



ECUADOR – FEBRERO 2016 - ISSN: 1696-8352

DETERMINACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA Y LOS COSTOS QUE REPRESENTAN LOS RETRASOS DE LAS ACTIVIDADES EN LA EMPRESA INFOTECSA. CASO DE ESTUDIO

Ing. Cindy Janina Arias Jaramillo

Ingeniera Comercial “Mención en Administración de Empresas”

Correo electrónico: cindy_arias1293@hotmail.com

Auxiliar de Archivo Universidad Técnica de Machala, UTMACH

MSc Juan Marcos Pupo Francisco

Ingeniero Industrial y Master en Ingeniería Industrial “Mención Producción”

Correo electrónico: jmpupo0709@gmail.com

Docente Universidad Técnica de Machala, UTMACH

Resumen:

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la ruta crítica de la Empresa Infotecs, los costos normales que representa la realización de las actividades y la aplicación de la técnica de costos comprimidos.

El estudio se basa en los principios de Schroeder sobre la planificación y programación de proyectos y recoge los resultados de la aplicación del CPM o Método de la Ruta Crítica, mediante la relación tiempo-coste y la aplicación del Ciclo Deming de la Mejora Continua.

Se realizan diferentes cálculos para proporcionar a la gerencia de la Empresa diferentes alternativas en función de la rentabilidad, pero sin atender con la ventaja competitiva y prestigio de la misma de cumplir con las fecha de entrega pactadas.

En el desarrollo se utiliza el árbol del problema para identificar la relación de las causas con los efectos que ocasionan. Se realizan los diferentes cálculos de la ruta crítica y se representa gráficamente la misma tanto para el tiempo-coste normal; como para tiempo-coste comprimido como soporte técnico de imprescindible inclusión que permite una mejor comprensión y en consecuencia una mejor implementación del Proyecto.

Abstract:

The current paper aims to determine the critical path of INFOTECSA, a technological company: the normal costs that represent the accomplishment of activities and the application of the compressed costs technique.

This research is based on the Schroeder principals on planning and scheduling projects and shows the results of applying CPM or critical path methods, using the time-cost relationship and the application of the Deming Cycle of Continuous Improvement.

Different calculations are made to provide different alternatives to the management team, in order to contribute to the profitability of the company. Although, we do not affect the competitive advantage and prestige of the company, so they could meet their delivery deadlines.

A solution tree analysis has been used to identify the cause-effect relationship that has occurred during the research. Different critical paths calculations are performed and is represented graphically on both techniques; time-normal cost, as well as compressed time-cost technical support, to allow a better understanding and consequently better project implementation.

Palabras Clave - Key Words:

Costos Comprimidos, Compressed Cost, Método PERT, PERT Method, Programación de proyectos, Project Management, Ruta crítica, Critical Path Method, Ciclo Deming, Deming Cycle.

Clasificación JEL: D61, L23 y O22

INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo empresarial se está desarrollando entorno a las necesidades del medio que lo rodea, por ende, las empresas son cada vez más competitivas, para obtener mayor participación dentro del mercado cada una lucha por desarrollar estrategias que le permita diferenciarse de la competencia.

En este sentido, podemos decir que el tiempo de respuesta a nuestros clientes juega un papel preponderante en el medio, para ello es necesario que la organización establezca una adecuada planificación de los objetivos y metas a alcanzar y una programación detallada de los proyectos que ofertan a sus consumidores.

Según indica (Schroeder, 2011) “la planificación y programación de proyectos consta de cuatro fases: La planeación, la programación, el control y el cierre, los mismos que aportan una secuencia general de las decisiones administrativas que se demandan en todos los proyectos”.

La planificación está a cargo del nivel gerencial, los mismos que deberán establecer los recursos humanos, materiales y capitales que se emplearán para alcanzar el objetivo general del proyecto.

La programación establece cada una de las actividades a ejecutarse, el tiempo en el que se realizarán, el presupuesto que se necesitará y quienes ejecutarán cada una de las tareas fijadas. Es necesario indicar que dependiendo del tamaño del proyecto se puede representar mediante las gráficas de Gantt o las redes de tiempo constante.

El control permite evaluar que el avance del proyecto se encuentre acorde a lo planificado inicialmente, en caso de existir desfases, se deben tomar acciones correctivas inmediatas para lograr la meta trazada y poder realizar el cierre (entrega del proyecto) en el plazo pactado con el cliente.

Luego de realizar el control y la respectiva entrega de proyecto al cliente, es necesario realizar una retroalimentación con la finalidad de contribuir al mejoramiento continuo de la empresa, gestionando con ello las oportunidades de mejora que se puedan generar en el desarrollo del proyecto, garantizando la entrega de productos de calidad, mismos que incidirán de forma directa en la fidelidad y satisfacción de los clientes, lo que se puede comprobar a través de encuestas, servicio post venta o repetitividad de los clientes.

(Schroeder, 2011) Manifiesta que: “La medida más popular de la calidad del servicio se conoce como SERVQUAL2 y se mide a través de un cuestionario para el cliente con base en cinco medidas perceptivas del servicio: 1. Consideraciones tangibles, 2. Confiabilidad, 3. Receptividad, 4. Seguridad, 5. Empatía. SERVQUAL aplica un cuestionario que consta de 22 reactivos (o preguntas) que miden de modo agregado esas cinco dimensiones”. Mediante este método la calidad del servicio que reciben los clientes se fundamenta en lo que ellos esperaban obtener de nuestra empresa.

Según la filosofía Deming el mejoramiento continuo se basa en la estabilidad de los sistemas que integran las empresas, permitiendo con ello cubrir de una mejor manera las necesidades de nuestros consumidores. Cabe indicar que, estas decisiones le corresponden al mando gerencial, debido a que se debe capacitar y lograr un empoderamiento de los colaboradores, así como también una adecuada supervisión de las tareas asignadas. Es necesario tomar en cuenta que, en muchos casos el mejoramiento de la calidad conlleva a la reducción de utilidad a corto plazo.

Del mismo modo (Schroeder, 2011) menciona que “la gráfica de Gantt se utiliza con mucha frecuencia en la programación de proyectos porque son fáciles de utilizar y se entienden ampliamente; sin embargo, en el caso de proyectos complejos, una gráfica de Gantt se vuelve inadecuada porque no exhibe las interdependencias y las relaciones entre las actividades. En el caso de proyectos complejos, resulta complicado programar el proyecto inicialmente y todavía más reprogramarlo cuando suceden cambios. El método de redes de la programación de proyectos supera estas dificultades”.

El método de redes explica detalladamente las actividades predecesoras a través de la determinación de la ruta crítica o también llamado camino crítico, el mismo que registra gráficamente el tiempo máximo que duraría el proyecto y las holguras libres entre actividades. Este método puede ser usado de dos formas:

- 1.1 CPM (Método de la Ruta Crítica): Identifica la ruta crítica y analiza la relación tiempo – costo, en la que propone comprimir el tiempo de entrega del proyecto, lo que requiere un incremento en los costos planificados, siempre y cuando no superen los beneficios.

Dentro de la gestión de proyectos se utiliza una técnica llamada costo comprimido, este instrumento se aplica con la finalidad de acortar la duración planificada del proyecto, lo que implica el incremento de mano de obra, dinero, maquinarias, entre otros, fundamentalmente se utilizan en un proyecto, obra o actividad que presente retrasos en su ejecución con el fin de recuperar el tiempo perdido, debido a que la reducción del tiempo de un proyecto genera aumentos en los costos, la fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Costo crash/unidad tiempo} = \frac{\text{Costo crash} - \text{costo normal}}{\text{Tiempo normal} - \text{tiempo crash}}$$

Según establece (Investigacióndeoperaciones.net, 2015) “Se debe tener especial cuidado dado que en la medida que reducimos el tiempo en las actividades críticas, algunas actividades que inicialmente no eran críticas, pueden pasar ahora a ser críticas.”

- 1.2 PERT (Técnica de Revisión y Evaluación de Programas): Establece la ruta crítica a través del análisis probabilístico en el que necesitan fijar el tiempo optimista, probable y pesimista.

Resulta oportuno indicar que según (Sepúlveda., 2012) “La holgura de una actividad es el margen suplementario de tiempo que tenemos para determinar esa actividad. Las actividades de la ruta crítica no tienen holgura. Una actividad pertenece a la ruta crítica cuando no se puede cambiar sus instantes de comienzo y finalización sin modificar la duración total del proyecto. La concatenación de actividades críticas es el camino crítico”.

Sobre la base de las consideraciones anteriores es necesario describir los beneficios que genera terminar un proyecto antes de lo previsto y los procedimientos del método CPM según (Azofeifa, 2015) indica que:

1.3 Beneficios al completar un proyecto antes de su tiempo previsto:

- 1.3.1 Existencia de reconocimientos monetarios.
- 1.3.2 Disminución de los costos indirectos.
- 1.3.3 Generar ventaja competitiva
- 1.3.4 Evitar amonestaciones por entrega tardía del proyecto.

1.4 Procedimiento del método CPM intercambio tiempo-costo

- 1.4.1 Estimar los costos y tiempos tanto regulares como acelerados para cada una de las actividades.
- 1.4.2 Determinar la longitud de todas las rutas usando los tiempos regulares para cada actividad.
- 1.4.3 Identificación de las rutas críticas.
- 1.4.4 Actividades de aceleración en la(s) ruta(s) crítica(s) a fin de incrementar los costos si los costos de aceleración no exceden a los beneficios.

1.5 Metodología de la Ruta Crítica

Según (MARTÍNEZ, 2012) “Una técnica de análisis de la red del cronograma utilizada para determinar el nivel de flexibilidad de los cronogramas (el nivel de holgura) sobre varias rutas de red lógicas de la red del cronograma del proyecto y para determinar la duración total mínima del proyecto”.

Cuando se busca calcular el tiempo total del proyecto se realiza mediante el recorrido de derecha a izquierda (\rightarrow), a diferencia de cuando se busca calcular la finalización e inicio tardías se lo realiza mediante un recorrido inverso (\leftarrow).

1.6 Indicadores del problema

La empresa Infotecsca, dedicada a la comercialización de equipos de comunicación, para la implementación del proyecto realiza siete actividades, las mismas que se detallan a continuación:

Tabla No. 1. Datos del caso de estudio

Actividad	Actividad precedente	Costo normal	Tiempo normal	Costo comprimido	Tiempo comprimido
A	-	150,00	6	200,00	4
B	-	150,00	4	250,00	2
C	A	225,00	3	300,00	2
D	A	350,00	4	550,00	2
E	B,C	730,00	7	1.105,00	4
F	D,E	680,00	5	1.130,00	2
G	E	1.630,00	10	2.330,00	6
Total		3915		5865	

Cuando se realizó el control o verificación, se pudo comprobar que la compañía presenta serios problemas en la entrega de los recursos, además de frecuentes retrasos en la realización de algunas actividades, a pesar de ello, el gerente indica que al final siempre cumple con la entrega en el tiempo planificado.

Es necesario destacar que realizar la actividad de control según lo planificado permite adoptar de forma inmediata las acciones correctivas pertinentes, pero como resultado tangible no se obtienen las utilidades planificadas, para eso en este caso de estudio se plantea el siguiente **problema científico**:

¿Cómo influye la determinación de la ruta crítica y la aplicación del ciclo Deming dentro de la empresa Infotecsa para la toma de decisiones y los costos que representan los retrasos continuos en las actividades?

Sucesivamente enfocamos la investigación en el **Objetivo General:**

Determinar la ruta crítica de la empresa Infotecsa, los costos normales que representa la realización de las actividades, la aplicación de la técnica de costos comprimidos, y la verificación y mejora continua en el Proyecto

En el desarrollo del caso de estudio desarrollamos el Árbol del problema:



Gráfico No. 1 Árbol del Problema

Luego de años de ejecución de proyectos es necesario destacar que la empresa Infotecsa posee como ventaja competitiva un equipo de trabajo que utiliza el método CPM o de la ruta crítica en la Planeación de los Proyectos, la misma que le permitirá priorizar las actividades críticas, logrando una distribución eficiente de los recursos en el momento adecuado, con la finalidad de cumplir con los clientes de manera puntual. Cabe indicar que, realizar una retroalimentación luego de que finalicen el proyecto, le ayudará a la empresa a generar una mejora continua.

DESARROLLO

Considerando la situación actual de la empresa Infotecsa, y luego de realizar el estudio de cada una de las actividades que desarrolla podemos decir que, actualmente para cumplir con los pedidos en el plazo acordado con el cliente, los costos de la compañía son de \$ 5.865,00 dólares, ya que por motivos de retraso en la entrega de recursos el gerente está obligado a aplicar el método de costos comprimidos, lo que le permite reducir el tiempo de elaboración a 16 días, es decir recuperar 10 días de retraso ocasionados por la entrega tardía de materiales.



Gráfico No. 2 Relación Tiempo – Costo

A continuación, se representa la ruta crítica normal, priorizando las actividades que determinan el plazo del proyecto, con la finalidad de que se prevea el abastecimiento a tiempo de recursos en estas tareas, permitiendo con ello cumplir con lo planificado en 26 días y el costo que representa es de \$ 3.915,00 dólares.

2.1 Ruta crítica costos normales

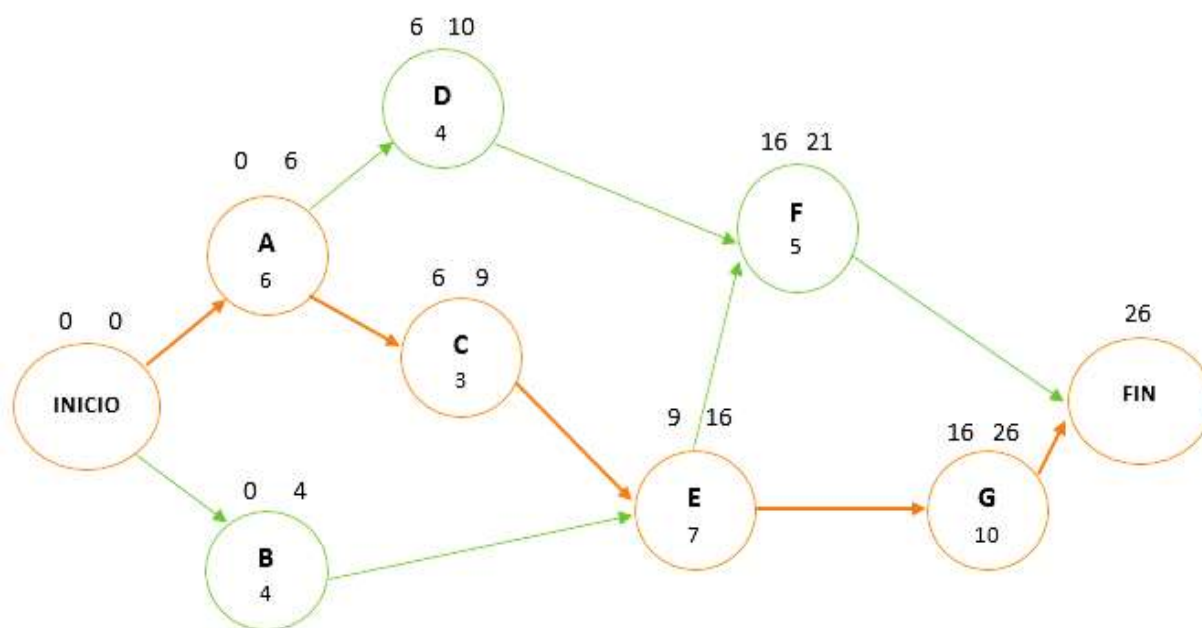


Gráfico No. 3 Representación gráfica de la ruta crítica costos normales

Ruta Crítica: INICIO – A – C – E – G – FIN

Tabla No. 2. Determinación de la Ruta Crítica (Costos Normales)

Actividad	ES (inicio anticipado)	EF (finalización anticipada)	Holgura libre
INICIO – A	0	6	0
A – C	6	9	0
C – E	9	16	0
E – G	16	26	0
G – FIN	26	26	0
A – D	6	10	0
D – F	10	21	6
F – FIN	21	26	5
INICIO – B	0	4	0
B – E	4	16	5
F – E	16	21	0

El costo normal del proyecto es de \$ 3.915,00 dólares, el mismo que se entregará en un plazo de 26 días.

2.2 Ruta crítica costos comprimidos

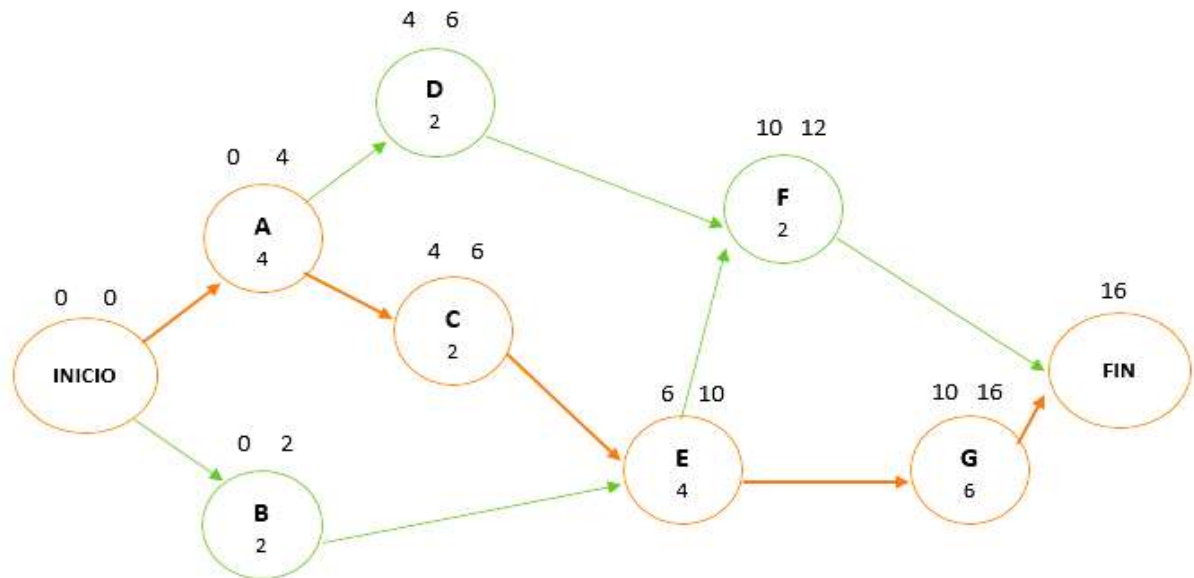


Gráfico No. 4 Representación gráfica de la ruta crítica costos comprimidos

Ruta crítica costos comprimidos: INICIO – A – C – E – G – FIN

Tabla No. 3. Determinación de la Ruta Crítica (Costos Comprimidos)

Actividad	ES (inicio anticipado)	EF (finalización anticipada)	Holgura libre
INICIO – A	0	4	0
A – C	4	6	0
C – E	6	10	0
E – G	10	16	0
G – FIN	16	16	0
A – D	4	6	0
D – F	6	12	4
F – FIN	12	16	4
INICIO – B	0	2	0
B – E	2	10	4
E – F	10	12	0

Los costos comprimidos del proyecto son de \$ 5.865,00 dólares, el mismo que se entregará en un plazo de 16 días, es decir se recuperan los 10 de retraso para poder cumplir con el pedido del cliente en el plazo acordado, lo que genera un incremento del 49% de los costos.

2.2.1 Fórmula a aplicar:

$$\text{Costo de la actividad (días)} = \frac{\text{Costo comprimido \$} - \text{Costo normal \$}}{\text{días normales} - \text{días comprimidos}}$$

- **Costo de actividades por días:**

- ✓ Actividad A

$$\text{Costo de la actividad A (días)} = \frac{\$200 - \$150}{6 - 4}$$

$$\text{Costo de la actividad A (días)} = \frac{\$50}{2}$$

$$\text{Costo de la actividad A (días)} = \$25,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad A, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$25,00 dólares para cumplir el plazo

- ✓ Actividad B

$$\text{Costo de la actividad B (días)} = \frac{\$250 - \$150}{4 - 2}$$

$$\text{Costo de la actividad B (días)} = \frac{\$100}{2}$$

$$\text{Costo de la actividad B (días)} = \$50,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad B, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$50,00 dólares para cumplir el plazo.

- ✓ Actividad C

$$\text{Costo de la actividad C (días)} = \frac{\$300 - \$225}{3 - 2}$$

$$\text{Costo de la actividad C (días)} = \frac{\$75}{1}$$

$$\text{Costo de la actividad C (días)} = \$75,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad C, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$75,00 dólares para cumplir el plazo.

- ✓ Actividad D

$$\text{Costo de la actividad D (días)} = \frac{\$550 - \$350}{4 - 2}$$

$$\text{Costo de la actividad D (días)} = \frac{\$200}{2}$$

$$\text{Costo de la actividad D (días)} = \$100,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad D, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$100,00 dólares para cumplir el plazo.

✓ Actividad E

$$\text{Costo de la actividad E (días)} = \frac{\$1105 - \$730}{7 - 4}$$

$$\text{Costo de la actividad E (días)} = \frac{\$375}{3}$$

$$\text{Costo de la actividad E (días)} = \$125,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad E, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$125,00 dólares para cumplir el plazo.

✓ Actividad F

$$\text{Costo de la actividad F (días)} = \frac{\$1130 - \$680}{5 - 2}$$

$$\text{Costo de la actividad F (días)} = \frac{\$450}{3}$$

$$\text{Costo de la actividad F (días)} = \$150,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad F, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$150,00 dólares para cumplir el plazo.

✓ Actividad G

$$\text{Costo de la actividad G (días)} = \frac{\$2330 - \$1630}{10 - 6}$$

$$\text{Costo de la actividad G (días)} = \frac{\$700}{4}$$

$$\text{Costo de la actividad G (días)} = \$175,00 \text{ dólares}$$

Cada día de retraso en la actividad G, genera un incremento a la empresa en el costo comprimido de \$175,00 dólares para cumplir el plazo.

Es necesario destacar que, en caso de existir retrasos en la entrega de recursos, la prioridad de las actividades a comprimir son aquellas que menor costo generan. Es imprescindible realizar de igual forma el análisis costo-beneficio de comprimir las actividades por separado en correspondencia con los costos de comprimir el proyecto completo, para lo cual también se analiza la variante de comprimir el Proyecto completo.

2.3 Costos del proyecto por días:

$$\text{Costo de la actividad (días)} = \frac{\$ 5.865,00 - \$ 3.915,00}{26 - 16}$$

$$\text{Costo de la actividad (días)} = \frac{\$1950,00}{10}$$

$$\text{Costo de la actividad (días)} = \$195,00 \text{ dólares}$$

Por cada día que se retrase la elaboración del proyecto, a la empresa le cuesta \$ 195,00 dólares.

El cálculo de los costos por días tanto en cada una de las actividades que integran el proyecto como de forma global, le permitirá al gerente tomar la decisión de comprimir los costos en la actividad que, bajo su criterio, le permita a la empresa cumplir con la entrega del proyecto en el tiempo pactado.

Luego de adoptar las medidas correctivas pertinentes que permitieron que la Empresa cumpliera con el plazo pactado, debemos trazar estrategias por cada una de las oportunidades de mejora señaladas en la etapa de verificación; solo así se garantizará que se aplique la mejora continua descrita en el Ciclo Deming, trayendo como resultados que la organización evolucione positivamente en su gestión.

CONCLUSIONES

- La ruta crítica de la empresa Infotecsca es: **INICIO – A – C – E – G – FIN**
- Los costos normales que representa la elaboración del proyecto son de \$ 3.915,00 dólares
- La compañía Infotecsca aplica el método de costos comprimidos debido a los retrasos en la entrega de algunos recursos, para poder cumplir a tiempo con los pedidos de los clientes.
- La determinación de la ruta crítica en la empresa INFOTECSCA permite al gerente priorizar la entrega de recursos para las actividades que se encuentran dentro de la ruta crítica, con la finalidad de que no existan retrasos en la entrega al cliente.
- Los retrasos continuos en las actividades representan el 49% de incremento en los costos, es decir \$ 1.950,00 dólares.
- En el caso de que los costos comprimidos aplicados en el proyecto sean muy altos y superen el beneficio de la empresa, se podrá analizar cada una de las actividades, considerando la relación tiempo – costo, lo que permitirá reducir la duración de algunas de las actividades que se encuentren dentro de la ruta crítica.
- La aplicación del Ciclo Deming permite que la Entidad gestione sus oportunidades de mejora y evolucione paulatinamente en su gestión, favoreciendo su posicionamiento en el mercado.

REFERENCIAS

- Agyei, W. (2015). Project Planning And Scheduling Using PERT And CPM Techniques With Linear Programming: Case Stud. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, p. 222-227.
- Arielle Meireles Moreira, R. S. (2010). ANALYSIS OF TIME MANAGEMENT APPLIED TO A PROJECT OF OIL . *Revista de Gestão e Projetos - GeP* , p. 128-146.

- Azofeifa, C. E. (10 de 10 de 2015). *Aplicación del método CPM intercambio costo - tiempo a la Evaluación de Proyectos*. Obtenido de [www.cidse.itcr.ac.cr: http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/memorias/3erCIEMAC/Ponencias/Tiempo-costos_Azofeifa.pdf](http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/memorias/3erCIEMAC/Ponencias/Tiempo-costos_Azofeifa.pdf). Consultado en 11/12/2015 a 00:55
- Fabio Dias Bahia, J. R. (2010). ANALYSIS OF SUCCESS CRITERIA IN ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION (EPC) PROJECTS. *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, p. 49-67.
- Igor Fontes Novais, E. M. (2011). GERENCIAMENTO DE PROJETO OTIMISTA (GPO): UM MÉTODO QUE INTEGRA PERT/CPM À CCPM. *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, p. 150-165.
- Investigación de operaciones.net. (10 de 10 de 2015). *Investigación de operaciones*. Obtenido de <http://www.investigaciondeoperaciones.net/crashing.html> Consultado en 11/12/2015 a 00:52
- Martínez, D. C. (01 de 12 de 2012). *REPOSITORIO UNIMILITAR*. Obtenido de UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/9924/2/OsorioMartinezDianaCarolina2012.pdf>. Consultado en 11/12/2015 a 00:51
- Mauro Maia Laruccia, P. C. (2012). PROJECT MANAGEMENT IN RESEARCH AND DEVELOPMENT . *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, p. 109-135.
- Schroeder, R. G. (2011). *Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos*. México, D. F.: The Mc. Graw-Hill. pp. 328-345.
- Sepúlveda., M. O.-D.-S. (19 de 10 de 2012). *Definición y ciclo de vida de Proyectos Informáticos*. Obtenido de <http://moseda.blogspot.com/2012/10/metodo-del-camino-critico-cpm.html>. Consultado en 11/12/2015 a 00:50