

EL VALOR GANADO EN EL CONTROL Y ESTIMACIÓN DEL COSTO DE OBRA

GENERACIÓN DE LA CURVA S

La inquietud más grande de los constructores es que método emplear para controlar económicamente una obra, que le permita determinar en cada etapa de la obra, si está ganando o perdiendo económicamente, como también saber si la obra está en adelanto o en atraso.

Para lograr este fin vamos a emplear una metodología eficiente que es la Curva "S", la cual permite controlar tanto las horas-hombre, como los montos valorizados y ejecutados.

Lo que todo constructor desea es lograr un control eficiente de la obra, para ello se debe partir de una base sólida que es el presupuesto, el cual debe ser correctamente analizado.

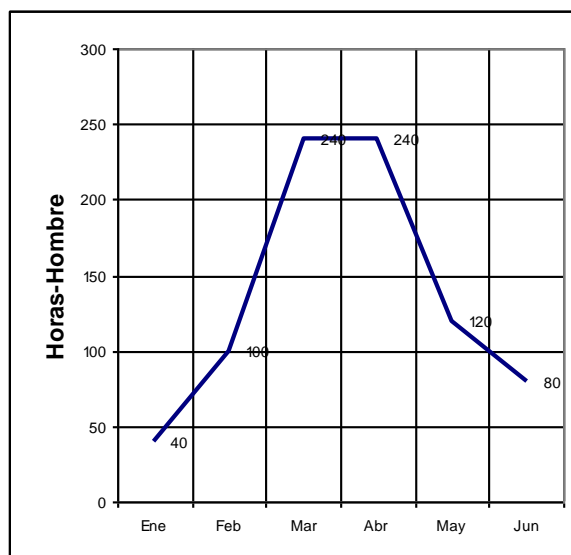
La finalidad de controlar una obra es lograr que se cumpla el desarrollo de la misma, de acuerdo a lo programado, durante el plazo de duración de la obra.

La metodología de la curva "S", en horas-hombre se emplea para programar y controlar el personal en el plazo previsto, mientras que la curva económica será aquella en la que se controlan los montos, de los materiales, la mano de obra, los equipos y los sub-contratos.

La forma de crear una curva S es sencilla, para ello vamos a crear la curva S de horas hombre para una determinada actividad, para un plazo de 6 meses desde enero hasta junio, siendo las horas-hombre, las siguientes:.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Hora-Hombre	40	100	240	240	120	80

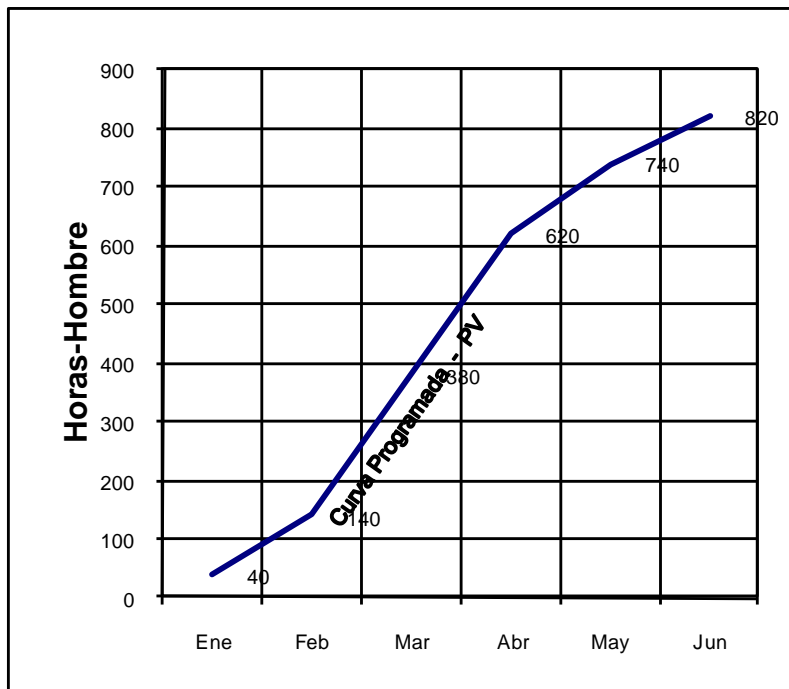
Graficando estas horas-hombre, tendremos la siguiente curva binomial.



Luego acumulando las horas mes a mes, en febrero se tienen las horas de los meses de enero y febrero, en marzo las horas de enero, febrero y marzo, y así sucesivamente hasta el plazo de obra, se tendrá la curva-S programada o planificada.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Hora-Hombre	40	100	240	240	120	80
Hora-Hombre Acumulada	40	140	380	620	740	820

Graficando las horas-hombre acumuladas, se tiene la curva S para dicha actividad.



Efectuando el mismo procedimiento para todas las actividades de la obra, mediante una programación de barras, se obtendrá la curva S programada para toda la obra.

CURVAS S, DEL VALOR GANADO

Lo que toda empresa desea es controlar eficientemente una obra, y conocer en todo momento las desviaciones que surgen en la obra, respecto al costo y el plazo de ejecución, y así poder implantar las directivas de corrección para corregir dichas desviaciones.

El método para el control de las obras, se basa en la comparación de 3 curvas, la **Curva S Programada** que se obtiene del cronograma previsto para la obra, la **Curva S de Valor ganado** que se obtiene de las valorizaciones que controlan el avance físico de la obra, y la **Curva S Realizada** que es la curva de lo realmente gastado en obra. Este control se efectúa al costo directo de la obra, sin incluir los Gastos Generales ni la Utilidad.

Otra ventaja del Valor Ganado es poder predecir en cualquier momento, el costo final al cual llegará la obra, por lo que sabremos si se va a terminar por encima o por debajo de lo presupuestado.

Para todo el proceso de control de obra, ConstrucSoft emplea la nomenclatura de la **Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos** (Project management body of knowledge).

MP	Projet management (Dirección de proyectos)	
PV	Planet value (Valor planificado)	BCWS
AC	Actual cost (Costo real)	ACWS
EV	Eraned value (Valor ganado)	BCWP
CV	Cost variance (Variación del costo)	
SV	Schedule variance (Variación del cronograma)	
CPI	Cost perfomance index (Indice del desempeño del costo)	
SPI	Schedule perfomance index (Indice del desempeño del cronograma)	
BAC	Budget at completion (Presupuesto hasta la conclusión)	
ETC	Estimate to complete (Estimación hasta la conclusión)	
EAC	Estimate at completion (Estimación a la conclusión)	
VAC	Variance al completión (Variación a la conclusión)	

CURVA PROGRAMADA

La curva programada, es el punto de partida de la obra, es aquella que responde a una planificación para el desarrollo de la obra. Esta curna es conocida como, **PV** o BCWS.

PV Plannet value (Valor planificado)

BCWS Budgeted cost for work schedule (Costo presupuestado del trabajo programado)

Para ConstrucSoft en el presente manual, será la **“Curva Programada”**.

CURVA REALIZADA

A medida que se vaya ejecutando la obra se irá obteniendo la curva real de lo gastado en la obra. Esta curva es conocida como, **AC** o ACWP.

AC Actual costo (Costo real)

ACWP Actual cost for work performed (Costo real del trabajo realizado)

Para ConstrucSoft será, la **“Curva Realizada”**.

CURVA VALOR GANADO

Para poder controlar efectivamente la obra se requiere de una tercera curva, que se obtiene al considerar los avances físicos reales referidos a la programación base. En otras palabras, es cuanto se hubiese gastado en la obra de acuerdo al presupuesto base, con los avances ejecutados a una determinada fecha. Esta tercera curva es la curva obtenida de las valorizaciones, conocida también como “**Valor Ganado**” o también como **EV** o BCWP.

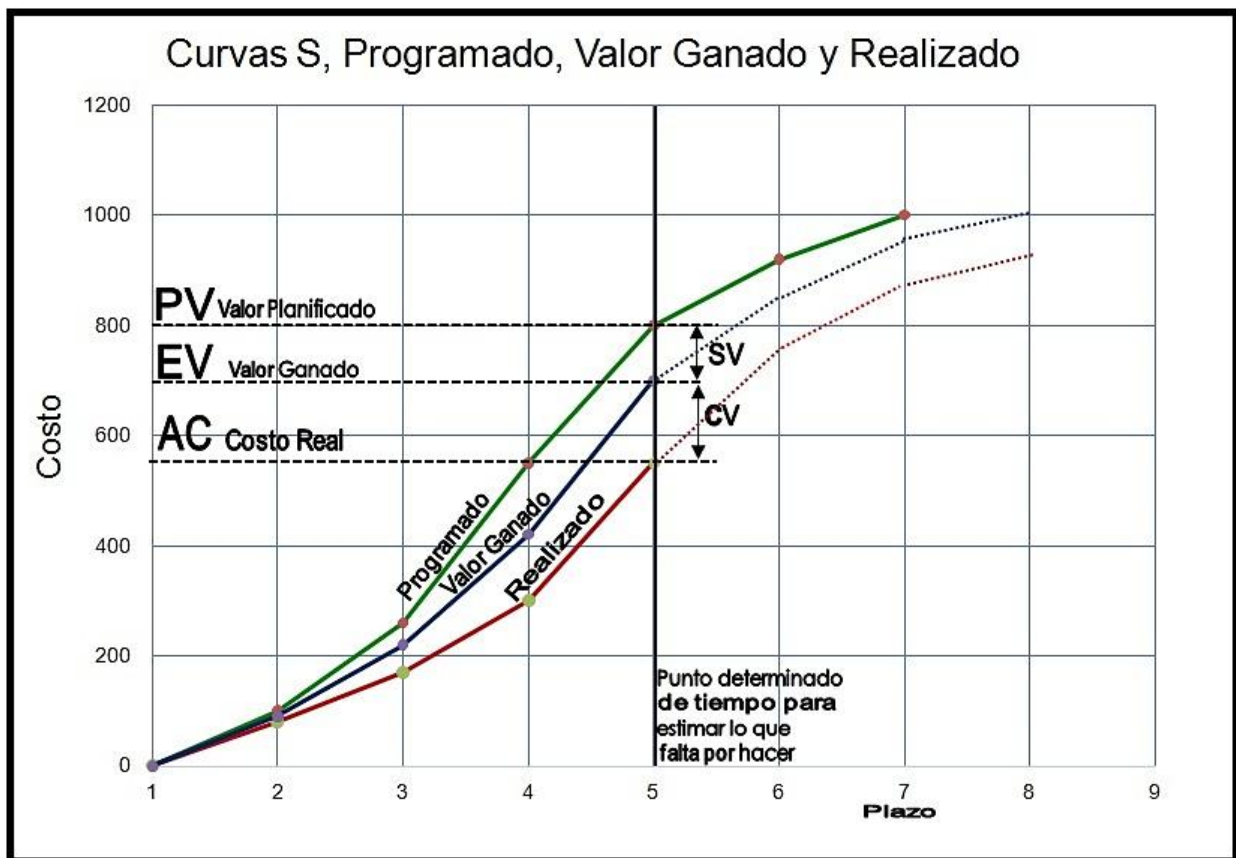
EV Earned value (Valor ganado)

BCWP Budgeted cost for work performed (Costo presupuestado del trabajo realizado)

Para ConstrucSoft será, la “**Curva de Valor Ganado**”.

Esta terminología de Curva de Valor Ganado, se usará para fines del control del proyecto. En el caso de las valorizaciones, se comparará el presupuesto **Programado** versus lo valorizado, que viene a ser el valor ganado.

Por lo tanto se tienen 3 curvas, la programada, la realizada y la curva de valor ganado.



Cuando los avances valorizados en un determinado momento de la obra (en este caso 5to mes), coinciden con los costos programados, el valor ganado coincidirá con el monto programado, por lo tanto el proyecto se está ejecutando de acuerdo a lo programado.

Es de tener en cuenta que cuando se termine el proyecto, los avances ejecutados, serán iguales a los avances programados, por lo tanto el costo del valor ganado será igual al costo programado. Aquí el extremo final de la curva de valor ganado respecto a lo programado, indicará si el proyecto se ha terminado en adelanto o en atraso.

Como el valor ganado se obtiene en función a los avances ejecutados, se define la variable **SV** que permitirá cuantificar la desviación del plazo, y poder apreciar rápidamente si se está en adelanto o en atraso.

Empleando esta metodología se podrá llevar un seguimiento mensual de la programación de la obra, y poder establecer inmediatamente las correcciones necesarias para continuar con la obra de acuerdo a lo planificado.

El presente sistema ConstrucSoft Valor Ganado, es una herramienta eficiente para el manejo y control económico de las obras, permitiendo tomar las decisiones pertinentes para corregir constantemente las desviaciones, que puedan generarse durante la ejecución de la obra.

LOS ÍNDICES DE VARIACION SV y CV

Las variaciones son las diferencias entre del costo real y del costo programado versus el valor ganado.

Variación del Plazo

Si los avances físicos de la obra coinciden con la programación de obra, entonces nuestra obra se está desarrollando de acuerdo al plazo previsto.

Como el valor ganado se obtiene en función a los avances físicos ejecutados, se define la variable **SV** (variación del cronograma), que permitirá cuantificar la desviación del plazo, y poder apreciar rápidamente si se está en adelanto o en atraso.

Variación de plazo (schedule variance)

$$\mathbf{SV = EV - PV = Valor Ganado - Programado}$$

Aquí un $SV < 0$ indicará que la obra se encuentra en retraso.

Variación del Costo

Si el costo de los avances físicos de la obra, coinciden con el costo realizado en la obra, entonces nuestra obra se está desarrollando de acuerdo al costo presupuestado.

Para saber si se está ganando o perdiendo económicamente, se define la variable **CV** (variación del costo) que medirá la desviación del costo del proyecto.

Variación de costo (cost variance)

$$\mathbf{CV = EV - AC = Valor Ganado - Realizado}$$

Aquí un $CV < 0$ indicará una pérdida económica o sobre costo.

LOS INDICES DE EFICIENCIA SPI, CPI y SCI

Para determinar la eficiencia de los trabajos, se requiere de los índices de rendimiento, índices de costo e índices de productividad. ConstrucSoft obtiene los índices de rendimiento de plazo SPI, los índices de rendimiento de costo CPI y los índices de productividad SCI, que permiten visualizar de una forma rápida como se ha ido desarrollando la obra, en forma mensual.

Es de tener en cuenta que mediante este sistema se controla el costo de la obra, donde el índice de plazo SPI, indicará si la obra está adelantada o en retraso. Y el índice de costo CPI, indicará si se está ganando o perdiendo económicamente.

Mediante estos índices se puede conocer cómo va el desarrollo de cada una de las fases del proyecto, permitiendo tomar la corrección necesaria en dicha fase.

Los índices de eficiencia son 0 (cero), si no se ha ejecutado nada en la obra, y es 1 (uno) si el ritmo de la obra, está de acuerdo a lo planificado.

ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE PLAZO

Relaciona los avances físicos que son los volúmenes de obra ejecutados, con la programación de la obra.

$$\text{SPI} = \text{EV} / \text{PV} = \text{Valor Ganado} / \text{Programado}$$
$$\text{SPI} = \text{BCWP} / \text{BCWS} = \text{Valor Ganado} / \text{Programado}$$

Este índice indica:

SPI<1, Se ha invertido más tiempo que lo previsto (retraso)

SPI=1, La actividad se ha desarrollado de acuerdo a lo planificado

SPI>1, Se ha invertido menos tiempo que lo previsto

ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTO

Relaciona el gasto realizado, con lo que se debió gastar respecto a los avances físicos de las valorizaciones.

$$\text{CPI} = \text{EV} / \text{AC} = \text{Valor Ganado} / \text{Realizado}$$
$$\text{CPI} = \text{BCWP} / \text{ACWP} = \text{Valor Ganado} / \text{Realizado}$$

Este índice indica:

CPI<1, El costo está por encima de lo previsto (pérdida económica)

CPI=1, El costo, está de acuerdo a lo planificado

CPI>1, El costo es menor que lo previsto

INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Existe otro índice que es el índice de productividad, que es el producto del índice de plazo por el índice de costo, el cual mide el equilibrio entre el SPI y el CPI.

$$\text{SCI} = \text{SPI} \times \text{CPI}$$

Este índice permite ver la posibilidad de recuperación del proyecto compensando el plazo vs. el costo. Por lo tanto esta medida es útil cuando uno de los índices SPI o CPI es mayor que 1 (uno), y el otro es menor que 1 (uno).

Mientras más se aleje el índice SCI de 1 (uno), menor será la posibilidad de recuperación del proyecto.

SCI < 0.8 Existen serios problemas de rendimiento
0.8 < SCI < 0.9 Revisar el rendimiento
0.9 < SCI < 1.2 Indica una buena productividad
1.2 < SCI < 1.3 Revisar el rendimiento
1.3 < SCI Existen serios problemas de rendimiento

Por ejemplo un índice **SCI** = SPI x CPI = 1.1(plazo) x 0.85(costos) = 0.935, es un buen índice, por lo tanto es posible recuperar el desfase en el costo, sacrificando el plazo.

Por otro lado un índice **SCI** = SPI x CPI = 0,85(plazo) x 1,1(costos) = 0.935, también es un buen índice, y aquí es posible recuperar el tiempo perdido, sacrificando el costo.

LAS DESVIACIONES

Para poder visualizar rápidamente el estado de la obra, se requiere tener estos índices en porcentajes, como:

DESVIACIÓN DEL PLAZO

Indica porcentualmente cuanto estamos en adelanto o en atraso respecto al plazo previsto.

% Variación del plazo

$$\%SPI = (EV - PV) / PV = (\text{Valor Ganado} - \text{Programado}) / \text{Programado}$$

DESVIACIÓN DEL COSTO

Indica porcentualmente si estamos ganando o perdiendo económicamente respecto al presupuesto base.

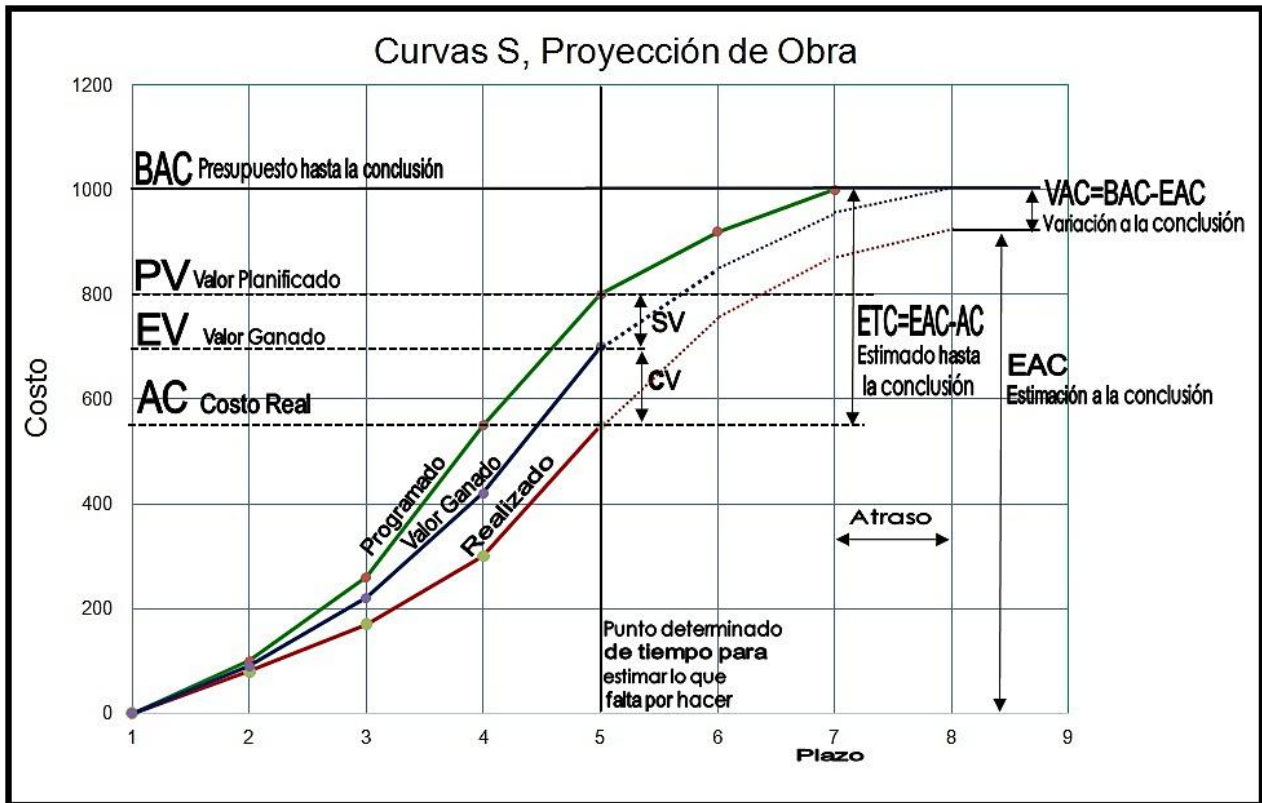
% Variación de costo

$$\%CPI = (EV - AC) / EV = (\text{Valor Ganado} - \text{Realizado}) / \text{Valor Ganado}$$

PROYECCIÓN DEL COSTO AL TERMINO DE OBRA

Vamos a ver las diferentes formas que existen para determinar la proyección del costo final de la obra.

Cuando se presupuestó la obra, se tiene el costo total del proyecto que es el BAC (Presupuesto hasta la conclusión), y lo que se requiere es estimar el costo al final del proyecto denominado EAC (Estimación a la conclusión).



1da Forma

Cuando se estima que no habrá variaciones en el futuro del BAC (presupuesto hasta la conclusión), por lo tanto el costo final de la obra, será igual a lo presupuestado, y coincidirá con lo valorizado o valor ganado.

Aquí el valor ganado **EV**, es igual al costo real de la obra **AC**, esto es: $CPI = EV / AC = 1$
 Esta forma considera valores fijos sin tener en cuenta el comportamiento del ritmo de la obra.

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

2ra Forma

Cuando las variaciones de los costos actuales del BAC (presupuesto hasta la conclusión) se van a mantener en el futuro.

Esta forma supone que el costo a realizar reflejará el comportamiento del ritmo de la obra.

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

3ta Forma

Cuando las variaciones de los costos actuales y el ritmo de trabajo del BAC (presupuesto hasta la conclusión) se van a mantener en el futuro.

Esta forma refleja el comportamiento a nivel de costo y cronograma y que se estima que este comportamiento se seguirá en el futuro.

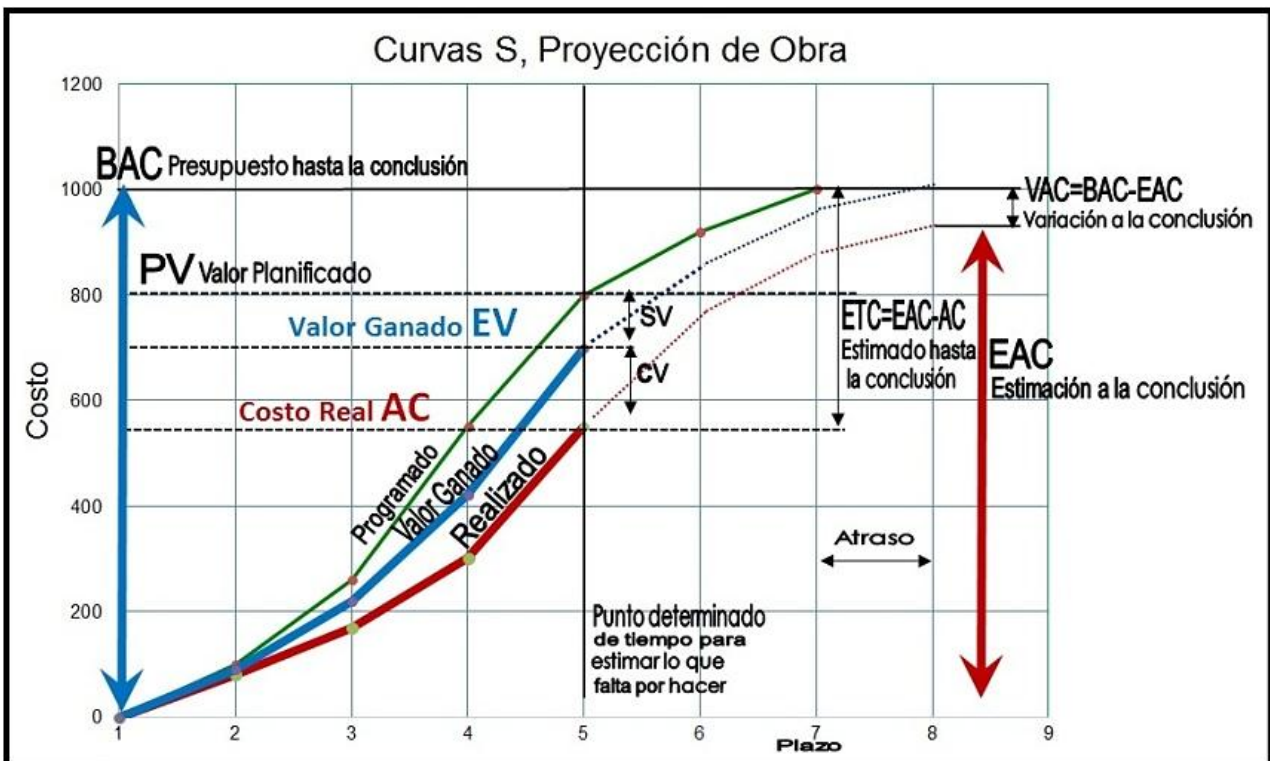
$$EAC = AC + (BAC - EV) / CPI \times SPI$$

4ta Forma

Se obtiene en función a las curvas de acuerdo a lo avanzado a la fecha, donde es posible efectuar una proyección del costo total de la obra, asumiendo que la obra se seguirá ejecutando con el ritmo actual.

Se sabe que al término el proyecto, los avances físicos ejecutados, serán iguales a los avances programados, por lo tanto el costo del valor ganado será igual al costo programado. A este costo se le denomina **BAC** (Presupuesto hasta la conclusión o valor ganado al término de la obra)

Lo que se desea es predecir o estimar, cuál será el costo realizado al término de la obra. A este costo se le denomina **EAC** (Estimación a la conclusión o costo realizado proyectado).



Tomando en cuenta los costos a la fecha, en este caso para el mes 5, sabemos cómo hemos llevado el ritmo la obra en cuanto a costos y tiempos y deseamos saber lo que está por venir, por lo tanto se desea determinar el **EAC** (Estimación a la conclusión o costo realizado proyectado), para lo cual se aplicará la conocida regla de tres.

A la fecha mediante las valorizaciones se tiene el **EV** (Valor ganado), y se sabe que a la culminación de la obra las valorizaciones deberán tener relación directa con el **BAC** (Valor Ganado al Término de Obra), por otro lado conocemos lo gastado realmente en la obra que es el **AC** (Costo real), el cual tendrá relación directa al costo proyectado que deseamos conocer o estimar al final de la obra **EAC** (Costo Realizado Proyectado).

Por lo tanto la regla de tres será:

$$\frac{\text{EV}}{\text{BAC}} = \frac{\text{AC}}{\text{EAC}}$$

Valor Ganado
Gasto realizado
Valor ganado al término de la obra
Costo realizado proyectado

Luego el **EAC** (Costo Realizado Proyectado), será:

$$\text{EAC} = \frac{\text{Gasto Realizado} \times \text{BAC}}{\text{Valor Ganado}} = \frac{\text{AC} \times \text{BAC}}{\text{EV}}$$


Como ya se tiene estimado el **EAC** (Costo Realizado Proyectado), lo que falta por gastar para terminar la obra es **ETC** (Estimado hasta la conclusión), que será el **EAC** menos el gasto realizado a la fecha **AC**.

$$\text{ETC} = \text{EAC} - \text{AC}$$

También se puede estimar el **VAC** (Variación a la conclusión) que es la desviación del costo al final del proyecto.

$$\text{VAC} = \text{BAC} - \text{EAC}$$

ConstrucSoft calcula las 4 formas de proyección del costo final de la obra, y en base a estos resultados las empresas constructoras podrán estimar el costo final de la obra, de acuerdo al ritmo y de avance y el gasto realizado, que haya tenido la empresa durante la ejecución de la obra.

PROYECCIÓN DE OBRA	
	S/.
Presupuesto Total (BAC)	497,602.28
Costo Realizado (AC)	463,742.90
Valor Ganado (EV)	429,219.06
FORMAS DE CÁLCULO	
	S/.
1. EAC = AC + (BAC-EV)	532,126.12
2. EAC = AC + (BAC-EV) / CPI	537,273.24
3. EAC = AC + (BAC-EV) / CPI x SPI	548,260.54
4. EAC = AC x BAC / EV	537,626.46
	

En función a la proyección de obra y las curvas de valor ganado, se debe tratar de identificar la problemática de la obra, en base a las siguientes formulaciones:

- Se está gastando más de lo previsto.
- Existe un retraso de obra a causa de rendimientos.
- No se está logrando una producción eficiente.
- Existió un error al planificar la obra.
- Que otras causas complican el avance de la obra.

Ing. Gilberto León Ruiz
construcsoft@gmail.com

Autor de los Sistemas ConstrucSoft

Lima- Perú
2020