

**Producción**

Hasta aquí ya se han expuesto todos los conceptos de alcance económico que necesita conocer el profesional que interviene en la dirección de obras. Sin embargo, en la construcción hay más agentes y más puntos de vista.

Se llama 'producción' a la obra realmente ejecutada en cada momento, valorada al precio unitario de presupuesto o de ad-

Tabla 9.16. Presupuesto, certificación y producción, todos a precios de presupuesto.

Importe	Cantidad
PRESUPUESTO	Medición del proyecto
CERTIFICACIÓN	Medición aceptada por la dirección facultativa
PRODUCCIÓN TOTAL PREVISTA	Medición del proyecto realizada por el constructor
PRODUCCIÓN PLANIFICADA	Medición del constructor, periodificada y sumada hasta el mes actual
PRODUCCIÓN	Medición ejecutada en la realidad

judicación. La producción es uno de los valores más importantes para la empresa constructora, ya que representa lo que tiene derecho a ingresar o cobrar.

La parte ejecutada no siempre coincide con la certificación, debido a trámites administrativos pendientes o a falta de acuerdo con la dirección facultativa. Al mismo tiempo, los ingresos totales esperados tampoco coinciden con el presupuesto, ya que la empresa constructora suele realizar una nueva medición, a partir de la cual se obtiene la producción final posible o prevista. La producción prevista se periodifica en función de una programación o planificación temporal, de forma que cada mes se conoce la producción esperada y se puede comparar con la producción real.

Los valores de la producción son complementarios a los que conoce la dirección de la obra, lo que da lugar a los cinco importes de la tabla 9.16.

Los cinco importes se pueden comparar directamente entre sí, ya que todos se basan en los precios unitarios del presupuesto. Se obtiene así información fundamental sobre la marcha de la obra para la empresa constructora, que se completa con el modelo presentado a continuación.

### Gestión del valor ganado (EVM)

El método de gestión de proyectos conocido como *Earned Value Management* (EVM) o 'gestión del valor ganado' –cuyos detalles pueden consultarse en el *Project Management Book of Knowledge* (PMBOK) del Project Management Institute– es un sistema formalizado que permite realizar el seguimiento de los costes y los

Cantidad	Coste estimado	Coste real
PRODUCCIÓN TOTAL PREVISTA	Objetivo de coste <b>BAC</b> <i>Budget at Completion</i>	Coste previsto <b>EAC</b> <i>Estimate at Completion</i>
PRODUCCIÓN PLANIFICADA	Valor planificado <b>PV</b> <i>Planned Value</i>	
PRODUCCIÓN	Valor ganado <b>EV</b> <i>Earned Value</i>	Coste real <b>AC</b> <i>Actual Cost</i>

Tabla 9.17. *Variables de la gestión del valor ganado, con las siglas y la terminología normalizada en inglés.*

plazos de un proyecto y proporcionar la información necesaria para tomar decisiones.

El EVM se apoya en dos precios complementarios a los del presupuesto (tabla 9.17):

- Los costes estimados por la empresa constructora antes de iniciar la ejecución.
- Los costes reales, que sólo se conocen a medida que se va ejecutando la obra.

Estos precios se pueden aplicar a las mismas cantidades utilizadas para calcular la producción. La combinación del coste real con la producción planificada no es significativa.

La comparación directa entre el coste real hasta el momento y el importe planificado no es significativa, porque combina desviaciones en costes y en plazos. Por ejemplo, si se gasta menos de lo previsto, no es posible discriminar si es por un ahorro en las compras o por un retraso en la ejecución.

El objetivo del EVM es disponer de variables que se puedan comparar entre sí. Para ello se define el 'valor ganado' (*Earned Value*, *Ev*), que es la parte de la obra ejecutada valorada al coste estimado. Este importe se puede comparar con el valor planificado para obtener la desviación en plazo y con el coste real para obtener la desviación en coste.

Las variables principales son cuatro:

*Objetivo de coste* (Budget at Completion, *BAC*)

Volumen total de obra previsto según la medición de la empresa constructora, valorado al coste estimado.

*Valor planificado (Planned Value, PV)*

Volumen de obra planificado hasta el momento actual, valorado al coste estimado. Representa lo que tendría que haberse gastado si se hubiesen cumplido los plazos y los costes.

*Valor ganado (Earned Value, EV)*

Obra ejecutada hasta el momento, valorada al coste estimado. Representa lo que tendría que haber costado la obra ejecutada si se hubiesen cumplido los costes, pero no los plazos.

*Coste real (Actual Cost, AC)*

Coste en el que se ha incurrido para realizar la parte de obra ejecutada hasta el momento.

A partir de estas variables se determinan las desviaciones en plazos y costes y las previsiones.

*Índice de cumplimiento del plazo (Schedule Performance Index, SPI)*

Coficiente que mide el adelanto o retraso del proyecto con respecto a lo planificado, comparando para ello la cantidad planificada con la ejecutada, ambas valoradas al precio estimado. Si es menor de la unidad, indica retraso.

$$SPI = EV / PV$$

*Índice del cumplimiento del coste (Cost Performance Index, CPI)*

Coficiente que mide la desviación en coste del proyecto, puesto que ambos valores están aplicados a la cantidad ejecutada. Si es menor de la unidad, indica sobrecoste.

$$CPI = EV / AC$$

*Coste previsto (Estimate at Completion, EAC)*

En cada momento, el coste final estimado de la obra se puede calcular como el coste real (que ya se ha gastado para ejecutar la parte de obra que corresponde al valor ganado) más lo que queda por construir (que es la diferencia entre el objetivo de coste y el valor ganado).

$$EAC I = AC + (BAC - EV)$$

Se puede suponer también que la desviación de coste del pasado va a seguir afectando a la parte pendiente de ejecución, obteniendo otra estimación.

$$EAC II = AC + (BAC - EV) / CPI$$

	Código	NatC	Resumen	ImpRealObj	ImpReal	EvmCpi	ImpPlan	EvmSpi	ImpObj	ImpObjReal	EvmEac	EvmEacCpi
1/1	- 0	△	Cenzano Presupuesto y control de costes	88.370,65	78.260,67	1,13	78.700,33	1,12	118.546,95	113.944,36	108.436,98	104.984,68
2/2	+ E02	△	Acondicionamiento del terreno	3.965,53	3.072,30	1,29	3.724,53	1,06	3.724,53	2.922,30	2.831,30	2.885,58
3/2	+ E03	△	Red de saneamiento	2.035,64	1.729,67	1,18	2.049,66	0,99	2.049,66	1.738,09	1.743,69	1.741,59
4/2	+ E04	△	Cimentaciones	2.812,96	2.800,68	1,00	2.812,97	1,00	2.812,97	2.800,68	2.800,69	2.800,69
5/2	+ E05	△	Estructuras	24.643,88	22.293,85	1,11	24.643,89	1,00	24.643,89	22.293,85	22.293,86	22.293,85
6/2	+ E07	△	Cerramientos y divisiones	20.363,08	18.148,73	1,12	20.363,08	1,00	20.363,08	21.073,24	18.148,74	18.148,73
7/2	+ E08	△	Revestimientos y falsos techos	5.772,66	5.275,85	1,09	9.449,96	0,61	9.449,96	9.442,43	8.953,15	8.636,68
8/2	+ E09	△	Cubiertas	4.114,19	3.290,17	1,25	4.114,19	1,00	4.114,19	3.357,19	3.290,17	3.290,17
9/2	+ E10	△	Aislamiento e impermeabilización	5.274,07	4.571,06	1,15	5.274,07	1,00	5.274,07	5.052,16	4.571,06	4.571,06
10/2	+ E11	△	Pavimentos	13.046,53	10.919,50	1,19	4.815,94	2,71	13.046,53	12.341,04	10.919,50	10.919,50
11/2	+ E12	△	Alicatados, chapados y prefabricados	1.841,85	1.765,57	1,04	520,76	3,54	1.841,85	1.804,13	1.765,57	1.765,57
12/2	+ E13	△	Carpintería de madera	3.980,72	3.873,75	1,03		0	3.980,72	3.873,75	3.873,75	3.873,75
13/2	+ E14	△	Carpintería de aluminio y PVC	0	0	0		0	5.698,51	5.698,50	5.698,51	0
14/2	+ E15	△	Cerrajería	0	0	0		0	3.018,44	3.018,44	3.018,44	0
15/2	+ E16	△	Vidriería y traslúcidos	0	0	0		0	895,54	895,54	895,54	0
16/2	+ E17	△	Electricidad y domótica	0	0	0		0	3.656,63	3.656,63	3.656,63	0
17/2	+ E18	△	Iluminación	0	0	0		0	857,19	857,19	857,19	0
18/2	+ E20	△	Fontanería	0	0	0		0	2.580,60	2.580,60	2.580,60	0
19/2	+ E21	△	Aparatos sanitarios	0	0	0		0	2.304,74	2.304,74	2.304,74	0
20/2	+ E22	△	Calefacción y A.C.S.	0	0	0		0	4.399,12	4.399,11	4.399,12	0
21/2	+ E27	△	Pinturas y tratamientos específicos	0	0	0		0	2.903,45	2.903,45	2.903,45	0
22/2	+ E28	△	Seguridad	519,54	519,54	1,00	931,28	0,56	931,28	931,28	931,28	931,28

A diferencia del objetivo de coste BAC, el coste previsto se va modificando durante la ejecución. Al inicio de la obra, dicho coste coincide con el objetivo de coste y al concluir coincide con el coste real.

El apartado siguiente incorpora todas estas variables dentro un modelo más completo.

*Ejemplo de aplicación de la gestión del valor ganado por capítulos.*

### El modelo económico completo de la obra

La tabla 9.18 presenta la combinación de todos los importes considerados en los apartados anteriores, lo que refleja el modelo económico de la construcción con toda su complejidad, incluidos los puntos de vista del promotor y de la empresa constructora.

Las filas contienen las cinco cantidades que se han descrito anteriormente; y las columnas, los tres precios. Cada celda contiene la suma de los productos de una cantidad por un precio para todo el presupuesto.

- Las celdas con el sombreado claro contienen las variables que interesan al proyectista y a la dirección de la obra.
- Las celdas con el sombreado más oscuro representan la producción.
- Las celdas recuadradas contienen las variables principales del EVM.

Las combinaciones de las celdas vacías no aportan información útil al modelo.

<b>PRECIO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>ESTIMADO</b>	<b>REAL</b>
<b>CANTIDAD</b>	Precio del proyecto <b>Pres</b>	Coste estimado <b>Obj</b>	Coste real <b>Real</b>
<b>PRESUPUESTO</b> Según el redactor del proyecto <b>Pres</b>	<b>PRESUPUESTO</b> Pres		
<b>CERTIFICACIÓN</b> Según la dirección de obra <b>Cert</b>	<b>CERTIFICACIÓN</b> Cert		
<b>OBJETIVO</b> Medición de la empresa constructora <b>Obj</b>	<b>PRODUCCIÓN FINAL PREVISTA</b> ObjPres	<b>OBJETIVO DE COSTE</b> Obj <i>Budget At Completion</i> <b>BAC</b>	<b>COSTE PREVISTO</b> ObjReal <i>Estimate At Completion</i> <b>EAC</b>
<b>PLANIFICACIÓN</b> Objetivo hasta el momento actual <b>Plan</b>	<b>PRODUCCIÓN PLANIFICADA</b> PlanPres	<b>VALOR PLANIFICADO</b> Plan <i>Planned Value</i> <b>PV</b>	
<b>EJECUCIÓN</b> Medición real <b>Real</b>	<b>PRODUCCIÓN</b> RealPres	<b>VALOR GANADO</b> RealObj <i>Earned Value</i> <b>EV</b>	<b>COSTE REAL</b> Real <i>Actual Cost</i> <b>AC</b>

Tabla 9.18. *Modelo económico completo de la obra.*

Todas estas variables se pueden comparar entre sí, pero sólo son significativas, en general, las comparaciones entre valores de la misma fila (que comparten la cantidad) o de la misma columna (que comparten el mismo precio). De esta forma, el efecto de la magnitud compartida se anula y la diferencia o el cociente entre ambas mide sólo las desviaciones de la magnitud diferente.

La tabla 9.19 y la gráfica siguiente presentan todos los resultados necesarios para conocer la situación de una obra y su evolución a lo largo de las certificaciones.

En la gráfica, las curvas corresponden a variables del EVM y las barras a la certificación y la producción. Las líneas continuas representan Ev, Pv y Ac –que se basan en los costes estimados o reales– y sus diferencias indican desviaciones de coste o plazo. Las líneas de trazos corresponden a las distintas estimaciones sobre el coste final de la obra, que van cambiando en el tiempo; el objetivo inicial de coste BAC es el punto final de la curva Pv.

	a	b	c	PV	EV	AC	CPI	SPI	EAC I	EAC II
1	13.565	16.566	16.489	10.246	12.238	10.573	1,16	1,19	116.881	102.414
2	35.447	28.888	28.128	26.017	21.193	18.682	1,13	0,81	116.036	104.502
3	50.087	48.170	47.295	36.706	35.234	31.763	1,11	0,96	115.075	106.866
4	58.889	55.799	54.924	43.217	40.851	37.533	1,09	0,95	115.230	108.920
5	69.558	65.371	64.496	51.036	47.956	44.986	1,07	0,94	115.576	111.203
6	81.796	88.343	87.468	59.894	64.807	59.435	1,09	1,08	113.174	108.719
7	92.578	113.177	112.302	67.828	83.069	73.017	1,14	1,22	108.495	104.202
8	107.244	120.724	119.849	78.700	88.371	78.261	1,13	1,12	108.437	104.985
9	126.077			92.233						
10	143.564			104.735						
11	160.189			115.839						
12	164.091			118.547						

Tabla 9.19. Ejemplo de aplicación del modelo económico completo de la obra por certificaciones; en mayúsculas, las variables del EVM.

Leyenda

a: Producción planificada

b: Producción

c: Certificación

PV: Valor planificado

EV: Valor ganado

AC: Coste real

CPI: Índice de cumplimiento del coste

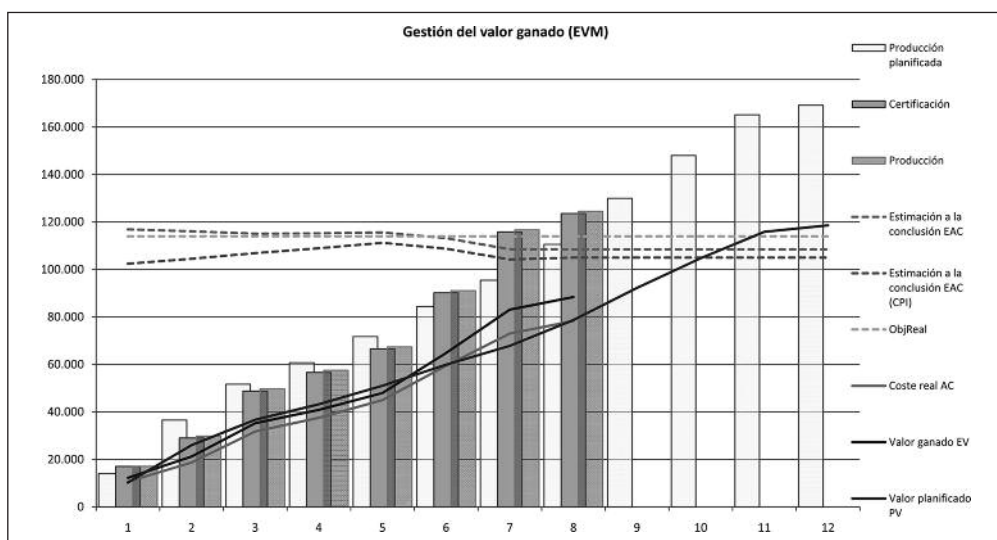
SPI: Índice de cumplimiento del plazo

EAC I: Coste previsto

EAC II: Coste previsto

corregido con CPI

Variables del modelo económico completo de la obra.



Los importes de las columnas están basados en los precios de presupuesto o adjudicación, por lo que la diferencia con las líneas anteriores indica el beneficio.

Otras combinaciones de las variables del modelo económico completo permiten obtener más datos aun sobre la situación de la obra. Por ejemplo:

- La diferencia entre producción y coste real –una vez introducidos las correcciones y los ajustes necesarios– es el beneficio.
- La diferencia entre producción y certificación indica el importe de la parte ejecutada de la obra que no está aprobada por la dirección facultativa.

Si se dispone de los importes de la producción desglosados por estados de aprobación del presupuesto –como hemos visto anteriormente para la certificación–, se pueden obtener nuevos datos, como la parte de la producción final que no estaba prevista en el presupuesto inicial. Todo este conjunto de resultados sobre la situación de la obra se deben manejar con soltura en la empresa constructora y son suficientes para escribir un nuevo libro exclusivamente dedicado a ese tema.