²
- TUBERIAS ALEDAÑAS:**
 - Diámetro (pulg): [Text Box]
 - Largo (m): [Text Box]
 - Área (m²): [Red Bar]
 - Tubería 1: [Text Box]
 - Tubería 2: [Text Box]
 - Tubería 3: [Text Box]
 - Tubería 4: [Text Box]
 - Tubería 5: [Text Box]
- Caja de Controles:**
 - Largo: [Text Box] m
 - Ancho: [Text Box] m
 - Altura: [Text Box] m
 - Área: [Red Bar] m²
- Buttons and Summary:**
 - CALCULAR: [Green Button]
 - INSERTAR: [Blue Button]
 - LIMPIAR: [Orange Button]
 - AREA TOTAL: [Yellow Bar] m²

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 18. Formulario para el cálculo de áreas de las diferentes bombas de la Refinería.

Formulario de Intercambiadores

The form is titled "UserForm2" and contains the following sections and fields:

- General Information:**
 - Nombre de equipo: [Text Field]
 - Unidad involucrada: [Dropdown Menu]
 - Numero de Orden de trabajo: [Text Field]
 - Mes: [Dropdown Menu]
 - Año: [Dropdown Menu]
- RECIPIENTE:**
 - Diámetro: [Text Field] m
 - Largo: [Text Field] m
 - Área: [Text Field] m²
- BASE:**
 - Largo: [Text Field] m
 - Ancho: [Text Field] m
 - Altura: [Text Field] m
 - Cantidad: [Text Field] un
 - Área: [Text Field] m²
- NIVEL:**
 - Largo: [Text Field] m
 - Ancho: [Text Field] m
 - Altura: [Text Field] m
 - Área: [Text Field] m²
- TUBERIAS ALEDAÑAS:**
 - Diámetro (pulg): [Text Field]
 - Largo (m): [Text Field]
 - Área (m²): [Text Field]
 - Tuberia 1: [Text Field]
 - Tuberia 2: [Text Field]
 - Tuberia 3: [Text Field]
 - Tuberia 4: [Text Field]
 - Tuberia 5: [Text Field]
- VÁLVULAS:**
 - Diámetro (pulg): [Text Field]
 - Largo (m): [Text Field]
 - Área (m²): [Text Field]
 - Válvula 1: [Text Field]
 - Válvula 2: [Text Field]
 - Válvula 3: [Text Field]
 - Válvula 4: [Text Field]
 - Válvula 5: [Text Field]
- SOPORTE INTERCAMBIADOR:**
 - Largo: [Text Field] m
 - Ancho: [Text Field] m
 - Altura: [Text Field] m
 - Área: [Text Field] m²
- Summary and Actions:**
 - AREA TOTAL: [Yellow Label] m²
 - Área: [Red Label] m²
 - CALCULAR: [Green Button]
 - INSERTAR: [Blue Button]
 - LIMPIAR: [Orange Button]

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 19. Formulario para el cálculo de áreas de los diferentes intercambiadores de la Refinería.

Formulario de tuberías

Nombre de equipo

Unidad involucrada

Mes Año

Numero de Orden de trabajo

TUBERIAS ALEDAÑAS

	Diámetro (pulg)	Largo (m)	Área (m2)
Tuberia 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuberia 10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

AREA TOTAL m2

CALCULAR **INSERTAR** **LIMPIAR**

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 20. Formulario para el cálculo de áreas de las diferentes tuberías de la Refinería.

Formulario de elementos de acero

UserForm6

Nombre de equipo

Numero de Orden de trabajo

Unidad involucrada

Mes

Año

PLATINAS

Platina	Cantidad	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Longitud (m)	Área (m ²)
Platina 1	<input type="text"/>				
Platina 2	<input type="text"/>				
Platina 3	<input type="text"/>				
Platina 4	<input type="text"/>				
Platina 5	<input type="text"/>				

PERLIN H

Platina	Cantidad	Ancho (cm)	peralte (cm)	Ancho ala (cm)	Longitud (m)	Área (m ²)
Platina 1	<input type="text"/>					
Platina 2	<input type="text"/>					
Platina 3	<input type="text"/>					
Platina 4	<input type="text"/>					
Platina 5	<input type="text"/>					

ANGULARES

Angular	Cantidad	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Longitud (m)	Área (m ²)
Angular 1	<input type="text"/>				
Angular 2	<input type="text"/>				
Angular 3	<input type="text"/>				
Angular 4	<input type="text"/>				
Angular 5	<input type="text"/>				

AREA TOTAL m²

CALCULAR **INSERTAR** **LIMPIAR**

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 21. Formulario para el cálculo de áreas de los diferentes elementos de acero de la Refinería.

Formulario de elementos de concreto

UserForm4

Nombre de equipo:

Numero de Orden de trabajo:

Unidad involucrada:

Mes:

Año:

COLUMNAS				
	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Columna 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Columna 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Columna 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Columna 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Columna 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

VIGAS					
	Cantidad	Ancho (m)	Peralte (m)	Longitud (m)	Área (m ²)
Viga 1	<input type="text"/>				
Viga 2	<input type="text"/>				
Viga 3	<input type="text"/>				
Viga 4	<input type="text"/>				
Viga 5	<input type="text"/>				

AREA TOTAL: m²

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 22. Formulario para el cálculo de áreas de los diferentes elementos de concreto de la Refinería.

Formulario de recipientes

The form is titled "UserForm5" and contains the following sections:

- Top Section:**
 - Nombre de equipo:
 - Unidad involucrada:
 - Numero de Orden de trabajo:
 - Mes:
 - Año:
- AREAS PISOS:**
 - Grid with 5 rows (Piso 1-5) and 2 columns (Largo (m), Ancho (m)).
 - Área (m²): 5 red bars.
- VÁLVULAS:**
 - Grid with 5 rows (Válvula 1-5) and 2 columns (Diámetro (pulg), Largo (m)).
 - Área (m²): 5 red bars.
- TUBERIAS ALEDAÑAS:**
 - Grid with 5 rows (Tubería 1-5) and 2 columns (Diámetro (pulg), Largo (m)).
 - Área (m²): 5 red bars.
- RECIPIENTES:**
 - Grid with 2 rows (Recipiente 1-2) and 2 columns (Diámetro (m), Longitud (m)).
 - Área (m²): 2 red bars.
- Summary and Action:**
 - AREA TOTAL: m² (Yellow bar)
 - CALCULAR:
 - INSERTAR:
 - LIMPIAR:

Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Figura 23. Formulario para el cálculo de áreas de los diferentes recipientes de la Refinería.

Formulario de torres

EQUIPO: CV-2002
A/B/C/D

	DETALLE	LONGITUD (m)	AREA sub total(m2)	AREA TOTAL(m2)		
Cilindro principal	diámetro	1,7			<div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 10px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Menú</div>	
	altura	50				
			267,04	267,04		
Barandas	circular 2"	5,79	0,92			Cantidad barandas
	angular 2 1/2" x 2 1/2"	14,79	3,76			11
	plantina 4"	5,79	1,18			
	perlin 2 1/2" x 6 1/2"	8,3	4,85			
	perlin 2 1/2" x 5"	3,09	1,57			
	perlin 8"x3"	6,28	6,06			
			18,34	201,71		
Escaleras	angular 2 1/2" x 2 1/2"	12	3,05		Cantidades escaleras	
	circular 2"	5,4	0,86		4	
	plantina 2"	17,8	1,81			
			5,72	22,87		
Puertas baranda	circular 2"	3	0,48		Cantidades puertas	
	plantina 1"	1,5	0,08		11	
			0,55	6,105		
Válvula grande	diámetro	0,2			Cantidades válvulas	
	longitud	0,5			12	
			0,31	3,770		
Válvula pequeña	diámetro	0,12			Cantidades válvulas	
	longitud	0,25			19	
			0,09	1,791		
Nivel	base	0,28			Cantidades niveles	
	altura	1,42			5	
			0,40	1,988		
Tubería insulda	Tubería 6 1/2" diam ext	116,35	60,348			
	Tubería 12" diam ext	3,5	3,351			
	Tubería 5" diam ext	2	0,798			
				64,497		
			TOTAL	569,77	M2	



Figura realizada en Microsoft Excel 2007 asociado a Visual Basic for Application

Apéndice 6:

Imágenes de cada una de las actividades observadas en campo.

Actividades de los funcionarios

Actividad 3: Limpieza de zona de asfalto



Figura 24. Fotos de la actividad 3

Actividad 4: Colocación de cubierta de 3x5 metros



Figura 25. Fotos de la actividad 4

Actividad 23: Colocado de armadura para formaleta vertical de tubería



Figura 26. Fotos de la actividad 23



Figura 27. Fotos de la actividad 23

Actividad 25: Colocación de formaleta en zanja de 30 cm. de profundidad para cubrir tubería



Figura 28. Fotos de la actividad 25

Actividad 29: Colado concreto para protección de tubería. Sección 30x15 cm



Figura 29. Fotos de la actividad 29

Actividad 32: Chorrea concreto pasarela tanque 7111



Figura 30. Fotos de la actividad 32



Figura 31. Fotos de la actividad 32

Actividad 36: Chorreado paredes zanja de tubería de recuperación de livianos



Figura 32. Fotos de la actividad 36

Actividad 37: Abastecimiento de agua potable a tanques de abastecimiento de refinería



Figura 33. Fotos de la actividad 37

Actividad 45: Chorreado de concreto pasarela Tanque 7111



Figura 34. Fotos de la actividad 45

Actividad 46: Excavación zanja para instalar tubería mercaptanos



Figura 35. Fotos de la actividad 46

Actividad 48: Movimiento de tierra en tanque de recuperador de livianos



Figura 36. Fotos de la actividad 48

Actividad 66: Excavación para descubrir tuberías en área offsite



Figura 37. Fotos de la actividad 66

Actividades de los contratistas del Departamento de Conservación y Pintura

Actividad 20: Preparación tubería 6 pulgadas



Figura 38. Fotos de la actividad 20

Actividad 21: Limpieza de tuberías en zona de gas LPG. Tuberías 6 pulg. diámetro



Figura 39. Fotos de la actividad 21

Actividad 26: Aplicación 2da mano pintura a tubería diámetro 8 pulg. externo



Figura 40. Fotos de la actividad 26

Actividad 27: Lavado de tuberías de 4 pulg 1/2. diámetro



Figura 41. Fotos de la actividad 27

Actividad 28: Aplicación de pintura base tubería 6 pulg ½. diámetro externo



Figura 42. Fotos de la actividad 28



Figura 43. Fotos de la actividad 28

Actividad 30: Preparación tubería diam. 6 pulg. para aplicar pintura base



Figura 44. Fotos de la actividad 30

Actividad 39: Preparación flanger zona LPG de 8 pulg. diámetro máximo



Figura 45. Fotos de la actividad 39

**Actividad 47: Pintura de perlin.
Primera mano**



Figura 46. Fotos de la actividad 47

Actividad 54: Pintura de paredes para acabado final



Figura 47. Fotos de la actividad 54

**Actividad 60: Preparación de superficie de
concreto para pintura**



Figura 48. Fotos de la actividad 60

**Actividad 61: Pintura de superficie de concreto
(acabado de mantenimiento)**



Figura 49. Fotos de la actividad 61

**Actividad 69: Pintura de tubería de 6,5 pulg. de
diámetro externo**



Figura 50. Fotos de la actividad 69

**Actividad 70: Pintura de tubería de 3.5 pulg. de
diámetro externo, primera mano.**



Figura 51. Fotos de la actividad 70

Actividad 71: Pintura de piso de concreto



Figura 52. Fotos de la actividad 71

Actividad 72: Pintura de tubería de 8 pulg. de diámetro externo a altura de 3 mts.



Figura 53. Fotos de la actividad 72

Actividades de los contratistas de diferentes empresas constructoras

Actividad 7: Colado de concreto cimentación tanque



Figura 54. Fotos de la actividad 45

Actividad 15: Construcción formaleta para cimentación tanque



Figura 55. Fotos de la actividad 15

Actividad 56: Chorreado concreto en acera de paso peatonal



Figura 56. Fotos de la actividad 56

Actividad 62: Excavación de zanja de 1.5x1.5 mts. de sección por 5 mts. de profundidad para colocación de tuberías



Figura 57. Fotos de la actividad 62

Actividad 64: Colocación de repello a pared de bloques de concreto. Segunda aplicación



Figura 58. Fotos de la actividad 64

Actividad 67: Colocación de bloques de 12x20x40 como formaleta para pared de zanja de 1.5 mts. de profundidad



Figura 59. Fotos de la actividad 67

Actividad 73: Pegado de entablillado de plástico para cielo raso



Figura 60. Fotos de la actividad 73

Actividad 75: Desprendimiento de enchape a pared de bloques



Figura 61. Fotos de la actividad 75

Apéndice 7:

Análisis FODA de RECOPE



El análisis FODA consiste en el análisis en lo interno y externo de una empresa. Este análisis considera aspectos positivos que favorecen a la empresa; así como aspectos negativos que la perjudican. Los aspectos positivos se dividen en Fortalezas y Oportunidades, en cambio los aspectos negativos se dividen en Debilidades y Amenazas. La intención es reducir los aspectos negativos y aumentar los positivos, con el fin de obtener un mayor rendimiento de la empresa. En el caso de la Refinería Costarricense de Petróleo, el análisis FODA se contempla a continuación:

FORTALEZAS

- La Refinería cuenta con el equipo humano y maquinaria para realizar las labores necesarias de mantenimiento y menores dentro de la refinería actualmente.

OPORTUNIDADES

- Dentro de la economía costarricense, RECOPE juega un papel primordial por conservar el monopolio de combustibles fósiles, logrando así vender sus productos con mucha facilidad.

DEBILIDADES

- Actualmente existen problemas en cuanto a la falta de habilidades y/o conocimientos de algunos de los funcionarios del Departamento De Mantenimiento, los cuales se involucran directamente con las labores de mantenimiento de instalaciones, excavaciones, construcciones, etc.
- Trámites burocráticos engorrosos; con el fin de obtener materiales necesarios para las labores diarias, lo que perjudica el mantenimiento en corto plazo de algunas instalaciones.
- Depender de la voluntad de las personas encargadas de los trámites respectivos, para obtener materiales de bodega.

AMENAZAS

- Las negociaciones con la República Popular China pueden afectar la empresa, si ellas no se llevan a cabo de la mejor manera.
- Los problemas en nivel interno, los cuales impiden un flujo continuo de mantenimiento. La empresa incurre en gastos innecesarios, los cuales afectan el presupuesto de la Refinería y por lo tanto disminuye su rendimiento frente a la economía nacional, situación que puede beneficiar a otras empresas expendedoras de combustible en un futuro.

Anexos

- **Anexo 1:** Ejemplo de informe de labores de parte de la Unidad de Pintura y Conservación, por el cual se determinaron la cantidad de trabajo realizado para así, determinar más adelante los rendimientos históricos.
- **Anexo 2:** Registro de la cantidad de personas y el tiempo total por cada orden de trabajo de la Unidad de Conservación y Pintura, información fundamental para determinar rendimientos históricos de esta unidad.
- **Anexo 3:** Formularios para la toma de datos de campo y documentación de tiempos muertos.
- **Anexo 4:** Ejemplo de documentación histórica sobre labores ejecutadas, por el Departamento de Mantenimiento durante los meses de enero a junio del 2011, información necesaria para determinar rendimientos históricos.
- **Anexo 5:** Registro de los salarios por puesto para RECOPE.
- **Anexo 6:** Artículo 23 de la convención colectiva de trabajo de la Refinería Costarricense de Petróleo.

Anexo 1:

Ejemplo de informe de labores de parte de la Unidad de Pintura y Conservación, por el cual se determinaron la cantidad de trabajo realizado para así, determinar más adelante los rendimientos históricos.

Miércoles 12 de Julio del 2011

MAR-OC-656

Ingeniero

Henry Arias Jiménez

Gerente de la Refinería



Ingeniero

Gerardo Aguilar

Director: servicios Operativos de Apoyo

Ingeniero

Martín Artavía Luna

Jefe: Departamento de Servicios Técnicos

Ingeniero

Mario Hernández

Jefe: Mantenimiento

Ingeniero

Alexis Rodríguez

Coordinador: Obras por contrato.

Estimados señores:

ASUNTO: INFORME DE AVANCES DE MANTENIMIENTO DE PINTURA Y CONSERVACIÓN COMPENDIDO ENTRE LOS MESES DE MAYO Y JUNIO DEL 2011.

De conformidad con los trabajos diarios y la supervisión de los 15 contratistas y personal de RECOPE, para el mantenimiento de planta.

Atentamente,

Lic. / Julio Cesar Rivera Mata

UNIDAD DE PINTURA Y CONSERVACIÓN

Fc. Lic. Alfredo Ellis Zamora –Jefe, Área información Dpto. de Mantenimiento

Ing. Gerardo Sanabria. Coordinador Unidad Civil – Industrial

Ing. Gustavo Centeno Aguilera – Coordinador; Obras por contrato.

Fc. Archivo adjunto.

INTRODUCCIÓN

A. Origen

Como parte de mantenimiento de las áreas de la Refinería sus alrededores y sus instalaciones, en la mejor condición de operación.

B. Objetivo General

El objetivo de este mantenimiento es conservar al 100% el equipo, monitoreando las unidades de la planta y embelleciendo el área de trabajo.

C. Alcance

A través de meses anteriores se abarcaron áreas y equipos de las unidades de: Platformado, Destilado, Craqueo Térmico, Crudo, Utilidades, Gascon, Off Site, Agua de Enfriamiento, Edificios y otros.

Bomba PP-301-B: Del 27 hasta el 30 de junio 2011. Se inició con el mantenimiento de: limpieza, raspado, picado, cepillado y pintura. Se le dieron dos manos de pintura. El avance del trabajo es de 100 % hasta la fecha, con la (OT-340777).
 Duración del trabajo total: Con 8 horas de trabajo diario.
 Área cubierta: 6 m²

Consumo de materiales:

<i>Pintura Base Rojo Acrílica</i>	<i>1.892</i>
<i>Pintura Gris Oscuro Aceite</i>	<i>0.946</i>
<i>Pintura Negra Acrílica</i>	<i>0.473</i>
<i>Pintura Azul Acrílica</i>	<i>0.473</i>
<i>Pintura Blanca Acrílica</i>	<i>1.892</i>
<i>Pintura Azul Protecto Aceite</i>	<i>0.473</i>
<i>Aditivo P/Pintura</i>	<i>1.892</i>
<i>Brochas 1"</i>	<i>1 UN</i>
<i>Brochas 2"</i>	<i>2 UN</i>
<i>Lija # 36</i>	<i>½ MT</i>

<i>Equipo menor</i>	<i>3 Brochas, Lija ½ MT</i>
<i>Horas hombre</i>	<i>34-Horas</i>
<i>Tiempo estimado de repinte</i>	<i>1 Año</i>

<i>Rendimiento de la unidad de pintura y conservación</i>	
<i>Preparación manual de superficie</i>	<i>2-Día, 16-Horas</i>
<i>Aplicación de pinturas de estructura metálicas</i>	<i>2-Día, 16-Horas</i>

Fotografías del trabajo realizado:

Antes:



Después:



Bomba PP-304-B: Del 21 hasta el 24 de junio 2011. Se inicio con el mantenimiento de: limpieza, raspado, picado, cepillado y pintura. Se le dieron dos manos de pintura. El avance del trabajo es de 100 % hasta la fecha, con la (OT-340776).

Duración del trabajo total: Con 8 horas de trabajo diario.

Área cubierta: 6 m²

Consumo de materiales:

Pintura Base Rojo Acrílica	1.892
Pintura Gris Oscuro Aceite	0.946
Pintura Negro Acrílica	0.473
Pintura Azul Acrílica	0.473
Pintura Blanca Aceite	1.892
Pintura Azul Protecto Aceite	0.473
Aditivo P/Pintura	1.892
Brochas 1"	1 UN
Brochas 2"	2 UN
Lija # 36	½ MT

Equipo menor	3 Brochas, Lija ½ MT
Horas hombre	16 Horas
Tiempo estimado de repinte	1 Año

Rendimiento de la unidad de pintura y conservación	
Preparación manual de superficie	2-Días, 16-Horas
Aplicación de pinturas de estructura metálicas	2-Días, 16-Horas

Fotografías del trabajo realizado:

Antes:



Después:



Recipiente TV-204: Del 19 hasta el 27 de mayo 2011. Se inició con el mantenimiento de: limpieza, raspado y pintura. Se le dieron dos manos de pintura. El avance del trabajo es de 100 % hasta la fecha, con la (OT-340058).

Duración del trabajo total: Con 8 horas de trabajo diario.

Área cubierta del Recipiente: **118 m²**

Nota: Todas las tuberías están incluidas en el recipiente YT-780

Consumo de materiales:

<i>Pintura Base Rojo Acrílica</i>	<i>0.473</i>
<i>Pintura Alta Aluminio</i>	<i>11.355</i>
<i>Pintura Negra Acrílica</i>	<i>1.892</i>
<i>Aditivo P/Pintura</i>	<i>0.946</i>
<i>Felpas Grande 9"</i>	<i>3 UN</i>
<i>Brochas 2"</i>	<i>2 UN</i>
<i>Brochas 3"</i>	<i>2 UN</i>
<i>Lija # 36</i>	<i>1 MT</i>

<i>Equipo menor</i>	<i>Brochas 4, Lija 1MT</i>
<i>Horas hombre</i>	<i>72 Horas</i>
<i>Tiempo estimado de repinte</i>	<i>2 Años</i>

<i>Rendimiento de la unidad de pintura y conservación</i>	
<i>Preparación manual de superficie</i>	<i>3-Días, 40 Horas</i>
<i>Aplicación de pinturas de estructura metálicas</i>	<i>3-Días, 32 Horas</i>

Fotografías del trabajo realizado:

Antes:



Después:



Anexo 2:

Ejemplo de registro de la cantidad de personas y el tiempo total por cada orden de trabajo de la Unidad de Conservación y Pintura, información fundamental para determinar rendimientos históricos de esta unidad

Tiempo de horas de trabajo ---ABRIL 2011---

			V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V		
O.T #	OPERARIOS	Descripción del trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
332104	JULIO RIVERA	PINTAR PLATAFORMA DE MARIÉLOS																												1 5 M	
	JOSE AVELLÁN																														8
	ROLANDO GÓNGORA	100%																													8
	PAOLO LEÓN																														8
	JAMES PAUL																														8
334512	JULIO RIVERA		1/ 2 H																												
	ANTONY THOMAS		8			8	8	8																							
	JAMES PAUL		8			8	8																								
334877	JULIO RIVERA	QUITAR RESIDUOS SÓLIDOS Y ASEAR	1/ 2 H																												
	FRANCISCO ZÚÑIGA	PASILLOS DEL UP-504	4																												
	RAFAEL DVIEDO	100%	4																												

Tiempo de horas de trabajo ---ABRIL 2011---

			V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	L	M	K	J	V		
O.T #	OPERARIOS	Descripción del trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
336858	JULIO RIVERA	MANTENIMIENTO GENERAL: PINRURA, LIMPIEZA	1/ 2 H																												
	MIGUEL FONSECA	UB-503 NEBRASKA, UB-503 CALDERA	8			8			8																						8
	PAOLO LEÓN	100%																				8									
	MANFRED CORELLA		8			8			8					8	8	8	8					8	8								4
	GABRIEL RAMÍREZ		8			8			8					8	8	8	8					8	8								
337139	JULIO RIVERA	PINTAR REFRIGERADOR DEL DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PINTURA																													
		100%																													

Anexo 3:

Formularios para la toma de datos de campo y documentación de tiempos muertos.

RECOPIACION DE DATOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
 ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION
 PROGRAMA DE LICENCIATURA
 RECOLECCION DE DATOS EN EL CAMPO
 DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
 TRANSFERIMIENTO DE RECURSOS (Materiales, mano de obra, maquinaria, equipos)

FECHA
 ESTADO DEL TIEMPO
 DIA DE LA SEMANA
 HORA
 MODALIDAD SUBSECCION

ACTIVIDAD					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CANTIDAD	CUADRILLA	HERRAMIENTAS	TIEMPO	
	C1	CARPINTEROS		T1	
	C2			Inicio	
	C3			Fin	
	C4	ALBAÑILES			
	C5				
				T2	
				Inicio	
		FONTANEROS		Fin	
			EQUIPO		
				T3	
		ELECTRICISTAS		Inicio	
				Fin	
				T4	
		AYUDANTES		Inicio	
				Fin	
		PEONES		T6	
				Inicio	
				Fin	

Observación realizada por:

Revisado por:

Anexo 4:

Ejemplo de documentación histórica, sobre labores ejecutadas por el Departamento de Mantenimiento durante los meses de enero a junio del 2011, información necesaria para determinar rendimientos históricos

FECHA INICIO	FECHA FINAL	ORDEN	DESCRIPCIÓN	OPERARIO	HORA S
15/04/2011 07:00	15/04/2011 15:00	329541	CONFECCIONAR VIDRIO DE LA MESA DEL CUARTO DE OPERADORES ***** CONFECCIONÓ VIDRIO PARA MESA DEL CUARTO	RAFAEL QUIRÓS GUZMÁN	4
24/03/2011 07:00	25/03/2011 10:00	329826	REPARACION DE CADENA DEL SERVICIO SANITARIO PARA DISCAPACITADOS PLANTA BAJA (MUJERES), EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y CAMBIO DE TAPA LA CUAL SE QUEBRÓ ***** REPARÓ SERVICIO SANITARIO Y DEJÓ FUNCIONANDO	JORGE BARBOZA RAMÍREZ	4
24/02/2011 09:02	5/04/2011 15:00	332162	ENCHAPÉ EN PILA DE LA BODEGA, PLANTA BAJA EDIFICIO ADMINISTRATIVO, Y, INSTALACIÓN DE ESTANTES EN LA BODEGA DE LIMPIEZA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO, REPARACIÓN Y PINTURA DE PARED DEL CUBÍCULO DE LA CAJA EN EDI. ADMINISTRATIVO. ***** ENCHAPÓ PILA, INSTALÓ ESTANTES, REPARÓ PARED	JOHN MARTIN LEMONES GAITÁN	7
31/01/2011 07:00	31/01/2011 15:00	332376	INSTALAR CELOSIAS EN LA VENTANA DEL PASILLO DE LA OFICINA, DEBIDO A QUE CUANDO LLUEVE ESTE SE MOJA. ***** REALIZÓ TRABAJO SOLICITADO, USÓ MATERIAL REICLADO Y DEJÓ A SATISFACCIÓN	JOHN MARTIN LEMONES GAITÁN	4
14/02/2011 11:20	11/03/2011 10:00	333561	Limpieza de caños y fuga de agua en el tanque que recién se instaló en la Casa de la Gerencia General en Moín. ***** REALIZÓ EL TRABAJO SOLICITADO, FUE NECESARIO SUSTITUIR FIGURAS DE PVC PARA ERRADICAR LA FUGA SE REPARÓ AVERÍA SIMILAR EN LA CASA # 16 DE LAS FORMAS	JORGE BARBOZA RAMÍREZ	7
13/01/2011 07:00	24/01/2011 15:00	333901	SE REQUIERE CONSTRUIR PLACA PARA INSTALAR UNA BOMBA EN CAMPO DE ENTRENAMIENTO DE BOMBEROS, CONTIGUO A LA DP-650, ADEMÁS AMPLIAR EL PLANCHÉ DE LA CASETA DE BOMBAS. ***** REALIZÓ TRABAJO SOLICITADO CON CONCRETO Y REFORZÓ CON MALLA ELECTROSOLDADA	RAFAEL QUIRÓS GUZMÁN	5
28/01/2011 12:00	9/02/2011 15:00	334119	Construir planché contiguo a caseta de guardas del Edificio Administrativo, para parqueo de motocicletas. ***** *** TRABAJO SOLICITADO ESTÁ EN PROCESO Y SU AVANCE SE PUEDE ESTIMAR EN UN 30%	JOSE ANTONIO GUTIÉRREZ FOSTER	7
17/01/2011 07:00	8/02/2011 10:00	334127	REVISIÓN Y CAMBIO DE LÁMINAS PARA EL CIELO RASO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO PLANTA BAJA (BAÑO MUJERES, OFI. UNI ADM, CONTA, COMPRAS) ***** REALIZÓ TRABAJO SOLICITADO, SE SUSTITUYERON SEIS PIEZAS DEL CIELO RASO	JONNATHAN JOSE SILVA COTO	1

Anexo 5:

Registro de los salarios por puesto para RECOPE

SISTEMA INTEGRADO DE RECURSOS HUMANOS
 REPORTE DE PUESTOS
 Período: 01/07/2010

Puesto	Nombre	Salario Base	Monto Paso
A1207	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	300,877.00	5,837.00
A1210	ASISTENTE DE ALMACENES	284,373.00	5,517.00
A1222	ASISTENTE DE MERCADEO	286,601.00	5,560.00
A1225	ASISTENTE DE RECURSOS HUMANOS	288,386.00	5,595.00
A1229	ASISTENTE DE SERVICIOS GENERALES	311,137.00	6,036.00
A1235	ASISTENTE DE VENTAS	288,386.00	5,595.00
A1257	FACTURADOR	257,459.00	5,182.00
A1260	INSPECTOR DE FACTURACION	315,894.00	6,128.00
A1263	OFICINISTA	243,335.00	5,137.00
A1266	SECRETARIA 1	273,370.00	5,303.00
A1269	SECRETARIA 2	286,601.00	5,560.00
A1270	SECRETARIA 3	331,359.00	6,428.00
A2231	SUPERVISOR DE PLANTEL	368,235.00	7,144.00
E1101	ASISTENTE DE DIRECCION	545,901.00	10,590.00
E1105	ASISTENTE DE GERENCIA DE AREA	572,293.00	11,102.00
E1110	ASESOR EJECUTIVO	662,984.00	12,862.00
E1120	ASESOR TECNICO	761,718.00	14,777.00
E1125	DIRECTOR DE AREA	761,718.00	14,777.00
E1140	JEFE DE DEPARTAMENTO	654,844.00	12,704.00
E1247	SUBAUDITOR DE AREA	761,718.00	14,777.00
G1000	PRESIDENTE	3,440,768.00	.00
G1135	GERENTE GENERAL	3,079,766.00	.00
G1248	SUBAUDITOR GENERAL	873,222.00	16,941.00
G1249	AUDITOR GENERAL	1,104,555.00	21,428.00
G2130	GERENTE COMERCIO INT. DESARROLLO	2,717,845.00	.00
G4130	GERENTE DE REFINACION	2,717,845.00	.00
G5130	GERENTE DE ADMON. Y FINANZAS	2,717,845.00	.00
G6130	GERENTE MERCADEO Y DISTRIBUCION	2,717,845.00	.00
P1240	PROFESIONAL AUDITOR 1 A	407,177.00	7,899.00
P1241	PROFESIONAL AUDITOR 1 B	480,443.00	9,321.00
P1243	PROFESIONAL AUDITOR 2	545,901.00	10,590.00
P1246	PROFESIONAL AUDITOR 3	594,297.00	11,529.00
P3000	PROFESIONAL 1 A	407,177.00	7,899.00
P3001	PROFESIONAL 1 B	480,443.00	9,321.00
P3002	PROFESIONAL 2	545,901.00	10,590.00
P3003	PROFESIONAL 3	594,297.00	11,529.00
PCSM1	COORDINADOR DE SERVICIOS MEDICOS	708,345.00	13,742.00
PE01B	ENFERMERA 1 BACHILLER	393,250.00	8,764.00
PE01L	ENFERMERA 1 LICENCIADA	545,950.00	10,591.00
PMA01	MEDICO ASISTENTE GENERAL	642,191.00	12,459.00
PME01	MEDICO ESPECIALISTA	694,392.00	13,471.00
POD01	ODONTOLOGO 1	613,660.00	11,905.00
S4013	MISCELANEO	223,855.00	5,109.00
S4017	OFICIAL DE SEGURIDAD	240,955.00	5,126.00
S4019	OPERADOR DE EQUIPO MOVIL 1	251,364.00	5,166.00
S4020	OPERADOR DE EQUIPO MOVIL 2	280,950.00	5,450.00
S4021	OPERADOR DE EQUIPO MOVIL 3	297,607.00	5,774.00
S4030	RECEPCIONISTA	230,396.00	5,109.00
T1204	ANALISTA DE PRESUPUESTO	332,697.00	6,454.00

T1213	ASISTENTE DE AUDITORIA	311,137.00	6,036.00
T1216	ASISTENTE DE CONTABILIDAD	247,497.00	5,157.00
T1219	ASISTENTE DE DERECHO	302,810.00	5,875.00
T1226	TECNICO DE RECURSOS HUMANOS	330,318.00	6,408.00
T1232	ASISTENTE DE TESORERIA	310,840.00	6,030.00
T1250	CAJERO	294,187.00	5,707.00
T1253	CONTADOR 1	327,551.00	6,354.00
T1254	CONTADOR 2	327,551.00	6,354.00
T1280	ASISTENTE DE SUMINISTROS	288,386.00	5,595.00
T1281	TECNICO EN SUMINISTROS	330,318.00	6,408.00
T1284	TECNICO PROFESIONAL	361,544.00	7,014.00
T2101	ANALISTA DE LABORATORIO 1	290,916.00	5,644.00
T2102	ANALISTA DE LABORATORIO 2	341,768.00	6,630.00
T2105	ASISTENTE DE INGENIERIA	302,810.00	5,875.00
T2110	AUXILIAR DE LABORATORIO	240,361.00	5,121.00
T2115	DIBUJANTE	288,980.00	5,606.00
T2120	INSPECTOR DE PROTECCION INTEGRAL	307,568.00	5,967.00
T2201	AUXILIAR DE OBRAS	223,855.00	5,109.00
T2203	CONTROLADOR DE PROCESO	341,915.00	6,633.00
T2205	DESPACHADOR DE OLEODUCTO	335,225.00	6,503.00
T2207	INSPECTOR DE OBRAS 1	307,271.00	5,961.00
T2208	INSPECTOR DE OBRAS 2	342,809.00	6,650.00
T2210	INSPECTOR DE PATIO	326,303.00	6,330.00
T2212	OPERARIO DE ABASTECIMIENTO	307,568.00	5,967.00
T2214	OPERARIO DE DISTRIBUCION	280,359.00	5,439.00
T2216	OPERARIO DE EMULSION ASFALTICA	284,373.00	5,517.00
T2218	OPERARIO DE MANTENIMIENTO 1	286,899.00	5,566.00
T2219	OPERARIO DE MANTENIMIENTO 2	330,913.00	6,420.00
T2221	OPERARIO DE OLEODUCTO 1	297,458.00	5,771.00
T2222	OPERARIO DE OLEODUCTO 2	321,098.00	6,229.00
T2224	OPERARIO DE REFINERIA 1	284,373.00	5,517.00
T2225	OPERARIO DE REFINERIA 2	307,568.00	5,967.00
T2227	SUPERVISOR DE ESTACION DE BOMBEO	355,893.00	6,904.00
T2229	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	355,893.00	6,904.00
T2234	SUPERVISOR DE PROCESO 1	355,893.00	6,904.00
T2235	SUPERVISOR DE PROCESO 2	398,418.00	7,729.00
T2240	TECNICO EN INSTRUMENTACION	330,615.00	6,414.00
T2245	TECNICO EN REFINACION	330,913.00	6,420.00
T2250	TECNICO GENERADOR DE ENERGIA 2	330,913.00	6,420.00
T2255	TECNICO GENERADOR DE ENERGIA 1	301,919.00	5,857.00
T4001	ASISTENTE DE ANALISIS Y PROGRAMACION	316,788.00	6,146.00
T4003	ASISTENTE DE ODONTOLOGIA	321,396.00	6,235.00
T4025	OPERADOR DE SISTEMAS 1	279,020.00	5,413.00
T4026	OPERADOR DE SISTEMAS 2	315,003.00	6,111.00
T4035	SUPERVISOR DE SEGURIDAD	301,025.00	5,840.00
T4040	TECNICO EN SOFTWARE Y EQUIPO	327,493.00	6,353.00

Anexo 6:

Artículo 23 de la Convención Colectiva de Trabajo de la Refinería
Costarricense de Petróleo

CONVENCION COLECTIVA DE TRABAJO

REFINADORA COSTARRICENSE DE PETROLEO, S.A.

ARTICULO 23. Los trabajadores disfrutarán de un periodo de descanso de quince minutos pagados durante el curso de la jornada, que se otorgará de acuerdo de las disposiciones que se tomen y las necesidades de trabajo. Disfrutarán además de treinta minutos pagados para tomar almuerzo o cena y que se ofrecerá cerca de la mitad de la jornada.

Los trabajadores deberán disfrutar de este derecho, que se comprobará por los medios que se establezcan y en los casos que no lo disfruten por necesidades de la Empresa, deberá reportarlo al Jefe respectivo para efectos de su pago.

Referencias

Acosta, P. (2007). Manual Ms Excel 2007 Avanzado y Macros. México. Manual Personal. 99p.

Gutiérrez, E. (2005). Control de costos y calidad en la construcción de casas de interés social. Informe proyecto final de graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Tecnológico de Costa Rica. 86 p.

Paniagua, A. (2006). Rendimiento de mano de obra en construcciones de casas de madera. Informe proyecto final de graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica. 107 p.

Paniagua, E. (2009). Rendimientos de mano de obra. CIVCO, Costa Rica. Recopilación:1-26 p.

Sandoval, M. et al. (2009). Costos de construcción. CIVCO, Costa Rica. Recopilación. 14-22 p.

Academia .R.E (2001). Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. XXII Edición, España. Tomo 9. 1319 p.

Publicaciones de universidades y estaciones experimentales

Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. UNIVERSIDAD EAFIT. Revista Universitaria 128. 14p.

Malisiovas, A.(2010). Construction productivity: from Measurement to Improvement. University of Texas At Austin, Usa. Bulletin no AA067. 8p.

Molina, A.(2009). Aplicación de Modelos de Regresión en la estimación de Rendimientos de proceso constructivo, comparación con metodología PERT. Universidad de Bio Bio. Concepción. 9p.

Páginas web-

<http://www.adis.org.do/rendimientomanoobra.html>. Accesado el 25 de agosto del 2011.

<http://www.bideco.com.mx/tecnico/mdeob/rendob.html>. Accesado el 24 de agosto del 2011-

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21512802.pdf>. Accesado el 11 de enero del 2012

http://www.dcaa.mil/cam/Appendix_I_-_Work_Sampling.pdf. Accesado el 12 de enero del 2012