

Valor ganado: El proyecto A-12

Ejemplo publicado con la autorización de su autor:

Rubén Rebollar Rubio. Centro Politécnico Superior - Zaragoza

El ejemplo ha sido remitido por:

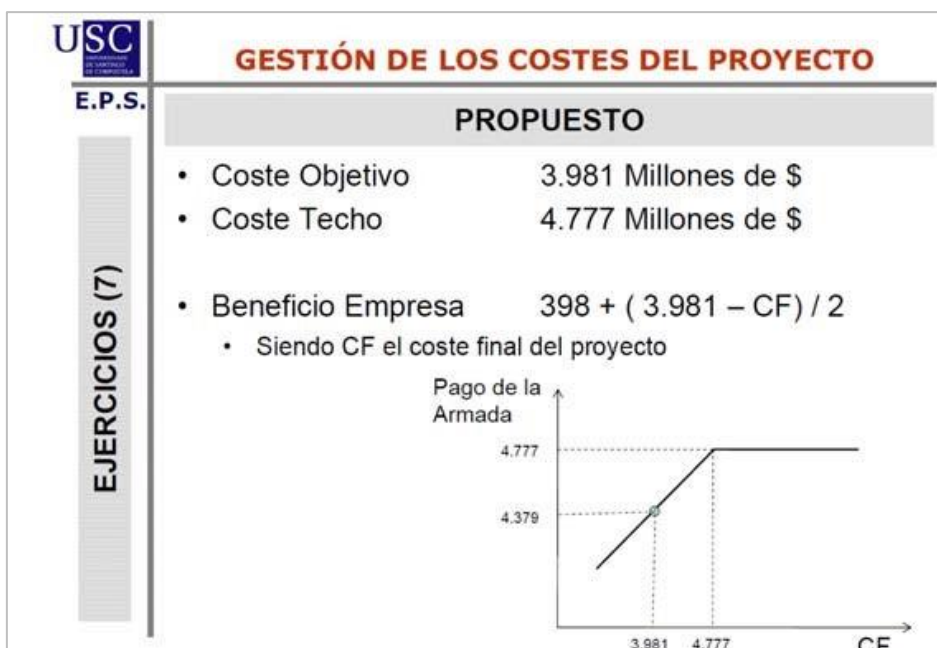
Martín Barrasa Rioja. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Proyectos, USC.

La obra "Valor ganado El proyecto A-12.Presto" contiene el resultado de esta nota técnica.

El proyecto A-12

En 1984 la Armada Estadounidense decidió sustituir el bombardero A-6 por uno nuevo denominado A-12, invisible al radar.

En enero de 1988 McDonnell Douglas y General Dynamics ganaron el contrato para su desarrollo, que debía iniciarse en julio de 1988 y finalizar en septiembre de 1991.



Datos iniciales del proyecto

Cada mes, las empresas debían enviar un informe a la Armada con las variables definidas en el Método del Valor Ganado EVM, incluyendo la estimación del valor final probable, EAC.

Los analistas de costes de la Armada estudiaban los datos recibidos y enviaban un informe al Director de Proyecto, también de la Armada, responsable último del proyecto.

Datos enviados

Se conocen los datos PV, EV y AC a origen y hasta el momento actual.

	<i>PV</i>	<i>EV</i>	<i>AC</i>	ΣPV	ΣEV	ΣAC
Jul-88	70	70	70	70	70	70
Ago-88	90	71	82	160	141	152
Sep-88	91	61	66	251	202	218
Oct-88	89	73	78	340	275	296
Nov-88	86	71	84	426	346	380
Dic-88	85	66	90	511	412	470
Ene-89	73	68	87	584	480	557
Feb-89	126	77	86	710	557	643
Mar-89	116	66	72	826	623	715
Abr-89	87	65	74	913	688	789
May-89	99	73	77	1.012	761	866
Jun-89	64	54	62	1.076	815	928
Jul-89	76	75	94	1.152	890	1.022
Ago-89	92	65	86	1.244	955	1.108
Sep-89	77	57	84	1.321	1.012	1.192
Oct-89	102	87	111	1.423	1.099	1.303
Nov-89	129	69	118	1.552	1.168	1.421
Dic-89	102	65	84	1.654	1.233	1.505
Ene-90	116	65	98	1.770	1.298	1.603
Feb-90	88	61	107	1.858	1.359	1.710
Mar-90	82	68	115	1.940	1.427	1.825
Abr-90	140	64	125	2.080	1.491	1.950

M\$

En abril de 1990 la Armada decidió rescindir el contrato y reclamar a las empresas contratistas el dinero ya pagado, alegando que el proyecto estaba fuera de control y que nadie era capaz de decir exactamente cuánto iba a costar y cuándo se terminaría.

El juez del caso os encarga un informe sobre lo sucedido a partir de los datos acumulados en el que se dé solución a las siguientes cuestiones:

- Cuál es su opinión sobre la marcha del proyecto (plazo, coste, estimación final de coste, retraso al final del proyecto, etc.)
- ¿La estimación última de los contratistas era creíble? ¿Era necesario rescindir el contrato?
- ¿Está la Armada verdaderamente cubierta ante los sobrecostos del proyecto mediante el precio techo del contrato?
- ¿Era previsible que ocurriera lo que al final ocurrió?
- ¿Se debían haber tomado cartas en el asunto antes? ¿Cuándo?
- ¿Quién a su juicio es el culpable de esta situación? ¿Por qué?
- ¿Cuál debería haber sido la forma de actuar correctamente ante lo sucedido?

Introducción de los datos en Presto

Tal y como se han recibido los datos, ya procesados, el problema se resuelve fácilmente con una hoja Excel. El objetivo de este documento es ver cómo se introducirían en Presto si se tratase de la ejecución de un proyecto.

Usaremos el punto de vista del director de la ejecución o del Project Manager y por tanto haremos equivaler los datos de que disponemos a los que conocerían habitualmente en una obra.

Los importes se introducirán como cantidades, suponiendo precios iguales a la unidad.

Planificación PV

Es la cantidad asignada a cada fase, valorada al precio del presupuesto, "PlanPres".

Coste real AC

Es el importe total de la certificación, "Cert".

Valor ganado EV

Consideramos valor ganado a lo que se ejecuta dentro del proyecto o presupuesto vigente, es decir, a la suma de la certificación que corresponde al presupuesto inicial "CertIni" y a los modificados aprobados, "CertMod". La parte ejecutada fuera del proyecto aprobado "CertPte" es coste, pero no valor ganado.

Creamos las 22 fases necesarias, sustituyendo el año 1988 por 2023, en "Procesos: Planificación y certificación: Crear fases de certificación".

Crear fechas de certificación
✕

Día inicial

Día de certificación

Número de meses

Añadir todos los días del mes

Fases de certificación

Líneas de medición

La primera fase es sencilla; al ser los tres valores iguales creamos una línea de medición y la asignamos a la fase 1 tanto de planificación como de certificación. No hay desviaciones, ya que toda la certificación corresponde al presupuesto inicial.

	Código	NatC	Resumen	ImpCertIni	ImpCertMod	ImpCert	EvmCpiDo	ImpPlanPres	EvmSpiDo	ImpPres	ImpPresPosible	EvmEacDo	EvmEacCpiDo
1	0		El Proyecto A-12	70,00	0	70,00	1,0000	70,00	1,0000	3.981,00	4.570,00	3.981,00	3.981,00
2	01		Capítulo	70,00	0	70,00	1,0000	70,00	1,0000	3.981,00	4.570,00	3.981,00	3.981,00
3	02		Partidas ejecutadas	70,00	0	70,00	1,0000	70,00	1,0000	1.491,00	2.080,00	1.491,00	1.491,00
4	03		Partidas sin ejecutar	0	0	0	1,0000	0	1,0000	2.490,00	2.490,00	2.490,00	2.490,00

Mediciones 01/02							
	Tag	Espacio	Comentario	EstadoPres	Cantidad	FasePlan	FaseCert
1	<input type="checkbox"/>	Spc0010	jul-88	Presupuesto inicial	70,00	1	1

Datos de la primera certificación

Para la segunda y sucesivas certificaciones creamos tres líneas de medición. Se pueden introducir los datos de la forma más conveniente, por ejemplo, asignando por separado la parte planificada y desglosando la parte certificada en dos, una de ellas asignada al presupuesto pendiente.

	Tag	Espacio	Comentario	EstadoPres	Cantidad	FasePlan	FaseCert
		Spc0010		Presupuesto inicial			2
2	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Presupuesto inicial	90,00	2	
3	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Presupuesto inicial	71,00		2
4	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Cambio pendiente	11,00		2

Líneas de medición de la fase 2

En la realidad se seguiría un proceso más adecuado a la forma en que se va recibiendo la información durante la ejecución y al nivel de detalle de las líneas de medición de cada unidad de obra.

- La planificación se asocia a su fase correspondiente antes de iniciarse la obra.

- En cada certificación se desglosa de esta línea la parte no ejecutada o fuera del presupuesto inicial, si resulta menor, o se añade la diferencia, si es mayor.
- A su vez, se desglosa la diferencia final entre la planificación y la certificación total.

El resultado final puede ser el siguiente.

	Tag	Espacio	Comentario	EstadoPres	Cantidad	FasePlan	FaseCert
		Spc0010		Presupuesto inicial		1	1
2	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Presupuesto inicial	71,00	2	2
3	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Cambio pendiente	11,00	2	2
4	<input type="checkbox"/>	Spc0010	ago-88	Cambio pendiente	8,00	2	

Líneas de medición de la fase 2

Sea cual sea el procedimiento, los resultados totales después de convertir la fase 2 en la actual deben ser los mismos.

	Código	NatC	Resumen	ImpCertIni	ImpCertMod	ImpCert	EvmCpiDo	ImpPlanPres	EvmSpiDo	ImpPres	ImpPresPosible	EvmEacDo	EvmEacCpiDo
1	0		El Proyecto A-12	141,00	0	152,00	0,9276	160,00	0,8813	4.071,00	4.652,00	4.082,00	4.388,60
2	01		Capítulo	141,00	0	152,00	0,9276	160,00	0,8813	4.071,00	4.652,00	4.082,00	4.388,60
3	02		Partidas ejecutadas	141,00	0	152,00	0,9276	160,00	0,8813	1.581,00	2.162,00	1.592,00	1.704,34
4	03		Partidas sin ejecutar	0	0	0	1,0000	0	1,0000	2.490,00	2.490,00	2.490,00	2.490,00

Resultados en la fase 2

La partida "03" contiene el resto del presupuesto no ejecutado, hasta el total de 3.981 M\$.

Se repite el procedimiento hasta terminar con todas las fases, comprobando cada que se aprueba una fase que los totales coinciden con los de la tabla de datos.

Resultados de la última fase aprobada

Al terminar de introducir los datos y aprobar la última fase obtenemos la situación que propone el enunciado.

	Código	NatC	Resumen	ImpCertIni	ImpCertMod	ImpCert	EvmCpiDo	ImpPlanPres	EvmSpiDo	ImpPres	ImpPresPosible	EvmEacDo	EvmEacCpiDo
1	0		El Proyecto A-12	1.491,00	0	1.950,00	0,7646	2.080,00	0,7168	3.981,00	4.562,00	4.440,00	6.492,99
2	01		Capítulo	1.491,00	0	1.950,00	0,7646	2.080,00	0,7168	3.981,00	4.562,00	4.440,00	6.492,99
3	02		Partidas ejecutadas	1.491,00	0	1.950,00	0,7646	2.080,00	0,7168	1.581,00	2.162,00	2.067,71	2.114,20
4	03		Partidas sin ejecutar	0	0	0	1,0000	0	1,0000	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00

Resultados en la fase 22

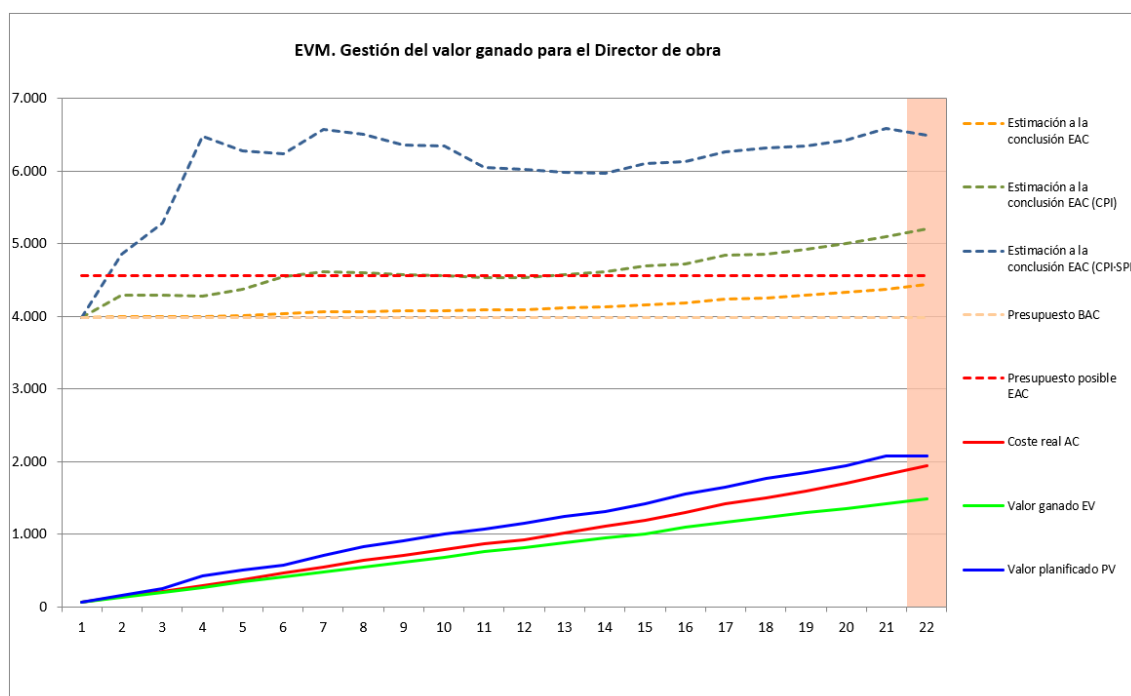
Todas las variables son de la tabla "Relaciones".

EVMS	VARIABLE DE PRESTO	VALOR
PV	ImpPlanPres	2.080
AC	ImpCert	1.950
EV	ImpCertIni + ImpCertMod	1.491
CPI	EvmCpiDo	0,7646
SPI	EvmSpiDo	0,7168
BAC	ImpPres	3.981
EAC	EvmEacDo	4.440
EAC_CPI	EvmEacCpiDo	5.207

La variable "EvmEacCpiSpiDo", que contiene el EAC corregido tanto por CPI como por SPI, se obtiene mediante un campo de usuario con la siguiente expresión.

$$\text{Relaciones.ImpCert} + (\text{Relaciones.ImpPres} - \text{Relaciones.ImpCertIni} - \text{Relaciones.ImpCertMod}) / \text{Relaciones.EvmCpiDo} / \text{Relaciones.EvmSpiDo}$$

El informe "05 Gestión del proyecto: Valor ganado basado en la diferencia entre presupuesto y cambios pendientes" trasfiere a Excel los resultados y genera la siguiente gráfica.



Gráfica de los resultados generada por el informe de Excel

Resultados por fases

Cada vez que se aprueba una fase se obtienen los indicadores globales para el presupuesto, Los valores anteriores se pueden ver en la ventana de fechas, mediante las variables de la tabla "Agenda" acumuladas a origen.

	Tag	FechaDMA	NatC	Resumen	OrCertIni	OrCertMod	OrCert	CPI	OrPlanPres	SPI	EAC	EAC_CPI	EAC_CPI_SPI
1	<input type="checkbox"/>	31-Jul-23	1		70,00		70,00	1,000	70,00	1,000	3.981,00	3.981,00	3.981,00
2	<input type="checkbox"/>	31-Ago-23	4		141,00		152,00	0,928	160,00	0,881	3.992,00	4.291,57	4.849,39
3	<input type="checkbox"/>	30-Sep-23	6		202,00		218,00	0,927	251,00	0,805	3.997,00	4.296,33	5.285,62
4	<input type="checkbox"/>	31-Oct-23	2		275,00		296,00	0,929	426,00	0,646	4.002,00	4.285,00	6.475,33
5	<input type="checkbox"/>	31-Dic-23	7		346,00		380,00	0,911	511,00	0,677	4.015,00	4.372,20	6.275,99
6	<input type="checkbox"/>	31-Ene-24	3		412,00		470,00	0,877	584,00	0,705	4.039,00	4.541,43	6.241,16
7	<input type="checkbox"/>	29-Feb-24	4		480,00		557,00	0,862	710,00	0,676	4.058,00	4.619,62	6.566,29
8	<input type="checkbox"/>	31-Mar-24	7		557,00		643,00	0,866	826,00	0,674	4.067,00	4.595,66	6.504,58
9	<input type="checkbox"/>	30-Abr-24	2		623,00		715,00	0,871	913,00	0,682	4.073,00	4.568,88	6.362,83
10	<input type="checkbox"/>	31-May-24	5		688,00		789,00	0,872	1.012,00	0,680	4.082,00	4.565,42	6.343,85
11	<input type="checkbox"/>	30-Jun-24	7		761,00		866,00	0,879	1.076,00	0,707	4.086,00	4.530,28	6.047,04
12	<input type="checkbox"/>	31-Jul-24	3		815,00		928,00	0,878	1.152,00	0,707	4.094,00	4.532,97	6.023,61
13	<input type="checkbox"/>	31-Ago-24	6		890,00		1.022,00	0,871	1.244,00	0,715	4.113,00	4.571,44	5.983,24
14	<input type="checkbox"/>	30-Sep-24	1		955,00		1.108,00	0,862	1.321,00	0,723	4.134,00	4.618,79	5.964,29
15	<input type="checkbox"/>	31-Oct-24	4		1.012,00		1.192,00	0,849	1.423,00	0,711	4.161,00	4.689,08	6.109,34
16	<input type="checkbox"/>	30-Nov-24	6		1.099,00		1.303,00	0,843	1.552,00	0,708	4.185,00	4.719,97	6.128,42
17	<input type="checkbox"/>	31-Dic-24	2		1.168,00		1.421,00	0,822	1.654,00	0,706	4.234,00	4.843,32	6.267,34
18	<input type="checkbox"/>	31-Ene-25	5		1.233,00		1.505,00	0,819	1.770,00	0,697	4.253,00	4.859,21	6.320,04
19	<input type="checkbox"/>	28-Feb-25	5		1.298,00		1.603,00	0,810	1.858,00	0,699	4.286,00	4.916,44	6.345,97
20	<input type="checkbox"/>	31-Mar-25	1		1.359,00		1.710,00	0,795	1.940,00	0,701	4.332,00	5.009,21	6.419,68
21	<input type="checkbox"/>	30-Abr-25	3		1.427,00		1.825,00	0,782	2.080,00	0,686	4.379,00	5.091,33	6.586,01
22	<input type="checkbox"/>	31-May-25	6		1.491,00		1.950,00	0,765	2.080,00	0,717	4.440,00	5.206,54	6.492,99

Ventana "Fechas"

EVMS	VARIABLE DE PRESTO
EV	OrCertIni + OrCertMod *
AC	OrCert
PV	OrPlanPres

* Requieren Presto 23.01 o posteriores

Los demás campos se obtienen mediante variables de usuario.

CPI

$(\text{Agenda.OrCertIni} + \text{Agenda.OrCertMod}) / \text{Agenda.OrCert}$

SPI

$(\text{Agenda.OrCertIni} + \text{Agenda.OrCertMod}) / \text{Agenda.OrPlanPres}$

EAC

$\text{Agenda.OrCert} + (\text{Conceptos}[\text{Nat}==0].\text{Pres} - \text{Agenda.OrCertIni} - \text{Agenda.OrCertMod})$

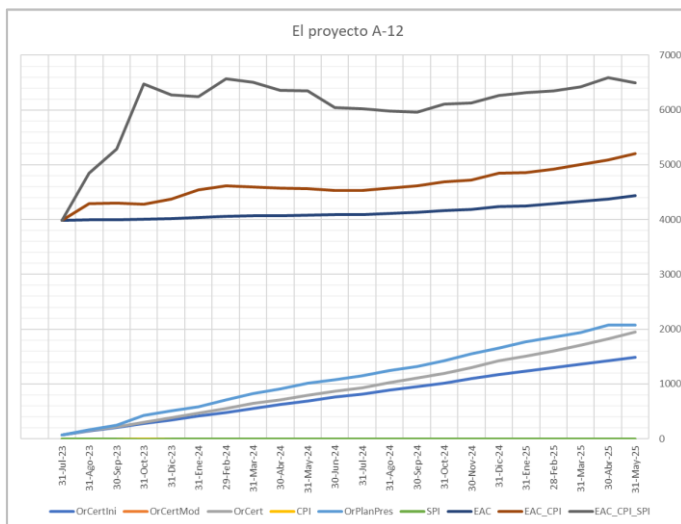
EAC_CPI

$\frac{\text{Agenda.OrCert} + (\text{Conceptos}[\text{Nat}==0].\text{Pres} - \text{Agenda.OrCertIni})}{((\text{Agenda.OrCertIni} + \text{Agenda.OrCertMod}) / \text{Agenda.OrCert})}$

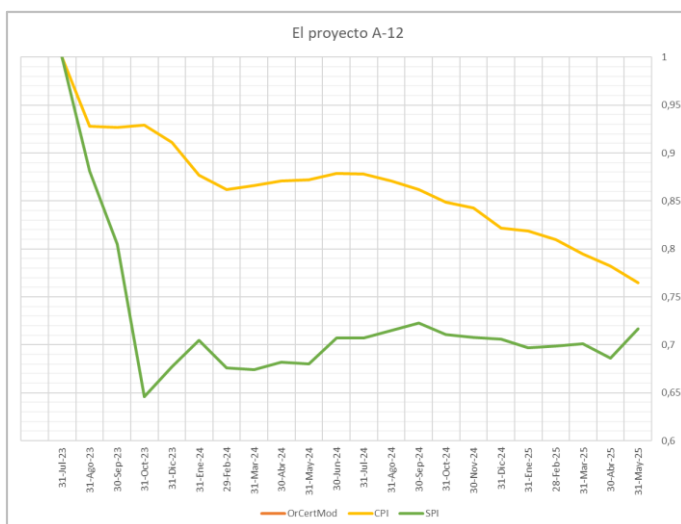
EAC_CPI_SPI

$\frac{\text{Agenda.OrCert} + (\text{Conceptos}[\text{Nat}==0].\text{Pres} - \text{Agenda.OrCertIni} - \text{Agenda.OrCertMod})}{((\text{Agenda.OrCertIni} + \text{Agenda.OrCertMod}) / \text{Agenda.OrCert})} / \frac{\text{Agenda.OrPlanPres}}{((\text{Agenda.OrCertIni} + \text{Agenda.OrCertMod}) / \text{Agenda.OrPlanPres})}$

También se puede generar una gráfica similar a la anterior exportando directamente la tabla de fechas a Excel.



Valores PV, EV, AC, EAC



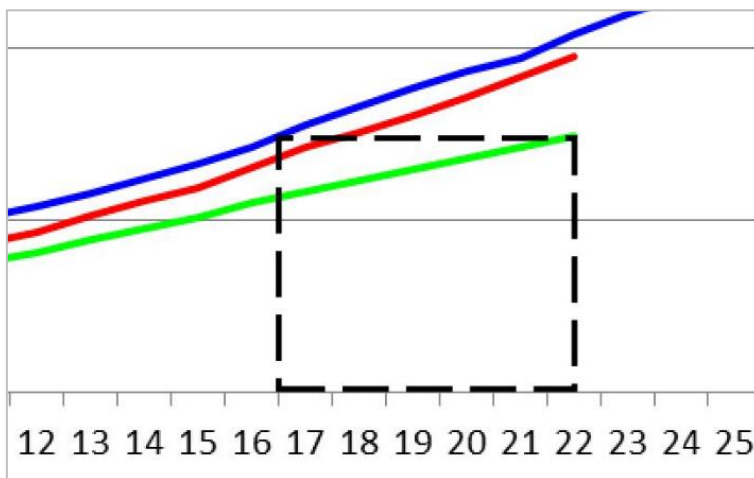
Indicadores CPI, SPI

Análisis de los resultados

El coste real (AC) del proyecto es inferior al esperado para esa fecha, lo que puede parecer positivo, pero estos costes no se han empleado para alcanzar la planificación (PV) actual. Esto indica que el ritmo de trabajo es insuficiente y el coste real que en principio parecía óptimo es sin duda muy negativo.

Aplicando la desviación en coste a la parte pendiente de desarrollar, el coste final puede alcanzar los 5.200 M\$.

La estimación más pesimista, suponiendo que el retraso penaliza aún más el sobrecoste futuro, asciende a casi 6.500 M\$.



Retraso entre el valor ganado y la fecha en que se estimaba que se alcanzaría

El avance del proyecto es:

$$1.491 / 3.981 = 37,5 \%$$

El plazo previsible, por tanto, es:

$$22 \text{ meses} / 0,375 = 58,7 \text{ meses}$$

Con una diferencia notable respecto del plazo inicial de 39 meses.

Los contratistas han presentado el valor más optimista de los obtenidos con el EVM, sin un análisis de las razones que permiten no aplicar nuevas correcciones. Hace varios meses que se ha superado el coste techo de 4.777 millones de dólares en el escenario corregido y se ha superado con mucho en los escenarios pesimistas. Es imposible cumplir los plazos ni los costes.

Aunque las diferencias entre el coste real, el valor planificado y el valor ganado de los primeros meses son pequeñas, el índice de desempeño del cronograma muestra un retraso superior al 20% en el plazo de ejecución del proyecto casi desde su inicio.

Ambas partes tienen su parte de culpa:

- La Armada no tomó ninguna decisión cuando el coste estimado a la conclusión superó el coste techo del proyecto.
- Las empresas adjudicatarias han reducido los costes por debajo de lo previsto a costa de retrasar la obra.

Las empresas adjudicatarias tendrían que incrementar la inversión para acelerar la producción y eliminar así el retraso observado incluso a riesgo de ver reducidos sus beneficios.

Conclusión

Este ejemplo, al no ser un caso habitual de uso de Presto, representa una buena oportunidad para familiarizarse con el programa.

El ejemplo se ha realizado utilizando la formulación del valor ganado para la construcción propuesta por:

Valderrama, F; Guadalupe, R. *Dos modelos de aplicación del método del valor ganado (EVM) para el sector de la construcción*, XIV International Congress on Project Engineering, La Rioja, Junio 2010.

Es posible también realizar el ejemplo desde el punto de vista de la empresa constructora, siguiendo la aplicación directa del método. En ese caso el coste real se introduce mediante documentos, como entregas o facturas, y el valor ganado es la producción valorada a coste estimado.