

## **CAPITULO IV ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN DE OBRA**

### **4.1 Antecedentes**

La construcción de la cisterna y tanque elevado fue realizada en el fraccionamiento Lomas del Valle, su principal objetivo es el de almacenar y suministrar agua potable cuando se genere una mayor demanda en horas pico así como también poder suministrar agua en la zona más alta de este fraccionamiento con ayuda del tanque elevado.

El proyecto surge debido a la gran demanda de agua potable que se generará por los habitantes del fraccionamiento, además debido a las especificaciones de la Comisión Nacional del Agua que establece, que por el tamaño del fraccionamiento y su configuración topográfica, la construcción de un tanque regulador y un tanque elevado.

La construcción estuvo a cargo de la constructora OCP S.A. de C.V. se realizaron dos etapas fundamentalmente que fueron: la construcción del tanque de regulación y la construcción del tanque elevado. El inicio de la obra se llevó a cabo el día 21 de Agosto de 2006.

El programa de obra fue elaborado por la misma constructora, la cual proporcionó la programación para poder realizar en el presente trabajo el análisis y una comparativa de lo programado contra lo real. A continuación se presenta la descripción de cada una de las actividades programadas que fueron utilizadas para la construcción de la cisterna y tanque elevado.

## **4.2 Programación de obra para concurso, real e ideal.**

### **4.2a Obra realizada por OCP S.A. de C.V.**

Como se mencionó anteriormente la programación fue elaborada por la constructora OCP S.A. DE C.V. consta de 21 conceptos de trabajo como se puede observar en el anexo C, y dentro de estos conceptos existen actividades que fueron contempladas para su correcta ejecución. La duración programada en el concurso estaba proyectada para un total de 70 días con el inicio de obra el día 21 de Agosto de 2006 y la terminación para el día 24 de Noviembre de 2006. A continuación se describen los conceptos de trabajo que integran la programación de concurso, así como el avance real ejecutado y la condición recomendable o ideal.

#### ***4.2.1 Trazo y nivelación***

Este paquete de trabajo comprende el trazado del terreno para que posteriormente se realice la excavación y nivelación correspondiente al tanque de regulación y obras hidráulicas, el área comprendida para este paquete de trabajo es de 225 m<sup>2</sup>, además su periodo es de 70 días, comenzando el día 21 de Agosto de 2006 y terminando el día 24 de Noviembre de 2006. El programa real abarcó los 70 días, lo recomendable sería que se realice en 55 días iniciando el 21 de agosto y finalizando el 3 de noviembre de 2006, esto es porque la duración para realizar el trazo del terreno no es muy larga y la duración de la nivelación sólo abarcaría hasta el término del cimbrado en el tanque elevado.

#### ***4.2.2 Excavación***

Este concepto comprende la excavación del terreno tipo II por medios mecánicos, esta excavación fue programada para una profundidad de 2.00 m. con una duración de 2 días, el periodo de ejecución abarca del 22 al 23 de Agosto 2006, y un volumen total de 862.6 m<sup>3</sup>. La duración del programa real tuvo una duración de 2 días, no hay recomendación para esta actividad ya que la duración para la misma es adecuada.

#### ***4.2.3 Carga y acarreo***

Este concepto se refiere al acarreo del material producto de la excavación por medio de un camión de volteo al primer kilómetro. La cantidad programada a acarrear es de 818.5 m<sup>3</sup>. con una duración de dos días, el periodo de ejecución es del 22 al 23 de Agosto 2006. lo real se ejecutó en el mismo periodo que se había programado para el concurso, no hay recomendación para esta actividad ya que la duración para la actividad es adecuada.

#### ***4.2.4 Conformación y compactación***

La conformación y compactación del terreno se lleva a cabo con una motoconformadora y un rodillo liso hasta lograr una compactación al 90% Proctor para un área de 225.5 m<sup>2</sup>. Con una duración de 1 día y su fecha a realizar es el 24 de Agosto 2006. Lo real se ejecutó con la misma duración, no hay recomendaciones ya que es adecuada la duración para poder realizar esta actividad.

#### **4.2.5 Colocación de plantilla**

La plantilla que se propuso fue de 5 cm. de espesor y concreto elaborado *in situ* con un  $F'c = 100 \text{ Kg/ m}^2$  para un total de  $192.06 \text{ m}^2$  Con una duración de 1 día, con inicio el 28 de agosto y término el 29 de agosto 2006. Lo real se realizó con la misma duración por lo que no hay recomendaciones para esta actividad ya que la duración para elaborar esta actividad es razonable.

#### **4.2.6 Cimbra y descimbra**

El cimbrado con acabado aparente y el descimbrado en muros y losa se programó con una duración de 60 días, del 29 de Agosto al 20 de Noviembre de 2006, para una total de  $1,149.6 \text{ m}^2$ , lo real fue realizado en el mismo periodo y como recomendación sería realizar esta actividad con una duración de 50 días, esto se podría llevar a cabo siempre y cuando se esté realizando la actividad conjuntamente con el armado y colado de la estructura anterior. Es importante ir llevando dos actividades al mismo tiempo para poder reducir el tiempo.

#### **4.2.7 Suministro, habilitado y colocación de Acero No 3**

Para el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo de diámetro No 3. Se consideró un total de 3.18 toneladas, con una duración de 40 días, periodo del 4 de Septiembre al 27 de Octubre de 2006.

Lo real fue ejecutado con la misma duración, lo recomendable sería realizar esta actividad en menor tiempo, en 35 días, esto se puede realizar teniendo suficiente material y mayor mano de obra.

#### ***4.2.8 Suministro, habilitado y colocación de Acero No 4***

Para el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo de diámetro No 4. Se consideró un total de 4.02 toneladas, con una duración de 40 días, periodo del 4 de Septiembre al 27 de Octubre de 2006. Lo real fue realizado en el mismo periodo, como recomendación se debería realizar esta actividad, al igual que los demás habilitados de diferentes diámetros, en menor tiempo, esta actividad podría ser ejecutada en 35 días de duración, esto se puede lograr trabajando a la par con los demás habilitados y teniendo material suficiente.

#### ***4.2.9 Suministro, habilitado y colocación de Acero No 5***

Para el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo de diámetro No 5. Se consideró un total de 6.45 toneladas, con una duración de 15 días, periodo del 31 de Agosto al 20 de Septiembre de 2006. En cuanto a lo real fue ejecutado en el mismo periodo lo cual es razonable y por lo tanto no tendría porque tener una modificación.

#### ***4.2.10 Suministro, habilitado y colocación de Acero No 6***

Para el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo de diámetro No 6. Se consideró un total de 1.28 toneladas, con una duración de 9 días, periodo del 28 de Agosto al 7 de Septiembre de 2006. Lo real tuvo un retraso en cuanto a lo programado, tuvo una duración de 47 días la principal razón fue la falta de acero del No 6 y mano de obra, como recomendación esta actividad podría ser realizada en un periodo de 15 días teniendo el material suficiente y mano de obra necesaria.

#### ***4.2.11 Suministro, habilitado y colocación de Acero No 8***

Para el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo de diámetro No 8. Se considero un total de 0.36 toneladas, con una duración de 2 días, periodo del 28 de Agosto al 29 de Agosto de 2006. Lo real se realizó con la misma duración siendo esta muy adecuada ya que al ser una cantidad pequeña no necesita de una duración más prolongada.

#### ***4.2.12 Concreto $F'c = 2500 \text{ Kg/cm}^2$***

Se consideró en el programa de obra concreto premezclado con tamaño del agregado de 20 mm. Para cimentación (elementos de cisterna) columnas y losa tanque elevado la cantidad de concreto a emplearse es de  $151.24 \text{ m}^3$  Periodo de ejecución 31 de agosto a 6 de noviembre de 2006 una duración de 48 días.

Lo real se ejecutó con una duración de 60 días la principal razón fue por el retraso en la colocación de cimbra y acero, sería recomendable realizar esta actividad en el periodo señalado en la programación de concurso.

#### ***4.2.13 Relleno y compactado***

El relleno de excavaciones para estructuras se especificó en capas de 20 cm. de espesor y compactado al 90% Proctor, la cantidad a rellenar es de 44.1 m<sup>3</sup> con una duración total de 5 días comenzando el día 11 de septiembre y terminando el 15 de septiembre de 2006. Lo real se realizó con una duración de 24 días la razón fue que las áreas correspondientes a compactar quedaron suspendidas, lo recomendable es ejecutar la actividad con la duración de 5 días.

#### **4.2b Obra subcontratada**

Los conceptos que se mencionan a continuación fueron subcontratados por la empresa OCP S.A. de C.V. se subcontrataron estos conceptos a la empresa Pirámide, esta empresa presupuestó los trabajos con un monto total de \$506,235.10.

#### ***4.2.14 Suministro y colocación tubería de alimentación de 8 pulg.***

La instalación de la tubería para alimentación de 8 pulg. estaba programada a realizar en un periodo de 30 días comenzando 11 de septiembre y terminando el 20 de octubre de 2006.

Lo real fue que esta actividad se realizó en 24 días teniendo un pequeño avance en el programa, lo recomendable es considerar la duración de 30 días para tener una cierta holgura.

#### ***4.2.15 Suministro y colocación Bypass D***

El suministro y colocación del Bypass D se contempló realizarlo en un periodo de 30 días comenzando 11 de septiembre y terminando el 20 de octubre de 2006. Lo real fue que esta actividad se ejecutó con una duración de 45 días, la causa principal fue porque al tener obra complementaria esta actividad se fue realizando a la par de la misma, lo recomendable sería ejecutar esta actividad en el tiempo programado de 35 días para tener una holgura de 5 días y terminar en tiempo.

#### ***4.2.16 Suministro y colocación de tubería de bombeo 4 pulg.***

La instalación de la tubería de bombeo de 4 pulg. se programó para realizarse en un periodo de 15 días comenzando 23 de octubre y terminando el 10 de noviembre de 2006. Lo real de esta actividad fue que se realizó en el mismo periodo siendo éste muy razonable.

#### ***4.2.17 Suministro y colocación del tren de descarga de 6 pulg.***

La instalación del tren de descarga fue un concepto subcontratado a realizar en un periodo de 30 días comenzando 25 de septiembre y terminando el 3 de noviembre de 2006, la duración real fue la misma no tuvo modificaciones.



#### ***4.2.18 Suministro y colocación de tubería de limpieza 3 pulg.***

La instalación de la tubería de limpieza de 3 pulg. estaba programada a realizarse en un periodo de 50 días comenzando 25 de Agosto y terminando el 10 de noviembre de 2006, lo real fue que esta actividad se realizó en el mismo tiempo de lo programado siendo que no hubo ninguna cambios.

#### ***4.2.19 Suministro y colocación Bypass C***

El suministro y colocación del Bypass se contempló realizarlo en un periodo de 35 días comenzando 25 de Septiembre y terminando el 10 de noviembre de 2006, la duración real fue la misma que la programada no hubo cambios.

#### ***4.2.20 Suministro y colocación del tren de medición***

La instalación del tren de medición estaba programada para realizarse en un periodo de 35 días comenzando 25 de Septiembre y terminando el 10 de noviembre de 2006, realmente se hizo en una duración de 43 días la razón fue que en la instalación del tren de medición se hizo de manera incorrecta y se prolongó el tiempo para su corrección, lo recomendable es hacerlo en un tiempo de 35 días para no tener atrasos en el programa.

#### ***4.2.21 Suministro y colocación de ventilación y escaleras***

Para la instalación de la ventilación y escaleras se contempló una duración de 40 días comenzando 2 de Octubre y terminando el 24 de noviembre de 2006. lo real fue que se realizó en un periodo de 51, la razón fue por falta del suministro del material a tiempo, como recomendación sería hacer la actividad en una duración de 30 días ya que si se tiene el material a tiempo y mano de obra adecuada la actividad se puede hacer en menor tiempo.

#### **4.2c Obra extraordinaria**

Los siguientes conceptos que se mencionan a continuación forman parte de la obra extraordinaria que se ejecutó durante y después de lo programado teniendo como resultado un incremento en el tiempo de término y costo. La razón fue que al licitar el concurso de obra no se especificaron estos conceptos y por lo tanto la constructora OCP S.A. de C.V. licitó un presupuesto que fue aceptado por la empresa GESTAR S.A. de C.V.

#### ***4.2.22 Suministro y colocación del descanso en escalera marina***

Para el suministro, fabricación y colocación del descanso en escalera marina se tenía programada una duración de 10 días abarcando el periodo del 27 de noviembre al 8 de diciembre de 2006. Su ejecución real fue con la misma duración programada, no hay recomendaciones puesto que es una duración razonable.

#### ***4.2.23 Suministro y colocación de tapa de cisterna***

Para el suministro, fabricación y colocación de tapa de cisterna se programó una duración de 10 días abarcando el periodo del 27 de noviembre al 5 de diciembre de 2006. Su ejecución real fue con la misma duración programada, no hay recomendaciones puesto que es una duración razonable.

#### ***4.2.24 Suministro y colocación de la puerta de acceso a bombas***

Para el suministro, fabricación y colocación de tapa de cisterna se programó una duración de 10 días abarcando el periodo del 27 de noviembre al 8 de diciembre de 2006. Su ejecución real fue con la misma duración programada, no hay recomendaciones puesto que es una duración adecuada.

#### ***4.2.25 Suministro y colocación de tubería de demasías de diámetro de 6 pulg.***

Para el suministro y colocación de tubería de demasías se programó una duración de 25 días abarcando el periodo del 13 de septiembre al 17 de octubre de 2006. Su ejecución real fue con una duración de 20 días del 13 de septiembre al 10 de octubre de 2006, como recomendación sería realizar este concepto con una duración de 15 días para tener menor costo en mano de obra.

#### ***4.2.26 Suministro y Colocación drenaje pluvial tanque de regularización***

Para el suministro y colocación del drenaje pluvial para el tanque de regulación se programó una duración de 20 días abarcando el periodo del 4 de diciembre al 8 de enero de 2007. Lo real se ejecutó con una duración de 15 días del 4 de diciembre al 22 de diciembre de 2006, como recomendación sería realizar este concepto con una duración de 15 días para tener también menor costo en mano de obra.

#### ***4.2.27 Suministro y Colocación tubería de ventilación***

Para el suministro y colocación tubería de ventilación se programó una duración de 15 días abarcando el periodo del 27 de septiembre al 17 de octubre de 2006. Su ejecución real fue la misma que la programada, como recomendación esta actividad puede realizarse en menor tiempo con una duración de 10 días, periodo del 27 de septiembre al 10 de octubre de 2006, esto disminuirá el costo de mano de obra y el tiempo de ejecución.

#### ***4.2.28 Suministro y Colocación de banda PVC***

Para el suministro y colocación de la banda de PVC en muros se programó una duración de 45 días abarcando el periodo del 31 de agosto al 1 de noviembre de 2006. Su ejecución real fue de 42 días del 31 de agosto al 27 de octubre de 2006, no hay recomendación ya que el periodo real ejecutado es menor que el programado y es una duración razonable.

#### ***4.2.29 Excavación área de bypass***

Para la excavación en la zona de bypass se tenía programado una duración de 1 día abarcando el periodo del 22 de agosto de 2006 culminando el adecuado.

#### ***4.2.30 Suministro y colocación tubería 3pulg.***

Para el suministro y colocación de la tubería de 3 pulg. para bajada pluvial del tanque elevado se programó una duración de 10 días abarcando el periodo del 15 de noviembre de al 28 de noviembre de 2006. lo real se ejecutó en el mismo periodo y no hay recomendaciones para este concepto.

#### ***4.2.31 Colocación nicho para medidor electromagnético***

Para la colocación del nicho se programó una duración de 4 días abarcando el periodo del 18 al 21 de diciembre de 2006. lo real se ejecutó en el mismo periodo y no hay recomendaciones.

#### ***4.2.32 Construcción de drenes para caja de válvulas***

Para la construcción de drenes se programó una duración de 15 días abarcando el periodo del 18 de diciembre de 2006 al 10 de diciembre de 2006. lo real se ejecutó en el mismo periodo, como recomendación se propone realizar este concepto con una duración de 10 días.

Los diagramas de gantt en donde se observan las duraciones de concurso, las reales y las recomendadas se encuentran en los **apéndices C, D, E y F**. En éstos apéndices se pueden observar tanto las duraciones totales de cada concepto como el comienzo y final de cada uno.

En cuanto a los conceptos que se enlistan en el presupuesto de obra extraordinaria como lo son: suministro y colocación de tubería acero de refuerzo de 3 pulg., concreto premezclado para estructura del tanque de regulación así como también para columnas y losa, y relleno de material con su compactación correspondiente sólo se modificaron las cuantificaciones de estos más no el periodo en los cuales fueron ejecutados.

#### ***4.3 Análisis económico del proyecto***

A continuación se presenta en breve el análisis económico que tuvo en el proyecto, se aprecian las variaciones de flujo de efectivo que se obtuvieron en el mismo, el principal objetivo de este análisis es determinar en que conceptos se tuvieron incrementos en cuanto a costos y tiempos de ejecución.

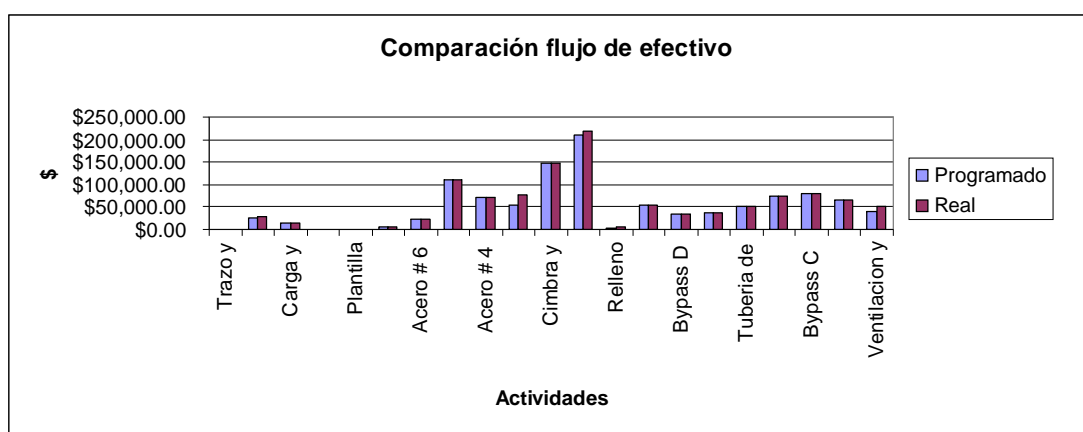
En la tabla 4.3.1 se muestran las cantidades iniciales que se presupuestaron para el concurso y las cantidades finales. Estas cantidades finales se obtuvieron debido a que al realizar un análisis a fondo del catálogo de conceptos, se detectó que la cuantificación no era la correcta y se prosiguió a rectificarla generándose incrementos en ciertos conceptos como se puede ver a continuación:

En la tabla 4.3.1 se observa la variación en el flujo de efectivo

	Concepto	Cantidades iniciales	Cantidades finales
1	Trazo y nivelacion	\$1,032.75	\$1,032.75
2	Excavacion en material II	\$25,843.50	\$28,428.75
3	Carga y Acarreo en camion 1er. Km.	\$13,063.25	\$13,063.25
4	Conformacion y Compactacion Subrasante	\$1,116.23	\$1,116.23
5	Plantilla Concreto 5 cm.	\$1,090.90	\$1,090.90
6	Acero # 8 habilitado y colocado	\$6,201.17	\$6,201.17
7	Acero # 6 habilitado y colocado	\$22,084.56	\$22,084.56
8	Acero # 5 habilitado y colocado	\$111,420.53	\$111,420.53
9	Acero # 4 habilitado y colocado	\$69,612.57	\$69,612.57
10	Acero # 3 habilitado y colocado	\$55,126.67	\$76,743.95
11	Cimbra y descimbra	\$148,172.35	\$148,172.35
12	Concreto f'c=250 Kg/cm2	\$211,511.68	\$219,325.97
13	Relleno Compactado	\$1,616.25	\$4,624.12
14	Alimentacion tubería A.C. 8"	\$53,115.05	\$53,115.05
15	Bypass D Llenado c/ línea Conduccion	\$34,555.04	\$34,555.04
16	Tren de descarga 6"	\$37,636.03	\$37,636.03
17	Tubería de limpieza 3"	\$52,320.94	\$52,320.94
18	Tubería 4" bombeo	\$74,836.70	\$74,836.70
19	Bypass C	\$80,210.63	\$80,210.63
20	Medicion	\$66,707.79	\$66,707.79
21	Ventilacion y Escaleras	\$41,170.08	\$51,245.24
	<b>Totales</b>	<b>\$1,108,444.67</b>	<b>\$1,153,544.52</b>
	Diferencia	\$45,099.85	

Tabla 4.3.1 Resumen de partidas.

A continuación en la gráfica 4.3.1 se muestra la variación de flujo de efectivo.



Gráfica 4.3.1 Variación flujo de efectivo

Se observa que hubo un incremento en el costo final de \$45,099.85 este incremento fue debido a que se volvió a cuantificar generándose nuevas cantidades finales para algunas actividades como se comentó con anterioridad.

En el análisis que se realizó del catálogo de conceptos se observó también que se omitieron algunos de ellos, por lo que se tuvieron que anexar estos como obra extraordinaria generando nuevos tiempos de ejecución y un término posterior de lo programado terminando el 15 de enero de 2007, incrementándose también el costo final del proyecto siendo este de \$1,262,738.08.

En la tabla 4.3.2 se observan los conceptos de obra extraordinaria y sus costos

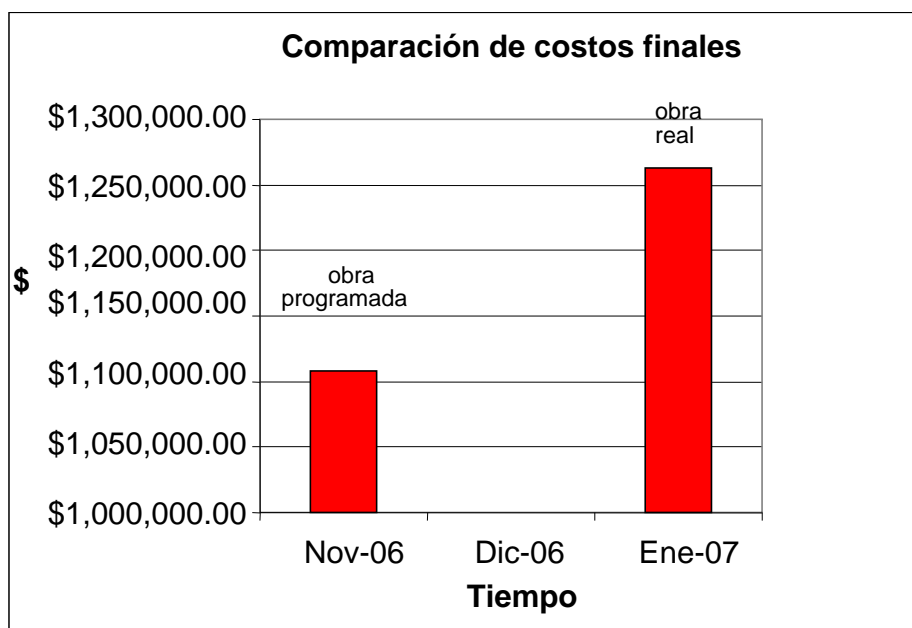
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>
BANDA DE P.V.C. DE 15 CM. DE ANCHO	<b>\$18,647.35</b>
DESCANSO ESCALERA TANQUE ELEVADO	<b>\$9,008.61</b>
TAPA DE CISTERNA CON TROQUEL LAMINA CALIBRE 18	<b>\$2,841</b>
PUERTA DE LAMINA CALIBRE 16 DE 0.95 X 1.95	<b>\$2,940.92</b>
TUBERIA DE DEMASIAS DIAMETRO 6" TANQUE DE REGULARIZACION	<b>\$35,018.14</b>
DRENAJE PLUVIAL TANQUE DE REGULARIZACION	<b>\$12,881.40</b>
TUBERIA PARA BAJADA PLUVIAL DE 3" DEL TANQUE ELEVADO.	<b>\$14,058.67</b>
NICHO PARA DISPLAY DEL MEDIDOR ELECTROMAGNETICO DE 0.90 X 0.50 X 2.10 M	<b>\$5,925.60</b>
DRENES PARA CAJAS DE VALVULAS.	<b>\$7,872.07</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$109,193.56</b>

Tabla 4.3.2 Conceptos de obra extraordinaria



Las actividades extraordinarias se pudieron haber evitado desde un inicio si se analizaba a detalle el catalogo de conceptos además de saber con seguridad que es lo que se va a ejecutar que se va a construir y revisar muy a detalle también los planos ya que en ellos viene la mayor parte de las instalaciones y datos importantes que ayudan a poder ejecutar una obra con éxito.

En la grafica 4.3.2 se aprecia la variación que se obtuvo en el costo del proyecto entre lo programado y lo real.



Grafica 4.3.2 Comparación de costos finales.

Se observa que en lo programado se estimó la culminación de la obra en el mes de noviembre de 2006 pero al anexar conceptos de obra extraordinaria el periodo de culminación se extendió al mes de enero del año 2007, de la misma manera se incrementó el costo final del proyecto cuyo valor el valor final fue de \$1, 262,738.08 teniendo una diferencia de \$154,293.41.

La diferencia final fue positiva, esto quiere decir que la constructora tuvo mayor utilidad a la que tenía programado o esperada. Como se comentó con anterioridad al agregar conceptos no estipulados generó nuevas duraciones y costos.