

Valor Ganado



Aplicación en el sector de la construcción

Partiendo de la definición y explicación del método de valor ganado como sistema de programación, profundizamos sobre su aplicación en el sector de la construcción. Se investiga el conocimiento de este sistema en empresas del sector y qué les aporta o aportaría la realización de éste tipo de control. Se estudia un caso práctico realizado con valor ganado y se obtienen conclusiones.

Universidad Politécnica de
Valencia

Escuela técnica superior de
gestión en la edificación

Tutor: Eduardo Bolufer Catalá

Alumno: David Mollà Romero

Junio año 2011



Escuela Técnica Superior
de Gestión en la Edificación



1. Descripción

1.1. Historia

1.1.1. Orígenes e historia

1.2. Planificación del trabajo

1.2.1. Estructuras de división del trabajo

1.2.2. Planificaciones y presupuestos

1.2.3. Estructuras de datos y relaciones de notificación

1.3. Metodología

1.3.1. ¿Qué y porque?

1.3.2. Términos y metodología

1.3.3. Como gestionar utilizando la información del VG

1.3.4. Software necesario

1.3.5. Implantación

1.3.6. Proyecto de análisis de rendimiento mediante VG

1.3.7. Concepto de programación ganada

1.3.7.1. Indicadores

1.3.7.2. Predictores

1.3.7.3. Verificación de la teoría

1.3.7.4. El cálculo

1.3.8. Comparación Valor Ganado & Programación Ganada

1.4. Corolario

1.4.1. Esencial Valor Ganado

1.4.2. Concepto de Programación Ganada

2. El entorno actual. Sistemas de control de programación

2.1. La gestión del tiempo

2.2. Redes de flecha

2.2.1. Cadena Crítica

2.3. Redes PERT

2.4. Redes de precedencia

2.5. Red de potenciales

2.6. Diagramas de Gantt

3. Aplicación. Estudio sobre la planificación y el control de los proyectos en empresas constructoras de la zona de la Vall d'Albaida (Valencia)
4. Caso práctico
5. Conclusiones
6. Anejo I: Localización proyecto y planos
7. Anejo II: Presupuesto
8. Anejo III: Cálculo VG
9. Anejo IV: Control de gastos
10. Bibliografía

¿

¿Qué y porque? · 21

A

Aplicación · 92

C

Cadena crítica · 72

Cálculo de ES. Earned Schedule = Programación ganada · 41

Caso práctico · 113

Como gestionar utilizando la información del VG · 26

Comparación de métodos Valor ganado & Programación ganada · 43

Concepto de programación ganada · 36

Conclusiones · 118

Corolario · 45

D

Descripción · 5

Diagramas de Gantt · 90

E

El entorno actual · 60

Esencial Valor Ganado · 46

Estructuras de datos y relaciones de notificación · 19

Estructuras de división del trabajo · 10

Estudio sobre la planificación y el control de los proyectos en empresas constructoras de la zona de la Vall d'Albaida · 92

H

Historia · 5

I

Implantación de los métodos de valor acumulado · 30

L

La gestión del tiempo · 61

M

Metodología · 20

O

Orígenes e historia · 6

P

Planificación del trabajo · 9

Planificaciones y presupuestos · 14

Proyecto de análisis de rendimiento mediante Valor Ganado · 32

R

Red de potenciales – MPM · 85

Redes de flecha · 65

Redes de flecha – PERT · 75

Redes de precedencia · 81

S

Sistemas de control de programación · 60

Software necesario para los métodos de valor acumulado · 27

T

Términos y metodología · 23

V

Verificación de la teoría · 40

Descripción

Historia

Orígenes e historia

“Comparando los costes reales acumulados hasta la fecha, con la estimación del trabajo realizado hasta la fecha, veremos entonces si el trabajo se está desarrollando en un coste superior o inferior al planeado”.¹

Esa es la base del VG, con tres valores obtenemos el objetivo de conocer la situación en la que se encuentra el proyecto.

Ante la necesidad de un control exhaustivo surgieron las primeras discrepancias.

Hoy en día continúa habiendo confusión en cuanto a términos y cálculos. Existen dudas por su aplicabilidad, así como a la hora de presentar informes.

Valor ganado surge en los años 60 como un análisis financiero en el gobierno de los Estados Unidos, pero a partir de entonces se ha convertido en una rama importante de la gestión de proyectos. Después de realizar investigaciones sobre la contribución del valor ganado en la gestión de proyectos, los resultados son positivos.² El valor ganado se puede ajustar a todo tipo de proyectos en cuanto a tamaño y complejidad.

El génesis del valor ganado se produjo en la industria manufacturera en el umbral del siglo 20, basado en gran medida en el principio de “tiempo ganado” popularizado por Frank y Lillian Gilbreth³, pero el concepto se arraigó en el Departamento de defensa de los Estados Unidos, como hemos dicho, en la década de 1960.

El concepto original fue llamado PERT/Coste, pero no se consideró muy adaptable por los contratistas que recibieron las órdenes de utilizarlo, y muchas variaciones de éste empezaron a proliferar. En 1967 el Departamento de Defensa estableció un enfoque basado en criterios, concretamente 35, llamándolo Coste/Lista de control de un sistema de criterios (C/SCSC).

¹ Alan Webb. “Uso del valor acumulado: Guía para jefes de proyecto”. 2005

² Marshall, Robert A. “The contribution of earned value management to project success on contracted efforts: A quantitative statistics approach within the population of experienced practitioners”. 2006

³ Frank y Lillian Gilbreth. “La administración tiene que conservar lo mejor del pasado, organizar el presente y planear el futuro”

En la década de 1970 y principios de 1980, una tendencia hacia el C/SCSC creció pero se le hacía caso omiso a la misma o incluso los directores de proyecto se resistían a utilizarla tanto en el gobierno como en la industria. C/SCSC fue considerado a menudo un instrumento de control financiero que podía ser delegado a los analistas especialistas.

A finales de los 80 y principios de los 90, valor ganado surgió como una metodología de gestión de proyectos para ser comprendido y utilizado por gerentes y ejecutivos, no sólo por especialistas. En 1989 se convierte en esencial en la subsecretaría de defensa de los Estados Unidos, tanto en la gestión de los programas como en las adquisiciones. En 1991 el secretario de defensa Dick Cheney canceló el A-12 Avenger II de su programa debido a los problemas de rendimiento detectados mediante Valor Ganado. Esto demuestra de manera concluyente que Valor Ganado importaba en los líderes.

En la década de los 90 se produjeron muchas regulaciones en los EEUU y Valor Ganado se vio afectado. De 1995 a 1998, los criterios del Valor Ganado se redujeron a 32, y fue trasladado a la industria mediante la adopción de la norma ANSI EIA 748-A estándar.⁴

El uso de Valor Ganado se expandió rápidamente más allá del Departamento de Defensa de EEUU. Fue aprobado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los EEUU, por el Departamento de Energía y otros organismos relacionados con la tecnología.

Muchos países industrializados también comenzaron a utilizar Valor Ganado en sus programas de adquisiciones. Una visión general de Valor ganado se incluyó en la primera guía PMBok en 1987 y ampliado en la siguiente edición. La industria de la construcción fue uno de los primeros que adoptó Valor Ganado.

⁴ ANSI EIA-748A Standard. Electronic Industries Alliance. 1998

Una integración más estrecha entre Valor Ganado y gestión de proyecto se aceleró en la década de 1990. En 1999 la Asociación de Gestión del Rendimiento se fusionó con el Project Management Institute⁵ (PMI) para convertirse en el primer colegio de PMI, la Escuela Superior de Gestión del Desempeño.

La oficina de Gerencia y Presupuesto de los EEUU comenzó a ordenar el uso de Valor Ganado en todas las agencias del gobierno, y, por primera vez, para determinados proyectos gestionados internamente (no sólo para contratistas).

⁵ PMI. Project Management Institute. Organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados a la Gestión de Proyectos. En 2011 llega a la cifra de 260.000 miembros de cerca de 170 países. Tiene los objetivos de formular estándares profesionales en Gestión de Proyectos, generar conocimiento a través de la investigación y promover la gestión de proyectos como profesión a través de sus programas de certificación.

Descripción

Planificación del trabajo

Estructuras de división del trabajo

Llamamos WBS a la estructura de división del trabajo. Se trata del método para identificar y clasificar el trabajo de los proyectos de forma racional y sencilla.

El objetivo del WBS es definir distintas cantidades de trabajo, para que sea fácil identificar las tareas que hay en él, la contribución que éstas le ofrecen al proyecto global.

Se debe observar y controlar el tiempo, costes y contenido, y quienes son los responsables de los logros y desempeños.

Una WBS tiene que proporcionar datos importantes en el proyecto, ya que una WBS adecuada es el primer paso fundamental en la elaboración del control mediante VG. Hay que controlar y planificar correctamente el trabajo que hay que realizar, y éste junto al plan de proyecto, que indica el orden de los diversos trabajos y tareas, deben actuar conjuntamente.

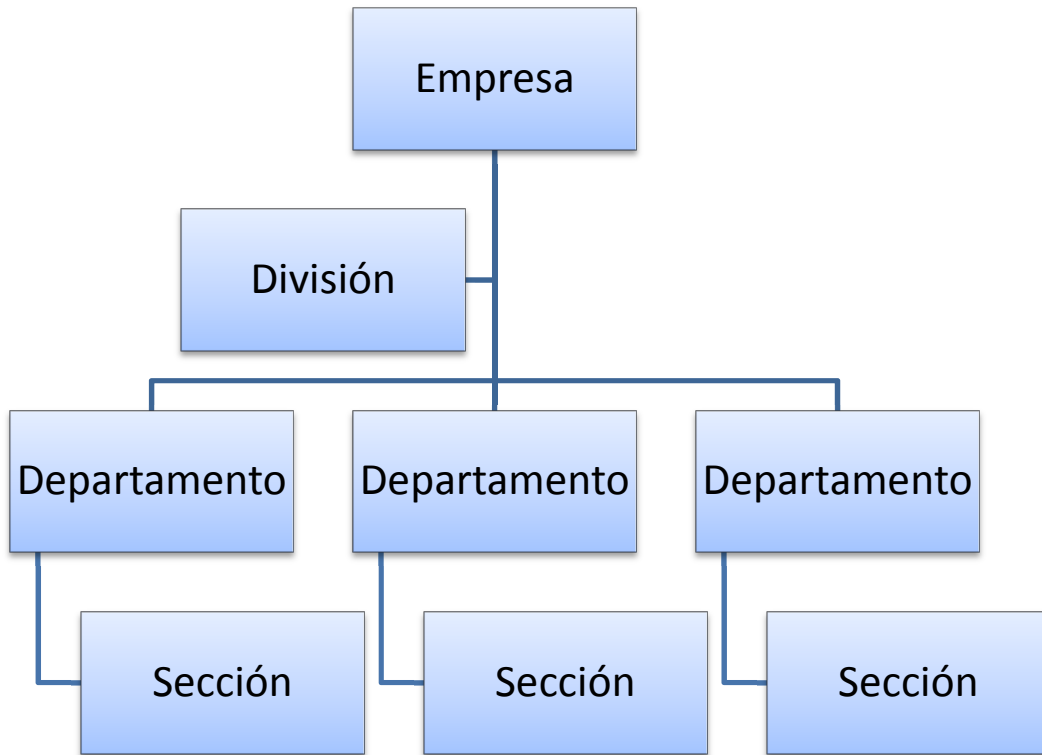
El concepto de WBS es describir todo el trabajo de un proyecto sin considerar el orden de los hechos. Una buena descripción permite planificar, estimar costes y dividir el trabajo a otros contratistas.

Los criterios a seguir para la realización de WBS son:

- ✓ Racionalidad; lógica reconocida y comprendida.
- ✓ Estructura de códigos jerarquizada.
- ✓ Recogida de datos existentes.
- ✓ Cumplir requisitos, es decir, crear los datos en formato que sea de utilidad.

TIPOS WBS:

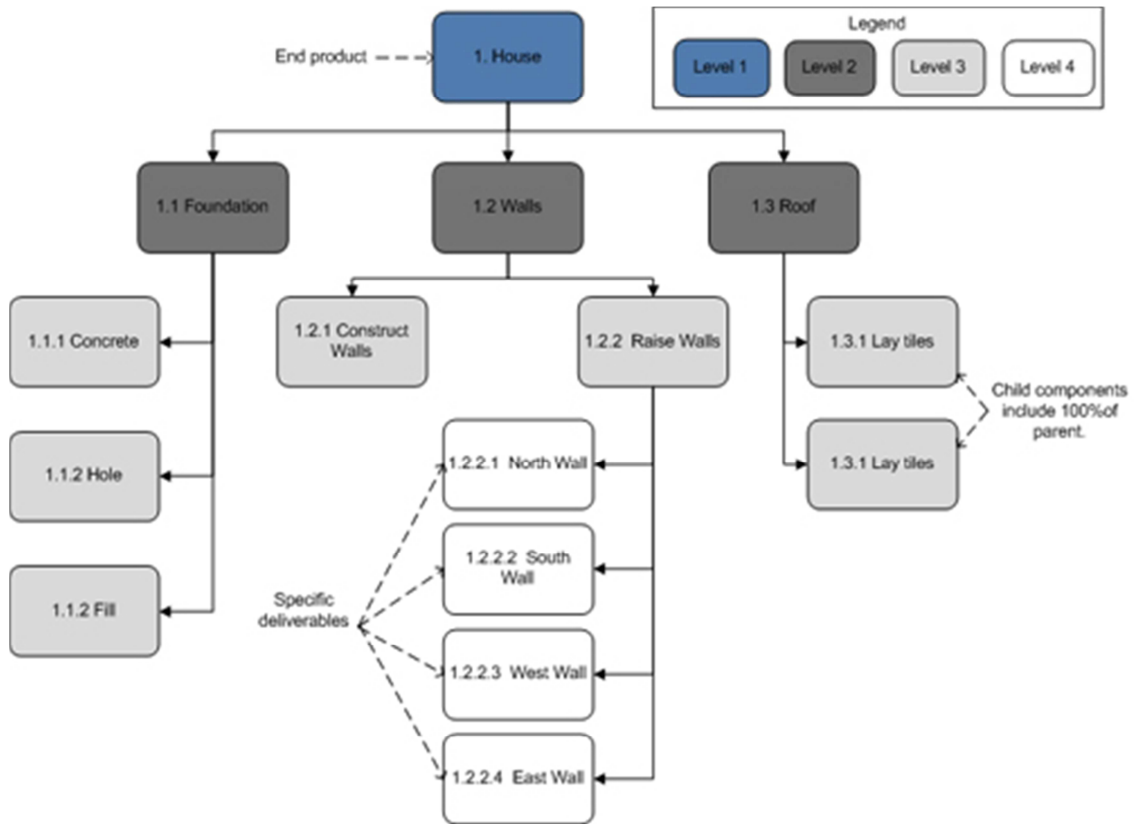
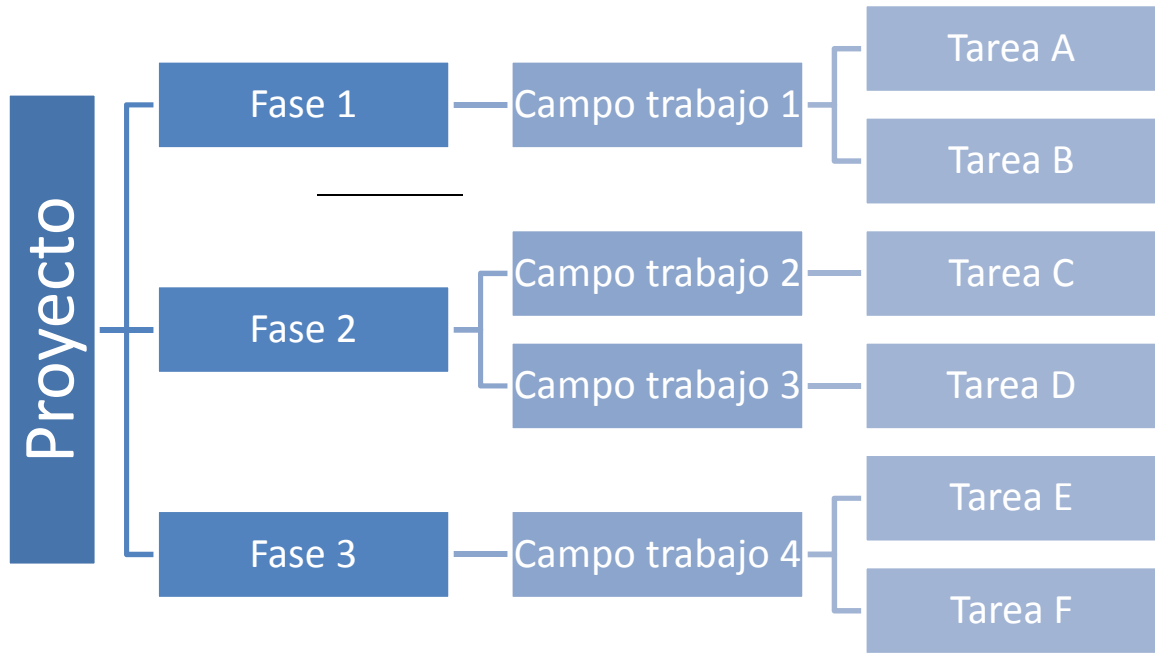
ORGANIZACIÓN

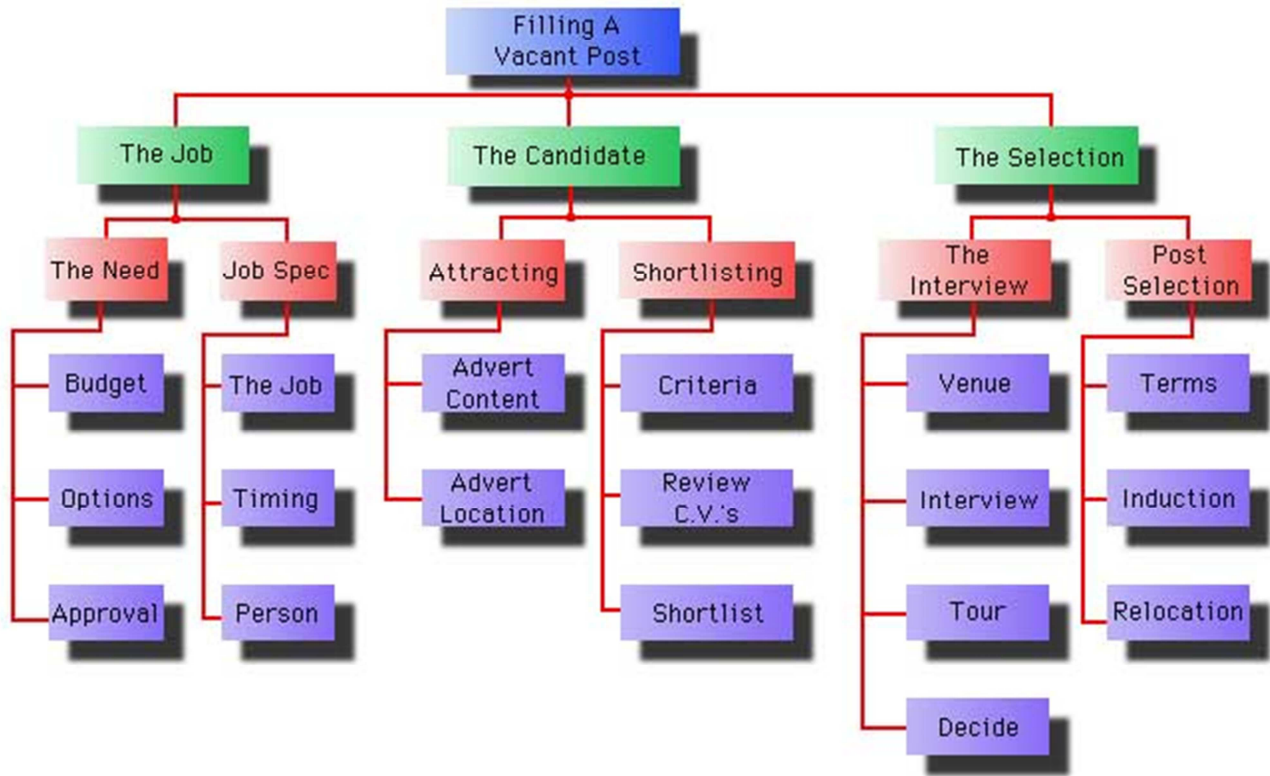


PRODUCTOS

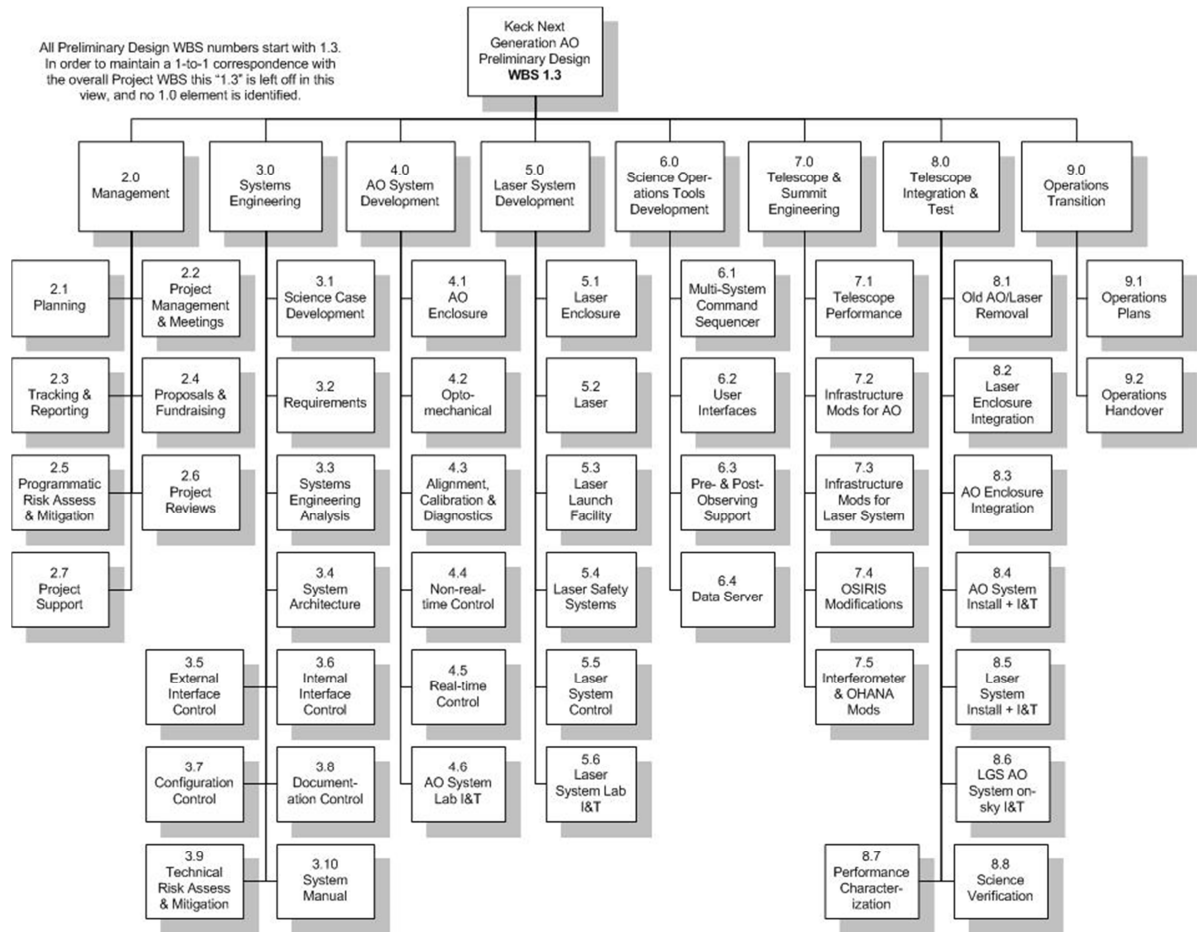


TAREAS





All Preliminary Design WBS numbers start with 1.3. In order to maintain a 1-to-1 correspondence with the overall Project WBS this '1.3' is left off in this view, and no 1.0 element is identified.

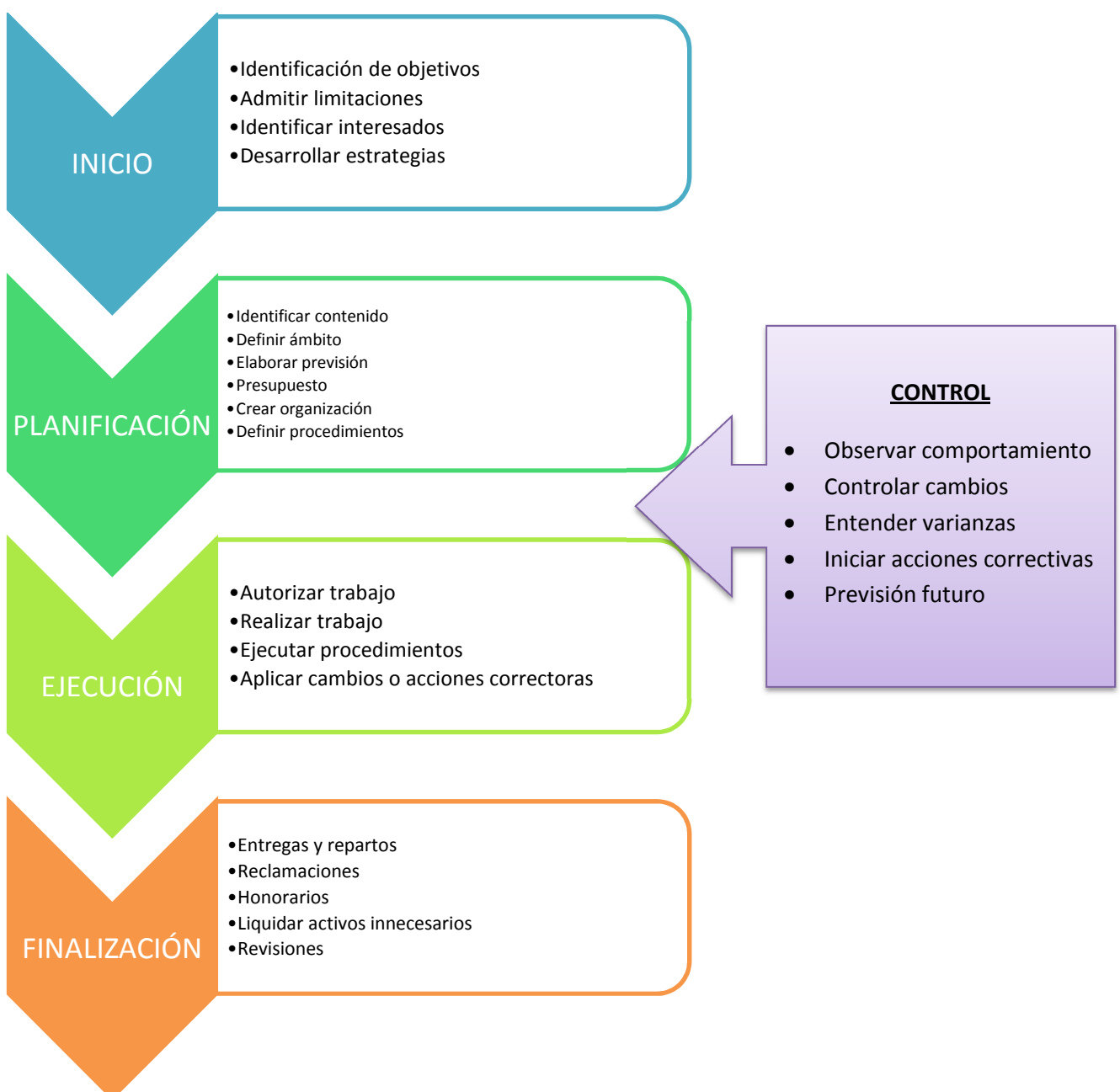


Planificaciones y presupuestos.

Una buena planificación y su presupuesto es esencial para la realización de VG. Sin ello resulta imposible, VG no está diseñado para proyectos sin planificación ni presupuesto.

Si no se tiene una base y una planificación se tienen que realizar gran cantidad de experimentos, se presentan trabajos innovadores y incertidumbres.

VG se aprovecha de los “datos iniciales” o planificación, por lo que si no es adecuada, no se obtendrán datos.

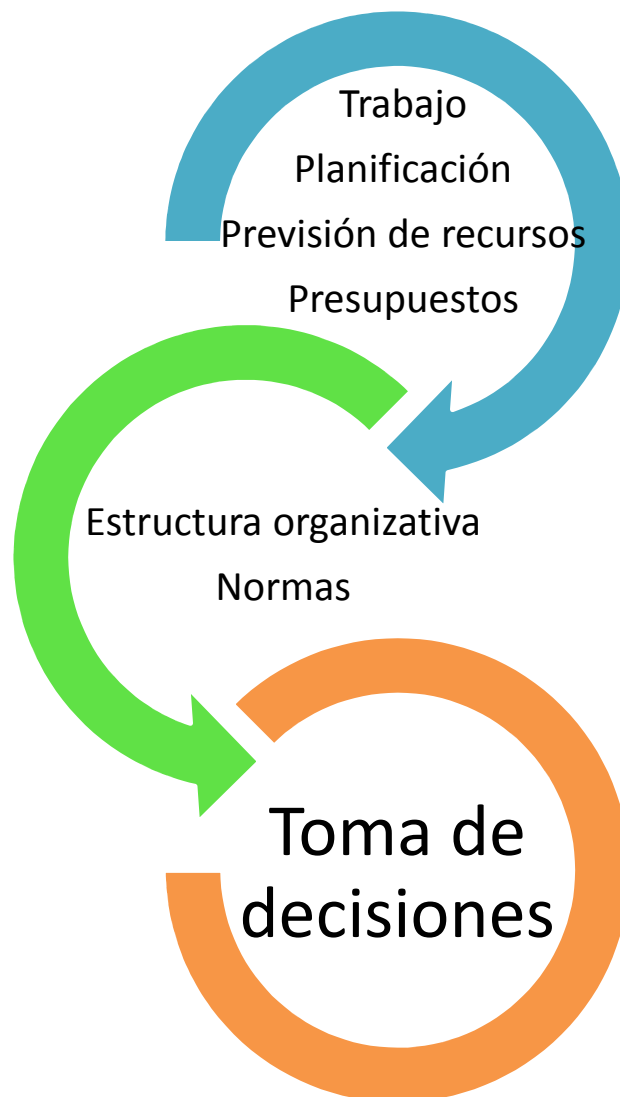


En los proyectos se puede establecer una planificación oscilante, es decir, que las actividades próximas se pueden planificar, pero las futuras se planifican en bloques cada vez más amplios.

Se parte de una posición básica, de partida inicial, a partir de la cual se medirá toda la evolución. Esta posición básica es el presupuesto inicial del proyecto.

Todos los proyectos deben contar con una estructura organizativa y conjunto de normas y procedimientos con los que deben operar.

Una buena planificación permite tomar decisiones.



Además debemos tener una base de referencia, es la característica esencial de cualquier sistema de medición del comportamiento de un proyecto.

Los presupuestos son estimaciones a la que se le otorga incertidumbre para hacer frente a tareas inciertas.

Existen diferentes formas de realizar las estimaciones:

- Estimación subjetiva, basada en las experiencias y intuiciones.
- Estimación sintética, en ella se acumulan elementos apreciables y conocidos.
- Estimación comparativa, donde se compara racionalmente con proyectos anteriores.
- Estimación paramétrica, en la que se utilizan formulas y características clave de proyectos.

A la hora de realizar los presupuestos necesitamos márgenes, se utilizan contingencias para evitar futuros problemas.

Si detectamos los futuros problemas, evitamos el uso de las contingencias.

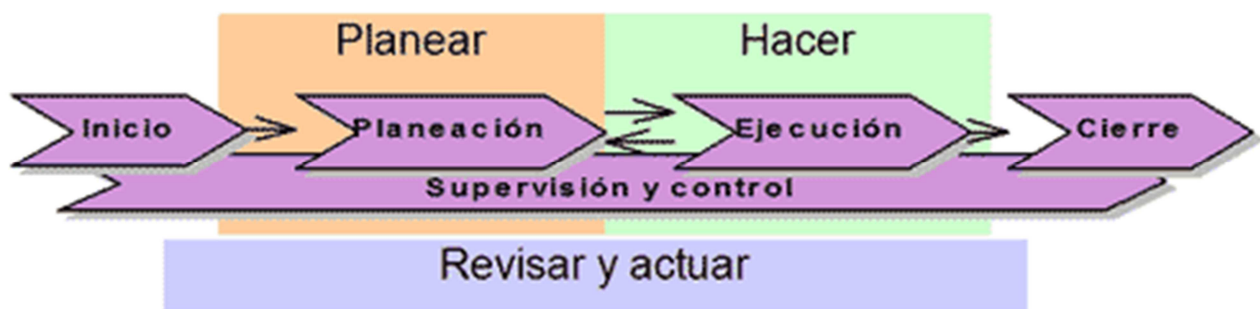
Podemos tomar como base de referencia en la medición del comportamiento o guía de los fundamentos de la dirección de proyectos al PMBook.

“Buenas prácticas no quiere decir que los comportamientos descritos deban aplicarse siempre de manera uniforme en todos los proyectos: el equipo de dirección del proyecto es el responsable de determinar lo que es apropiado para cada proyecto determinado”.

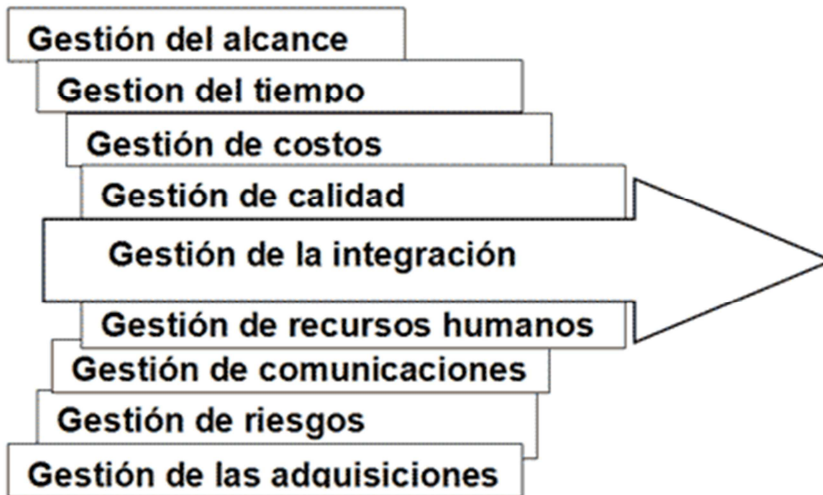
Su carácter y finalidad residen en los practicantes y académicos que los aplican y los desarrollan”; en otras palabras, estos conocimientos representan un conjunto vivo, extraordinariamente amplio, producto tanto de la experiencia como del estudio y del desarrollo sistemático. Este conjunto de conocimientos se encuentra distribuido en miles de personas, organizaciones y textos; por ende, el lector no debe esperar tal cosa como un manual que le vaya a explicar los “nueve pasos fáciles para hacer de su proyecto un éxito”.

La finalidad del PMBOK, entonces, no es la de exponer las disciplinas, técnicas y experiencias aplicables a la dirección de proyectos, sino simplemente la de identificar el subconjunto de éstas que es generalmente reconocido como buenas prácticas.

Para que estas buenas prácticas sean asequibles, el PMBOK divide el conjunto de conocimientos para la dirección de proyectos en cuatro grupos de procesos: todo proyecto (así como sus distintas fases e iteraciones) tiene que transitar por una serie de actividades de inicio, de planeación, de ejecución y cierre, bajo el gobierno de un grupo de procesos más general de supervisión y cierre.

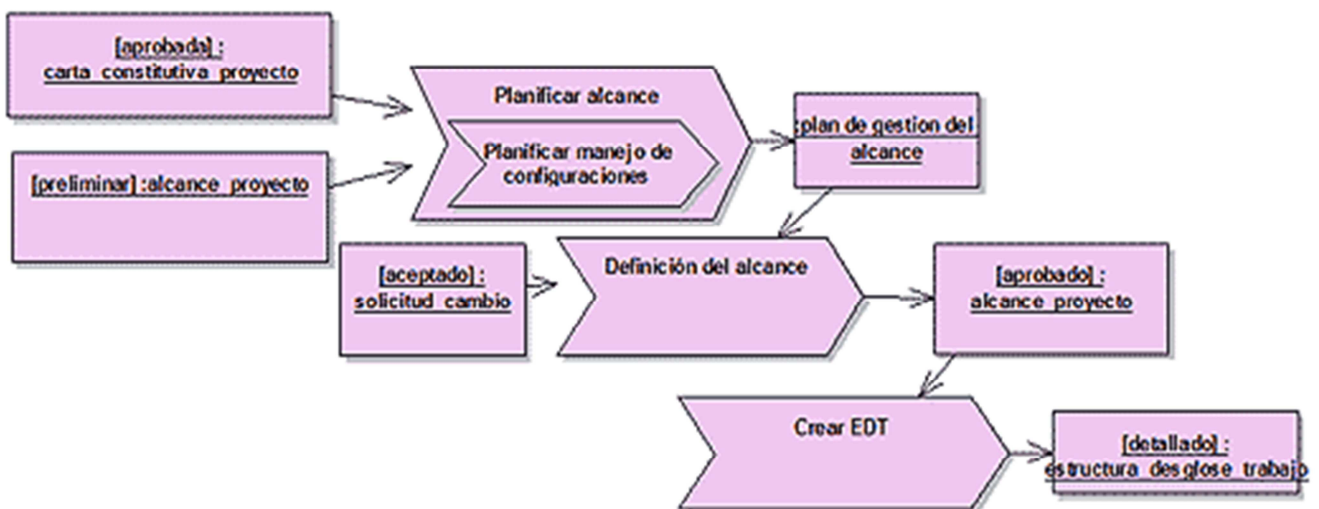


El PMBoK se divide en nueve áreas de conocimiento y en ellas se disponen las técnicas para poder realizar los proyectos. Para cada una de ellas el PMBok recomienda la utilización de una serie de procesos.



Ejemplo Gestión del alcance:

El PMBok identifica las mejores prácticas que son generalmente aceptadas para la realización de cada uno de estos procesos.



Estructuras de datos y relaciones de notificación

En toda empresa hay una estructura (Organigrama OBS) donde el contratista organiza a sus empleados.

Los costes son controlados con la cuenta de control, OBS y WBS coinciden ya que el trabajo es su responsabilidad.

Nos veremos con la necesidad de actualizar el programa dependiendo del grado en que el promotor exige informes ajustados a la planificación básica, o debido a la claridad en que se perciba la planificación al comienzo y probabilidad que se produzcan cambios.

Valor Ganado tiene la capacidad de predecir la evolución de un grupo de proyectos relacionados entre sí.

Requiere coordinación para la realización de informes tanto de costes como de previsión. Esto requiere software integrado, con una codificación de WBS con código clave de actividades de la red.

Ninguna tarea debe aparecer más de una vez y deben estar todas cubiertas. Además se debe disponer de las tareas principales en función del orden en el que se realizan. Será el punto de partida de la planificación del proyecto. Y utilizar el mismo código en planificación que en WBS.

Descripción

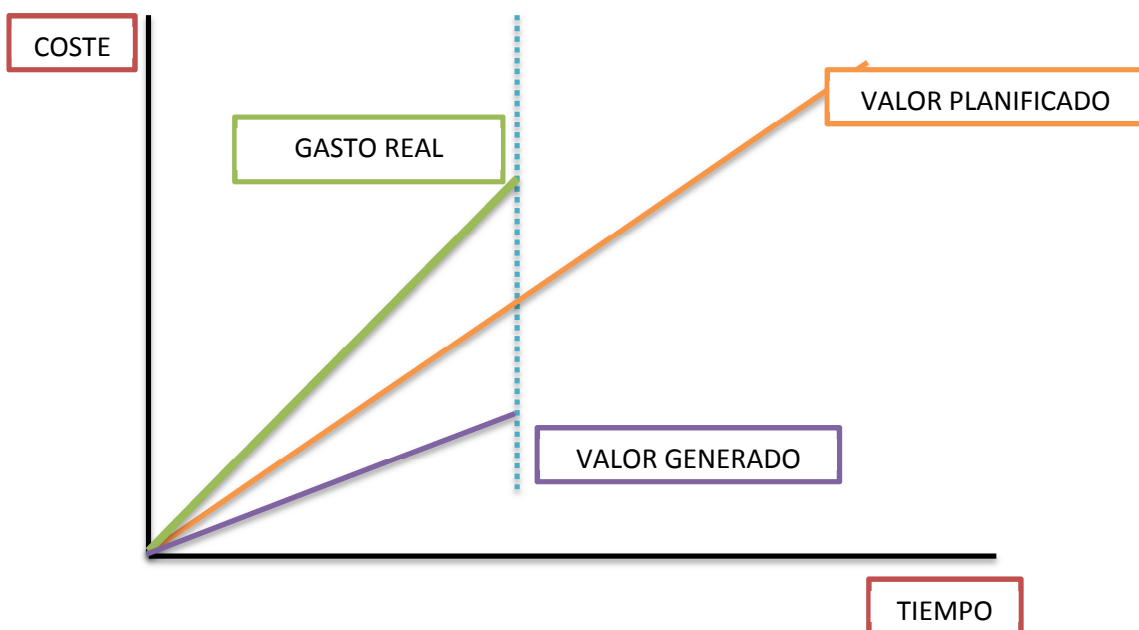
Metodología

¿Qué y porque?

Se le tiene cierta apatía al uso del Valor Ganado debido a sus inicios empañados en Estados Unidos. En cambio a partir del año 1990 con el surgimiento de las nuevas tecnologías, con la implantación de software específico para el desarrollo del método, resulta más atrayente su uso.

El VG parte de una idea sencilla, teniendo en cuenta tres valores de la planificación y desarrollo de un proyecto:

- Valor que se debería haber obtenido según la planificación.
- Valor que se ha creado con el trabajo realizado.
- Dinero real que se ha gastado.



En el anterior gráfico observamos la relación coste/tiempo de los valores que se utilizan en la realización de VG.

Un punto a favor de la realización de VG en el control de producción es la integración de sistema de planificación y sistema contable.

Se deben cumplir unas características en los proyectos para la realización de VG. En primer lugar se debe definir un objetivo y un camino establecido para cumplirlo. Para ello debe haber un periodo de elaboración o construcción utilizando mano de obra. Cada tarea será de naturaleza creativa, siguiendo una estructura de gestión formal. Se deben establecer limitaciones de costes y tiempo.

El VG nos proporciona una idea clara del desarrollo y del rumbo hacia el cual se dirige el proyecto.

Nos permite tomar medidas y decisiones, tanto del propio proyecto como ajenos a él, que le afecten directa o indirectamente. Estas tomas de decisiones influirán en la duración y coste total del proyecto.

Con VG mostramos al promotor del proyecto el estado en el que se encuentra, donde y cuando podemos actuar para mejorar en la realización de dicho proyecto.

Aplicar VG puede suponer cambios en la manera de efectuar un seguimiento y control de proyectos. Ya que se necesita una planificación más estricta, con mayor objetividad de la información que se tiene de cada actividad que se realiza en el proyecto.

Como hemos mencionado anteriormente se integrará el sistema de planificación y el sistema contable, suponiendo esto un cambio respecto a la manera habitual de control.

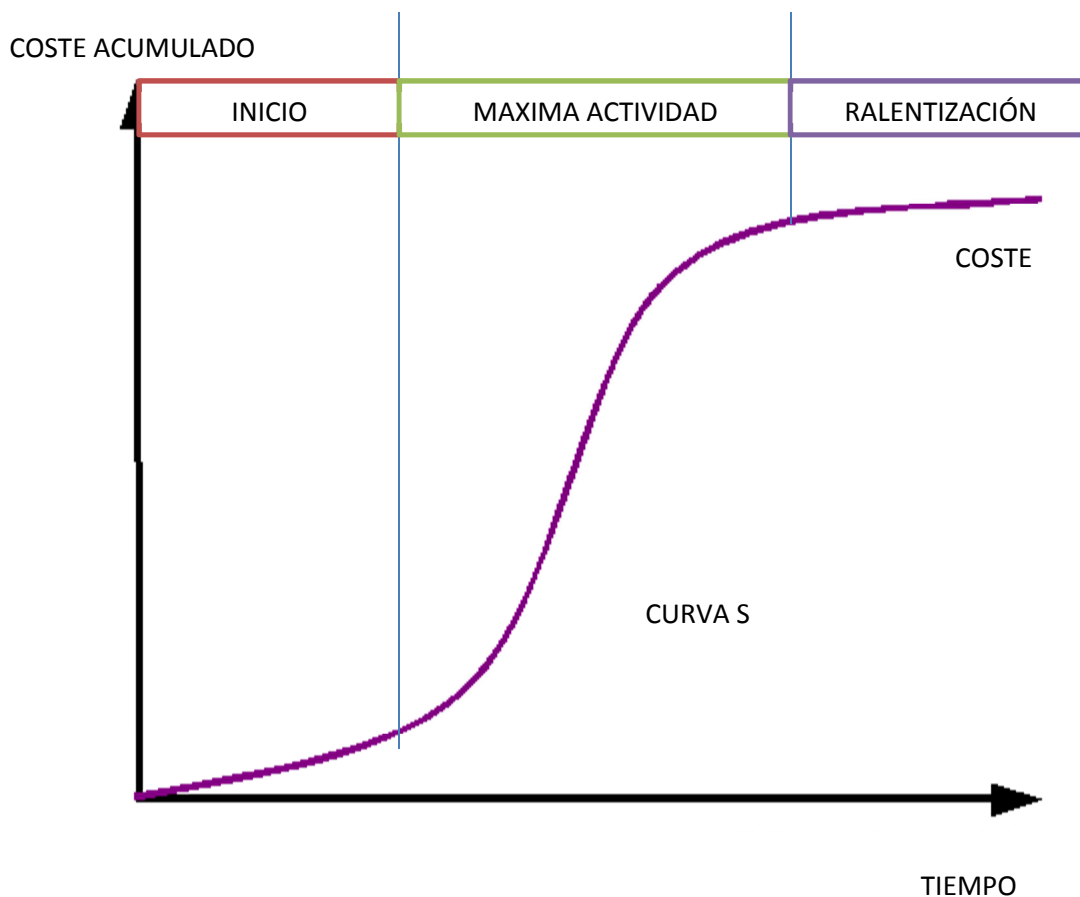
Actualmente una herramienta fundamental en el control de proyectos es el software, este también tendremos que adaptarlo a VG.

Términos y metodología

Es necesaria una buena planificación, sin ella, el método de VG no es apropiado ya que no funciona.

Se debe conocer el trabajo que hay que realizar, el valor asociado que éste posee y el orden y duración de cada tarea que se realiza.

Esta planificación se expresa en forma de diagrama de red o de barras (Gantt).



CURVA S

- ✓ COSTES ACUMULADOS DEL PROYECTO
- ✓ SU PENDIENTE DETERMINA EL NIVEL DE GASTO

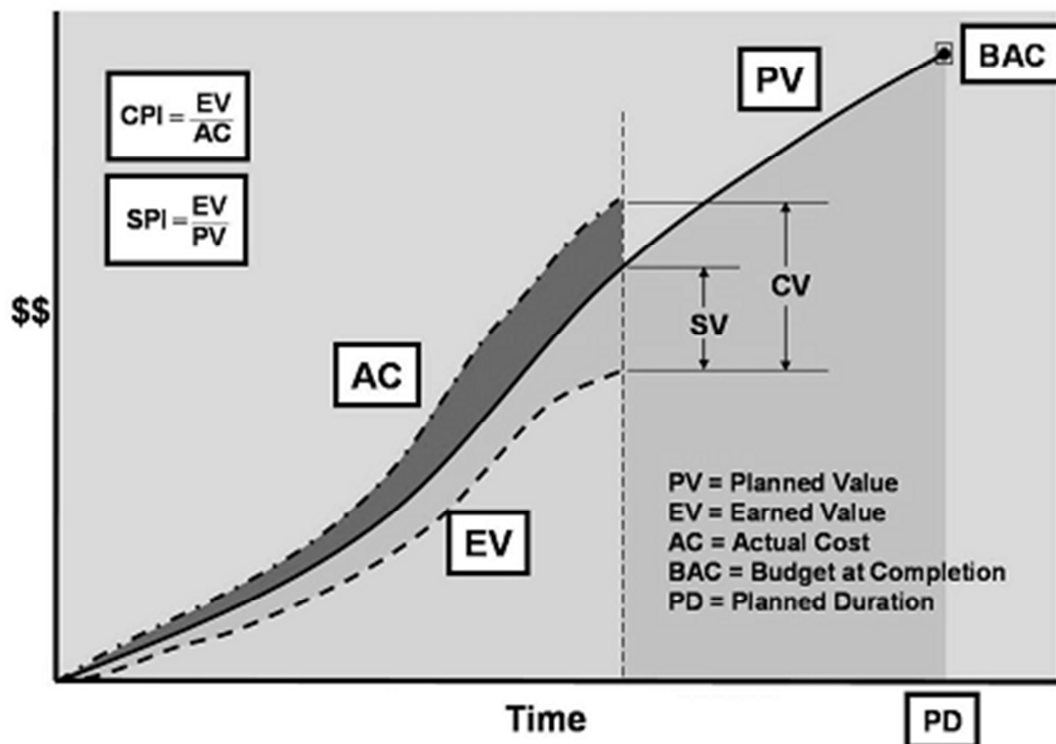
En el anterior gráfico observamos la representación del coste del proyecto con relación al coste acumulado y tiempo.

Se le denomina curva S, en ella se observa el periodo de inicio, el de máxima actividad y el de ralentización y se plasman los costes acumulados de éste donde su pendiente determina el nivel de gastos.

Observamos la relación fija entre el plan y los costes, disponemos de la capacidad de evaluación precisa del desarrollo del proyecto.

TERMINOLOGÍA

CPTP	Coste presupuestado del trabajo programado.	BCWS
CPTR	Coste presupuestado del trabajo realizado (Valor acumulado)	BCWP
CRTR	Coste real del trabajo realizado.	ACWP
CV	Varianza de costes	$CV = BCWP - ACWP$
SV	Varianza de previsión	$SV = BCWP - BCWS$



Si CV o SV resultan **negativos** podemos decir entonces que el proyecto se encuentra en mal momento.

En cambio sí CV o SV resultan **positivos** podemos decir que el proyecto está mejor desarrollado de lo previsto.

Se deben realizar evaluaciones periódicas, dependiendo de la envergadura del proyecto. Partiendo del nivel con menos información sobre el proyecto y sumando los niveles del proyecto. De esa forma se localiza donde se encuentra el problema.

El desconcierto en la previsión se puede determinar a partir del valor acumulado y la curva S planeada.

La medición de comportamiento de VG es un principio contable, no administrativo. Se debe aprender a elegir bien las partes que se adapten mejor a la situación del proyecto.

Como gestionar utilizando la información del VG.

Hay diferentes formas de evaluar la información proporcionada por VG.

- Evaluación subjetiva. Realizada por una opinión experta, trata de estimar el tanto por ciento realizado hasta el momento de la evaluación.

Se trata de predecir la duración pendiente.

- Evaluación objetiva ya medida. A cada fecha de notificación se otorga una cantidad de valor acumulado a cada actividad en desarrollo en función de un método de logros acordado, el cual se basa en un hito o meta.

O también, en cada fecha de notificación se otorga una cantidad de valor acumulado a cada actividad en desarrollo en función del número de unidades de trabajo completadas.

- Evaluación indirecta. Se aplica cuando el valor acumulado queda determinado por algún factor externo. Este puede ser cuando una actividad depende de una variable temporal, o si el valor acumulado está relacionado con la evolución de otras actividades.

Existen dos métodos, el primero de ellos es calcular el VG en función del tiempo transcurrido a una tasa de devengo predeterminada basada en el nivel de esfuerzo planeado. Y otra calcularlo planteando el presupuesto general en función de la evolución de la actividad principal.

El comportamiento se mide mediante la varianza de costes (CV), la varianza de previsión (SV), el índice de comportamiento de coste (CPI) y el índice de comportamiento de la previsión (SPI).

Software necesario para los métodos de valor acumulado.

En un principio, cuando se puso en marcha el método de VG resultaba complicada su aplicación debido a la falta de herramientas necesarias. Se necesita de un software adaptado para el desarrollo correcto de VG.

El software debe ser capaz de:

- Analizar redes.
- Trazado de diagramas de barras.
- Asignación de recursos a actividades.
- Asignación de tasas de costes a códigos de recursos.
- Elaboración de estructuras de división del trabajo.
- Fijación de coste y presupuestos.
- Previsiones de recursos.
- Informes de desarrollo.
- Generación de informes.
- Calcular el VG.

El software más común y que cumple con los requisitos anteriores puede ser el siguiente:

- OpenPlan (www.welcom.com)

Open Plan es un software para el “project management” que mejora sustancialmente la capacidad de una empresa para completar y gestionar varios proyectos a tiempo y dentro del presupuesto. OpenPlan está integrado en el sistema global para que todos

los usuarios puedan ajustar a sus necesidades los requerimientos específicos. Dispone de varias ediciones, adaptándose así a las diferentes necesidades y responsabilidades de los gestores de proyectos, los miembros del equipo, los ejecutivos y los subcontratistas.

- Primavera Project Planner (www.primavera.com)

Primavera es un software para la gestión de proyectos. Desarrollado por la empresa Primavera Systems, y adquirido posteriormente por Oracle en 2008. La versión P3 es utilizada por el 25% de las empresas de construcción pesada. Alrededor de un 40% de los contratistas con unos ingresos entre los 5 y 10 millones de dolares usan Primavera. Surgio una nueva versión denominada P6 en la que se introduce el método abreviado de introducción y los iconos. Con primavera se puede realizar la gestión desde los contratos o riesgos laborales al análisis del valor ganado.

- Artemis cost View (www.artemisp.com)

Originalmente Artemis Project management system fue desarrollado en 1978 por Metier management systems como desarrollo a la versión Apollo (1977). Ambos fueron los primeros programas de gestión de proyectos a gran escala disponibles para mini-ordenadores.

Artemis combina la planificación y programación con el control de costes y la gestión de los recursos.

Artemis más tarde se convirtió en una de las tres principales líneas de productos para apoyar la planificación y programación del proyecto, gestión del valor ganado, gestión de carteras, recursos y presentación de informes.

Metier ha sido comprada varias veces desde su creación, y durante este transcurso se han publicado diversas versiones de Artemis, siendo la más actual Artemis 7

- Microsoft Project + Cobra (www.microsoft.com)

Microsoft Project (o MSP) es un software de administración de proyectos diseñado,

desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

El software Microsoft Office Project en todas sus versiones (la versión 2010 es la más reciente) es útil para la gestión de proyectos, aplicando procedimientos descritos en el PMBoK (Management Body of Knowledge) del PMI (Project Management Institute).

A la hora de utilizar cualquier software los datos necesarios serán el WBS (estructura de división del trabajo) y el OBS (el organigrama).

Implantación de los métodos de valor acumulado.

Podemos implantar el VG a elementos de sistemas y a elementos administrativos.

Elementos de sistemas:

- Planificación basada en plazos con fijación total de costes.
- Estructura de división del trabajo relacionado con la planificación.
- Proceso de autorización del trabajo.
- Sistema de recogida de datos.
- Método para evaluar y notificar el desarrollo.
- Proceso contable adecuado.
- Sistema de generación de informes.
- Procedimiento de control de cambios.

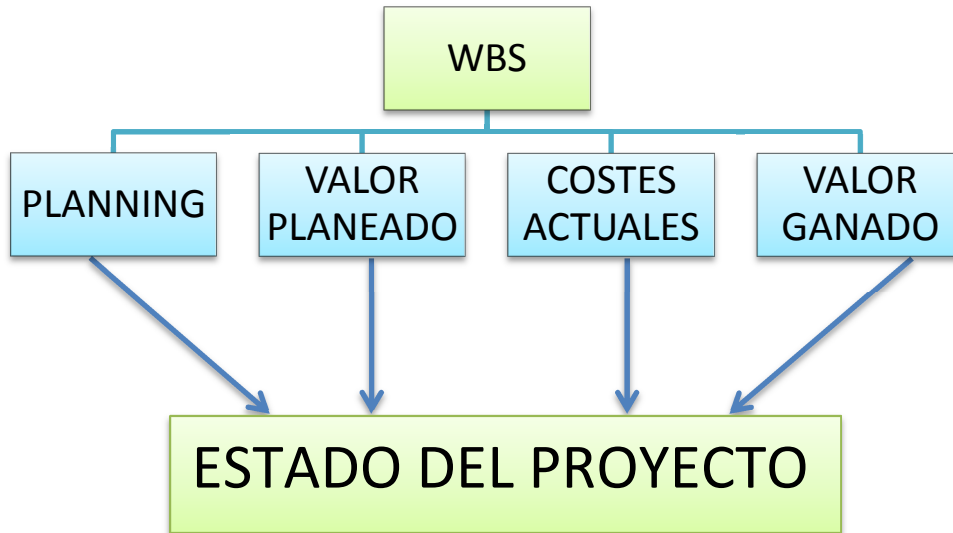
Elementos administrativos:

- Organización con matriz de responsabilidades y trabajo, donde los empleados se responsabilizan del trabajo desarrollado.
- Actitud adecuada.

La planificación se realiza mediante una red. Resulta fundamental la recogida de datos para que resulte eficaz todo el proceso. A ello hay que aplicarle el software adecuado.

Disponiendo de ello, es esencial la elaboración de informes de comportamiento regularmente.

PROCEDIMIENTO:



CV +	Bien en ejecución	Excede en costes pero cumple plazos	Se pueden atribuir adelantos / atrasos a tareas específicas.	
SV +				
CV -	Mal en ejecución	Proyecto detrás del rendimiento esperado		
SV -				
CPI > 1	Costo y rendimientos favorables	Proyecto en situación tanto económicamente como en estado de ejecución positiva		Capacidad de administradores a tomar medidas de corrección.
SPI > 1				
CPI < 1	Costo y rendimientos desfavorables	Proyecto en situación económica y ejecutora por detrás de lo previsto		
SPI < 1				

Proyecto de análisis de rendimiento mediante Valor Ganado.

- ¿Que se ha logrado?
- ¿Se realiza el proyecto según lo planeado?
- ¿Se terminará el proyecto en la fecha prevista?
- ¿Se están consumiendo las reservas?

Son preguntas que habitualmente nos formulamos cuando afrontamos la planificación y control de un proyecto.

Mediante el Valor Ganado medimos el estado de realización de un proyecto y los indicadores nos ayudan a responder más pronto a las preguntas formuladas anteriormente.

En el cuadro anterior observamos como dependiendo de la situación de las varianzas de coste y de plazo, así como de los índices de coste y plazo nos encontramos con el proyecto en una situación favorable o desfavorable.

Profundizando en el método de VG, nos encontramos con otros métodos de previsión y corrección del coste del proyecto, como son el cálculo del desempeño necesario para alcanzar objetivos (TCPI) y el método de predicción del costo final a través de rendimientos (IEAC).

TCPI : Desempeño necesario para alcanzar objetivos

Se puede realizar de dos formas, asociando el desempeño al costo previsto (BAC) o asociando al costo deseado final (Estimación).

$$TCPI_P = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

Siendo:

- BAC = Costo previsto
- EV = Valor ganado
- AC = Coste actual

$$TCPI_E = (BAC - EV) / (EAC - AC)$$

Siendo:

- BAC = Costo previsto
- EV = Valor ganado
- EAC = Estimación costo deseado final
- AC = Coste actual

IEAC : Método de predicción del costo final a través de rendimientos

Existen dos métodos:

$$IEAC_{CPI} = BAC/CPI$$

Siendo:

- BAC = Costo previsto
- CPI = Índice de rendimiento de coste

$$IEAC_{PF} = AC + (BAC - EV)/PF$$

Siendo:

- AC = Coste actual
- BAC = Coste previsto
- EV = Valor ganado
- PF = Factor de rendimiento
 - PF puede ser:
 - CPI
 - SPI
 - wt1 x CPI x wt2 x SPI
 - CPI x SPI
 - CPI_x

Siendo:

- wt1 y wt2 factores de ponderación. $Wt1 + wt2 = 1$
- CPI_x = promedio de los últimos X periodos (normalmente meses)

$$IEAC_{PF} = IEAC_{CPI} \text{ cuando } PF = CPI.$$

La predicción más optimista es $IEAC_{CPI}$, mientras que la más previsoras es cuando:

$$PF = CPI \times SPI.$$

Y la predicción óptima es cuando el proyecto lleva un 20% completado.

Dependiendo del resultado obtenido sabremos que:

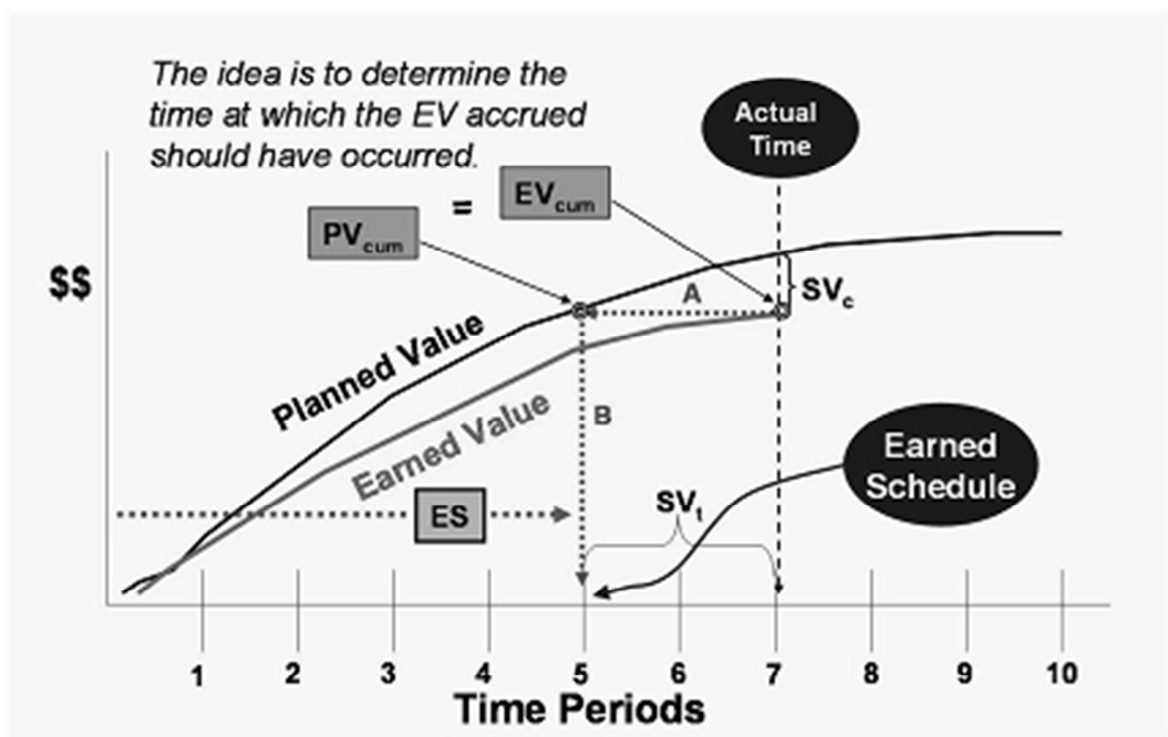
- Si $IEAC \leq 1$ El proyecto está obteniendo unos buenos resultados de coste, es probable que se cumpla el objetivo.
- Si $IEAC > 1$ Poca probabilidad de éxito del proyecto.

Concepto de programación ganada

El concepto de planificación ganada es de poca utilización en el control de plazos ya que los indicadores no tenían la suficiente precisión, o fallaban para los proyectos finales. Y al estar basados en el coste y no en el tiempo presentaba dudas.

Se ha creído durante décadas que el rendimiento de programación solo se puede conseguir a través de un análisis directo de programación de la red.

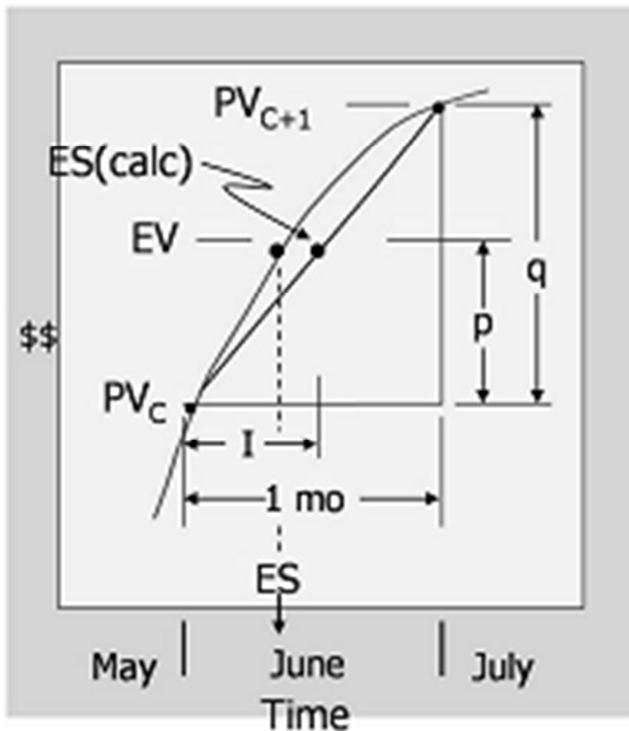
Varianza de plazo = $SV = EV - PV$



Índice de rendimiento de plazo = $SPI = EV/PV$

La idea es determinar el tiempo con el que VG difiere de lo que debería producirse.

No siempre obtenemos resultados exactos. Para ello usamos la interpolación:



$$I/1\text{mes} = p/q$$

$$I = (p/q) \times 1\text{ mes}$$

$$p = EV - PVC$$

$$q = PVC+1 - PVC$$

$$I = (EV - PVC) / (PVC+1 - PVC) \times 1\text{mes}$$

Si el proyecto no es de muy corta duración, no se recomienda aplicar la fracción correctora.

Indicadores

$$\text{Varianza de calendario SV (t)} = ES - AT$$

Si el resultado es negativo, el proyecto avanza con retraso, mientras si el resultado es positivo, el proyecto trasciende con adelanto respecto al tiempo previsto.

$$\text{Índice de rendimiento de calendario SPI (t)} = ES/AT$$

Si el resultado es mayor que 1, el proyecto se encuentra en plazo o mejorando la previsión. En cambio si el resultado es menor que 1 el rendimiento horario es pobre, lo que significa que se está retrasado respecto al tiempo planeado.

Predictores

Con ES se proporciona facilidad a la hora de decir si un proyecto terminará en el plazo previsto o por el contrario se encuentra en demora.

Al igual que en VG existen varios predictores:

El primero de ellos mediante la duración planeada:

$$\text{TSPIP} = (\text{PD}-\text{ES})/(\text{PD}-\text{AT})$$

Siendo:

- PD = Duración planeada
- ES = Earned Shedule
- AT = Tiempo actual

La otra forma es mediante la estimación de la duración final del proyecto:

$$\text{TSPIE} = (\text{PD}-\text{ES})/(\text{EAC}(t)-\text{AT})$$

Siendo:

- EAC = Estimación del tiempo

Observamos que PD-ES es comparable con el BAC-EV que utilizamos en Valor Ganado.

Del resultado de los predictores obtenemos:

TSPI	PREDICCIÓN
≤ 1	Éxito - Proyecto realizable
>1	No realizable - El proyecto excederá de lo previsto

Para estimar la finalización del proyecto existen dos formas, la forma simple y la forma general.

Forma simple: $IEAC(t)SPI(t) = PD/SPI(t)$

Siendo:

PD = Duración prevista

SPI(t) = Índice de rendimiento de calendario

Forma general: $IEAC(t)PF(t) = AT + (PD-ES)/PF(t)$

Siendo:

AT = Tiempo actual

PD = Duración prevista

ES = Earned Schedule

PF = Factor de rendimiento

Varianza de finalización: $VAC(t) = PD-EAC(t)$

Siendo:

PD = Duración prevista

EAC = Estimación de la duración

Si es positiva la varianza significa un buen rendimiento del proyecto, mientras que si es negativo significará que hay pocas expectativas de acabar en plazo.

Verificación de la teoría

“El análisis indica que el comportamiento anormal de los indicadores del valor ganado EV, SV y SPI, se superan mediante el empleo de los métodos de cálculo de Earned Schedule (ES). La aplicación de ES proporciona indicadores horarios que se comportan correctamente durante todo el periodo de ejecución del proyecto”

Walter H. Lipke⁶

“La afirmación de Lipke donde dice que la aplicación de ES proporciona un conjunto de indicadores, que se comportan correctamente en el periodo de ejecución del proyecto ha sido confirmada”

Kym Henderson⁷

“Los resultados revelan que el método de ES supera, en la media, todos los otros métodos de previsión”

“Los resultados del estudio de V&V indican que el mejor pronóstico del método ES se hace usando la eficiencia en el rendimiento horario del trabajo realizado $SPI_{(t)}$ ”

Vanhoocke and Vandevoorde⁸

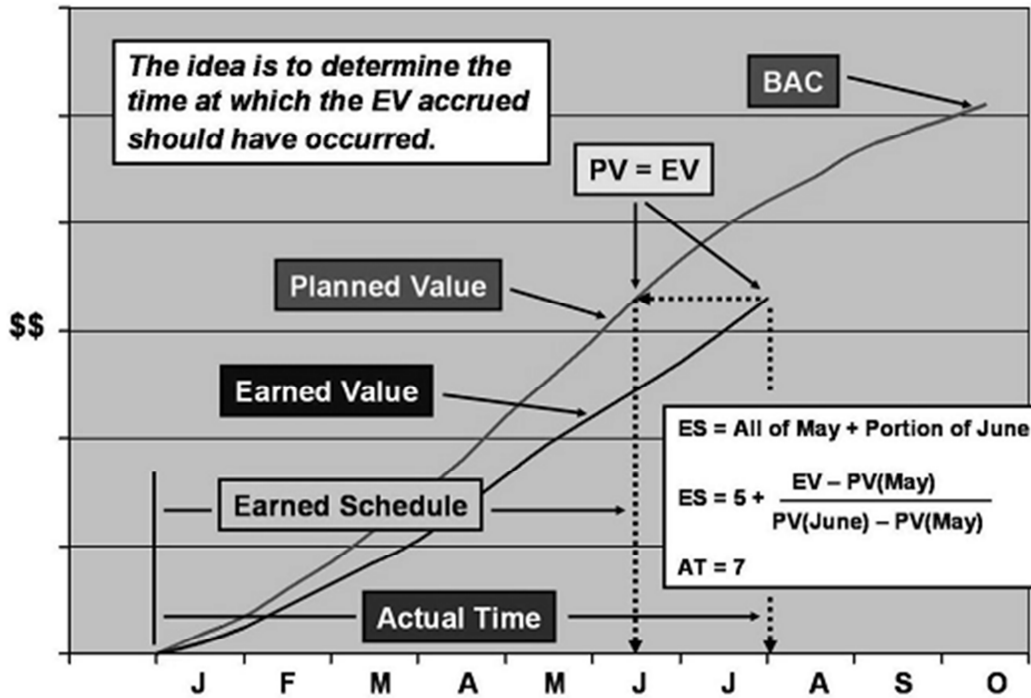
⁶ Walter H. Lipke. “Schedule is different”. 2003.

⁷ Kym Henderson. “Earned Schedule: A breakthrough extension to Earned Value theory? A retrospective analysis of real project data”. 2003.

⁸ Vanhoocke and Vandevoorde. “A simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration”. 2007.

Cálculo de ES. Earned Schedule = Programación ganada.

La idea es determinar el momento en el cual el valor ganado acumulado debería haber ocurrido.



Vamos a ver mediante un ejemplo el proceso de cálculo:

ES = Todo mayo + parte de junio

$$ES = 5 + \frac{EV - PV(\text{mayo})}{PV(\text{junio}) - PV(\text{mayo})}$$

AT = 7

El proceso tiene dos componentes:

- 1) N° de periodos (C) del PMB para el cual $EV \geq PV$
- 2) Fracción (I) de C+1 periodo del PMB

$$I = \frac{EV - PV_C}{PV_{C+1} - PV_C}$$

$$ES = C + 1 = \text{periodos de tiempo (meses/semanas)}$$

Ejemplo 1:

$$EV = 100\text{€}$$

$$I = (100-90) / (110-90)$$

$$PV (\text{mayo}) = 90\text{€}$$

$$I = 0,5 \text{ meses}$$

$$PV (\text{junio}) = 110\text{€}$$

$$ES = 5 + 0,5 = 5,5 \text{ meses}$$

$$SV_{(t)} = ES - AT = 5,5-7$$

$$SPI(t) = ES/AT = 5,5/7$$

$$SV_{(t)} = 1,5 \text{ meses}$$

$$SPI(t) = 0,8$$

El proyecto se ha retrasado un mes y medio y el calendario previsto se está terminando a razón de 0,8 meses por cada mes de ejecución.

Comparación de métodos Valor ganado & Programación ganada

Muchos han sido los estudios que se han realizado para comprobar los métodos de VG y ES, y la previsión de cuando terminan los proyectos. Durante décadas han sido muchos los que han tratado de analizar todos los métodos para la previsión de terminación de proyectos.

Esta predicción realizada mediante la fórmula:

$$IEAC_{(t)} = PD / SPI_{(t)}$$

Siendo:

- PD = Duración prevista
- $SPI_{(t)}$ = Índice de rendimiento de plazo.

Esta predicción fue estudiada por Lew Hecht que tras los estudios pertinentes realiza una valoración positiva en el uso de ES.⁹

En otro estudio realizado por Vanhoucke and Vandevoorde¹⁰ se dijo:

“Los resultados revelan que el método de ES supera, en promedio, todos los otros métodos de previsión”

La otra fórmula para la predicción de la duración de un proyecto es la forma básica:

$$IEAC_{(t)} = AT + (BAC - EV) / PF$$

Siendo:

- $IEAC_{(t)}$ = Tiempo que queda para el final
- AT = Tiempo actual cuando se realiza el control
- BAC - EV = Previsión del trabajo restante

⁹ Lew Hecht. “A case study of earned schedule to do predictions”. 2007

¹⁰ Vanhoucke and Vandevoorde. “A simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration”. 2007.

- PF = Factor que convierte el trabajo restante en tiempo
 - Puede ser:
 - $PV_{av} = PV/n$ (Valor promedio en planificación)
 - $EV_{av} = EV/n$ (Valor promedio en VG)
 - $PVI_p =$ Valor actual en periodo de planificación
 - $EVI_p =$ Valor actual en valor acumulado

Siendo:

$PV =$ valor acumulado de PV

$EV =$ valor acumulado de EV (valor ganado)

$N = n^o$ total de incrementos de periodos de tiempo del proyecto de ejecución sin AT.

“De entre los métodos y conjunto de datos estudiados, ES se demuestra que es el mejor método de pronóstico de duración del proyecto”

W. H. Lipke¹¹

¹¹ Walter H. Lipke. “Earned Schedule” 2009.

Descripción

Corolario

Esencial Valor Ganado

Para poder aproximarnos al estado real de un proyecto debemos tener en cuenta tanto los gastos producidos, como el avance real de la programación temporal. Y valor ganado hace eso.

Los puntos básicos de Valor Ganado son:

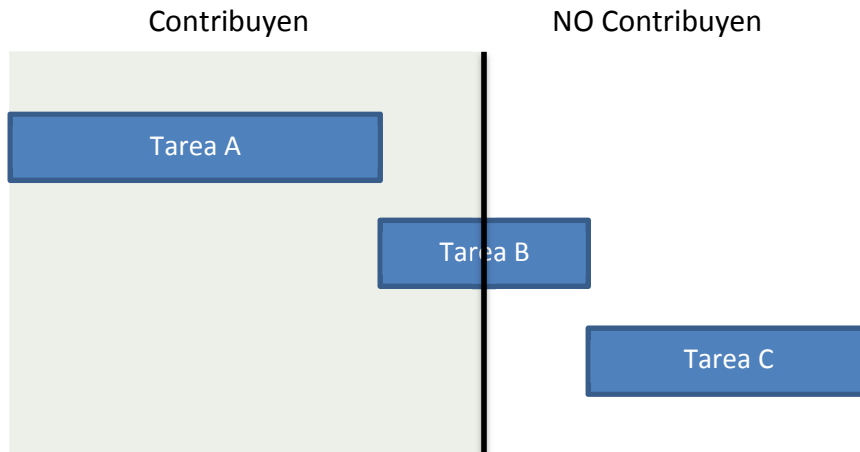


Para realizar el análisis de valor ganado deberemos disponer de un presupuesto desglosado a través de todas las actividades que hemos estructurado en el proyecto y distribuido en el tiempo. Para ello:

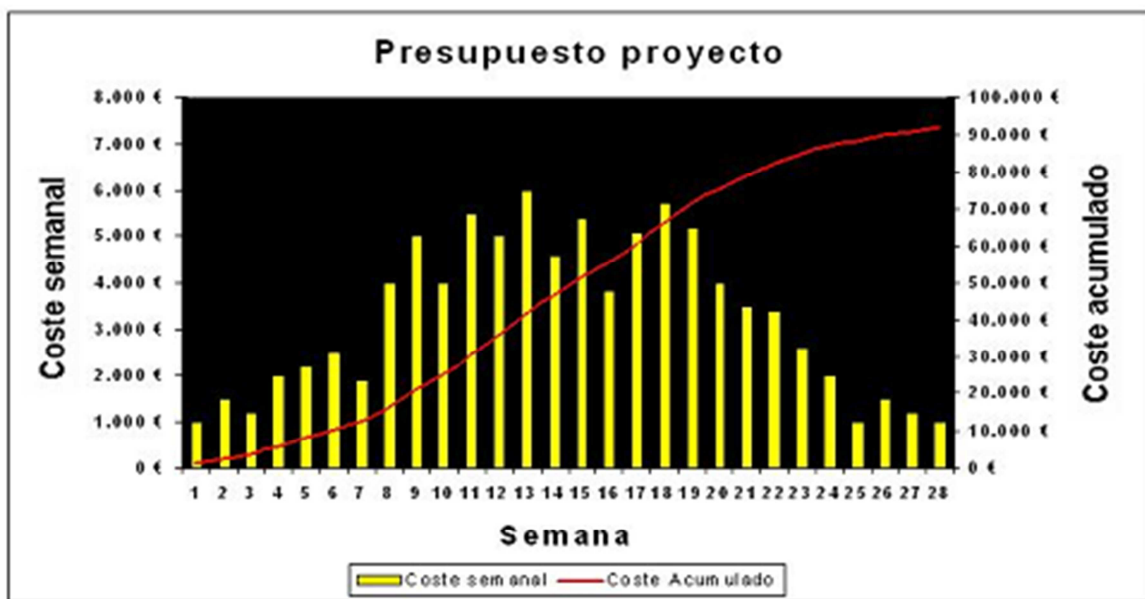
- ✓ Realizamos una programación de las actividades mediante un diagrama de Gantt o similar.
- ✓ Se establece un criterio para distribuir temporalmente el coste de cada una de las tareas.

Mediante esto se consigue para una fecha dada de nuestro proyecto, de un coste planificado acumulado del proyecto, que es la suma de:

- ✓ Tareas cuya finalización planificada se haya dado en una fecha anterior a la fecha de estado dada, contribuirán con todo su coste planificado al coste planificado acumulado del proyecto.
- ✓ Tareas cuyo inicio planificado ocurra en una fecha posterior a la fecha de estado dada, no contribuirán al coste planificado acumulado del proyecto.
- ✓ Tareas que deberían estar en curso en la fecha de estado dada contribuirán con su fracción de coste planificado según el modelo de distribución de se haya aplicado.



Mediante las curvas S se representa la proyección temporal del presupuesto del proyecto.



La curva S representa el coste acumulado del proyecto, denominada curva S debido a su forma característica parecida a la letra S. Se observa un crecimiento lento al principio del proyecto, un crecimiento exponencial en las fases intermedias, y una nueva ralentización hacia el final cuando ya estamos próximos a agotar todo el presupuesto.

Todo sistema de medida requiere de unas magnitudes cuantitativas y unas unidades. En nuestro caso son el coste presupuestado, el real y el valor ganado, respectivamente, medidos en una unidad monetaria.

Pretendemos obtener desviaciones respecto a un plan original, el coste presupuestado va a ser la referencia, de manera que va a ser fijado en el momento de realizar la planificación detallada.

Una vez se procede a la ejecución del proyecto se procede a la realización de medidas de forma regular a lo largo de todo el proyecto de las dos magnitudes restantes, es decir, del coste real y del valor ganado. Y esta es toda la iniciativa que hay que llevar hasta el final del proyecto, el análisis es totalmente automático.

El valor ganado es una magnitud crucial para nuestro análisis. Básicamente no es más que el coste presupuestado del trabajo realizado, una foto instantánea del progreso del trabajo en el momento dado del proyecto, valorado según el coste presupuestado. Si el progreso del trabajo de una actividad coincide con el inicialmente previsto, el valor ganado coincidirá con su coste planificado. La suma de todas las contribuciones de todas las tareas finalizadas o en curso en el momento de tomar la instantánea, nos dará el valor acumulado para cada una de las magnitudes mencionadas. Si ambos valores coinciden, podemos concluir que el proyecto marcha según el plazo previsto; en caso contrario indicará que marcha adelantado o atrasado. Para definir esta desviación podemos realizarlo mediante:

$$SV = BCWP - BCWS$$

Siendo:

- ✓ BCWP = valor ganado
- ✓ BCWS = Coste planificado
- ✓ SV = Desviación de la programación

El resultado nos da una medida de desviación en plazo, aunque en unidades monetarias. Si SV es una cantidad negativa, quiere decir que el valor ganado ha sido

menor que el coste planificado o, que deberíamos haber gastado menos dinero del inicialmente presupuestado debido a que vamos con retraso. Si es una cantidad positiva quiere decir que vamos adelantados en programación, por lo que tendríamos que haber gastado más dinero del inicialmente presupuestado.

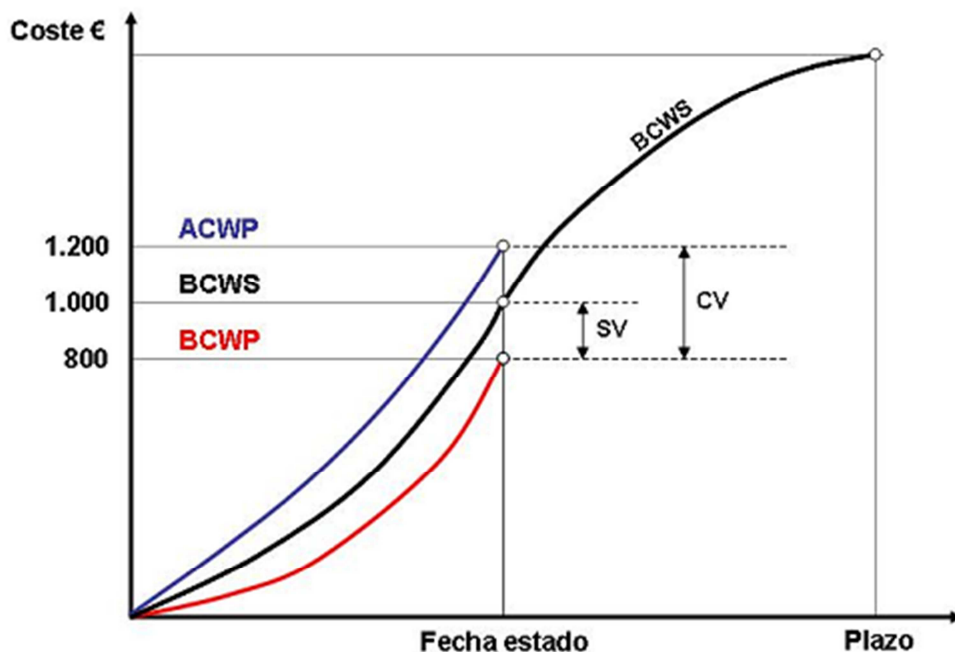
El valor ganado nos da una medida de lo que deberíamos haber gastado dado el progreso del trabajo, valorado según el coste presupuestado. Eso no quiere decir que nos hayamos gastado realmente ese dinero. Este último valor lo da el coste realizado que, como su nombre indica, no es más que el dinero que ha salido de la caja del proyecto hasta el momento. Con todo esto surge una nueva magnitud para medir la desviación en coste del proyecto:

$$CV = BCWP - ACWP$$

Siendo:

- ✓ ACWP = Coste realizado
- ✓ BCWP = valor ganado
- ✓ CV = Desviación en coste

Si la desviación en coste es negativa quiere decir que estamos gastando más que lo que deberíamos, mientras que si es positiva todo lo contrario. De la misma forma que existen diferentes formas de distribuir temporalmente el coste de una tarea, se da el caso para dar cuenta del progreso del trabajo invertido en la misma. Una vez determinado el progreso, el valor ganado se obtiene multiplicándolo por el coste planificado de la tarea. Representándolo gráficamente obtenemos:



Observamos el coste planificado (BCWS), el coste real (ACWP) y el valor ganado (BCWP).

Una vez analizado el estado, podemos averiguar magnitudes que permitan efectuar predicciones de cuál podría ser el coste al final del proyecto si las cosas continuaran según la tendencia actual.

Las dos magnitudes expuestas anteriormente CV y SV nos dan la desviación en coste y la desviación en programación en la fecha de estado en la que se mide el curso del proyecto. Si el trabajo que queda por acometer, con independencia de cómo quede afectado por las desviaciones en que se ha incurrido hasta el momento, se realizara según el esfuerzo inicialmente previsto, el proyecto finalizaría con las desviaciones citadas. Pero, aun siendo un pronóstico pesimista (en caso de desviaciones negativas), quizás sea mucho más optimista de lo que creemos.

Ahora vamos a abordar que ocurriría si esta tendencia de desviarse continuara a lo largo de todo el proyecto y no se hace nada para remediarse. Mediante estas magnitudes se permite efectuar una predicción acerca de cuál podría ser el coste final del proyecto, si las cosas continuaran según la tendencia actual.

Llamaremos BAC al presupuesto total del proyecto (no es más que el coste planificado acumulado BCWS al final del proyecto). La nueva magnitud que queremos hallar va a ser el nuevo presupuesto estimado después de conocer la situación en un momento dado del proyecto, lo llamaremos EAC. Extrapolaremos linealmente, mediante una sencilla regla de tres, el coste real, que tenemos en un momento dado del proyecto, al final del proyecto.

$$EAC = \frac{ACWP}{BCWP} \times BAC$$

Siendo:

- ✓ EAC = Nuevo presupuesto estimado después de conocer la situación
- ✓ BAC = Presupuesto total del proyecto
- ✓ ACWP = Coste actual
- ✓ BCWP = Valor ganado

Otra predicción que podemos realizar es la de desviación que tendríamos al final del proyecto. Le llamaremos VAC.

$$VAC = BAC - EAC$$

Siendo:

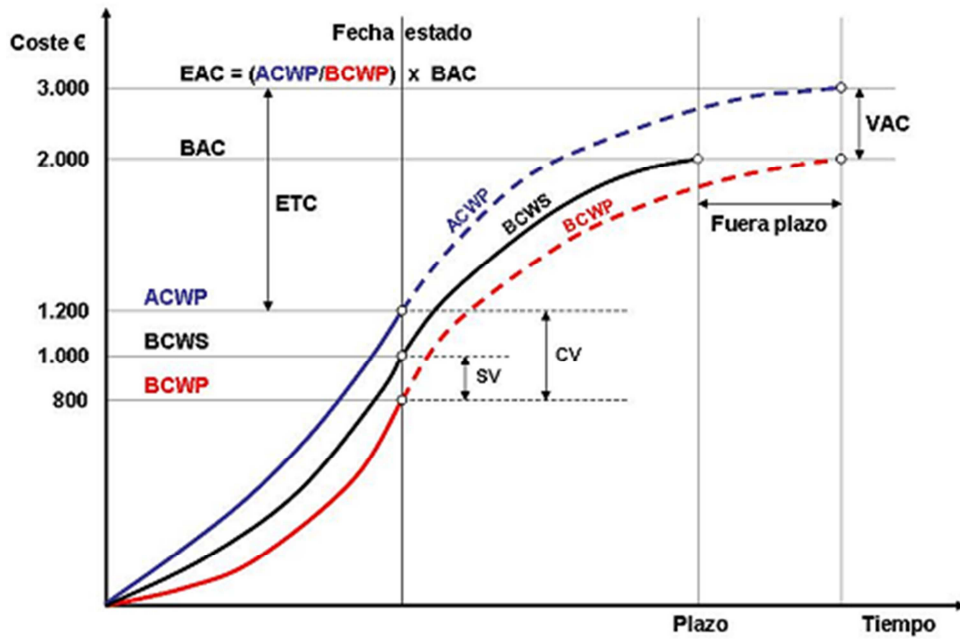
- ✓ VAC = Desviación a final del proyecto
- ✓ BAC = Presupuesto total del proyecto
- ✓ EAC = Nuevo presupuesto estimado

Así también podemos obtener lo que nos quedaría por gastar, lo llamamos ETC:

$$ETC = EAC - ACWP$$

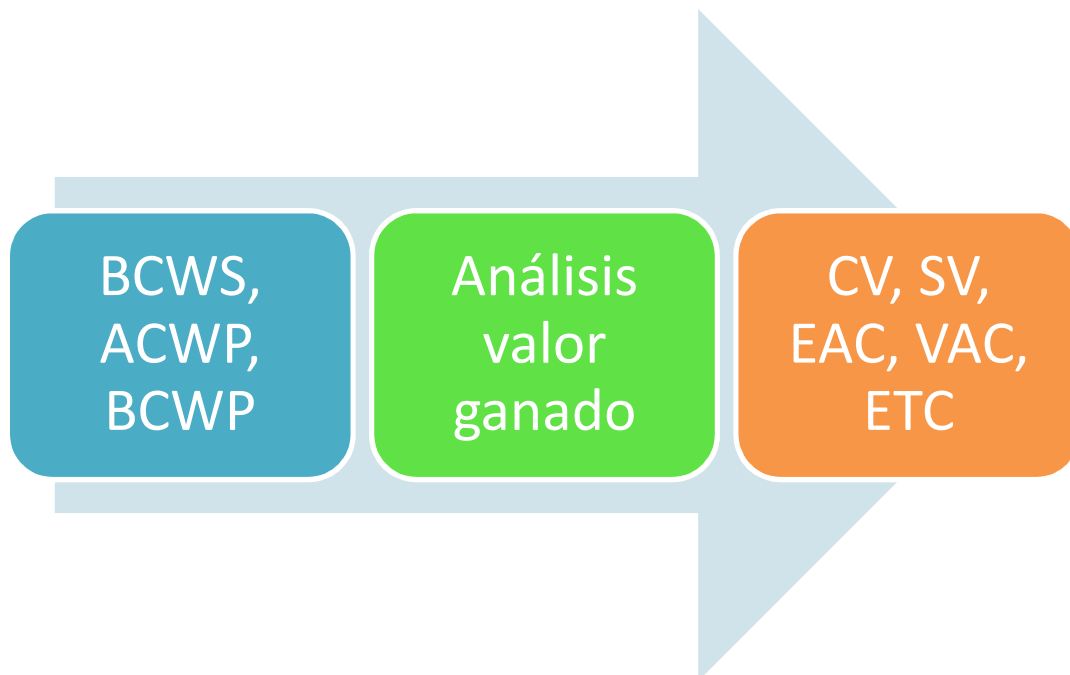
Siendo:

- ✓ ETC = Cantidad que nos queda por gastar
- ✓ EAC = Nuevo presupuesto estimado
- ✓ ACWP = Coste actual



Vemos todos los predictores gráficamente. Las líneas punteadas no se corresponden con datos reales sino con extrapolaciones. El gráfico se corresponde al caso más común en donde vamos retrasados en plazo (programación) y gastando más de lo presupuestado; en otros casos varía la posición de las curvas.

Al final del proyecto el Valor ganado (BCWP) coincidirá con el coste planificado acumulado (BCWS).



Los tres únicos datos que necesitamos para alimentar el proceso son BCWS, ACWP y BCWP. El proceso es puro y simple algoritmo, puede por lo tanto ser automatizado.

Hay que realizar la labor proactiva de hallar los datos, se hallan una vez y sirven para todo el proyecto, solamente quedaran dos datos a medir durante los puntos de control del proyecto. Si disponemos de datos tendremos resultados. Y si disponemos de estos datos pero erróneos, lo que debemos tener por seguro es que el análisis del valor ganado no nos ofrecerá datos confiables.

“El fracaso en los intentos frustrados de utilizar el análisis no se debe a que sea una mala herramienta o sea difícil de utilizar, sino a no saberla utilizar o no tener los ingredientes básicos para ponerla en funcionamiento.”

Diego Navarro

Actualmente disponemos de gran cantidad de software de gestión de proyectos, pero hay que tener claro el funcionamiento y no ignorar las limitaciones del sistema, tan solo son herramientas para facilitar el uso del análisis del valor ganado.

“Soplar no es tocar la flauta, hay que mover los dedos”

Goethe

Esta frase de Goethe sintetiza la aplicación y uso del valor ganado, hay que saber que datos introducir y el lugar correcto para que el análisis funcione correctamente.

Además existen índices de eficiencia medidos mediante el análisis de valor ganado. Una eficiencia es una magnitud que suele tomar un valor entre 0 (totalmente ineficiente) y 1 (eficiente), e incluso ser mayor de 1 si supera su rendimiento máximo.

Llamaremos eficiencia en coste CPI:

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$

Siendo:

- ✓ CPI = Índice de rendimiento del coste
- ✓ BCWP = Valor ganado
- ✓ ACWP = Coste actual

Y eficiencia en programación:

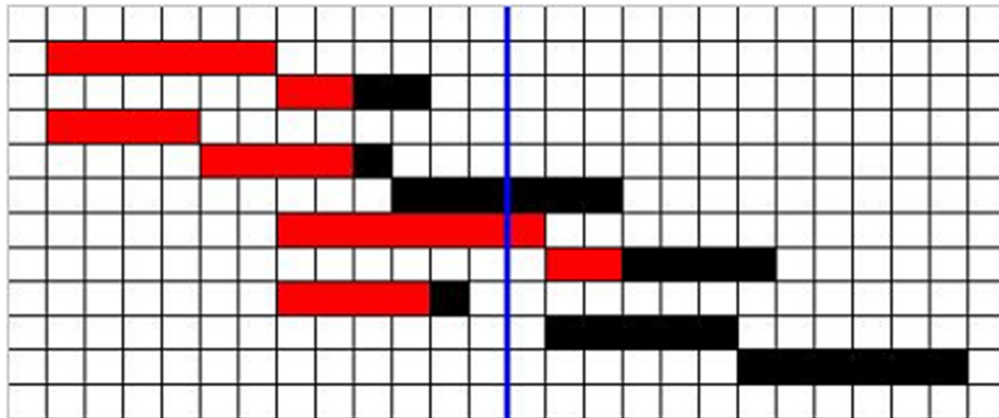
$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

Siendo:

- ✓ SPI = Índice de rendimiento de programación
- ✓ BCWP = Valor ganado
- ✓ BCWS = Coste planificado

En ambos casos obtendremos que la eficiencia es 0 si no se ha hecho nada y 1 si se va según lo previsto. Pero, si hay hecho más de lo previsto la eficiencia será mayor que 1; mientras que si se hasta menos que lo realmente aportado la eficiencia en coste será mayor que 1. El valor1 será el umbral, y además, permite comparar valores de diferentes proyectos, ya sean de gran tamaño o pequeños.

Mediante el siguiente gráfico se observa el funcionamiento del valor ganado:



En la figura vemos un diagrama de Gantt en el que las barras horizontales son las tareas. La línea vertical azul representa la fecha de estado del proyecto. El color negro de las barras de tarea representa la planificación, mientras que el rojo representa lo que se ha hecho hasta la fecha representada en la línea azul.

Cada cuadrado representa un euro. Así, el coste planificado acumulado hasta la fecha marcada por la línea azul vendrá dado por la suma de todos los cuadrados, tanto negros como rojos que estén situados a la izquierda de la línea azul.

$$BCWS = 33 \text{ €}$$

Eso es todo lo que se debería haber hecho según lo planificado. El valor ganado es todo lo que se ha hecho hasta la fecha y vendrá dado por la suma de todos los cuadrados de color rojo, tanto si están a la izquierda como a la derecha de la línea azul. En algunas tareas se va adelantado, y en otras con retraso.

$$BCWP = 29 \text{ €}$$

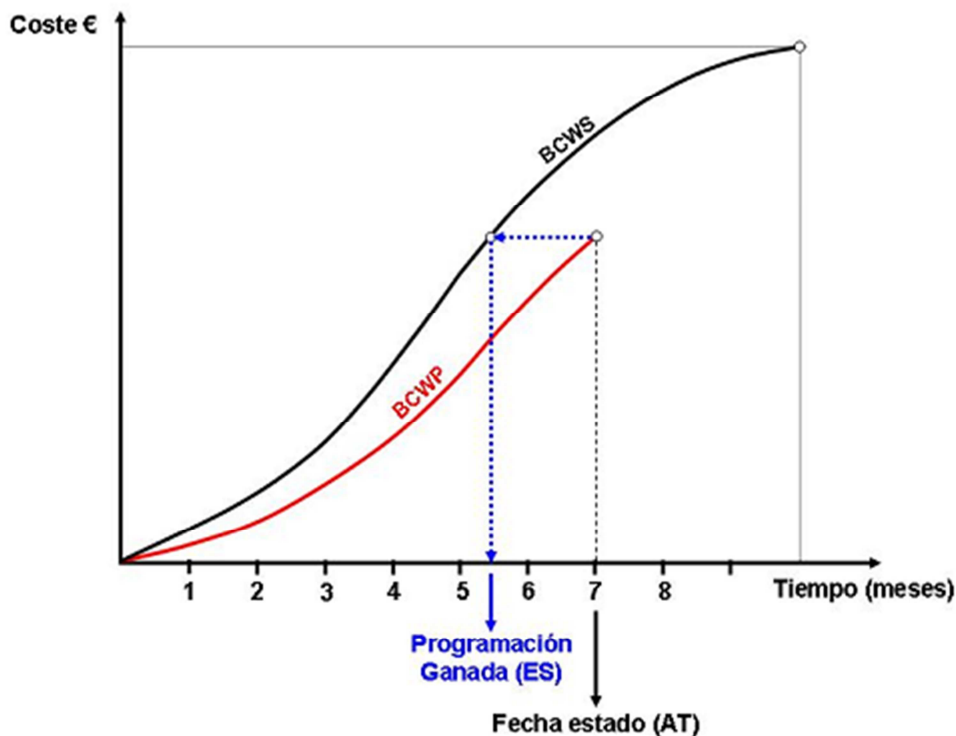
$$SV = BCWP - BCWS = -4 \text{ €}$$

El proyecto en su totalidad va con retraso.

Concepto de Programación ganada.

Es un concepto análogo al valor ganado, aunque en vez de utilizar unidades monetarias para medir desviaciones y eficiencias de programación se utilizan unidades de tiempo. Al igual que valor ganado, resulta simple y intuitivo.

La programación ganada (ES), no es más que la fecha en la que el coste planificado acumulado (BCWS) del proyecto es igual al valor ganado acumulado (BCWP) en la fecha de estado (AT). Si el proyecto sigue a rajatabla su curso planificado, estas fechas coincidirán. En caso contrario, no, como observamos a continuación en el caso en el que existe retraso:



A partir de la programación ganada podemos obtener unas nuevas desviaciones y eficiencias en programación que sustituyan a las de valor ganado:

$$SV_{(t)} = ES - AT$$

Siendo:

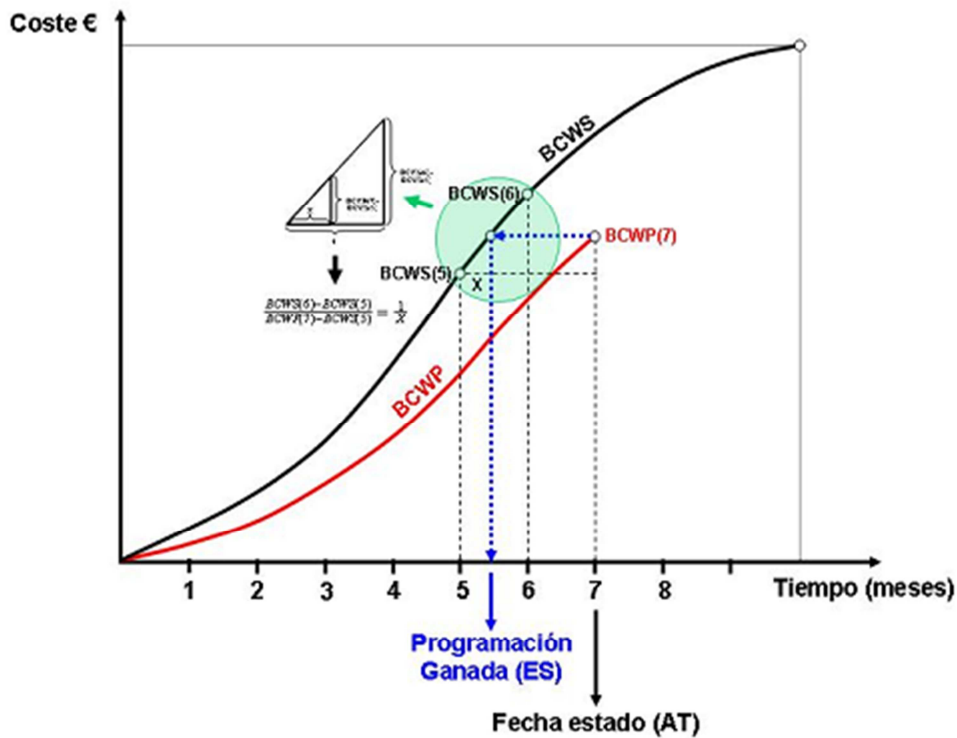
- ✓ SV = Desviación en programación
- ✓ ES = Programación ganada

✓ AT = Tiempo actual o fecha de estado

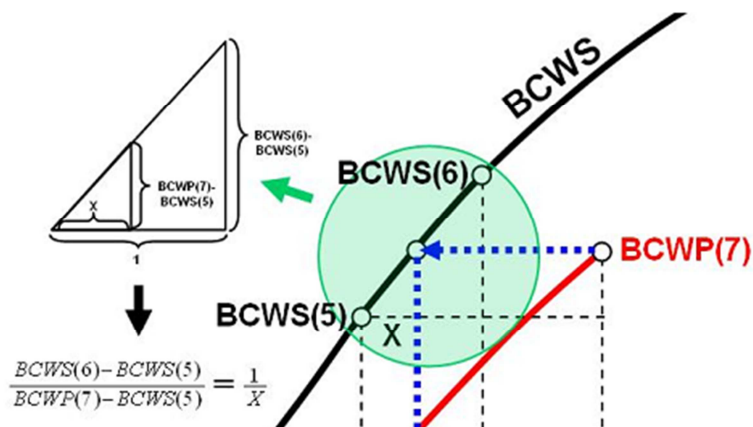
$$SPI_{(t)} = ES / AT$$

Siendo SPI el índice de rendimiento de programación.

Ahora nos falta calcular la programación ganada.



Las claves para el cálculo las encontramos en el área delimitada con un círculo. Consideraremos que la porción de curva BCWS comprendida entre los valores BCWS(5) y BCWS(6) es recta.



Dado que el triángulo pequeño y el grande son semejantes, por relaciones de semejanza obtenemos el valor de la fracción x .

$$x = \frac{BCWP(7) - BCWS(5)}{BCWS(6) - BCWS(5)}$$

En general, para una programación ganada que se encuentre entre el instante de tiempo n y el $n+1$, tendremos que:

$$x = \frac{BCWP(AT) - BCWS(n)}{BCWS(n+1) - BCWS(n)}$$

$$ES = n + \frac{BCWP(AT) - BCWS(n)}{BCWS(n+1) - BCWS(n)}$$

Glosario

BCWS	Budgeted Cost of Work Scheduled	Coste presupuestado del trabajo programado
BCWP	Budgeted Cost of Work Performed	Coste presupuestado del trabajo realizado
ACWP	Actual Cost of Work Performed	Coste real del trabajo realizado
SV	Schedule Variance	Desviación en programación
CV	Cost Variance	Desviación en coste
SPI	Schedule Performance Index	Índice de eficiencia en programación
CPI	Cost Performance Index	Índice de eficiencia en coste
EAC	Estimated At Completion	Presupuesto estimado a la finalización
ETC	Estimated To Completion	Presupuesto remanente hasta la finalización
AT	Actual time	Tiempo real o fecha de estado
ES	Earned Schedule	Programación ganada
SV _(t)	Schedule Variance	Desviación en programación
SPI _(t)	Schedule Performance Index	Índice de eficiencia en programación

El entorno actual

Sistemas de control de programación

La gestión del tiempo

Gestionar el tiempo es realizar una administración correcta para que la finalización de todo proyecto se realice en el tiempo deseado o previsto. En el caso de la construcción sería una correcta administración para que se finalice un edificio o cualquier elemento constructivo en el tiempo que se acuerda.

A la hora de gestionar el tiempo tenemos que seguir unas pautas y un orden:

Definición de actividades.

Mediante EDT, WBS o una lista de hitos; tratar de definir claramente las actividades de las que consta el proyecto. Las acciones específicas (tareas, operaciones o trabajos) de los que consta todo el desarrollo del proyecto han de estar bien descompuestas.

Para una correcta ejecución para finalizar el proyecto se deben atribuir a todas las actividades un comienzo y un final bien definido, el tamaño de la actividad en función del control factible. Así como también disponer de un responsable encargado de la realización de todas las especificaciones establecidas.

En construcción debemos dejar clara las diferencias entre actividad y unidad de obra:

ACTIVIDAD & UNIDAD DE OBRA	
Concepto técnico relacionado con la construcción.	Concepto administrativo relacionado con la contabilidad de costes.
Seguimiento y control de proyecto. <ul style="list-style-type: none">○ Valor ganado	Contabilidad. <ul style="list-style-type: none">○ Control presupuestario.

Secuencias de actividades.

Un diagrama de red es la expresión más clara para observar la secuencia de todas las actividades de un proyecto.

Estas secuencias pueden ser secuencias lógicas, hablando constructivamente, secuencias vinculadas por la terminología constructiva

Armar soportes → Encofrar → Hormigonar

Otra secuencia posible es la secuencia convencional, vinculadas unas actividades con otras por convenio.

Instalación electricidad → Instalación de climatización

Los tipos de vínculos que nos podemos encontrar entre las diversas actividades son del tipo:

- ✓ Fin a comienzo; el final de una actividad determina el comienzo de otra.
- ✓ Comienzo a comienzo; el comienzo de una actividad determina el comienzo de otra.
- ✓ Fin a fin; el fin de una actividad determina el fin de otra.
- ✓ Comienzo a fin; el comienzo de una actividad determina el fin de otra.

A estos vínculos se les puede otorgar un retraso o adelanto, es lo que se denomina desfase, que resultará positivo si es un retardo en la actividad y negativo si presenta adelanto.

Además hay que tener en cuenta que existen secuencias imposibles, que no pueden ocurrir por contraindicar una secuencia lógica, o debido a restricciones de simultaneidad.

Estas restricciones de simultaneidad pueden ser:

- ✓ Lógicas; cuando la secuencia constructiva no se puede simultanear.
- ✓ Física; si dos actividades ocupan el mismo espacio físico.

- ✓ Existen recursos limitados; un trabajo se ha de realizar después de otro.
- ✓ Seguridad; siguiendo los protocolos de seguridad en el trabajo.
- ✓ Administrativas; cumpliendo las condiciones de licencias o autorizaciones.

Teniendo en cuenta las secuencias, restricciones, vínculos y desfases se realiza el trazado de la red.

Este trazado puede ser:

- ✓ AOA o de flecha, mediante los métodos CPM o PERT.
- ✓ AON o de procedencias, método PDM.
- ✓ Mixto, mediante el sistema de Roy o potenciales.

Estimación de los recursos de las actividades.

Esta estimación la podemos realizar mediante el organigrama de subcontratación y con los rendimientos de actividades.

Tendremos en cuenta un calendario de recursos, con la disponibilidad, cantidad, capacidad y habilidades en cada actividad.

Evaluado por un juicio de expertos, analizando alternativas y tablas de productividad.

Se trata de una estimación ascendente, donde se controlan movimientos y tiempos.

Estimación de la duración de las actividades.

Al igual en la estimación de los recursos, un juicio de expertos es una posibilidad de estimar la duración. Así como realizarlo por analogía, de manera paramétrica, probabilística (PERT) o mediante análisis de reservas (Buffers o amortiguadores).

Desarrollar programación.

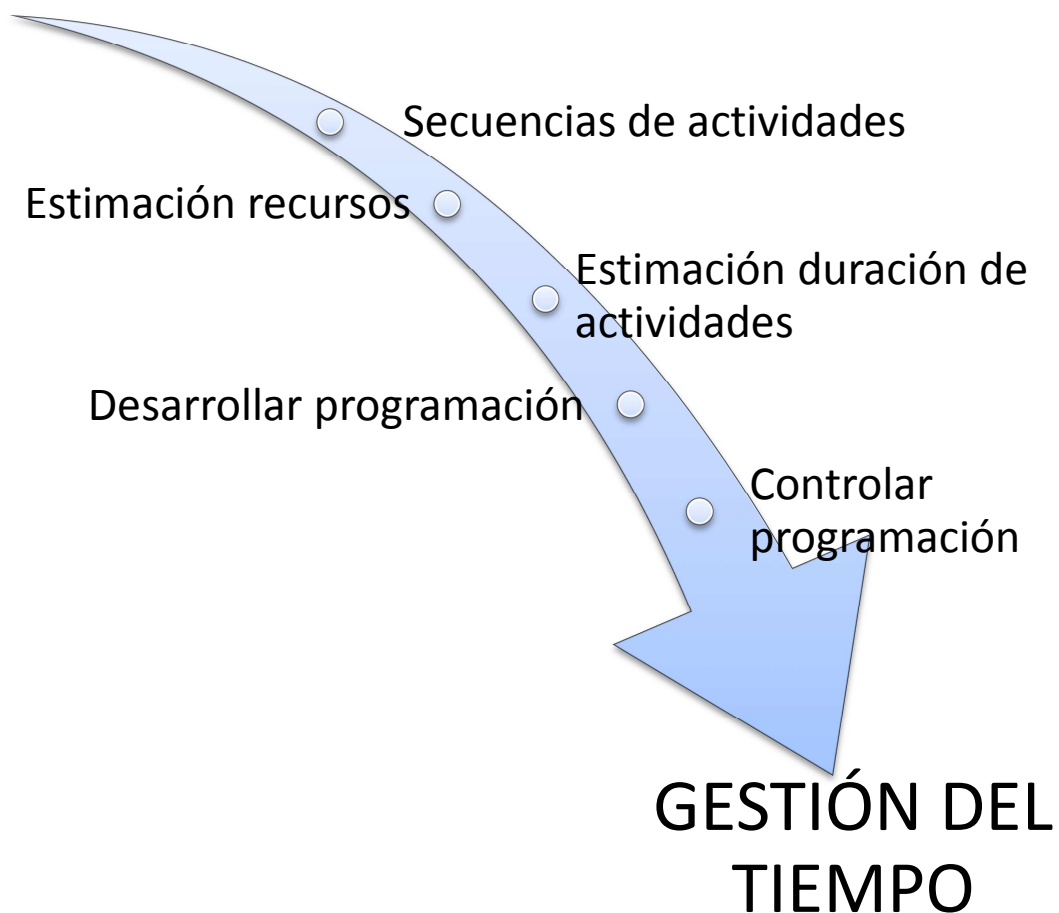
Existen diversos sistemas que nos ayudan a controlar la programación y calcular el calendario del proyecto.

Utilizamos diagramas de Gantt, nivelación de recursos mediante histogramas, curvas S. Para después comprimir o descomprimir actividades según nos interese a partir de la línea base.

Controlar programación.

El último paso en la gestión del tiempo es el control de la programación. Se mide el desempeño del trabajo y según los resultados se proponen medidas correctoras.

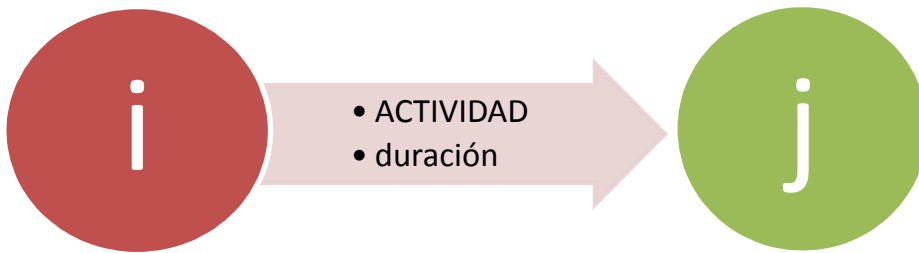
Definir actividades



Redes de flecha

Se trata de representar gráficamente las actividades y sus vínculos formando secuencias.

Los elementos de una red son:



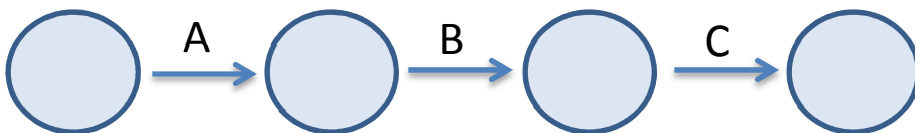
La actividad ha de estar identificada con un nombre y una duración, mientras que los sucesos han de seguir un orden, siendo $i < j$.

Las actividades son acciones específicas, tareas, operaciones o trabajos de construcción. Podemos decir que son la descomposición de un proyecto, donde su ejecución es necesaria para la finalización.

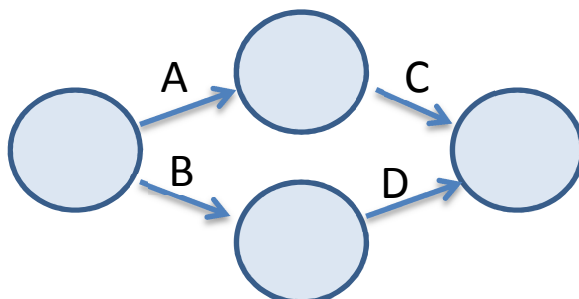
Llamamos suceso, evento o acontecimiento a un instante en el tiempo que puede ser infinitesimalmente pequeño. Marca el principio y el fin de la actividad.

Las actividades se pueden clasificar:

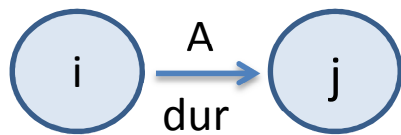
✓ Actividades en serie:



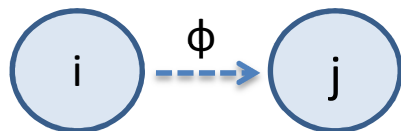
✓ Actividades en paralelo:



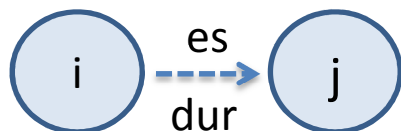
- ✓ Actividad real, consume recursos y tiempo:



- ✓ Actividad ficticia, no consume recursos ni tiempo, se usa para representar gráficamente todas las restricciones:



- ✓ Actividad de espera, es la que consume tiempo pero no recursos:



Las normas en el trazado de las redes son:

- Usar las actividades ficticias estrictamente necesarias.
- Suceso inicial de red único.
- Suceso final de red único.
- Dos sucesos solo pueden estar unidos por una única actividad.
- No se admiten bucles.

El proceso a desarrollar para el cálculo de una red de flechas es el de determinar el tiempo de comienzo y el tiempo del fin en que las actividades pueden ocurrir.

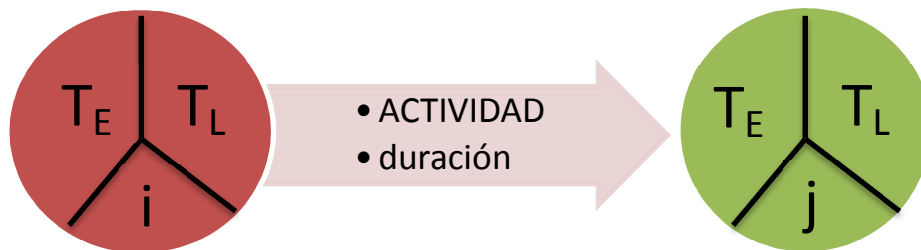
Así se le atribuyen a las actividades los siguientes atributos:

- TMPC : tiempo más pronto de comenzar
- TMPF : tiempo más pronto de finalizar
- TMTC : tiempo más tarde de comenzar
- TMTF: tiempo más tarde de finalizar

Los estados en los que se encuentra una actividad son:

- No comenzada.
- En progreso (comenzada pero no terminada).
- Terminada

Cálculos:



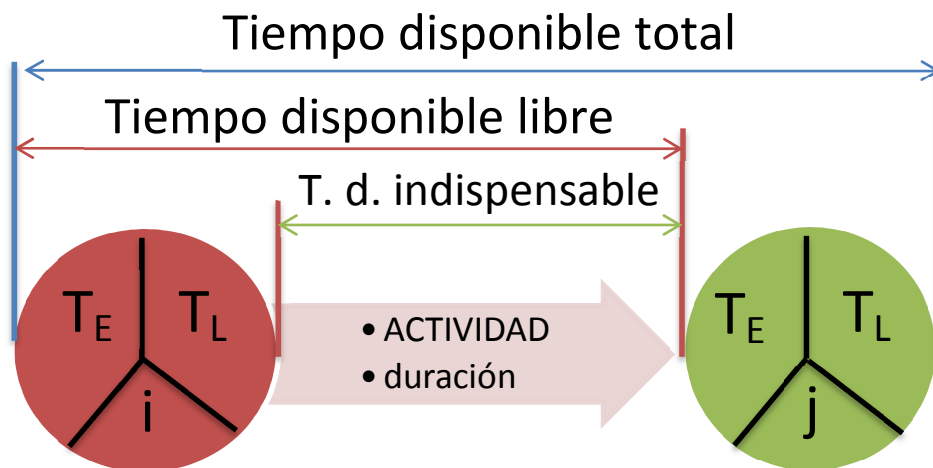
Se realiza el cálculo mediante ida y vuelta:

- ✓ IDA:
 - Se determina el tiempo más pronto de comenzar las actividades iniciales.
 - El tiempo más pronto de finalizar se obtiene de añadirle la duración al tiempo más pronto de comenzar.
 - El tiempo más pronto de comenzar es el más tarde de los tiempos más pronto de finalizar de actividades predecesoras.
- ✓ VUELTA:
 - Se calcula el tiempo más tarde de finalizar las actividades finales, definida como el tiempo más pronto de finalizar por la hipótesis de mínimo plazo. En la actividad final $TE_{(j)} = TL_{(j)}$

- El tiempo más tarde de comenzar se calcula restándole la duración al tiempo más tarde de finalizar.
- El tiempo más tarde de finalizar de cada actividad es el tiempo más temprano de los tiempos más tarde de comenzar de las actividades sucesoras.

Resulta interesante el cálculo de holguras entre actividades, se obtiene el exceso de tiempo disponible al deducir la duración de las actividades.

- La holgura total es el tiempo disponible total menos la duración de la actividad.
- La holgura libre es el tiempo libre disponible menos la duración.
- La holgura independiente es el tiempo disponible indispensable menos la duración.



Con los resultados obtenidos surge un nuevo concepto, se trata de la criticidad, que sucede en aquellas actividades donde no existe holgura alguna.

Se denomina ruta crítica a la secuencia de sucesos y actividades críticas desde el suceso inicial hasta el suceso final. Siempre, al menos en toda red existe una ruta crítica.

Cualquier retraso en el final de una actividad crítica afectará al final de la red, es decir a todo el proyecto.

Podemos modificar los plazos de proyecto, mediante un proceso iterativo día a día. Denominamos compresión, cuando acortamos la duración del programa ya que comprimimos su duración haciéndola más corta. Mientras que descomprimos cuando lo que pretendemos es alargar la duración.

Cuando pretendemos comprimir o descomprimir un programa se actúa comprimiendo o descomprimiendo sobre las actividades críticas.

La capacidad máxima de comprimir o descomprimir un programa es hasta que al menos una ruta crítica agote su capacidad de comprimirse o descomprimirse, o que todas las actividades agoten sus días disponibles para comprimirse o descomprimirse.

A la hora de comprimir actividades nunca se pierden rutas críticas. Al iniciar la compresión la ruta crítica seguirá siendo la misma después de la compresión, y además cabe la posibilidad de que puedan surgir nuevas rutas críticas. En cambio en las descompresiones nunca surgen nuevas rutas críticas.

Antes de proceder a la compresión o descompresión necesitaremos determinar la pendiente unitaria de coste:

$$PUC = \frac{CA - CN}{DN - DA}$$

Siendo:

- ✓ CA = Coste acelerado
- ✓ CN = Coste normal
- ✓ DN = Duración normal
- ✓ DA = Duración acelerada

El procedimiento de compresión se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Calcular los días posibles de compresión de las actividades.

$$\Delta T_{\max} = DN - DA$$

- 2) Calcular la pendiente unitaria de coste mediante la ecuación descrita anteriormente.
- 3) Comprimir la ruta crítica siguiendo un criterio de economía de costes, solamente una ruta crítica o si existen varias, se deben de comprimir todas.
- 4) Recalcular la programación, la variación del plazo del proyecto será el mismo que la variación de la duración de las actividades comprimidas. Además se comprobará que no se pierden rutas críticas.
- 5) Se procede a recalcular los costes.

- a. Coste directo

$$CD_j = CD_i + \Delta CD$$

$$\Delta CD = PUC \times n$$

Siendo:

CD_j = Costes directos actividad j

CD_i = Costes directos actividad i

ΔCD = Incremento de costes directos

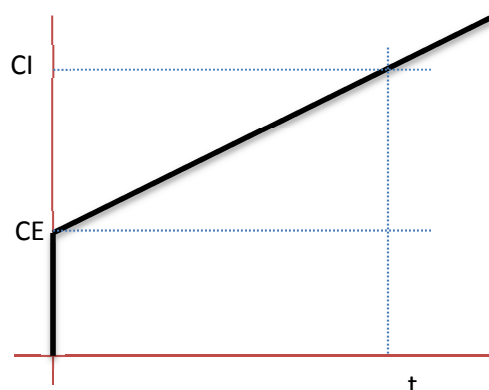
PUC = Pendiente unitaria de costes

N = nº de días de compresión

- b. Coste indirecto

$$CI_j = CE + a \times t$$

$$\Delta CI = a \times n$$



c. Coste total

$$CT = CD + CI$$

$$\Delta CT = \Delta CD - \Delta CI = (PUC \cdot n) - (a \cdot n) = (PUC - a) \cdot n$$

Si $PUC > a \rightarrow \Delta CT > 0 \rightarrow$ Aumenta el coste total

Si $PUC = a \rightarrow \Delta CT = 0 \rightarrow$ Los costes son los mismos

Si $PUC < a \rightarrow \Delta CT < 0 \rightarrow$ Disminuye el coste total

Cadena crítica

“Todo el mundo sabe que los proyectos no terminan ni a tiempo ni dentro del presupuesto, y si lo hacen quiere decir que comprometieron las especificaciones originales, especialmente en sistemas o diseño de productos”.

E. Goldratt¹²

Generalmente no se cumple con las fechas de entrega prometidas al inicio de todo proyecto. Se producen gran cantidad de cambios durante el transcurso de las actividades del proyecto.

Los recursos necesarios para la realización de todo proyecto, muchas veces no están disponibles cuando se les necesita. Y esto sucede desde los recursos a otras cosas necesarias como información, especificaciones, materiales, diseños, autorizaciones...

Otras veces se excede del presupuesto inicial, o se han de repetir los trabajos demasiadas veces.

Ante todo esto quien se encarga de realizar las predicciones de la duración de las actividades se protege incrementando el tiempo estimado.

Y pese a ese incremento en la estimación todavía siguen los proyectos sin terminar con el tiempo previsto y dentro del presupuesto original.

Ante el final fuera de plazo, para remediarlo las empresas tratan de solucionarlo mediante horas extras de sus trabajadores, reduciendo especificaciones iniciales, realizando menos pruebas, aumentando el nº de trabajadores, saliéndose así del presupuesto original.

El modo para mejorar el rendimiento de la organización es induciendo la busca de mejoras locales, presionando a cada tarea para que termine a tiempo.

¹² Eliyahu Goldratt. “Cadena crítica”. 1997

Si incrementamos todos los tiempos de protección, prolongamos el tiempo de entrega de todas las actividades y proyectos. Se están realizando más proyectos al mismo tiempo.

Esta protección de poco sirve si ante ella a los trabajadores les afecta la “síndrome del estudiante”, donde como no hay tiempo, se comienzan a realizar a última hora y con prisa las actividades.

La ley de Parkinson también afecta ya que el trabajo en cada actividad se expande para llenar el tiempo disponible.

Además existen tareas múltiples en una misma área o persona. Y la dependencia entre actividades causa que las demoras se acumulen y los adelantos se desperdicien.

La RUTA CRÍTICA es la cadena de actividades más larga de eventos dependientes. El avance de los proyectos se mide con la cantidad de trabajo o inversión que ya se ha hecho con relación al trabajo que queda por hacer. Por lo tanto este indicador no diferencia entre el trabajo realizado sobre la ruta crítica y el trabajo realizado en el resto de rutas.

Ante ello debemos de centrar el control en las partes y puntos que necesiten de la atención para el buen trascurso de las actividades. Ya que lo que verdaderamente importa es el cumplimiento del proyecto entero.

Existen una serie de pasos para un correcto control:

- ✓ Identificar las restricciones del sistema, y esta no es la ruta crítica, sino la cadena crítica, llamando así a la cadena más larga de tiempo y recursos de actividades dependientes.
- ✓ Decidir cómo explotar la restricción del sistema. Moviendo las restricciones a los lugares donde proteja la terminación del proyecto entero.
- ✓ Mover las protecciones para defender la cadena crítica de las alteraciones que puedan ocurrir en cualquier otro punto del proyecto. Se establecerán buffers de proyecto, dando prioridad a las actividades de la

cadena crítica. Y si existen varias actividades que necesiten el mismo recurso se establecerá preferencia según la fecha de terminación prevista, la criticidad de la actividad y el estado del consumo de los buffers.

- ✓ Elevar las restricciones, dependiendo del estado de los buffers en relación al estado de ejecución de la cadena crítica.

Se deberá ir controlando la evolución del proyecto mediante porcentajes de terminación de las actividades de la cadena crítica, la velocidad en que se consumen los buffers o la relación entre buffers y terminación de proyecto.

Para implementar el sistema son necesarias las constantes reuniones para cotejar el estado de las actividades y el avance del proyecto, permitiendo así la toma de decisiones.

Mediante la cadena crítica, el síndrome del estudiante prácticamente desaparece, se tiene un mejor enfoque en que actividades controlar prioritariamente. Terminar a tiempo y dentro del presupuesto es el principal objetivo, además de cumplir las especificaciones otorgadas al inicio del proyecto, obteniendo así un producto con la calidad requerida.

“Se dice en programación, que a los proyectos siempre se les agota el tiempo, no las excusas”

E. Goldratt¹³

¹³ Eliyahu Goldratt. “Goldratt’s satellite program”. 1999.

Redes de flecha – PERT

La Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (en inglés, Program Evaluation and Review Technique), comúnmente abreviada como PERT, es un modelo para la administración y gestión de proyectos inventado en 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los EE. UU. como parte del proyecto Polaris de misil balístico móvil lanzado desde submarino. Este proyecto fue una respuesta directa a la crisis del Sputnik.

PERT es básicamente un método para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total.

Este modelo de proyecto fue el primero de su tipo, un reanimo para la administración científica, fundada por el fordismo y el taylorismo. A pesar de que cada compañía tiene su propio modelo de proyectos, todos se basan en PERT de algún modo. Sólo el método de la ruta crítica (CPM) de la Corporación DuPont fue inventado en casi el mismo momento que PERT.

La parte más famosa de PERT son las Redes PERT, diagramas de líneas de tiempo que se interconectan. PERT está diseñado para proyectos de gran escala, que se ejecutan de una vez, complejos y no rutinarios.

Una red PERT permite planificar y controlar el desarrollo de un proyecto. A diferencia de las redes CPM, las redes PERT trabajan con tiempos probabilísticos. Normalmente para desarrollar un proyecto específico lo primero que se hace es determinar, en una reunión multidisciplinaria, cuáles son las actividades que se deberá ejecutar para llevar a feliz término el proyecto, cuál es la precedencia entre ellas y cuál será la duración esperada de cada una.

Para definir la precedencia entre actividades se requiere de una cierta cuota de experiencia profesional en el área, en proyectos afines.

Estos tres principios deben respetarse siempre a la hora de dibujar una malla PERT:

- Principio de designación sucesiva: se nombra a los vértices según los números naturales, de manera que no se les asigna número hasta que han sido nombrados todos aquellos de los que parten aristas que van a parar a ellos.
- Principio de unicidad del estado inicial y el final: se prohíbe la existencia de más de un vértice inicial o final. Sólo existe una situación de inicio y otra de terminación del proyecto.
- Principio de designación unívoca: no pueden existir dos aristas que tengan los mismos nodos de origen y de destino. Normalmente, se nombran las actividades mediante el par de vértices que unen. Si no se respetara este principio, puede que dos aristas recibieran la misma denominación

Para estimar la duración esperada de cada actividad es también deseable tener experiencia previa en la realización de tareas similares. En planificación y programación de proyectos se estima que la duración esperada de una actividad es una variable aleatoria de distribución de probabilidad Beta Unimodal de parámetros (a, m, b) donde :

- t_o = Se define como el tiempo optimista al menor tiempo que puede durar una actividad.
- t_m = Es el tiempo más probable que podría durar una actividad
- t_p = Éste es el tiempo pesimista, o el mayor tiempo que puede durar una actividad.
- t_e = Corresponde al tiempo esperado para una actividad.

El valor (t_e tiempo) esperado en esta distribución. Esta se expresa en la siguiente fórmula:

$$\mu = t_e = \frac{t_o + 4 \cdot t_m + t_p}{6}$$

cuya varianza está dada por:

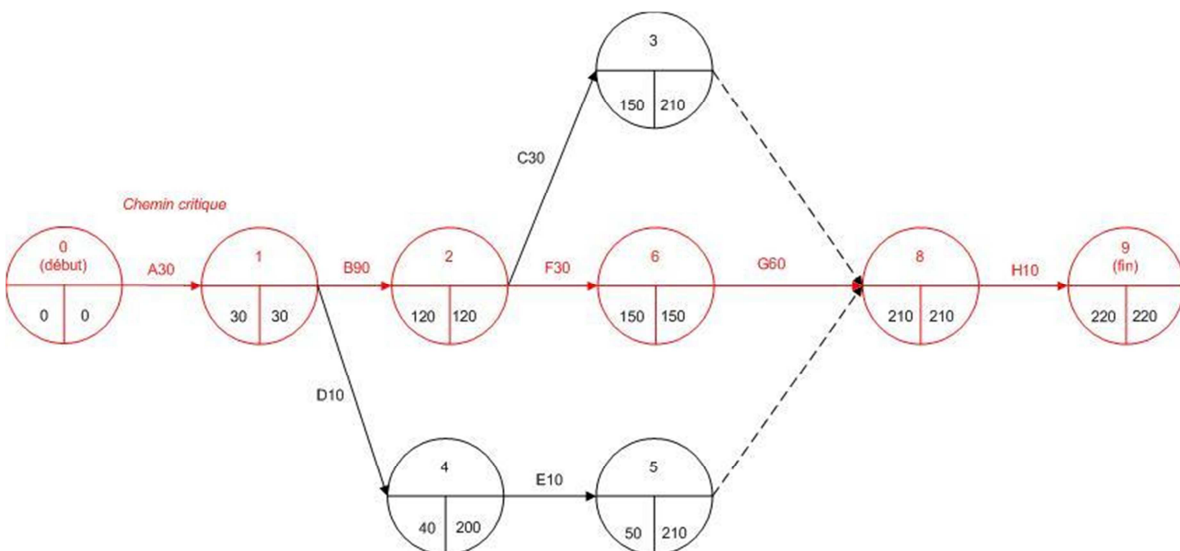
$$\sigma^2 = \left(\frac{tp - to}{6} \right)^2$$

y una desviación estándar:

$$\sigma = \left(\frac{tp - to}{6} \right)$$

En un dibujo de una red PERT podemos distinguir nodos y arcos. Los nodos representan instantes en el tiempo. Específicamente, representan el instante de inicio de una o varias actividades y simultáneamente el instante de término de otras varias actividades. Los arcos por su parte representan las actividades, tienen un nodo inicial y otro de término donde llega en punta de flecha. Asociada a cada arco está la duración esperada de la actividad. Más información de un diagrama de actividades es representar éstas con una valoración de complejidad para minimizar el efecto de cuello de botella.

Existen dos metodologías aceptadas para dibujar una malla PERT, la de “Actividad en el Arco” y las de “Actividad en el Nodo”, siendo ésta última la más utilizada en la actualidad en atención a que es la que usan la mayoría de las aplicaciones computacionales especialistas en este tema.



Cada nodo contiene la siguiente información sobre la actividad:

- Nombre de la actividad
- Duración esperada de la actividad (t)
- Tiempo más pronto de comenzar (TMPC)
- Tiempo más pronto de terminar (TMPT)
- Tiempo más tarde de comenzar (TMTC)
- Tiempo más tarde de terminar (TMTT)
- Holgura de la Actividad (H)

Por convención los arcos se dibujan siempre con orientación hacia la derecha, hacia el nodo de término del proyecto, nunca retrocediendo. El dibujo de una red PERT se comienza en el nodo de inicio del proyecto. A partir de él se dibujan las actividades que no tienen actividades precedentes, o sea, aquellas que no tienen que esperar que otras actividades terminen para poder ellas iniciarse. A continuación, se dibujan las restantes actividades cuidando de respetar la precedencia entre ellas. Al terminar el dibujo de la red preliminar, existirán varios nodos ciegos, nodos terminales a los que llegan aquellas actividades que no son predecesoras de ninguna otra, es decir aquellas que no influyen en la fecha de inicio de ninguna otra, éstas son las actividades terminales y concurren por lo tanto al nodo de término del proyecto.

La duración esperada del proyecto (T) es una variable aleatoria proveniente de la suma de otras variables aleatorias, las duraciones esperadas de las actividades de la o las rutas críticas del proyecto y por lo tanto su variabilidad dependerá de la variabilidad de todas las actividades críticas del proyecto. Se tiene entonces que la varianza y la desviación estándar de la duración esperada del proyecto está dada por:

$$\sigma_t^2 = \sum \text{Varianza de todas las actividades del Proyecto}$$

Asumiendo que la duración esperada de una actividad es una variable aleatoria independiente, podemos también suponer que la duración esperada del proyecto es una variable aleatoria que aproxima a la distribución de Gauss (para tareas > 30) y por lo tanto podemos calcular algunas probabilidades haciendo uso de una tabla de distribución normal, tomando en consideración las siguientes relaciones:

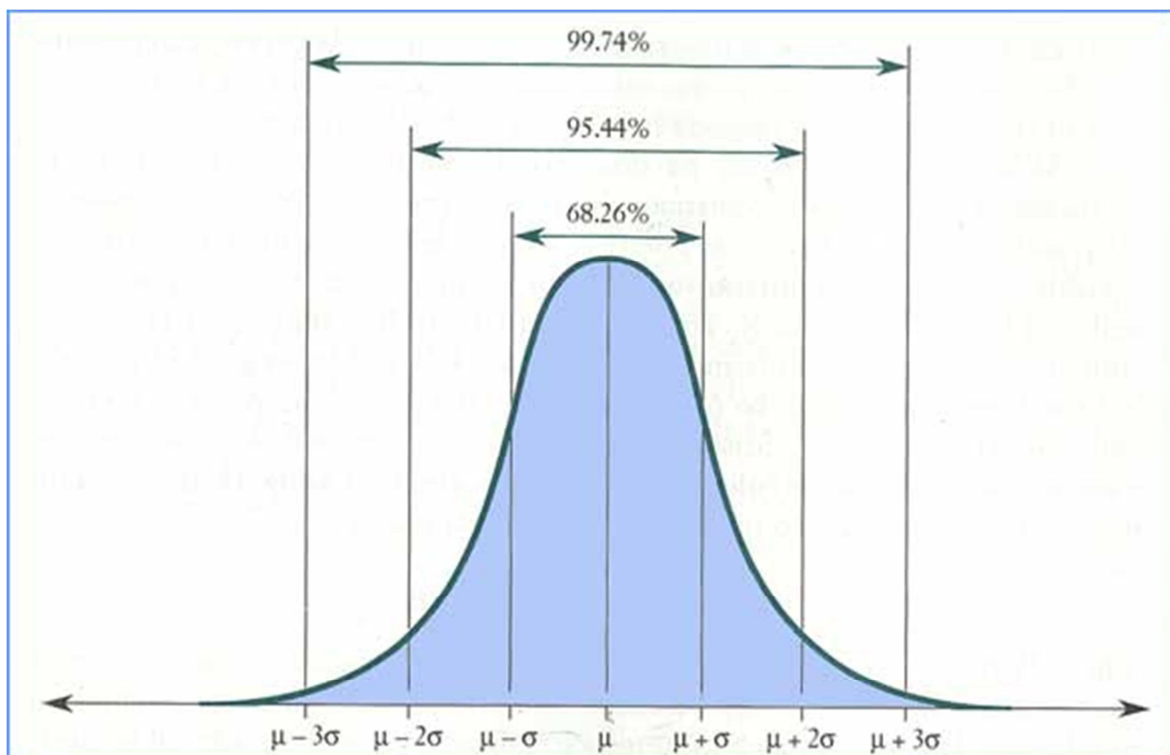
- La probabilidad de que el proyecto se termine antes de una duración dada t_0 está dada por:

$$P \{T \leq t_0\} = P \{Z \leq z_0\}$$

- Donde z_0 es el valor de entrada a una tabla de distribución normal y que se calcula según:

$$z_0 = \frac{t_0 - T}{\sigma_T}$$

Estas son las áreas bajo la curva normal:



Función de distribución de la variable Normal(0,1)

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.500000	0.503989	0.507978	0.511966	0.515953	0.519939	0.523922	0.527903	0.531881	0.535856
0.1	0.539828	0.543795	0.547758	0.551717	0.555670	0.559618	0.563559	0.567495	0.571424	0.575345
0.2	0.579260	0.583166	0.587064	0.590954	0.594835	0.598706	0.602568	0.606420	0.610261	0.614092
0.3	0.617911	0.621720	0.625516	0.629300	0.633072	0.636831	0.640576	0.644309	0.648027	0.651732
0.4	0.655422	0.659097	0.662757	0.666402	0.670031	0.673645	0.677242	0.680822	0.684386	0.687933
0.5	0.691462	0.694974	0.698468	0.701944	0.705401	0.708840	0.712260	0.715661	0.719043	0.722405
0.6	0.725747	0.729069	0.732371	0.735653	0.738914	0.742154	0.745373	0.748571	0.751748	0.754903
0.7	0.758036	0.761148	0.764238	0.767305	0.770350	0.773373	0.776373	0.779350	0.782305	0.785236
0.8	0.788145	0.791030	0.793892	0.796731	0.799546	0.802337	0.805105	0.807850	0.810570	0.813267
0.9	0.815940	0.818589	0.821214	0.823814	0.826391	0.828944	0.831472	0.833977	0.836457	0.838913
1.0	0.841345	0.843752	0.846136	0.848495	0.850830	0.853141	0.855428	0.857690	0.859929	0.862143
1.1	0.864334	0.866500	0.868643	0.870762	0.872857	0.874928	0.876976	0.879000	0.881000	0.882977
1.2	0.884930	0.886861	0.888768	0.890651	0.892512	0.894350	0.896165	0.897958	0.899727	0.901475
1.3	0.903200	0.904902	0.906582	0.908241	0.909877	0.911492	0.913085	0.914657	0.916207	0.917736
1.4	0.919243	0.920730	0.922196	0.923641	0.925066	0.926471	0.927855	0.929219	0.930563	0.931888
1.5	0.933193	0.934478	0.935745	0.936992	0.938220	0.939429	0.940620	0.941792	0.942947	0.944083
1.6	0.945201	0.946301	0.947384	0.948449	0.949497	0.950529	0.951543	0.952540	0.953521	0.954486
1.7	0.955435	0.956367	0.957284	0.958185	0.959070	0.959941	0.960796	0.961636	0.962462	0.963273
1.8	0.964070	0.964852	0.965620	0.966375	0.967116	0.967843	0.968557	0.969258	0.969946	0.970621
1.9	0.971283	0.971933	0.972571	0.973197	0.973810	0.974412	0.975002	0.975581	0.976148	0.976705
2.0	0.977250	0.977784	0.978308	0.978822	0.979325	0.979818	0.980301	0.980774	0.981237	0.981691
2.1	0.982136	0.982571	0.982997	0.983414	0.983823	0.984222	0.984614	0.984997	0.985371	0.985738
2.2	0.986097	0.986447	0.986791	0.987126	0.987455	0.987776	0.988089	0.988396	0.988696	0.988989
2.3	0.989276	0.989556	0.989830	0.990097	0.990358	0.990613	0.990863	0.991106	0.991344	0.991576
2.4	0.991802	0.992024	0.992240	0.992451	0.992656	0.992857	0.993053	0.993244	0.993431	0.993613
2.5	0.993790	0.993963	0.994132	0.994297	0.994457	0.994614	0.994766	0.994915	0.995060	0.995201
2.6	0.995339	0.995473	0.995604	0.995731	0.995855	0.995975	0.996093	0.996207	0.996319	0.996427
2.7	0.996533	0.996636	0.996736	0.996833	0.996928	0.997020	0.997110	0.997197	0.997282	0.997365
2.8	0.997445	0.997523	0.997599	0.997673	0.997744	0.997814	0.997882	0.997948	0.998012	0.998074
2.9	0.998134	0.998193	0.998250	0.998305	0.998359	0.998411	0.998462	0.998511	0.998559	0.998605
3.0	0.998650	0.998694	0.998736	0.998777	0.998817	0.998856	0.998893	0.998930	0.998965	0.998999
3.1	0.999032	0.999065	0.999096	0.999126	0.999155	0.999184	0.999211	0.999238	0.999264	0.999289
3.2	0.999313	0.999336	0.999359	0.999381	0.999402	0.999423	0.999443	0.999462	0.999481	0.999499
3.3	0.999517	0.999534	0.999550	0.999566	0.999581	0.999596	0.999610	0.999624	0.999638	0.999651
3.4	0.999663	0.999675	0.999687	0.999698	0.999709	0.999720	0.999730	0.999740	0.999749	0.999758
3.5	0.999767	0.999776	0.999784	0.999792	0.999800	0.999807	0.999815	0.999822	0.999828	0.999835
3.6	0.999841	0.999847	0.999853	0.999858	0.999864	0.999869	0.999874	0.999879	0.999883	0.999888
3.7	0.999892	0.999896	0.999900	0.999904	0.999908	0.999912	0.999915	0.999918	0.999922	0.999925
3.8	0.999928	0.999931	0.999933	0.999936	0.999938	0.999941	0.999943	0.999946	0.999948	0.999950
3.9	0.999952	0.999954	0.999956	0.999958	0.999959	0.999961	0.999963	0.999964	0.999966	0.999967
4.0	0.999968	0.999970	0.999971	0.999972	0.999973	0.999974	0.999975	0.999976	0.999977	0.999978

Redes de precedencia

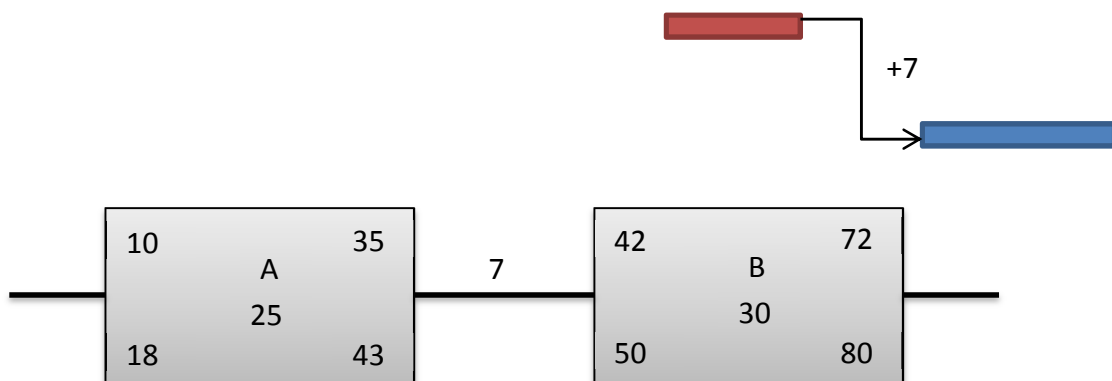
En los proyectos puede haber actividades que no necesariamente empiecen cuando termine la actividad predecesora, sino que pueden empezar mientras la primera está todavía en progreso, o hay actividades que pueden realizarse al mismo tiempo.

Mediante CPM y PERT no se permiten establecer relaciones especiales que pueden haber entre una actividad y otra.

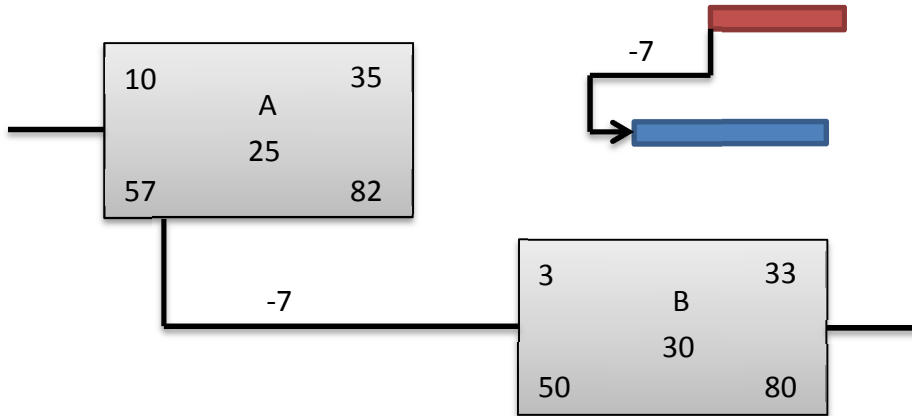
Para poder resolverlo se utilizan las redes de precedencia, donde al contrario que en los diagramas de flecha, las actividades se representan en los nodos, y las flechas sirven únicamente para conectar las actividades, así como especificar el tipo de relación entre una y otra. Los nodos se representan con rectángulos, con espacios a la izquierda y a la derecha de ellos para indicar los TMPC, TMTC, TMPT y TMTT para cada actividad

Entre las actividades vinculadas como hablábamos anteriormente (de final a comienzo, de comienzo a comienzo, de final a final y de comienzo a final), pueden existir desfases entre los comienzos y los finales de las actividades.

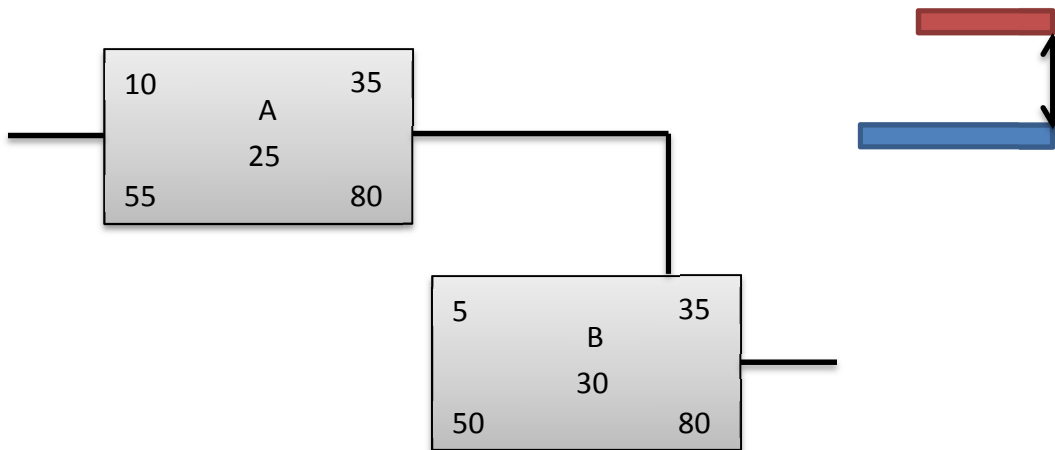
Los retardos añaden más tiempo al proyecto mientras que los adelantos le restan tiempo al proyecto. Además el desfase puede ser nulo.



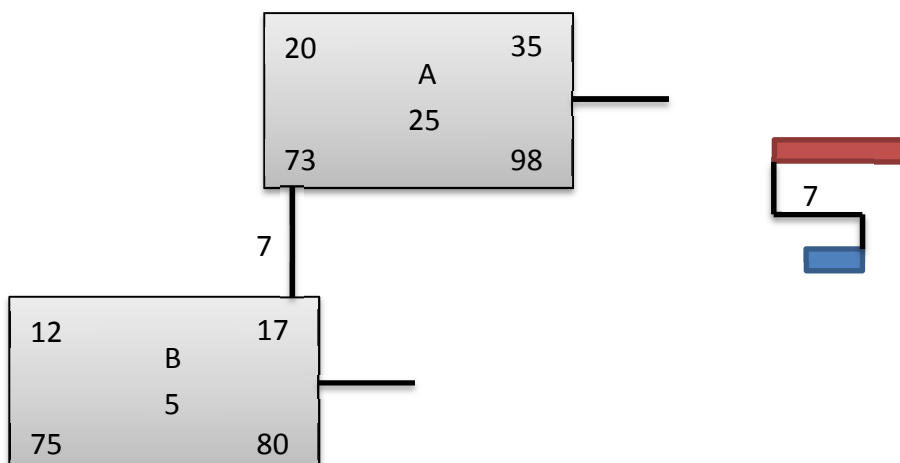
En el anterior gráfico observamos una parte de una red de precedencias en la cual existe un vínculo final-comienzo entre las actividades A y B con un desfase de 7 días de retraso.



En este otro gráfico en cambio se observa como existe un vínculo de comienzo-comienzo entre las actividades A y B con un desfase de adelanto de la actividad B respecto de la A de 7 días.



Aquí comprobamos que existe un vínculo final-final sin ningún desfase.



Y por último hemos visto el caso donde el vínculo existente es comienzo-fin con un retraso de 7 días.

En el método de la red de precedencias también nos interesará obtener el cálculo de las holguras.

La holgura libre, es decir, el exceso de tiempo libre o tiempo libre menos la duración de la actividad. Este tiempo libre es el disponible para realizar la actividad sin tener que retrasar el proyecto si las actividades predecesoras empiezan lo antes posible.

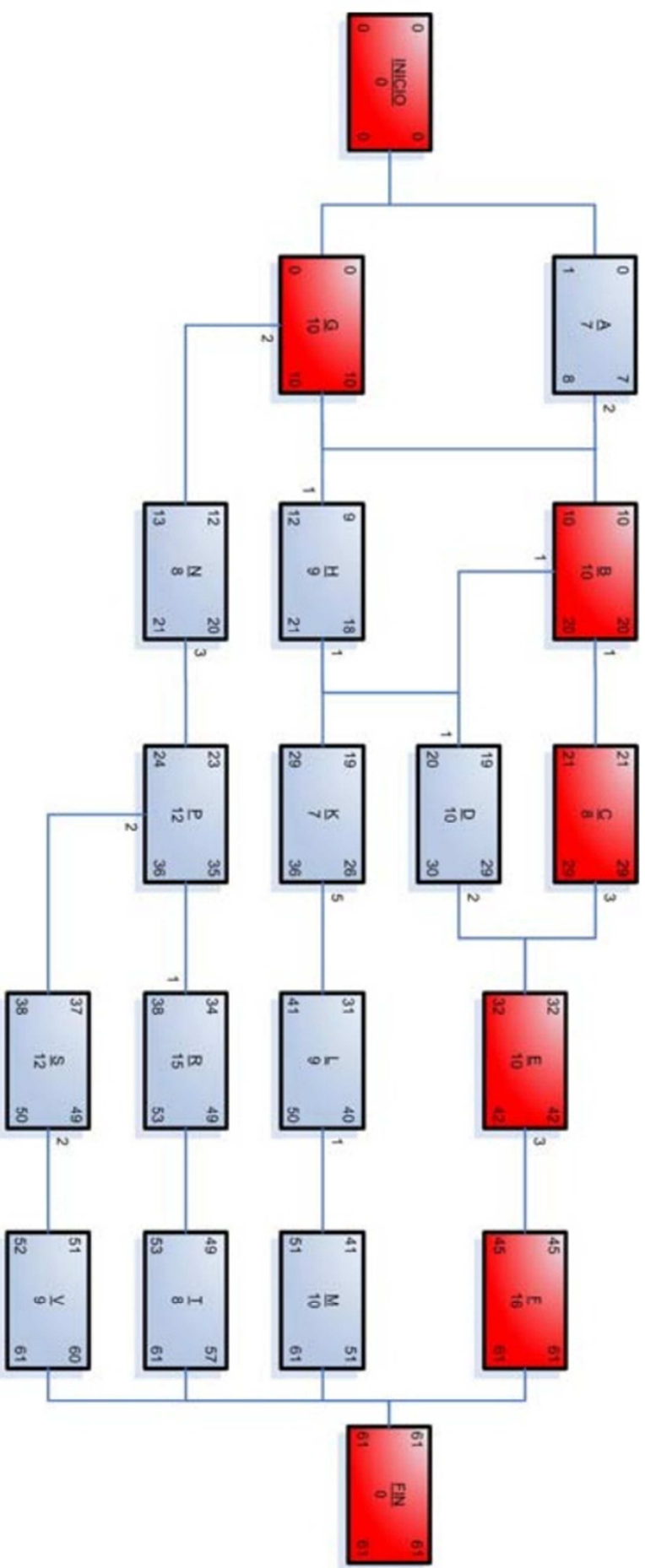
Esta se calcula con el resultado mínimo del tiempo más pronto de comenzar el suceso menos la duración de este suceso y restándole el tiempo más pronto de finalizar.

$$H_{\text{LIBRE}} = \text{Min} (\text{TMPC}_{\text{SUC}} - d) - \text{TMPF}$$

Además, la holgura independiente, el exceso de tiempo independiente se obtiene con el mínimo tiempo más pronto de comenzar menos la duración del suceso, restándole el tiempo más tarde de comenzar más la duración.

$$H_{\text{INDEPENDIENTE}} = \text{Min} (\text{TMPC}_{\text{SUC}} - d) - (\text{TMTC} + D)$$

Red nudo-actividad (Red de precedencias)



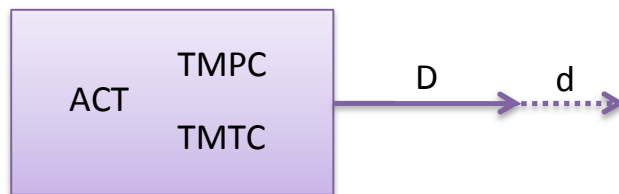
Red de potenciales – MPM

Modelo de planificación desarrollado en Francia por el matemático Bernard Roy, conocido como método de los potenciales o MPM.

Suele complementarse con algún sistema gráfico a efectos de representación.

Se diferencia del PERT/CPM básicamente en dos aspectos, su construcción y el tipo de relaciones que se pueden manejar entre las actividades.

La información se encuentra en el nudo. Presenta la siguiente estructura:



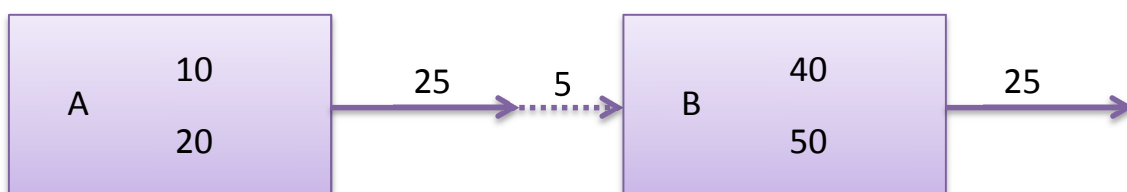
Siendo:

- ✓ ACT = Actividad
- ✓ TMPC = Tiempo más pronto de comenzar
- ✓ TMTC = Tiempo más tarde de comenzar
- ✓ D= Duración de la actividad
- ✓ d = desfase

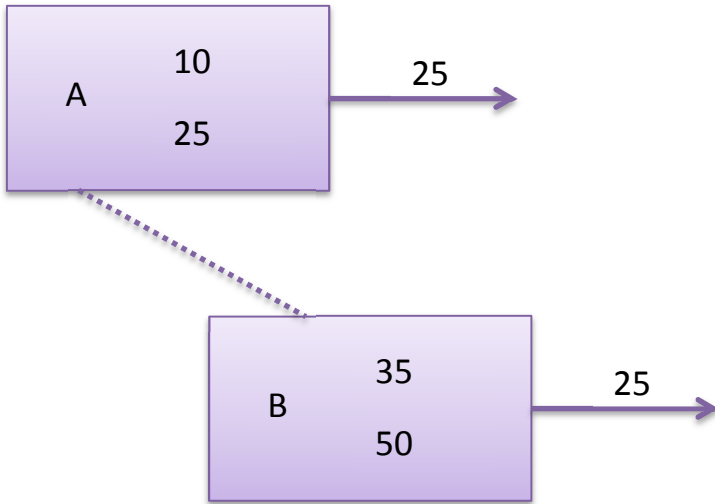
Los vínculos permitidos en Roy son final-comienzo, comienzo-comienzo, comienzo-final y final-final.

Además puede haber desfases, adelantos y retrasos, y se puede utilizar el % en ellos.

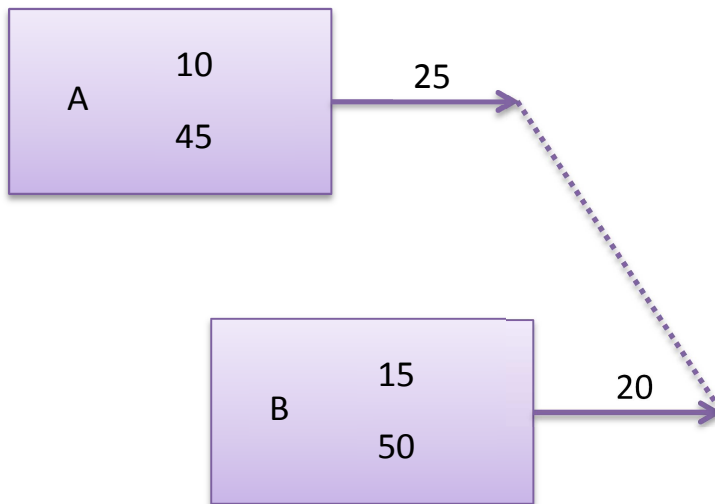
Final - comienzo



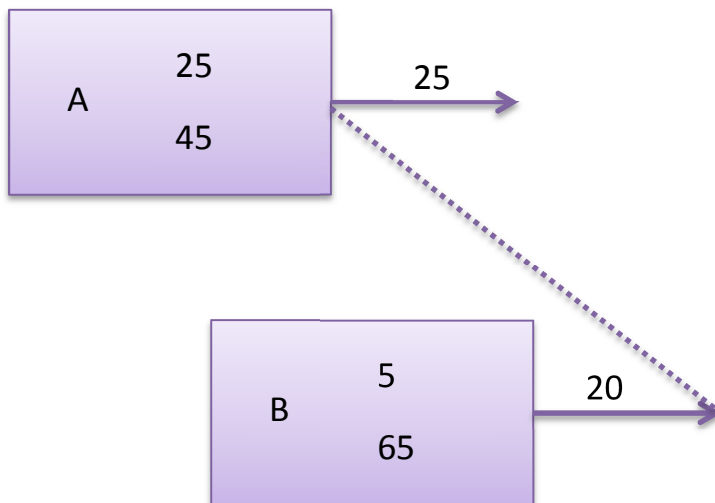
Comienzo - comienzo



Final - final



Comienzo - final



El algoritmo de cálculo de las redes de potenciales es:



Los márgenes se calculan de la siguiente forma:

$$M_{TOTAL} = TMTCSUC - (TMPC + P)$$

Siendo:

- ✓ $TMTCSUC$ = Tiempo más tarde de comenzar
- ✓ $TMPC$ = Tiempo más pronto de comenzar
- ✓ P = Potencial

$$M_{LIBRE} = TMPC_{SUC} - (TMPC + P)$$

Siendo:

- ✓ $TMPC_{SUC}$ = Tiempo más pronto de comenzar
- ✓ P = Potencial

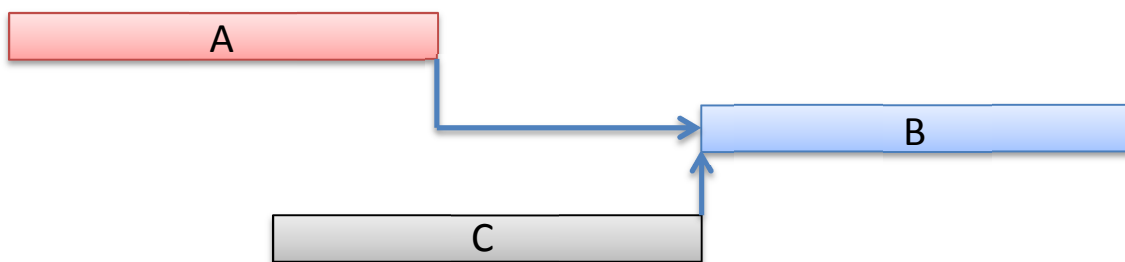
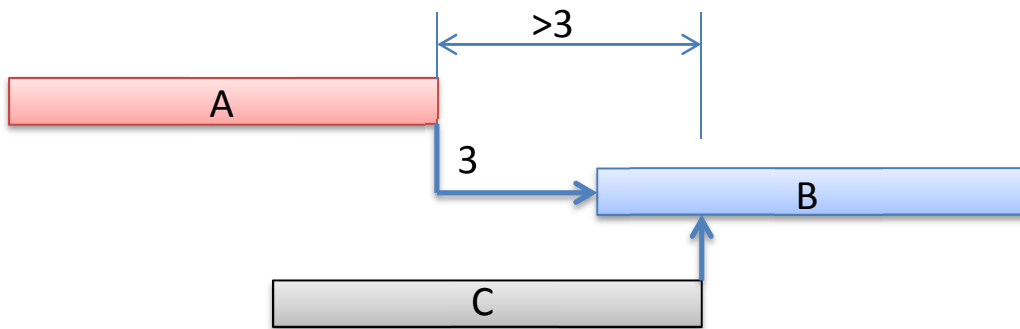
En las redes de potenciales podemos imponer restricciones de localización temporal. Estas delimitan el tiempo, imponiendo fechas externas al algoritmo de cálculo, o fechas impuestas por el contexto del proyecto.

Estas restricciones pueden ser delimitaciones para comenzar o para finalizar. Se resuelven después de resolver el algoritmo de cálculo.

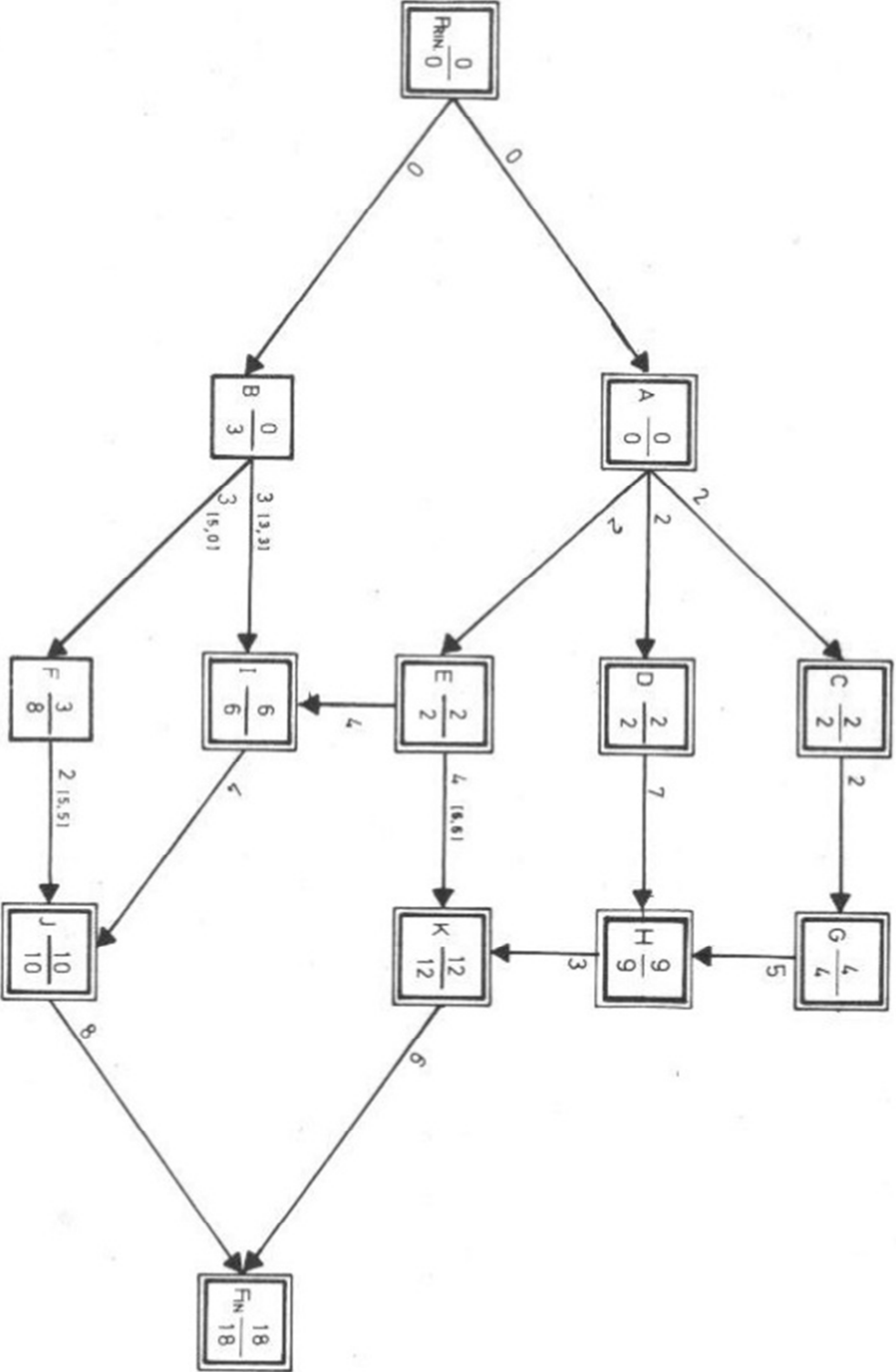
Existen dos tipos de restricciones, blandas y duras:

Blandas
<ul style="list-style-type: none">• No comenzar antes de...• No comenzar después de...• No finalizar antes de...• No finalizar después de...

Duras
<ul style="list-style-type: none">• Debe comenzar el...• Debe finalizar el...



En el anterior ejemplo observamos una rigidez otorgada por la actividad C, la cual debe concluir para que empiece B.



Diagramas de Gantt

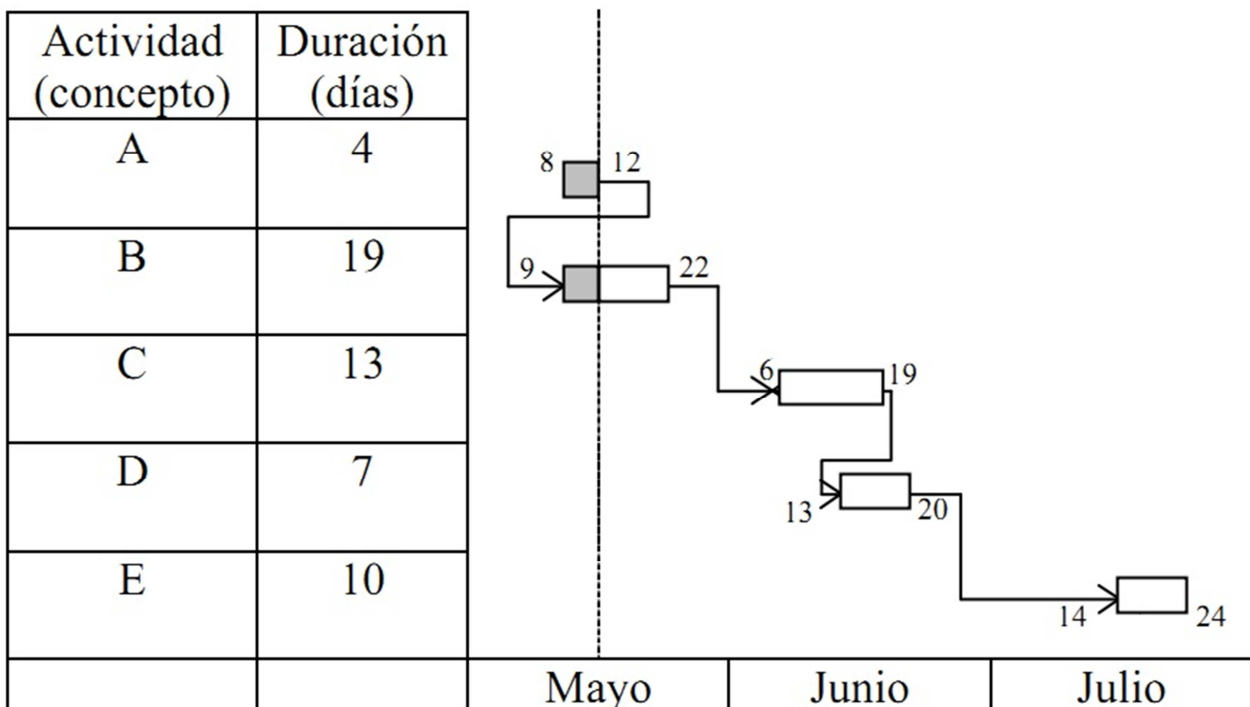
Herramienta gráfica cuyo objeto es mostrar el tiempo de dedicación previsto para las diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

Henry Laurence Gantt fue quien entre 1910 y 1915 desarrolló y popularizó este tipo de gráficos.

A pesar de que en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e interdependencias.

Estas redes relacionan las actividades de manera que se puede visualizar el camino crítico del proyecto y permite reflejar una escala de tiempos para facilitar la asignación de recursos y la determinación del presupuesto. Resulta útil para la relación entre tiempo y carga de trabajo.

El diagrama de Gantt muestra el origen y el final de las diferentes unidades mínimas de trabajo y los grupos de tareas o las dependencias entre unidades mínimas de trabajo.



Se ha convertido en una herramienta básica en la gestión de proyectos de todo tipo, con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas como parte de un proyecto o para mostrar una línea de tiempo en las diferentes actividades haciendo el método más eficiente.

La estructura básica del diagrama es un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas.

Actualmente disponemos de software especializado para la elaboración de los diagramas de Gantt. Desde las hojas de cálculo Excel¹⁴ o Calc¹⁵ hasta llegar a software exclusivo como OpenProj¹⁶, KMKey¹⁷, KPlato¹⁸, GanttProject¹⁹, Planner²⁰ o Microsoft Project.

¹⁴ **Microsoft Excel** es una aplicación para manejar hojas de cálculo. Este programa es desarrollado y distribuido por Microsoft, y es utilizado normalmente en tareas financieras y contables.

¹⁵ **OpenOffice.org Calc** es una hoja de cálculo Open Source y software libre compatible con Microsoft Excel. Es parte de la suite ofimática OpenOffice.org. Como con todos los componentes de la suite OpenOffice.org, Calc puede usarse a través de una variedad de plataformas, incluyendo Mac OS X, Windows, GNU/Linux, FreeBSD y Solaris, y está disponible bajo licencia LGPL.

¹⁶ **OpenProj** es un software de administración de proyectos diseñado como sustituto de sobremesa completo para Microsoft Project, capaz de abrir archivos de proyecto nativos de dicho programa. OpenProj fue desarrollado por Projity en 2007. Se ejecuta en la plataforma Java, lo que permite ejecutarlo en una variedad de diferentes sistemas operativos

¹⁷ **Knowledge Management Key (KMKey)** es un software libre de gestión del conocimiento vía web que agrupa tres productos bajo una misma plataforma: KMKey Project: para la planificación, gestión y control de sus proyectos; KMKey Quality: integra el Sistema de Gestión de la Calidad de la organización; KMKey HelpDesk: donde apoyar el servicio de atención al cliente y mantenimiento. Utilizando uno de los productos o una combinación de ellos y dada su facilidad de configuración podrá adaptar la solución a las necesidades de su organización.

¹⁸ **KPlato** está creado por Calligra Suite (creada a partir de KOffice) es una suite ofimática multiplataforma, libre y de código abierto para el proyecto KDE, aunque es independiente de este. Es una aplicación para la gestión de proyectos moderadamente grandes con múltiples recursos. Es capaz de generar diagramas de Gantt para mostrar la temporalización de las tareas, permite usar dependencias entre tareas, usa estructuras de desglose de trabajo en forma de árbol, etc.

¹⁹ **GanttProject** es una herramienta de escritorio multiplataforma para la programación y gestión de proyectos. Se ejecuta en Windows, Linux y MacOSX, es libre y su código es opensource.

²⁰ **Planner** es una herramienta para planear, programar y seguir proyectos para el escritorio GNOME. Es una aplicación GTK+ escrita en C y licenciada bajo GPL. *Planner* puede almacenar sus datos en ficheros XML o en una base de datos postgresql. Los proyectos pueden ser impresos en PDF o exportados a HTML para una visualización simple desde cualquier navegador web. El programa permite: Gestión de calendarios, Gestión de recursos, Seguimiento del avance del proyecto, Enlazar tareas, Exportación a diferentes formatos.

Aplicación

Estudio sobre la planificación y el control de los proyectos en empresas constructoras de la zona de la Vall d'Albaida

El fin de esta parte del proyecto es el conocer la manera de trabajar de las empresas constructoras.

He focalizado el estudio en la zona de la Vall d'Albaida, intentando abarcar empresas que mostraran la mayor profesionalidad e interés por colaborar en el estudio.

Se ha realizado mediante conversaciones con los diferentes técnicos responsables de las áreas de planificación y control de ejecución de las obras en las empresas.

La encuesta empieza abarcando el tema de la planificación y cuál es la manera de actuar de las empresas a la hora de ejecutar un proyecto en cuanto a planificación, mostrando sus diferentes formas de trabajo.

En el eje central de la entrevista sale a la luz el tema de Valor Ganado, el eje central de este proyecto. Tema el cual es expuesto y del que se ofrecen sus conocimientos y opinión.

Para concluir unas preguntas generales sobre temas relacionados con la planificación.

A continuación el modelo de encuesta y el material con el que me apoyo a la hora de realizar la exposición sobre VG.

Seguidamente después de exponer el material, presento las empresas y sus correspondientes entrevistas.

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS PROYECTOS.

- ¿Que realiza vuestra empresa actualmente en cuanto a planificación y control de la ejecución de los proyectos?
- ¿Tenéis en cuenta los resultados obtenidos a la hora de desarrollar vuestros proyectos?
- ¿Cuánta gente se dedica a ello?
- ¿Hay reuniones para compartir con todos los responsables el seguimiento y evolución de los proyectos?
- ¿Conocéis el método de valor ganado?

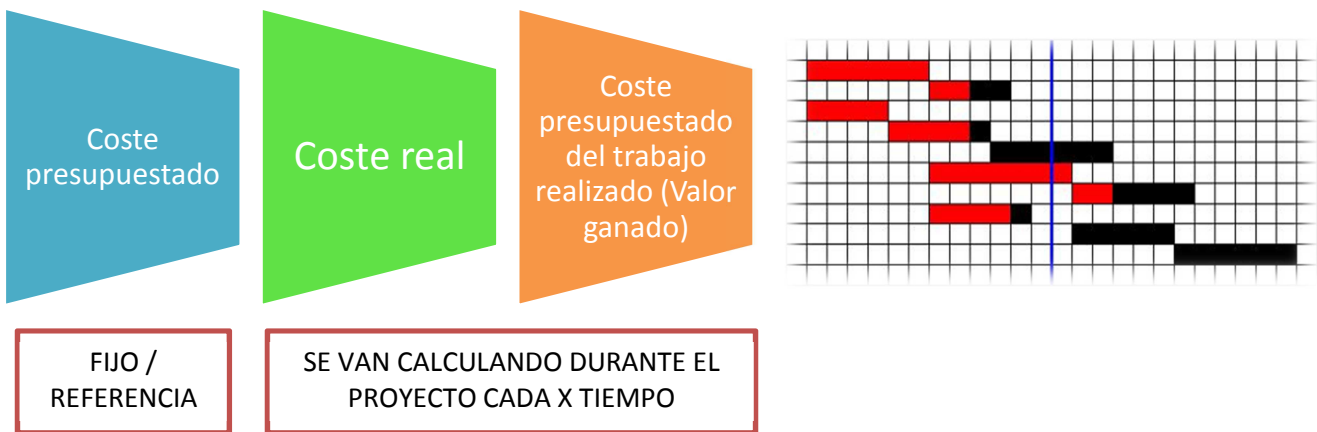
SI	NO
<ul style="list-style-type: none">• ¿Lo utilizais?• ¿Os sirven los resultados obtenidos?	<ul style="list-style-type: none">• Después de la explicación, ¿os parecen interesantes los datos que aporta?• ¿Lo pondréis en práctica en vuestros proyectos?

- ¿Creéis que una buena planificación y control puede aportar beneficios?
- ¿Qué opináis sobre los proyectos que se demoran en el tiempo, de quién es la culpa?

ANÁLISIS MEDIANTE VALOR GANADO

¿Qué es VG? Técnica de gestión de proyectos que permite **controlar la ejecución** de un proyecto a través de su **presupuesto** y su **calendario de ejecución**.

Los **puntos básicos** de Valor Ganado son:



Desviación de programación: $SV = BCWP$ (Valor ganado) $- BCWS$ (Coste planificado)

Desviación en coste: $CV = BCWP$ (Valor ganado) $- ACWP$ (Coste real actual)

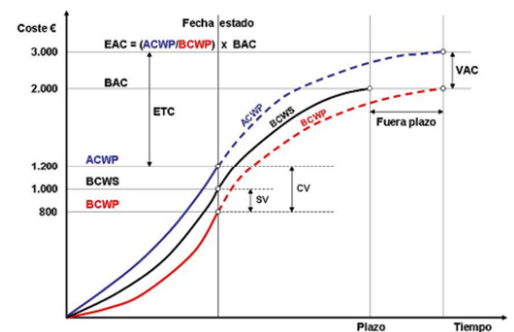
Presupuesto estimado de finalización: $EAC = \frac{ACWP}{BCWP} \times BAC$ (Presupuesto total del proyecto)

Desviación al final del proyecto: $VAC = BAC - EAC$

Cantidad que nos queda por gastar: $ETC = EAC - ACWP$

Índice de rendimiento de coste: $CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$

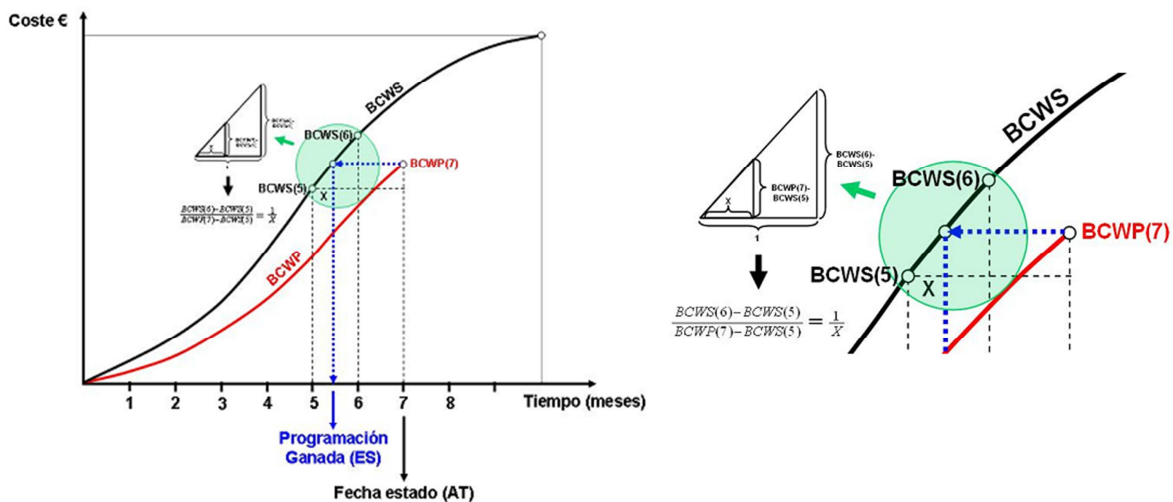
Índice de rendimiento de programación: $SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$





Para una mejor observación del desfase de programación: **Programación ganada (ES)**

$$ES = n + \frac{BCWP(AT) - BCWS(n)}{BCWS(n + 1) - BCWS(n)}$$



Con ello ya podemos averiguar:

Desviación en programación: $SV_{(t)} = ES - AT$

Índice de rendimiento de programación: $SPI_{(t)} = ES / AT$

Obteniendo así **resultados de tiempo** y no monetarios.

Resultados

CV +	Bien en ejecución	Excede en costes pero cumple plazos	Se pueden atribuir adelantos / atrasos a tareas específicas.	
SV +				
CV -	Mal en ejecución	Proyecto detrás del rendimiento esperado		
SV -				
CPI > 1	Costo y rendimientos favorables	Proyecto en situación tanto económicamente como en estado de ejecución positiva		Capacidad de administradores a tomar medidas de corrección.
SPI > 1				
CPI < 1	Costo y rendimientos desfavorables	Proyecto en situación económica y ejecutora por detrás de lo previsto		
SPI < 1				

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS PROYECTOS.

EMPRESA: Construcciones Francés

UBICACIÓN: Ontinyent (La Vall d'Albaida)



Empresa fundada en 1977. Su principal objetivo ha sido desde el principio velar por la calidad de todos sus productos. La evolución y consolidación de la empresa se fundamenta en el equipo de profesionales comprometidos y altamente cualificados, que apuestan por el control de la gestión, la sostenibilidad, la dedicación y la eficacia en cada uno de sus proyectos.

Han abarcado todo tipo de edificaciones, obras civiles y complejos urbanísticos, que han llegado a incidir en nuestras ciudades, aportando nuevos conceptos de habitabilidad.

Últimamente Construcciones Francés ha sido galardonada con el prestigioso premio “Camara 2010” a la mejor empresa de construcción valenciana, en reconocimiento a una dilatada trayectoria y consolidándola como empresa de prestigio.

Construcciones Francés cuenta con 3 sistemas certificados, el sello de calidad ISO 9001, el sello de prevención ISO 18001 y el de medio ambiente ISO 14001.

- ¿Que realiza vuestra empresa actualmente en cuanto a planificación y control de la ejecución de los proyectos?

En la empresa se abarcan dos tipos de obra, la obra pública y la obra privada. Con ello hay diferentes maneras de actuar según el proyecto que se abarque. Las obras públicas, todas ellas deben contener un planning, que se realiza antes del inicio de la obra, aunque sabiendo que lo fundamental en la obra pública es terminar en el tiempo que se establece previamente y llegar a la fecha fin con el proyecto terminado.

Normalmente se actúa siguiendo un protocolo adquirido con la experiencia en el que una vez empezada la obra se realizan visitas semanales por parte técnica, y se está con un constante contacto con los encargados de obra.

Sabemos que existen requisitos según nos encontremos en las obras públicas o privadas, no es lo mismo a la hora de enfocar la realización de la obra.

Además están desarrollando un software propio, para llevar el control. Se trataría en un principio de aplicarlo al sector del control de la seguridad, donde un encargado chequearía mediante un Smartphone los puntos concretos cada día, y eso se le transmitiría al técnico encargado de la tarea, que con dicho chequeo quedaría informado de que se está cumpliendo tal paso.

Este es el principio de lo que puede adoptarse, porque no, a todos los apartados donde se necesite un control.

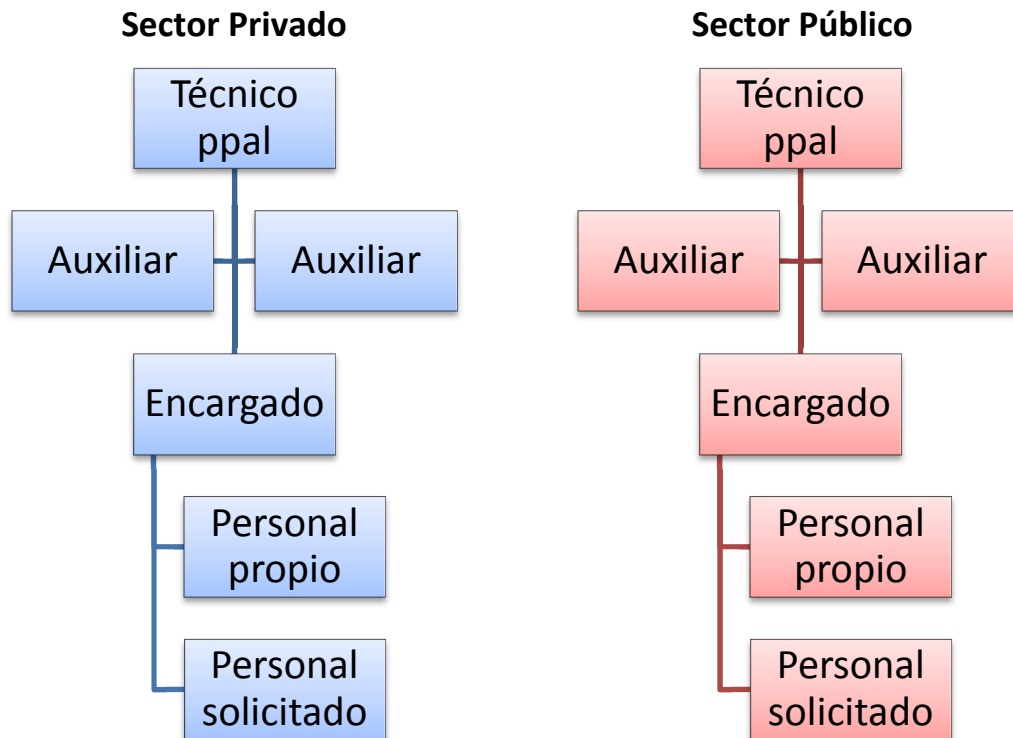
- *¿Tenéis en cuenta los resultados obtenidos a la hora de desarrollar vuestros proyectos?*

Por supuesto que se tienen en cuenta los resultados y las notificaciones que se van realizando en el día a día.

Con las informaciones recibidas se tiene que decidir por donde se puede exprimir más el proyecto o por donde se está perdiendo dinero o recursos.

- *¿Cuánta gente se dedica a ello?*

Básicamente nuestra estructura de trabajo técnica, es decir la que tiene en cuenta la planificación y el control de la ejecución de la obra es la siguiente:



Como vemos la estructura se divide en dos, una estructura para el sector público y otra para el sector privado.

En las dos existe un técnico principal que es el que está en el escalón más alto, que se apoya sobre tres personas, dos auxiliares en constante contacto con el exterior y con toda información que le pueda resultar válida para la ejecución del trabajo, y la persona nexo de unión con el trabajo en la obra que es el encargado.

Este último a su vez está en contacto con suministradores y responsables de que la obra cumpla un plazo determinado o un coste determinado.

- ¿Hay reuniones para compartir con todos los responsables el seguimiento y evolución de los proyectos?

El encargado está en constante comunicación con el técnico y se llegan a realizar reuniones semanales entre directivos y encargados para informar del estado del proyecto.

El éxito de todo proyecto está en la comunicación, es la base para que todo funcione como un engranaje y el proyecto se lleve a cabo según lo previsto, y que las alteraciones que pueda sufrir éste se superen sin dificultad.

- ¿Conocéis el método de valor ganado?

No están seguros.

Después de la información facilitada se puede decir que informa, sí, que aporta datos interesantes en todo desarrollo.

Pero probablemente el sistema no encaje dentro de la estructura ya montada de la empresa, según parece se necesita de una dedicación muy abundante, con mucho control, hay que llevar la obra “al día”, y en la manera de trabajar que tiene tanto empresa como suministradores resultaría complicado, aunque no imposible.

Puede ser que el sistema se adaptara mejor una vez se terminen capítulos del proyecto o unidades concretas, no realizar el control en mitad del desarrollo de un capítulo, ya que resultaría difícil de medir y de calcular por ejemplo los costes reales. Mediante un capítulo entero terminado, obtendríamos datos más fiables, ya que una vez terminado el capítulo tendríamos toda la información referente a éste.

- ¿Creéis que una buena planificación y control puede aportar beneficios?

Una buena planificación es la base de un proyecto para que se lleve a cabo sin problemas.

La planificación depende también del staff técnico del que se disponga, en esta empresa por ejemplo necesitaría de más staff, ya que resulta muy difícil planificar no sólo una obra, sino el conjunto de todos los proyectos que se está llevando a cabo.

- ¿Qué opináis sobre los proyectos que se demoran en el tiempo, de quién es la culpa?

Ahí exponen como ejemplo un caso particular que les ha ocurrido. En una obra de rehabilitación. Un proyecto complicado pero muy bien especificado, pero a las primeras de cambio nada más empezar, surge un imprevisto al encontrarse con restos arqueológicos. Es algo que se podía encontrar debido a la situación en la que se encontraba, pero no de la magnitud en la que se encuentran. Se paraliza la obra, los analistas arqueólogos se hacen dueños, y los trámites administrativos y burocráticos hacen que se prolongue el comienzo de nuevo de las obras.

Además si a eso le sumas cuando empiezas de nuevo que el arquitecto es muy meticuloso en sus especificaciones, frena el desarrollo de la obra. Esto provoca que incluso la propia dirección facultativa le quite interés al proyecto dejándolo en un segundo margen, sin descuidarlo claro.

Los trámites administrativos son lentos, ya que se tiene que pedir una prórroga para que el proyecto termine, y esto no facilita las cosas.

En otros casos han sido proyectos mal detallados, con falta de especificaciones los que provocan un sobrecoste o que se prolongue en el tiempo la realización.

En definitiva, existen proyectos donde uno mismo es el que tiene el timón y sabe dónde tiene que exprimir al máximo sus posibilidades, pero existen otros sobre todo hablando de la obra pública, en donde es la administración la que tiene el timón, y es ella por tanto la que dictamina.

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS PROYECTOS.

EMPRESA: Construcciones Tino y Miguel Calabuig S.L.

UBICACIÓN: Castelló de Rugat (La Vall d'Albaida)

Constituida en los años 80, durante este dilatado tiempo han ido adquiriendo una gran experiencia organizativa y funcional para todo tipo de edificaciones y urbanizaciones.



Dedicada a la construcción y reparación de edificios, unifamiliares, obras de rehabilitación y construcción de naves principalmente, y debido a los cambios cíclicos en el sector y a la gran competencia, se decidió ampliar sus actividades a la promoción de viviendas y naves industriales.

Basada en la calidad y en la satisfacción del cliente, con una gestión clara y eficaz del conjunto de toda la organización en todos y cada uno de los procesos que conducen a la obtención del resultado final.

Se ha trabajado tanto para el sector privado como para los organismos oficiales de la zona de la Vall d'Albaida, La Safor i l' Alcoià principalmente.

- ¿Que realiza vuestra empresa actualmente en cuanto a planificación y control de la ejecución de los proyectos?

Primero que todo hay que analizar y distinguir si se trata de un proyecto de obra pública o en cambio el promotor es privado.

Después de ello nos ponemos a trabajar, si es obra pública realizando todo lo que la ley ordena, es decir, su correspondiente planning, sabiendo que lo más importante es llegar a la fecha prevista, sin ningún tipo de demora temporal.

Pero no nos equivoquemos, tenemos que realizar un estudio previo a la realización del proyecto, y ahí será donde planifiquemos nuestras maneras de actuar. Para ello se reúne el equipo técnico y los encargados para abordar todo lo que hará falta para el desarrollo de la obra.

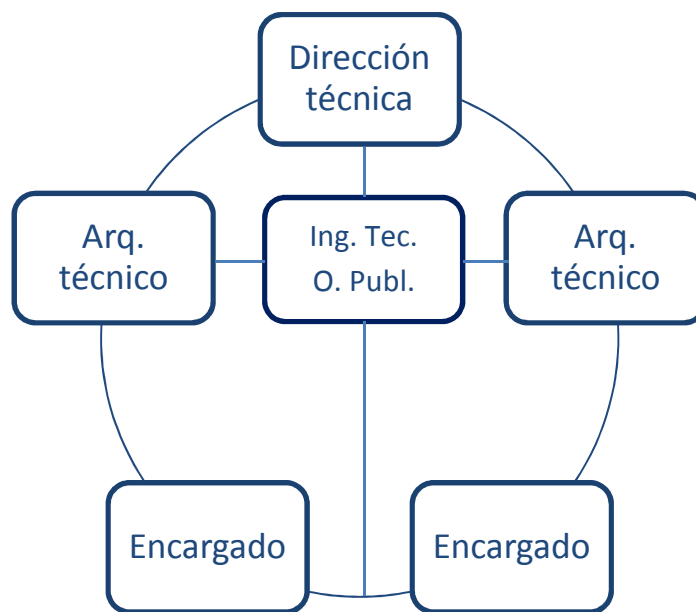
- ¿Tenéis en cuenta los resultados obtenidos a la hora de desarrollar vuestros proyectos?

No cabe ninguna duda, que siempre se tienen en cuenta las experiencias previas, siempre ayudan a afrontar los proyectos y a superar las dificultades y obstáculos que se presentan.

Además en las reuniones tomamos las decisiones que creemos oportunas adaptadas al proyecto que afrontamos.

- ¿Cuánta gente se dedica a ello?

La gente involucrada en la programación y el control de la obra lo podríamos estructurar de la siguiente forma:



Como vemos existe una estructura jerárquica, pero no existen escalones en cuanto a información. Una buena comunicación entre todos es fundamental para el buen funcionamiento.

Son por tanto todos ellos encargados de contribuir en la planificación y control, cada uno en la parte que le corresponde.

- ¿Hay reuniones para compartir con todos los responsables el seguimiento y evolución de los proyectos?

A lo largo del transcurso del proyecto, esta gente se reúne como mínimo una vez semanalmente, ellos junto, si es posible, el arquitecto para exponer y desarrollar el estado y las dudas que puedan surgir.

- ¿Conocéis el método de valor ganado?

No lo conocía.

Tras la explicación afirma que los datos que ofrece son interesantes y que es posible que se pueda llegar a aplicar en la empresa de cara a los proyectos que puedan surgir. Pero en la actualidad no, sobre todo porque según parece necesita de dedicación, y la dedicación significa coste.

Dejando claro que si los tiempos cambian, para la empresa no supondría caro, todo lo contrario, el dinero aportado y dedicado en el estudio y en el día a día se vería recompensado con la total información que se obtendría con valor ganado.

Comentando que sería interesante su aplicación después de la ejecución de un capítulo entero del proyecto, por ejemplo al terminar la cimentación, ver como afrontas lo que queda de proyecto, y así sucesivamente.

- ¿Creéis que una buena planificación y control puede aportar beneficios?

Sin lugar a dudas son la base para que el proyecto funcione tanto funcionalmente como económicamente. Ya que decimos beneficios y la economía y el tiempo en construcción van de la mano.

- ¿Qué opináis sobre los proyectos que se demoran en el tiempo, de quién es la culpa?

Es un tema complicado y que depende del proyecto que se aborde. Puede demorarse un proyecto privado, pero en el mayor de los casos será por un imprevisto a la hora de ejecutar el proyecto.

En cambio, cuando hablamos de obra pública, con la administración de por medio, es otra cosa. Desde que te falten pagos por parte de la administración, hasta que por asuntos burocráticos te frenen. Hay que tener muy en cuenta en las obras públicas que en los proyectos hay que realizar muchas modificaciones que no están contempladas en un primer momento.

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS PROYECTOS.

EMPRESA: Grupo COESMI

UBICACIÓN: Gandía (La Safor)



Grupo Coesmi es un importante grupo empresarial con años de experiencia en la construcción y promoción de todo tipo de productos inmobiliarios de la Safor y alrededores.

Desde sus inicios ha ido acumulando experiencia para poder alcanzar el buen nivel profesional en el que se encuentran actualmente. Los buenos resultados profesionales se deben al esfuerzo, constancia y afán de mejora en todas las áreas de la empresa.

Dicho afán de mejora profesional les ha llevado a implantar el sistema integrado de gestión en construcción, edificación, rehabilitación y venta. Dicho sistema recoge la normativa ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS-18001.

Mencionar especialmente que disponen de un departamento propio técnico para el control y seguimiento de todas las obras, lo que garantiza el cumplimiento de compromisos.

- ¿Que realiza vuestra empresa actualmente en cuanto a planificación y control de la ejecución de los proyectos?

Tienen implantado un sistema de calidad, basado en la ISO 9001, donde se controlan entre muchos otros aspectos el planning para ir corrigiendo desviaciones y las compras para reducir costes así como errores del proceso.

- ¿Tenéis en cuenta los resultados obtenidos a la hora de desarrollar vuestros proyectos?

En dicho sistema todo se evalúa y sirve para corregir futuros proyectos. Por tanto siempre se tiene en cuenta a la hora de afrontar, tanto el resto de proyecto que se encuentra en marcha en ese momento, como a la hora de abordar nuevos proyectos.

- ¿Cuánta gente se dedica a ello?

Toda la empresa. Cada uno tiene su parcela de funciones en este aspecto según organigrama y jerarquías. Por lo tanto que se puede decir que todos están pendientes de las evoluciones de los proyectos, siempre dentro de su nivel de jerarquía.

- ¿Hay reuniones para compartir con todos los responsables el seguimiento y evolución de los proyectos?

Si, una buena comunicación significará mejoras para el proyecto, ya que los que están a pie de obra han de saber del funcionamiento de la obra al igual que los escalones superiores, y conocerán todos así, donde necesitan mejorar.

- ¿Conocéis el método de valor ganado?

No como tal. Pero a la vista de tus ejemplos e indicaciones, veo que viene a utilizar unos datos de forma similar o al menos con un objetivo similar al que utilizamos.

- ¿Creéis que una buena planificación y control puede aportar beneficios?

Por supuesto, pero por desgracia no siempre se consigue pasar de la teórica.

- ¿Qué opináis sobre los proyectos que se demoran en el tiempo, de quién es la culpa?

Una mala o inexistente planificación de la constructora es indudable que producirá retrasos.

No obstante, en la realidad muchos son los factores que intervienen en el proceso constructivo y muchos de ellos son ajenos a la propia constructora (promotor-cliente), dirección facultativa, proyecto más o menos completo, influyen y en muchos casos destruyen las planificaciones hasta el punto de estas ser totalmente teóricas y no poder analizarse. Por supuesto esto afecta directamente al coste también.

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS PROYECTOS.

EMPRESA: Grupo Deconsa S.L.

UBICACIÓN: Montaverner (La Vall d'Albaida)



Empresa fundada en 2006 que por la experiencia de su personal, su maquinaria y sus instalaciones actualmente puede abarcar cualquier tipo de obra pública o privada.

El objetivo de la empresa es ofrecer al cliente un óptimo nivel de calidad y servicio. Para ello se esfuerzan en atender sus exigencias y dan las respuestas más adecuadas para ayudarles a hacer realidad sus sueños.

Cada día son más las empresas, instituciones y clientes que confían en Deconsa, y son ellos los que les impulsan a continuar su labor, reforzándola con nuevas ideas y proyectos.

- ¿Que realiza vuestra empresa actualmente en cuanto a planificación y control de la ejecución de los proyectos?

Nuestra empresa, ya sea por la envergadura o por la situación, rara vez se realiza estrictamente una planificación. Se tiene en cuenta, claro está cuando hay que acabar la obra, el fin principal.

Las medidas que se toman van más desde el cliente hacia nosotros, actualmente, debido a la crisis económica, las obras no avanzan como se debería, y es la economía la que mueve la obra.

- ¿Tenéis en cuenta los resultados obtenidos a la hora de desarrollar vuestros proyectos?

Como se ha dicho en la anterior pregunta, se funciona “sobre la marcha”, la situación es la que manda.

- ¿Cuánta gente se dedica a ello?

El responsable técnico informa al encargado y viceversa de la situación en la que se encuentra la obra.

- ¿Hay reuniones para compartir con todos los responsables el seguimiento y evolución de los proyectos?

No, básicamente se realiza en el día a día según necesidades.

- ¿Conocéis el método de valor ganado?

No lo conocía. Después de la explicación me parece interesante los datos que aporta. ¿Realmente esto funciona y se utiliza? Ante tal pregunta le comento que la verdad que no es muy conocido en nuestro país, y que funcionar sí que funciona.

Sí que lo pondría en práctica en sus proyectos ya que aporta datos interesantes. Aunque siempre que se necesitara el llevar una planificación, ya que en las obras que realiza actualmente, como pueden ser viviendas, los promotores son los que dependiendo de la economía te van diciendo: “Prosigue ahora con el pavimentado hasta que consiga más dinero.”

- ¿Creéis que una buena planificación y control puede aportar beneficios?

Por supuesto, una buena planificación ayuda principalmente a las empresas, ya que sus obras saben cuándo empiezan y tienen una buena previsión para cuando acaban. Así por ejemplo, el alquiler de una grúa, con una buena planificación y un transcurso normal de la obra, sabes cuánto tiempo tiene que estar en la obra, y puedes ajustar más el presupuesto. En cambio, ahora, sabes cuando empiezas, pero no cuando terminas, ya que se necesita la inyección económica.

- ¿Qué opináis sobre los proyectos que se demoran en el tiempo, de quién es la culpa?

Es un punto complicado. Existen grandes proyectos que se dice que se terminan muy tempranos y a un precio, y después resulta que se prolonga el tiempo y aumenta considerablemente la cantidad económica.

Con una buena planificación, detallada, esto no debería ocurrir. Pero ahí ya entran las presiones políticas, de las que nadie tiene el control. Se hace por tanto, en pocas palabras, lo que se quiere.

En el apartado conclusiones obtenemos un análisis de lo mostrado anteriormente.

Caso práctico

Caso práctico

Procedemos al análisis mediante el sistema de Valor Ganado a un proyecto basado en la realización del acondicionamiento y vallado de un solar.

En principio se trata de acondicionar una parcela para la futura construcción de un almacén, y el vallado del mismo.

El acondicionamiento está basado en el desbroce del mismo, así como su desmonte para alcanzar las cotas de nivel deseadas. Una vez acondicionada la parcela, se procede a la ejecución de muros de contención y cimentación para la futura construcción de una nave en el lugar.

Tras la terminación de los muros se procederá al vallado perimetral y acondicionamiento de la parcela mediante zahorra para el uso de ésta momentáneamente como parking.

En el Anejo I adjunto documentación respecto al proyecto, situación y planos. Mientras que en el anejo II se encuentra el presupuesto y planning.

El proyecto está previsto realizarlo durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre. Teniendo en cuenta que a partir del día 20 de agosto se producen las vacaciones en la empresa constructora hasta la primera semana de septiembre, coincidiendo estas vacaciones con las fiestas locales.

El proyecto se inicia el día 20 de julio del año 2010 con los trabajos de desbroce y acondicionamiento del terreno.

Una semana antes de las vacaciones de la empresa constructora se produce un imprevisto en las obras, y es que antes de la realización de una parte de un muro de contención, se produce un desprendimiento de tierras provocado por una mala situación de la red de agua municipal, la cual pasaba por dentro del solar de la propiedad privada.

Esto sucede el día 12 de agosto, que obliga a detener la obra para arreglar la situación, momento que se aprovecha para realizar el CONTROL mediante VALOR GANADO para saber la situación en la que se encontraba la obra en dicho momento, tanto a nivel de ejecución que más o menos se preveía de un 40 % realizado de la misma, como en cuanto a nivel económico, para ver si distaba mucho el coste del presupuesto realizado.

En el anejo III podremos comprobar los cálculos realizados y que a continuación expongo.

Según el planning previsto el final del día 12 coincide con la finalización de la ejecución del muro 1, y al día siguiente se iniciaría la construcción del muro 2 ya que su cimentación también estaría terminada.

Se habrían por tanto concluido ya, según el planning, las actividades de acondicionar el terreno, excavación de zanjas, hormigón de limpieza del muro 1, su correspondiente cimentación y ejecución de la pantalla. Así como también la cimentación del muro 2 y su precedente vertido de hormigón de limpieza.

Estamos hablando por tanto de actividades planificadas, con un coste planificado. En Valor Ganado se le denomina a este valor BCWS, que no es, ni más ni menos que la programación que había prevista que se realizara hasta el momento del control. En nuestro caso se trata de la cifra de 28.012,50 €

Por otro lugar, para el cálculo de los indicadores que nos proporcionan información, además del coste previsto o programado, nos hace falta el coste actual real a día del control, y el coste presupuestado del trabajo realizado.

En cuanto al coste real actual, a día del 13 de agosto, ya que tomamos que el día 12 ha concluido, suma el importe de 38.471,55 €. Podemos ver el control de los gastos en el Anejo IV. En Valor Ganado recibe el nombre de ACWP. Este importe está formado por la suma del coste de todas las actividades realizadas hasta la fecha. En un simple vistazo vemos que nos estamos gastando más dinero de lo previsto, pero, ¿esta diferencia se verá reflejada en los resultados en cuanto a rendimiento? Más adelante

observaremos con los indicadores de Valor Ganado, que nos ofrecen las respuestas a esta y otras preguntas.

Y ahora nos falta por descubrir cuál es la cifra del Valor Ganado. Se denomina así al coste presupuestado del trabajo realizado (BCWP). Es el trabajo que se ha realizado realmente hasta el día del control pero no a su coste real, sino al coste que estaba previsto en un primer momento, en el presupuesto.

En nuestro caso se trata de la cifra de 37.904,55 €. Este es el importe del trabajo realizado hasta el día 12 de agosto al coste que estaba previsto en el presupuesto inicial.

Con estos tres puntos básicos, BCWP, BCWS y ACWP junto con la planificación del proyecto son con los que trabaja el sistema de Valor Ganado.

Podemos dar los resultados del control de la siguiente forma:

- ✓ Existe una desviación en cuanto a programación, es decir, respecto a lo programado inicialmente, nuestro proyecto difiere 9.892,05 €. La cifra es positiva, lo que indica que en cuanto a rendimiento, estaremos por delante de lo previsto inicialmente, se puede decir que iremos adelantados respecto a lo previsto.
- ✓ La desviación en cuanto a coste es de -567 €. Como vemos una cifra negativa pero no muy grande. Estaríamos hablando entonces que nuestro proyecto avanza hablando del coste en sentido negativo, es decir, gastando más de lo previsto inicialmente.
- ✓ El presupuesto estimado de finalización, es decir, el importe que costará la obra si todo sigue igual que hasta ahora, será de 154.379,27 €. Un dato a tener en cuenta ya que nos indica que existe una desviación de -2.275,27 € respecto a lo que preveíamos en un primer momento.
- ✓ Los índices de rendimiento nos indican el rendimiento en cuanto a eficiencia de costes y de programación de nuestro proyecto. Son de 0,98 en cuanto a coste y un 1,35 referente a programación. Esto significa que nos estamos gastando más

dinero de lo previsto, pero que esto se ve recompensado con un avance en programación, ya que tenemos realizado más de lo previsto inicialmente a estas alturas del proyecto.

Tras la realización del control, en la obra se produjeron las reparaciones necesarias que subsanaran la incidencia que detuvo el transcurso de la obra, y tras las vacaciones se retomaron los trabajos.

Antes de terminar la obra surgió otro imprevisto, y fue la negación del Ayuntamiento en que prosiguieran con las obras por unos problemas burocráticos. Por lo tanto se quiso acondicionar el solar con un vallado más atractivo a la vista.

A mitad del mes de octubre se finalizaron éstas produciéndose muchas modificaciones respecto a lo previsto inicialmente, debido a problemas con el ayuntamiento y el uso del terreno, realizando apenas un relleno con zahorra en una pequeña zona, en lugar de en toda la superficie como estaba previsto.

El coste final de la obra, con todas las modificaciones realizadas debido a los imprevistos y a la adaptación a ellas fue de 104.102,41 €.

Conclusiones

La realización de este PFC surge tras haber completado la realización de la asignatura “Técnicas de Organización” y las inquietudes que muestra un sistema desarrollado en este tiempo, concretamente el sistema de Valor Ganado como sistema de control en la planificación y ejecución de los proyectos.

Partiendo de la idea de definir y explicar el método de valor ganado como sistema de control de la programación, se pretende profundizar en el tema de la planificación, y especialmente en cuanto a construcción.

Para ello se expone el sistema, y una vez captada la idea, se procede a ver las diferentes maneras existentes en cuanto a planificación, parte esencial del Valor Ganado. Sin una buena planificación el método no tiene sentido, ya que los datos que nos aportará estarán lejos de la realidad, por lo tanto de poco nos servirán.

A lo largo del desarrollo del texto, nos encontramos con citas de especialistas en el sector de la planificación. Estas citas muestran el apoyo de los profesionales del sector al método de VG. Citas que distan de la realidad en el entorno en el que nos movemos en la construcción y concretamente en la zona de estudio de empresas constructoras realizada en la Vall d’Albaida, donde ninguna de las empresas, y concretamente el personal encargado de la planificación y control, conocía su funcionamiento.

¿Es por tanto el Valor Ganado una incógnita? Es la pregunta que nos realizamos después de observar que apenas es conocido. A esta pregunta cabría también preguntarse si generalmente en nuestro país existe el modo de trabajo para exigirse a uno mismo y realizar un verdadero control de ejecución de proyectos.

El caso práctico mostrado nos muestra la manera de trabajar del sistema en un proyecto que afecte a la construcción, sector a día de hoy, en el año 2010 muy afectado por la crisis económica que envuelve el país. Es por tanto momento para desarrollar e impulsar nuevos métodos en las empresas que ayuden a tomar decisiones adecuadas en cada momento, y es entonces cuando puede aparecer VG.

El sistema no nace de la nada, ya lleva un proceso de desarrollo suficiente para estar a la altura de cualquier método para controlar la ejecución de un proyecto. Y observando

su funcionamiento, sabemos que con pocos datos captados, que podemos llamar “inputs” de información, ofrece una serie de respuestas más que interesantes a la hora de comprobar el estado de un proyecto.

Cuatro podríamos decir que son los “inputs” necesarios, estamos hablando de una buena planificación, realizada con la mayor precisión posible, sabiendo que a día de hoy existen voces expertas o herramientas que facilitan el trabajo. Este junto al presupuesto, otro “input” que habitualmente disponemos de él en todos los proyectos que se realizan hoy en día. Y los otros dos son los que hay que controlar el día que queremos realizar el control, se trata del coste real, es decir, la situación con la que se encuentra actualmente el proyecto, en cuanto a costes monetarios como en cuanto a programación. Y por último está el “input” del valor ganado. Se le denomina así a la cantidad generada durante el proyecto hasta la fecha del control, se trata del trabajo realizado realmente pero al precio que estaba marcado en un principio. Todos sabemos que el precio puede variar desde la planificación hasta la ejecución. Bien pues para averiguar el valor ganado utilizamos el coste planificado en un primer momento.

Y conociendo éstos “inputs” ya podemos automatizar el sistema, ya que Valor Ganado se basa en unos indicadores y predictores, que como su nombre indica nos indican y predicen situaciones de nuestro proyecto.

Los indicadores nos muestran el estado actual, mientras que mediante los predictores podemos aventurar a averiguar qué sucederá con el proyecto si todo sigue como está transcurriendo hasta el día del control.

Por lo tanto después de realizar VG nos encontramos con información que nos permitirá tomar decisiones, atribuiremos adelantos o atrasos a actividades específicas.

Pero todo tiene sus “pros” y sus “contras”. Cuando analizamos mediante valor ganado la ejecución de un proyecto, nos encontramos en que un indicador, concretamente el de la desviación de programación, no funciona bien. SV como se denomina la desviación en programación, no ofrece una medida directa de la desviación en plazo,

no sólo porque la unidad de medida es monetaria y no de tiempo, sino porque tiene más que ver con el esfuerzo que con la duración.

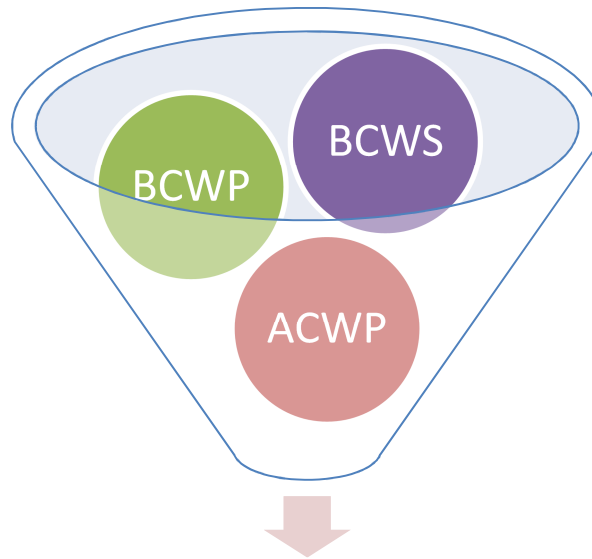
Además SV presenta un comportamiento aparentemente anómalo en los últimos estadios del proyecto. Mientras la desviación en coste sigue una tendencia creciente a lo largo del proyecto, la desviación en programación invierte esa tendencia cuando ya ha transcurrido un tiempo. Aparentemente es como si el proyecto recuperara plazo y finalmente termine en el plazo previsto.

Esto es consecuencia de la propia definición del concepto de valor ganado, magnitud que por construcción tiene que coincidir con el coste planificado del proyecto en el momento de finalización, es decir, cuando termine la ejecución del proyecto el BCWS debería de coincidir con el BAC.

Se trata por tanto de una flaqueza del sistema de Valor ganado pero es algo que se puede subsanar mediante el concepto de programación ganada.

Mediante unos simples pasos, programación ganada convierte la duda que ofrece valor ganado en algo mucho más interesante, y es que proporciona la información de la desviación de la programación, en lugar de en cifras monetarias, en cifras de programación. En pocas palabras, transforma a días/meses el desvío de programación existente.

Además se ha demostrado que programación ganada no ofrece la flaqueza que si proporciona valor ganado, por lo tanto, no queda más que aplicarlo en el lugar y de la forma que se exige para que los resultados no presenten duda alguna.



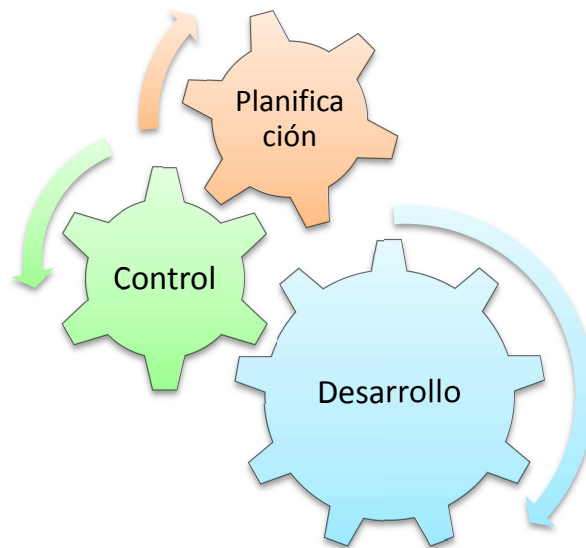
Análisis de Valor Ganado

- Indicadores
- Predictores

En la figura anterior se muestra el funcionamiento de Valor ganado. Los datos o “inputs” existentes el día del control, se expresan para proporcionar la información que pretendemos obtener, en cuanto a rendimientos y desviaciones.

Todo esto es lo que se le mostró a las empresas participantes en las encuestas sobre planificación y control de la programación de los proyectos.

En un primer lugar, mostraron su manera habitual de trabajar, coincidiendo la mayoría de ellos en que se presentan con una estructura jerárquica desde los técnicos a los encargados en obra, donde todos están informados sobre el proyecto, y todos ellos aportan su grano de arena en cuanto a planificación y control. Siempre cada uno en su rango, pero a la hora de funcionar se trata de funcionar como un engranaje, esa es la base para que todo funcione a la perfección y sin fisuras.



Sin lugar a dudas todas coinciden en reuniones entre los diferentes puestos de trabajo, cada empresa con una frecuencia, teniendo en cuenta la diferencia entre el volumen de ejecución de las empresas.

En un principio, en cuanto a planificación, las empresas no están acostumbradas a seguir un protocolo fijo, sino que se adaptan a los proyectos. Sobre todo cuando diferenciamos proyectos de obra pública o proyectos en el sector privado.

En la obra pública se realizan los plannings obligatorios, pero teniendo en cuenta que lo que importa realmente es llegar a la fecha fin o prevista para la finalización sin ningún tipo de problema, ya que es clave.

En el sector privado, al otorgar más libertad, pues así actúan también las empresas, siempre adaptándose a la situación del proyecto.

La línea base es de un estudio previo al comienzo de las obras donde se analizaría todo el proceso, y donde se distribuyen los trabajos y funciones, y después constantes reuniones periódicas para intercambiar información, para que todos y cada uno de los componentes del equipo de ejecución estuviera al corriente de todo lo que sucede, en cuanto a ejecución y coste.

Interesante propuesta la que estaba poniendo en práctica una de las empresas, la cual estaba desarrollando su propio software para chequear diariamente diversas tareas a pie de obra. Este chequeo lo realiza el personal encargado en la obra, y se le transmitiría al técnico correspondiente automáticamente. En un principio iba a aplicarse a chequeos de seguridad, pero si funcionaba bien pensaban aplicarlo al resto de departamentos, y entre ellos, el de programación y control.

Las decisiones y resultados que se obtienen en las reuniones entre miembros del equipo encargado del control y planificación son tomados en cuenta cada uno en su disciplina, y se encarga de ordenar los correspondientes cambios si son necesarios.

En cuanto a Valor Ganado, se puede obtener una clara reflexión, y es que el sistema no era conocido por ninguno de ellos, aunque los datos proporcionados se acercan a los sistemas utilizados por ellos. Por tanto aparentemente una valoración positiva del sistema después de conocer los datos que aporta.

En cambio el problema surge a la hora de la aplicación. El entorno actual en el que nos estamos moviendo, frenado por la crisis económica, obliga a las empresas a cuidar el más mínimo detalle, y ven que en un principio la aplicación de VG necesita de dedicación para controlar todos los “inputs” necesarios en el momento del control. Y esta dedicación se traduce en mano de obra, algo que se está intentando reducir al máximo en las empresas.

La información proporcionada por Valor ganado es de sumo valor para toda empresa que desee llevar un buen control, por lo que nadie renuncia a su utilización en un futuro.

Las empresas presentan dudas a la hora de obtener los “inputs” de información sobre todo si se está realizando un gran proyecto y el control se realiza en mitad de un proceso o tarea. Se presenta la dificultad de averiguar el coste de una parte determinada de la tarea. Esto en cambio, lo ven positivo si se aplica cuando se ha terminado completamente una fase y se va a proceder con la siguiente, ya que con la fase terminada, ya se tienen los datos más fácilmente.

En definitiva Valor Ganado se presenta todavía como un sistema de futuro en la incorporación a la construcción., pese a tener claro que una buena planificación y control es la base para la obtención de beneficios, y todo esto Valor Ganado te lo ofrece.

Existen proyectos hoy en día que se demoran en el tiempo, mucho más de lo previsto.

En obra pública esto sucede principalmente por problemas con la administración pública. Los trámites a realizar con ésta son sumamente lentos y esto proporciona un desfase en los proyectos importantes.

A la hora de afrontar un nuevo proyecto, sobre todo en obra pública hay que tener en cuenta que se les presentan a las empresas muchas exigencias, que hay que afrontar con métodos ágiles y eficaces. Se debe tener un control exhaustivo de la planificación, para que la ejecución se produzca sin problemas y sin incertidumbres que puedan provocar sobrecostes o retrasos.

Valor Ganado puede ayudar en ese momento con sus indicadores y sobre todo con los predictores, saber, si continúa el trabajo realizándose de la manera que se está haciendo hasta el momento del control, que desfase presentará al final, y por lo tanto que es lo que se puede corregir antes que sea demasiado tarde.

Anejo I

Localización proyecto y planos

ANEJO I. LOCALIZACIÓN PROYECTO Y PLANOS



(0,00)

(-0,99)

(-1,172)

12

C/ SOL

9

8

(1'477)

(0,00)

DESCRIPCIÓN GRÀFICA

ING. TEC. AGRICOLA

PROPIETARIO

JOSE RAMON MOLLA CANET

VITIVINICOLA POBLA DEL DUC

DESCRIPCIÓN Planimetria con niveles de parcela

e=1/250

SITUACIÓN Parcelas 59, 60 reparcelación

1

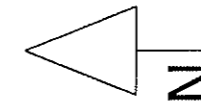
(-3,02)

(-1'832)

13

(-3,07)

(1'90)



Área = 3621 m2

RONDA

2

(-3,47)

(-2'792)

10

(-2,955)

(1'720)

11

(-3,24)

(-2'068)

(-3,35)

(-2'772)

3

5(-3,23)

(-2'06)



6

(-3,07)

(-1'898)

C/ CARLES CANUT

(-1'58)

7

(-2,755)

4

(-2,78)

(-1'608)

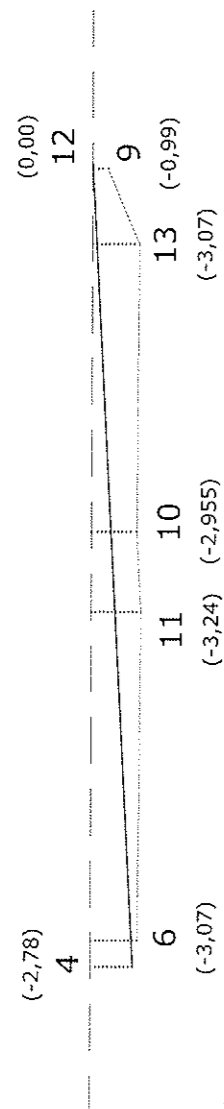
Desniveles en el terreno en secciones A-A', B-B' y C-C'

PROPIETARIO: Vitivinicola Pobla del Duc

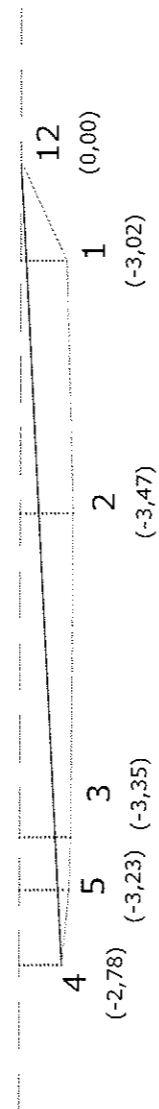
ING. TÉC. AGRÍCOLA: José Ramón Mollà Canet

SITUACIÓN: Parcelas 59, 60 reparcelación (La Pobla del Duc)

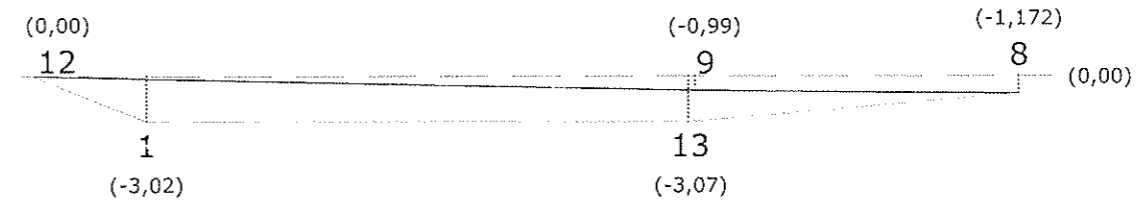
e = 1/500



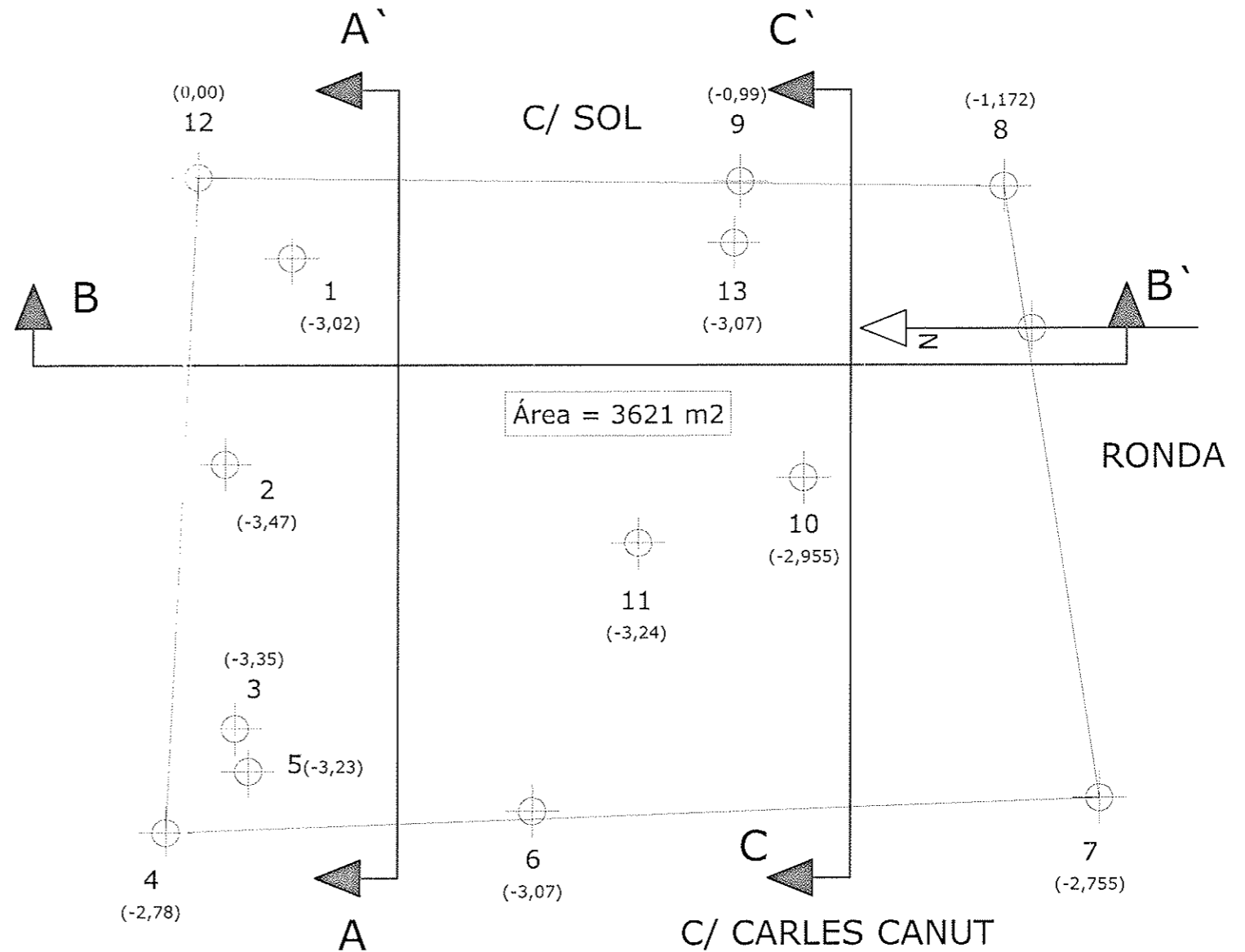
Sección C-C'



Sección A-A'



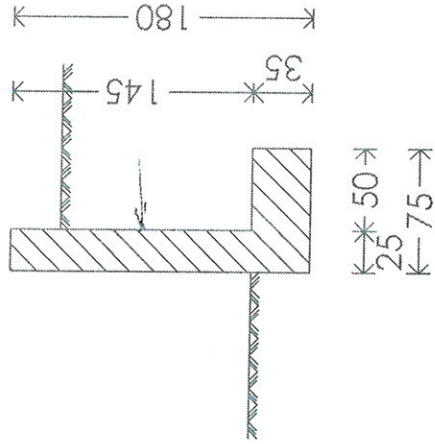
Sección B-B'



Planta

A-A'

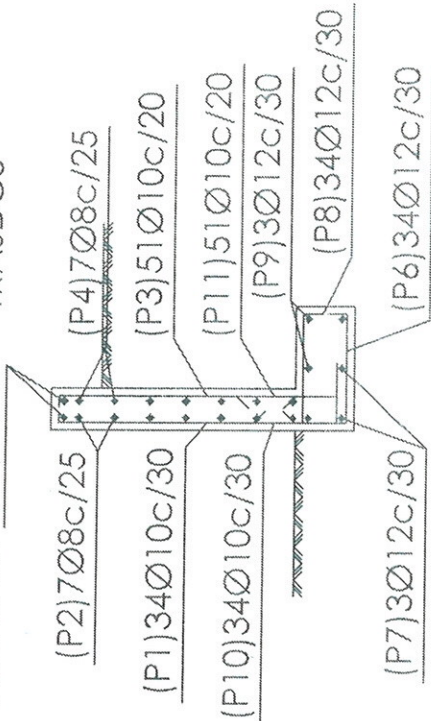
Geometría



Muro		FORMA		LONGITUD		LONGITUD		FORMA		LONGITUD		FORMA		LONGITUD	
POSICIÓN	Ø mm	NUM. PIEZAS	LONGITUD	m	FORMA	LONGITUD	m	FORMA	LONGITUD	m	FORMA	LONGITUD	m	FORMA	LONGITUD
1	10	34	1.55	52.53	140	52.53	0.62	32.89	140	52.53	0.62	32.89	140	52.53	0.62
2	8	7	9.86	69.02	986	69.02	0.35	27.24	986	69.02	0.35	27.24	986	69.02	0.35
3	10	51	1.55	78.60	140	78.60	0.62	48.58	140	78.60	0.62	48.58	140	78.60	0.62
4	8	7	9.86	69.02	986	69.02	0.35	27.24	986	69.02	0.35	27.24	986	69.02	0.35
5	12	2	9.86	19.72	986	19.72	0.35	17.51	986	19.72	0.35	17.51	986	19.72	0.35
6	12	34	0.91	30.67	60	30.67	0.35	27.41	60	30.67	0.35	27.41	60	30.67	0.35
7	12	3	9.86	29.58	986	29.58	0.35	26.26	986	29.58	0.35	26.26	986	29.58	0.35
8	12	34	0.86	29.17	60	29.17	0.35	25.90	60	29.17	0.35	25.90	60	29.17	0.35
9	12	3	9.86	29.58	986	29.58	0.35	26.26	986	29.58	0.35	26.26	986	29.58	0.35
10	10	34	0.82	27.91	52	27.91	0.62	17.21	52	27.91	0.62	17.21	52	27.91	0.62
11	10	51	0.92	46.97	62	46.97	0.62	28.96	62	46.97	0.62	28.96	62	46.97	0.62
B 500 S. CN												Peso total		304.96	
												Peso total con mallas (10.00%)		335.46	

Muro Armadura

INTRADÓS (P5)2Ø12 TRASDÓS



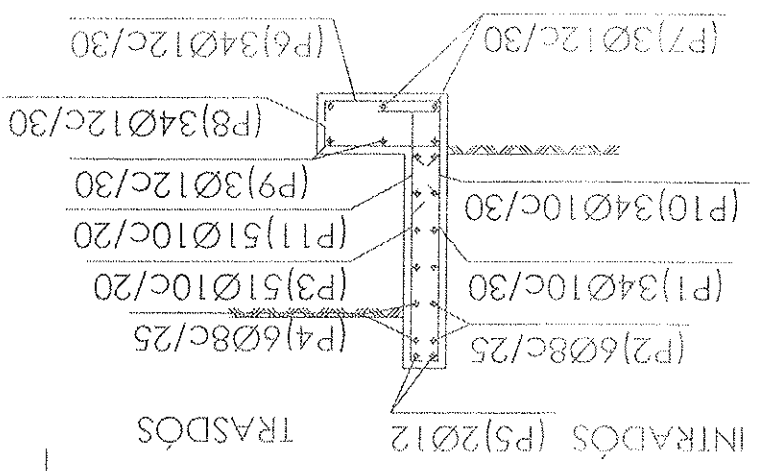
NOMBRE ESCALA

A-A'
1:50m

7:0m

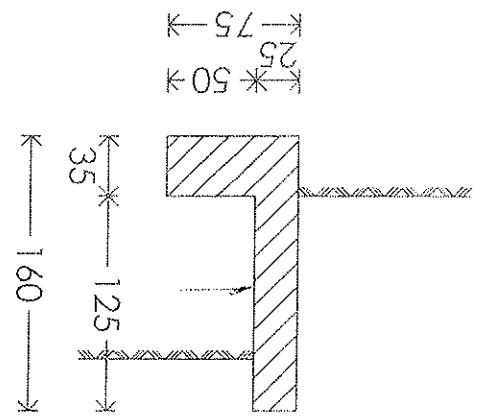
NOMBRE ESCALA
A-A

No 2



TRASDÓS

Muro Armado



Geometria

POSICION	Ø mm	NUM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO TOTAL
1	10	34	1.35	120	45.75	0.62	28.19
2	8	6	9.86	986	59.16	0.39	23.05
3	10	51	1.35	120	68.50	0.62	42.29
4	8	6	9.86	986	57.16	0.37	23.35
5	12	2	9.86	986	19.72	0.59	17.51
6	12	34	0.91	80	30.87	0.89	27.41
7	12	3	9.86	986	29.58	0.69	20.26
8	12	24	0.86	60	20.17	0.59	20.20
9	12	3	9.86	986	29.58	0.89	26.26
10	10	34	0.62	52	27.91	0.62	17.21
11	10	51	0.92	62	46.97	0.62	28.96
				FORMA	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO TOTAL
				L=cm			
				MURO			

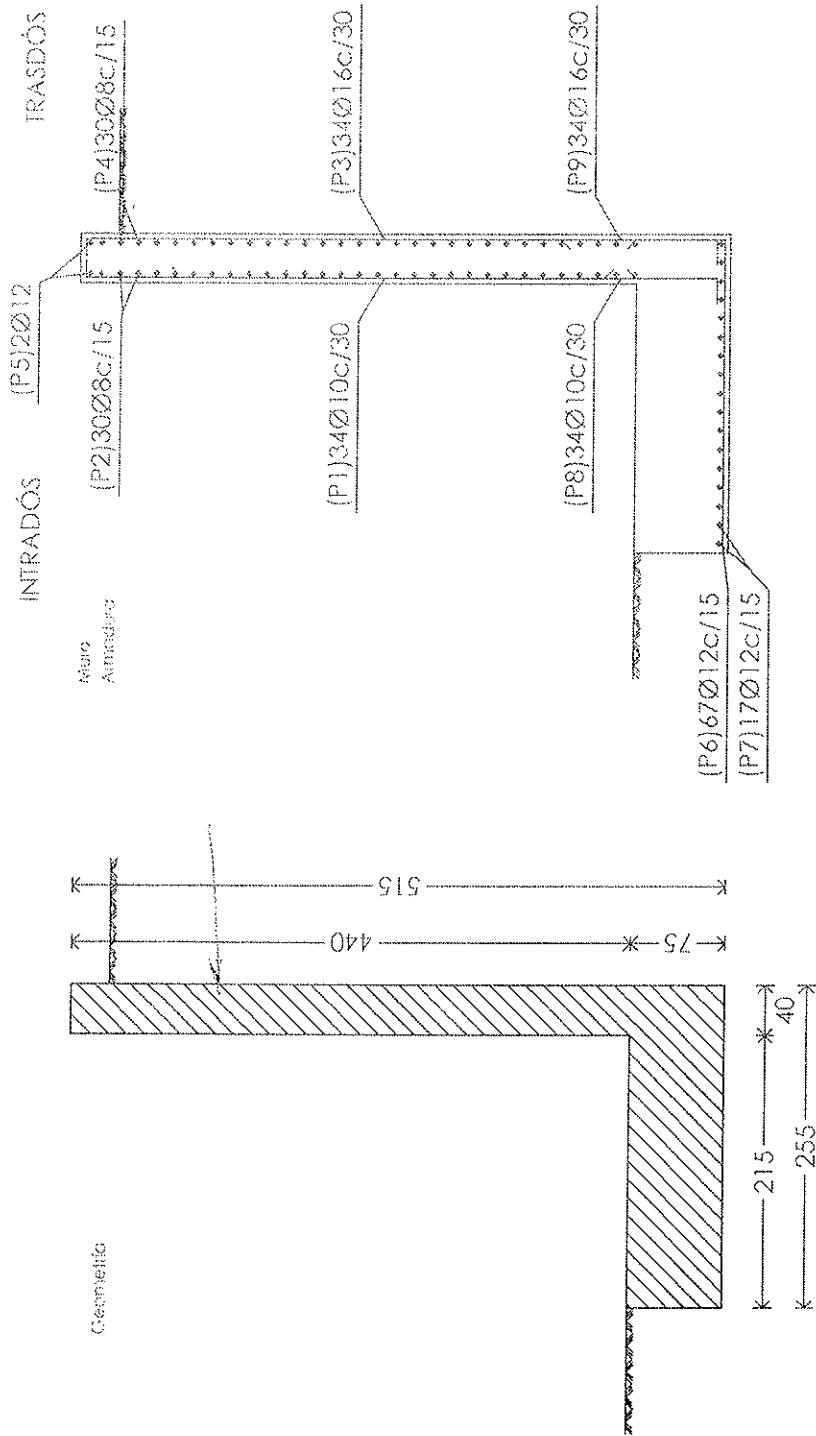
8.580 c.c.m

Peso total con muros 1:0.00 315.36

Peso total 286.69

A-A

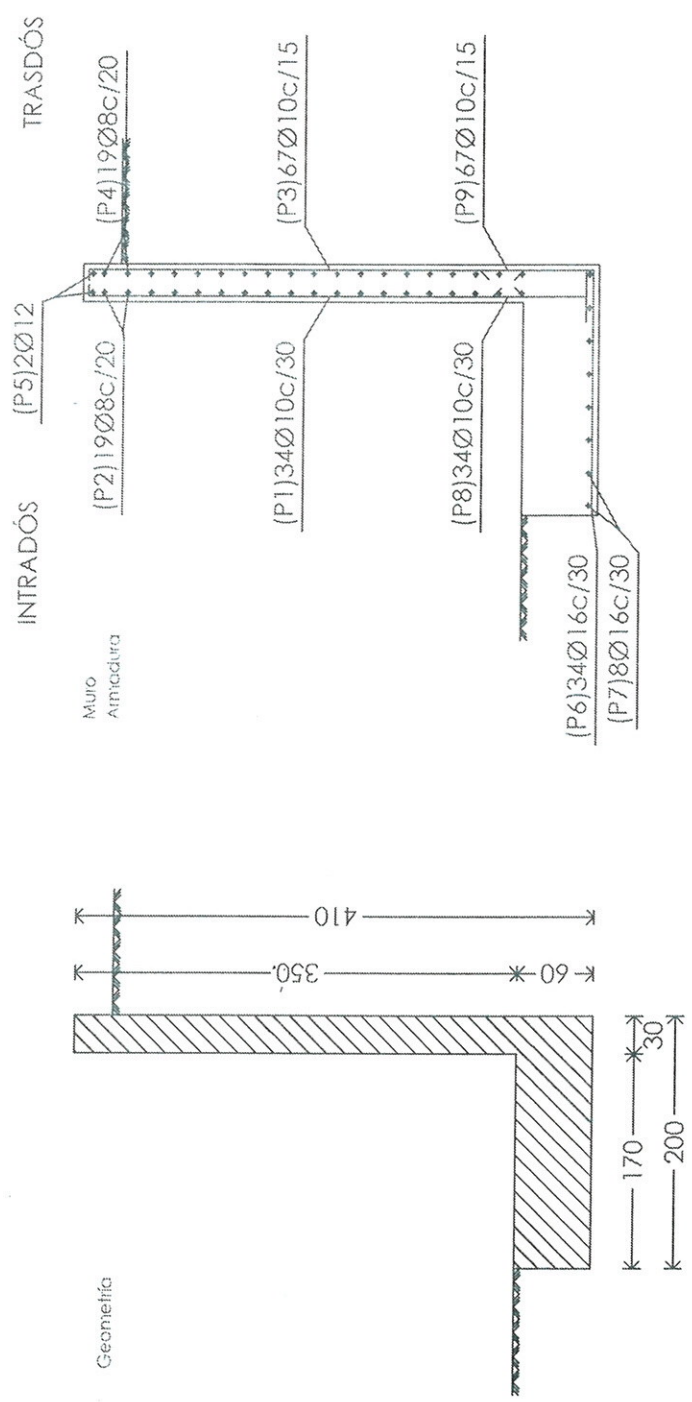
2



Barra	Diámetro	Longitud	Cantidad	Volumen	Superficie	Observaciones
(P1)	34	10	30	0.0034	0.0034	
(P2)	30	8	15	0.0027	0.0027	
(P3)	34	16	30	0.0034	0.0034	
(P4)	30	8	15	0.0027	0.0027	
(P5)	2	12	2	0.0001	0.0001	
(P6)	67	12	15	0.0067	0.0067	
(P7)	17	12	15	0.0017	0.0017	
(P8)	34	10	30	0.0034	0.0034	
(P9)	34	16	30	0.0034	0.0034	
Total				0.0131	0.0131	

Nº 1 E-E' L = 28 m.

N.º CÁMERA ESTABA

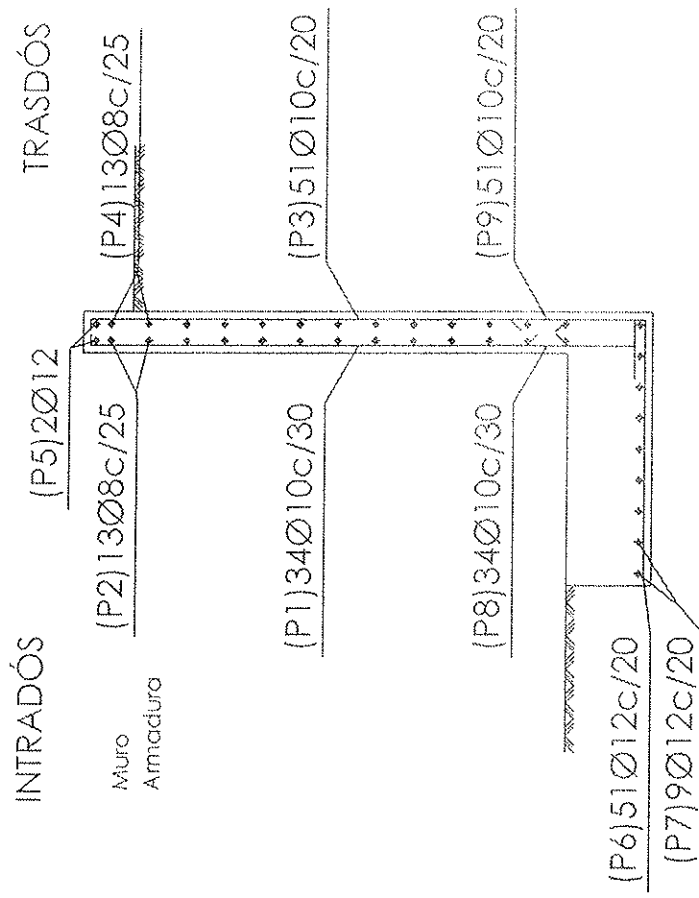
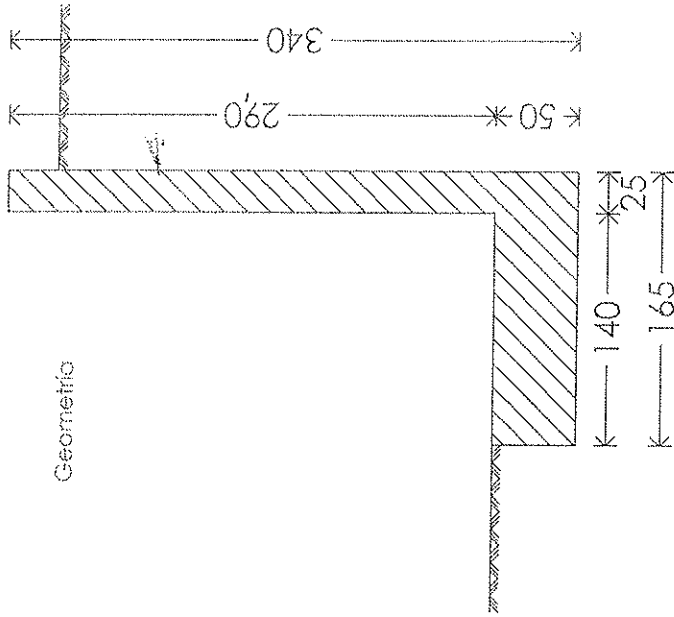


POSICIÓN	LONGITUD	SECCIONES	LONGITUD	SECCIONES	LONGITUD	SECCIONES
1	1.54	3.40	3.40	0.50	74.41	0.50
2	1.19	0.98	0.98	0.05	23.92	0.05
3	0.47	0.65	0.65	0.44	30.27	0.44
4	0.70	0.80	0.80	0.34	73.05	0.34
5	1.21	0.88	0.88	0.82	17.51	0.82
6	0.34	2.01	2.01	1.59	107.97	1.59
7	1.16	9.54	9.54	1.58	134.50	1.58
8	0.14	1.04	1.04	0.42	22.38	0.42
9	0.57	1.14	1.14	0.62	46.54	0.62
				0.9	371.68	0.9
				0.10	492.21	0.62
				0.10	19.72	0.69
				0.14	47.28	1.59
				Paredes: 10.71		4.95
				Paredes: 10.71		4.95
				Paredes: 10.71		4.95

N° 2 NOMBRE E-E'
 ESCALA 2=12m

1.1.1.1.

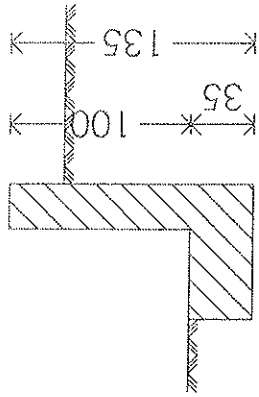
Geometría



POSICIÓN	LONGITUD	ANCHO	ÁREA	PERÍMETRO	PERÍMETRO	PERÍMETRO	PERÍMETRO	PERÍMETRO	PERÍMETRO
1	10.34	3.00	31.02	26.68	26.68	26.68	26.68	26.68	26.68
2	8.12	9.86	80.18	25.94	25.94	25.94	25.94	25.94	25.94
3	10.51	3.00	31.53	26.74	26.74	26.74	26.74	26.74	26.74
4	8.12	9.86	80.18	25.94	25.94	25.94	25.94	25.94	25.94
5	12.2	9.86	120.29	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04
6	12.51	1.65	20.64	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16
7	12.2	9.86	120.29	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04
8	10.34	0.97	10.03	8.74	8.74	8.74	8.74	8.74	8.74
9	10.51	1.07	11.24	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74
TOTAL			503.25	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33
TOTAL			210.33	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33
TOTAL			210.33	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33	210.33

Nº 3 NOMBRE E-F' L=8m

Geometría



← 50 * 25 →
← 75 →

INTRADÓS

(P5) 2Ø12

Muro

Armadura (P2) 5Ø8c/25

(P1) 34Ø10c/30

(P8) 34Ø10c/30

(P7) 3Ø12c/30

TRASDÓS

(P4) 5Ø8c/25

(P3) 51Ø10c/20

(P9) 51Ø10c/20

(P6) 34Ø12c/30

MURO

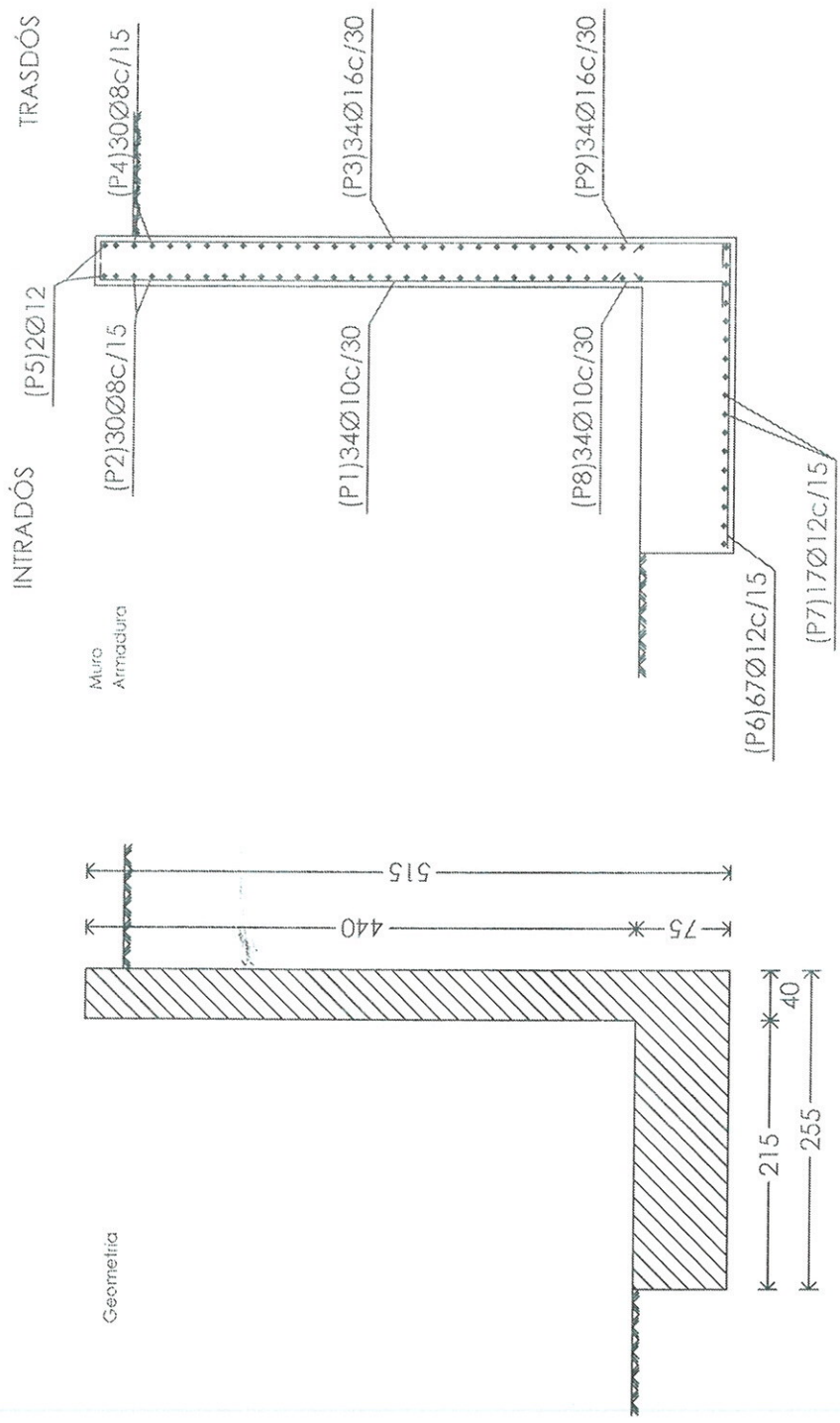
POSICION	Ø mm	NUM. PIEZAS	LONGITUD	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL	PESO Kg/m	PESO TOTAL	Ø	PESO TOTAL		
1	10	34	1.10	95	37.23	0.62	22.95	Ø8	38.56		
2	8	5	9.86	986	49.30	0.39	19.45	Ø10	38.50		
3	10	51	1.10	95	55.85	0.62	34.43	Ø12	69.67		
4	8	5	9.86	986	49.30	0.39	19.45				
5	12	2	9.86	986	19.72	0.89	17.51				
6	12	34	0.86	60	29.17	0.69	20.00				
7	12	5	9.86	986	29.55	0.89	26.20				
8	10	34	0.82	52	27.91	0.62	17.21				
9	10	51	0.92	62	46.67	0.62	28.96				
									Peso total	212.12	
										Peso total con mallas (10.00%)	233.53

B 500 S. CN

Nº 5 NOMBRE EN C.A.A.

E-E'

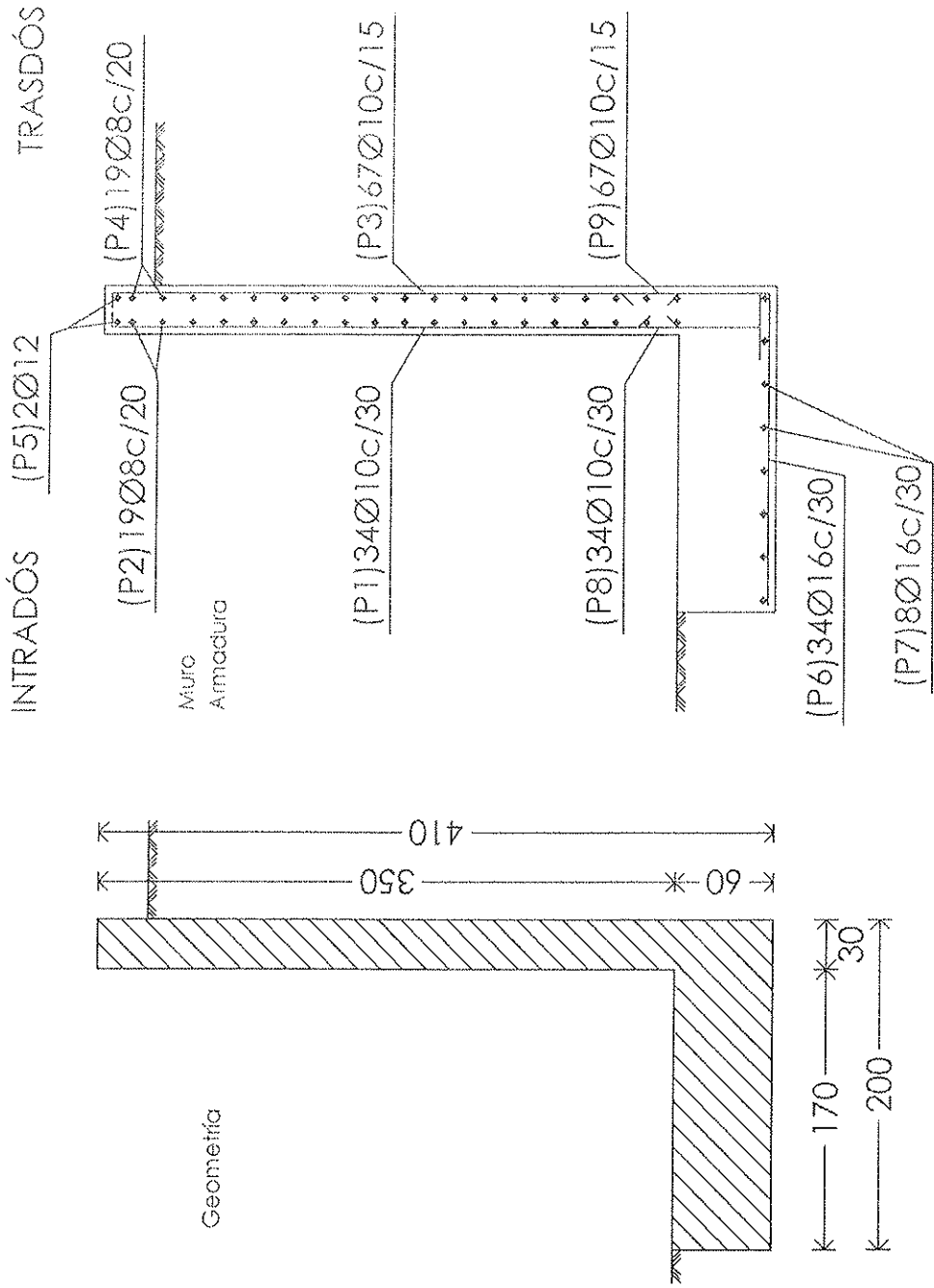
L = 12 m



POSICION		ORM.	CONCRETO	ARM.	FORMA	ARM.	FORMA	ARM.	FORMA	ARM.	FORMA	ARM.	FORMA	ARM.	FORMA	ARM.
1	10.24	4.65	157.97	0.67	8	4.05	157.97	0.67	8	4.05	157.97	0.67	8	4.05	157.97	0.67
2	9.30	9.65	291.85	0.34	21	7.56	291.85	0.34	21	7.56	291.85	0.34	21	7.56	291.85	0.34
3	9.34	4.65	157.46	1.04	15	4.24	157.46	1.04	15	4.24	157.46	1.04	15	4.24	157.46	1.04
4	6.100	9.65	295.82	0.37	15	7.24	295.82	0.37	15	7.24	295.82	0.37	15	7.24	295.82	0.37
5	10.2	9.65	291.85	0.37	15	7.24	291.85	0.37	15	7.24	291.85	0.37	15	7.24	291.85	0.37
6	10.67	9.65	291.12	0.67	15	4.24	291.12	0.67	15	4.24	291.12	0.67	15	4.24	291.12	0.67
7	10.17	9.65	297.42	0.67	15	4.24	297.42	0.67	15	4.24	297.42	0.67	15	4.24	297.42	0.67
8	10.151	1.02	41.51	0.67	8	4.05	41.51	0.67	8	4.05	41.51	0.67	8	4.05	41.51	0.67
9	10.154	1.67	55.31	1.04	8	4.05	55.31	1.04	8	4.05	55.31	1.04	8	4.05	55.31	1.04
TOTAL			192.44	0.67	8	4.05	192.44	0.67	8	4.05	192.44	0.67	8	4.05	192.44	0.67
TOTAL			388.46	0.87	12	5.66	388.46	0.87	12	5.66	388.46	0.87	12	5.66	388.46	0.87
TOTAL			210.63	1.89	16	6.34	210.63	1.89	16	6.34	210.63	1.89	16	6.34	210.63	1.89
TOTAL			1567.98				1567.98				1567.98				1567.98	
TOTAL			1104.13				1104.13				1104.13				1104.13	

Nº 1 NOMBRE ESTADIA

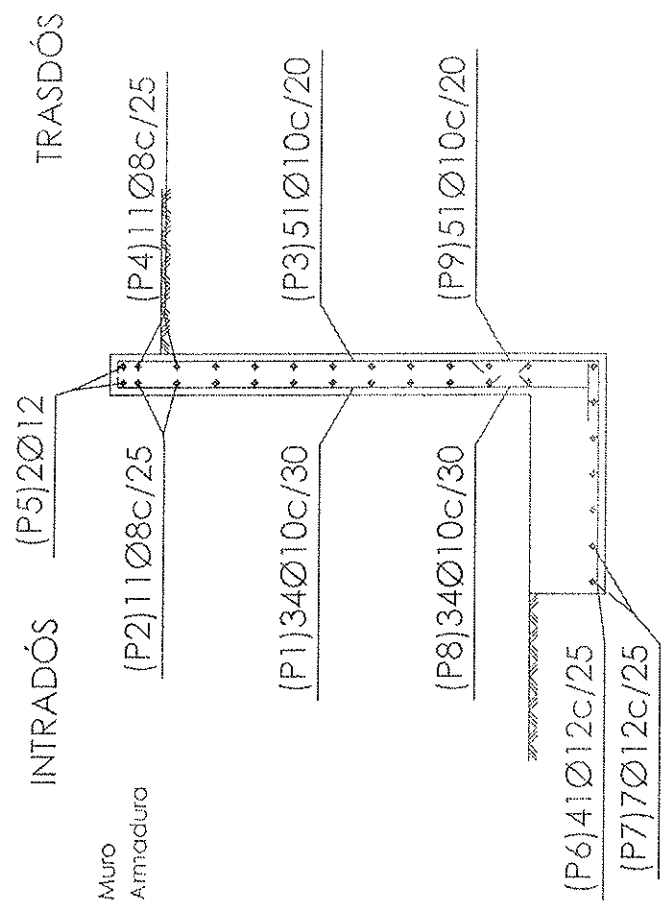
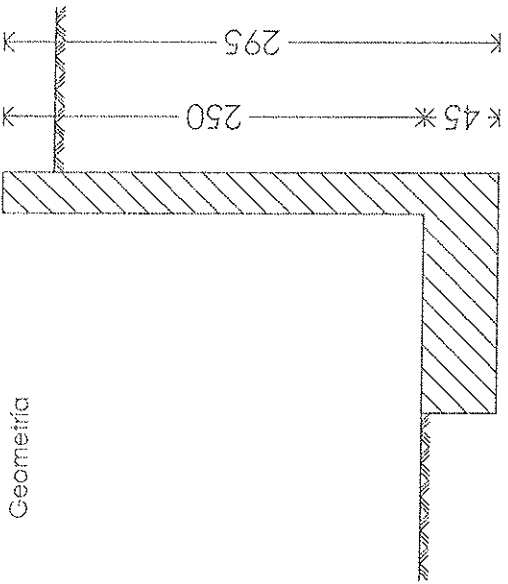
L=10'50



POSICION	Ø mm	NDA. PIEZAS	LONGITUD	MURO	FECHA	LONGITUD	FECHA	LONGITUD	FECHA
1	10	24	3.65	0	04/08	1.25.05	0.67	16.47	08/08
2	8	19	5.66	0	02/08	67.34	0.39	19.73	08/08
3	10	67	3.65	0	04/08	244.22	0.67	16.52	08/08
4	6	19	5.66	0	02/08	167.54	0.39	19.83	08/08
5	12	2	9.86	0	02/08	19.72	0.89	17.51	08/08
6	16	34	2.91	0	02/08	16.4	1.60	10.77	08/08
7	16	8	9.86	0	02/08	78.88	1.60	12.4.50	08/08
8	10	34	1.06	0	02/08	36.14	0.67	22.28	08/08
9	10	67	1.16	0	02/08	77.92	0.67	48.04	08/08
						20	374.68	0.39	147.54
						0.10	482.01	0.67	221.20
						0.11	19.72	0.39	17.51
						0.11	47.29	0.89	13.47
						Peso total en metros 0.0059		69.14	724.65
						Peso total en metros 0.0059		69.14	724.65

Nº 2 NOMBRE ESCALA I

L: 11



FORMA LEGUA		CONCRETO		ACERO	
Nº	LONGITUD	FORMA LEGUA	ACERO	FORMA LEGUA	ACERO
1	110	245	36,27	3 AL	54,47
2	8	346	132,46	3 AL	42,88
3	0	205	17,71	3 AL	17,57
4	8	596	107,46	3 AL	47,87
5	2	986	17,71	3 AL	17,57
6	12	170	14,6	3 AL	14,28
7	17	596	28,32	3 AL	47,87
8	10	40	37,5	3 AL	19,31
9	10	77	30,07	3 AL	32,74
		28	71,99	3 AL	33,46
		Ø12	265,96	Ø12	187,81
		Ø12	148,33	Ø12	131,77
		Peso total		404,73	
		Peso total con metanos (10,00%)		445,20	

B 500 % CN

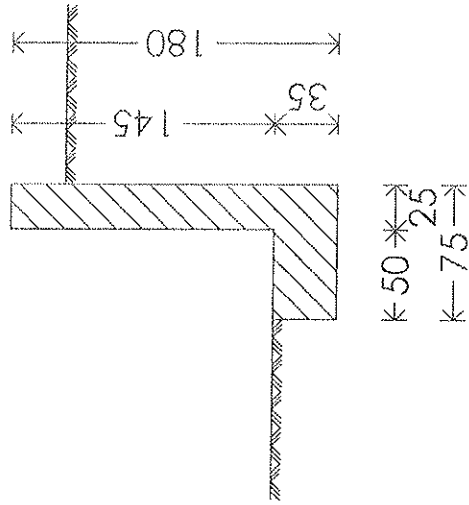
Nº

3

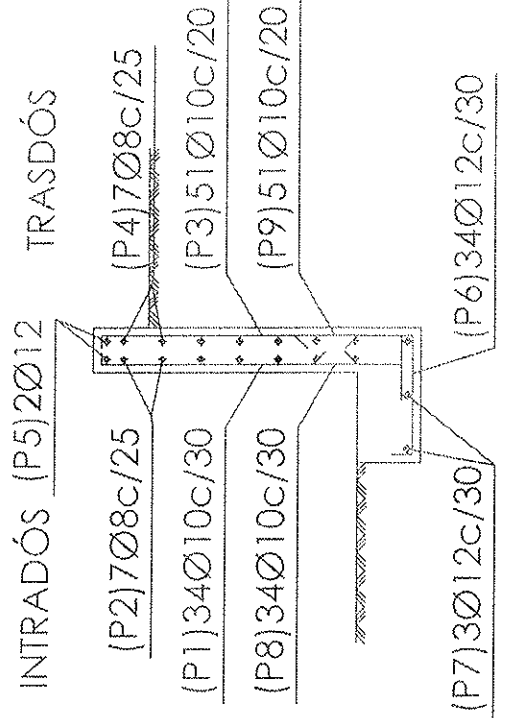
NOMBRE

I L = 28'50

Geometría



Muro Armadura



Muro

POSICIÓN	Ø (mm)	NUM. PIEZAS	LONGITUD	FORMA	LONGITUD	SECC.	Ø (mm)
1	10	34	1.55	140	52.55	0.62	12.30
2	Ø	7	9.86	986	69.02	0.59	27.20
3	10	51	1.55	140	78.50	0.62	48.58
4	Ø	7	9.86	986	69.02	0.59	27.20
5	12	7	9.26	926	19.70	0.65	17.50
6	12	34	0.86	60	29.17	0.89	35.90
7	12	3	9.86	986	19.58	0.69	26.04
8	10	34	5.00	50	27.51	0.61	7.00
9	10	51	0.92	62	46.97	0.62	38.50
						Peso total	251.29
						Peso total con mermas (10.00%)	226.42

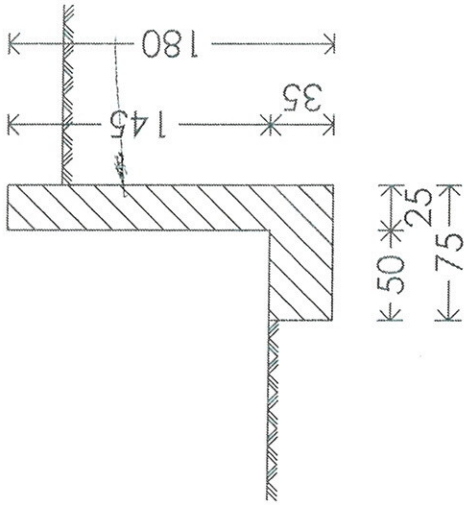
8.500 S. CN

Nº 4 NOMBRE

F L=0

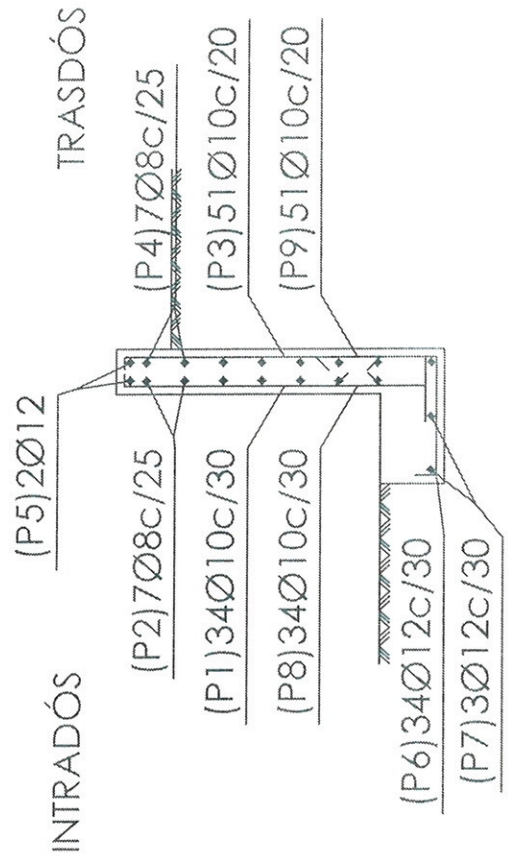


Geometría



Muro		FORMA	LONGITUD	NUM. PIEZAS	Ø mm	LONGITUD	LONGITUD TOTAL	PESO	PESO
		L=cm	m			m	m	kg/m	Kg
1	10	140	1.55	34	10	1.55	52.53	0.62	31.39
2	8	986	9.86	7	8	9.86	69.02	0.39	27.24
3	10	140	1.55	51	10	1.55	78.80	0.62	43.58
4	8	986	9.86	7	8	9.86	69.02	0.39	27.24
5	12	986	9.86	2	12	9.86	19.72	0.89	17.51
6	12	60	0.86	34	12	0.86	29.17	0.89	25.90
7	12	986	9.86	3	12	9.86	29.58	0.89	26.26
8	10	52	0.82	34	10	0.82	27.91	0.62	17.21
9	10	62	0.92	51	10	0.92	46.97	0.62	28.96
B-500 S. CN							Peso total	251.29	
							Peso total con mermas (10.00%)	225.42	

Muro Armadura



MURALLE

Nº NOMBRE ESCALA



L = 27m

Anejo II

Presupuesto

ANEJO II. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO VALLADO DE SOLAR COOPERATIVA VITIVINÍCOLA DE LA POBLA DEL DUC

- m³ Acondicionamiento y desmonte de terreno, realizando las tareas pertinentes mediante máquina o a mano para adecuar el terreno al nivel correspondiente para la ejecución de los trabajos.
 - 1.500 m³ a 3,50 €/m³ 5.250 €

- m³ Excavación en zanjas, dejando la tierra si fuera necesario en el solar para posterior relleno, incluyendo la ayuda de operarios para marcar y limpiar las zanjas de tierra.
 - 240 m³ a 8 €/m³ 1.920 €

- m² Hormigón de limpieza de 10 cm de espesor en zapatas.
 - Muro 1: 101 m² a 7,5 €/m³ 757,5 €
 - Muro 2: 84 m² a 7,5 €/m³ 630 €
 - Muro 3: 117 m² a 7,5 €/m³ 877,5 €
 - Muro 4: 80 m² a 7,5 €/m³ 600 €
 - SUBTOTAL 2.865 €

- m³ Hormigón HA25/IIA en cimentación, incluyendo el armado mediante acero B500S con una cuantía aproximadamente de 35kg/m³. Incluyendo gastos de m.o para vertido, vibrado y curado.
 - Muro 1: 52 m³ a 97 €/m³ 5.044 €
 - Muro 2: 43 m³ a 97 €/m³ 4.171 €
 - Muro 3: 60 m³ a 97 €/m³ 5.820 €
 - Muro 4: 41 m³ a 97 €/m³ 3.977 €

- SUBTOTAL 19.012 €
- m³ Hormigón HA25/IIA en muros, con un espesor de 30 cm. incluyendo encofrado, llenado, vibrado, desencofrado y curado. Con una cuantía aproximadamente de 38 kg/m³. Realizado el encofrado a 1 cara.
 - Muro 1: 80 m³ a 128 €/m³ 10.240 €
 - Muro 2: 66 m³ a 128 €/m³ 8.448 €
 - SUBTOTAL 18.688 €
- m³ Hormigón HA25/IIA en muros, con un espesor de 30 cm. incluyendo encofrado, llenado, vibrado, desencofrado y curado. Con una cuantía aproximadamente de 38 kg/m³. Realizando el encofrado a 2 caras.
 - Muro 3: 86 m³ a 111 €/m³ 9.546 €
 - Muro 4: 59 m³ a 111 €/m³ 6.549 €
 - SUBTOTAL 16.095 €
- m² Bloque de hormigón de 40 x 20 cm. a una altura de 3,5 m y rematado con un zuncho superior con pilares de bloques rellenos de hierro y hormigón cada 5 m.
 - 400 ud. x 27 €/m² 10.800 €
- m³ Relleno de tierras y zahorra incluyendo extendido de capas, regado y compactado.
 - 3.780 m³ x 7,5 €/m³ 28.350 €
- m² Solera de hormigón de 15 cm de espesor, incluso mallazo de 15x15x5 cm., incluso extendido, vibrado y curado.
 - 2.400 m² x 16 € m² 38.400 €

- ml. Valla metálica plegable
 - 227 x 12 €2.724 €
- Ud. Puerta metálica, incluso colocación de la misma.
 - 2 x 4.000 €8.000 €

Resumen:

I.	Acondicionamiento y desmonte	5.250 €
II.	Excavación de zanjas	1.920 €
III.	Hormigón de limpieza	2.865 €
IV.	Cimentación	19.012 €
V.	Muros a 1 cara.....	18.688 €
VI.	Muros a 2 caras.....	16.095 €
VII.	Bloque hormigón	10.800 €
VIII.	Relleno y compactado	28.350 €
IX.	Solera hormigón	38.400 €
X.	Valla metálica.....	2.724 €
XI.	Puertas metálicas.....	8.000 €
	a. TOTAL.....	152.104 €

Informe GanttProject

Proyecto : Vallado de solar

Inicio : 20/07/10

Fin : 15/10/10

Organización : Grupo Deconsa

Página web : www.grupodeconsa.com

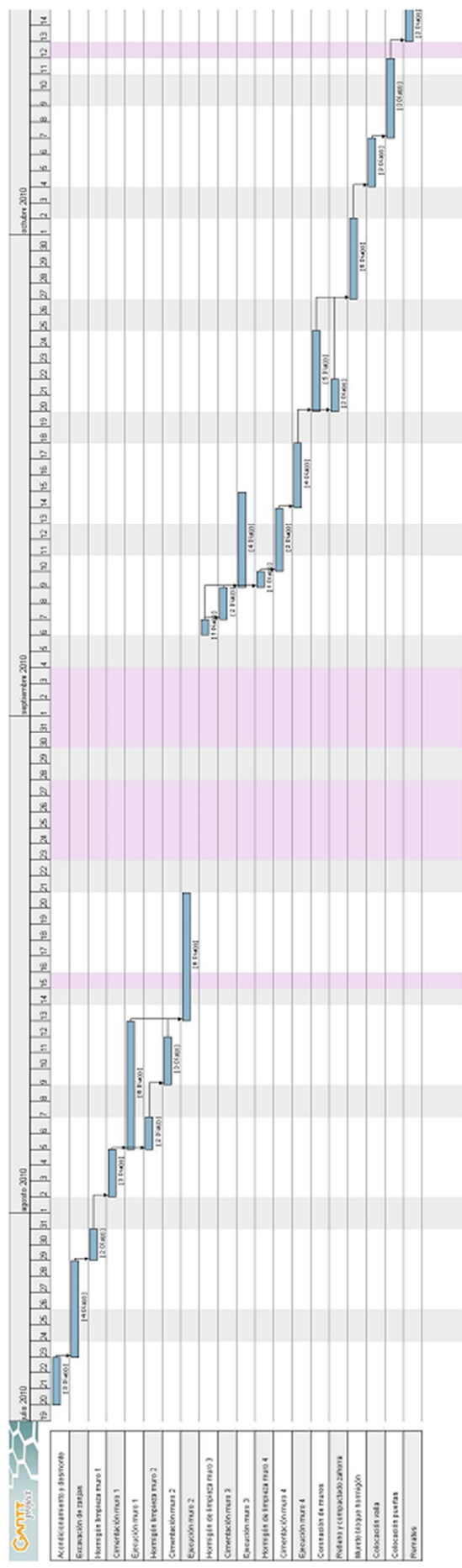
Descripción :

Se procede al acondicionamiento y vallado de solar.

Lista de tareas

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
Acondicionamiento y desmonte	20/07/10	23/07/10
Excavación de zanjas	23/07/10	29/07/10
Hormigón limpieza muro 1	29/07/10	2/08/10
Cimentación muro 1	2/08/10	5/08/10
Ejecución muro 1	5/08/10	13/08/10
Hormigón limpieza muro 2	5/08/10	7/08/10
Cimentación muro 2	9/08/10	12/08/10
Ejecución muro 2	13/08/10	21/08/10
Hormigón de limpieza muro 3	6/09/10	7/09/10
Cimentación muro 3	7/09/10	9/09/10
Ejecución muro 3	9/09/10	15/09/10
Hormigón de limpieza muro 4	9/09/10	10/09/10
Cimentación muro 4	10/09/10	14/09/10
Ejecución muro 4	14/09/10	18/09/10
Coronación de muros	20/09/10	25/09/10
Relleno y compactado zahorra	20/09/10	22/09/10
Murete bloque hormigón	27/09/10	2/10/10
Colocación valla	4/10/10	7/10/10
Colocación puertas	7/10/10	12/10/10
Remates	13/10/10	15/10/10

Diagrama de Gantt

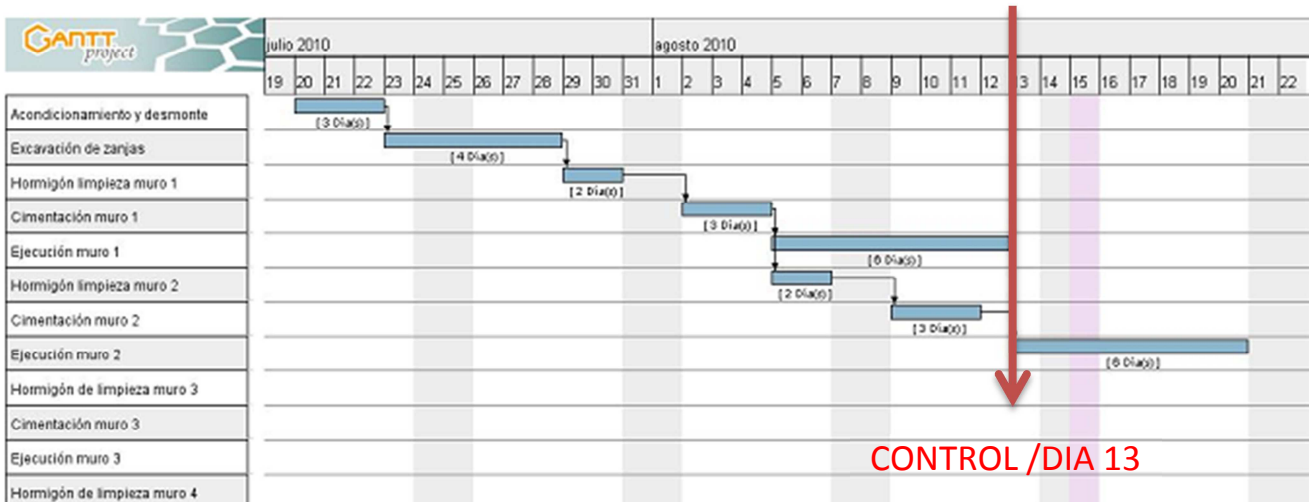


Anejo III

Cálculo Valor Ganado

ANEJO III. Cálculo VG

El primer paso es tomar del planning la situación que estaba prevista del proyecto a las alturas del control.



En la imagen vemos las actividades que deberían de haber estado realizadas según la previsión a día del control, son todas las que quedan a la izquierda de dicho día.

Como hemos visto, para calcular los indicadores de VG nos harán falta tres puntos básicos: BCWP, BCWS y ACWP.

Comencemos con el BCWS que es el coste presupuestado de las actividades que en teoría a día del control deberían de estar realizadas. Son todas aquellas actividades situadas a la izquierda de la línea roja al precio que estaban previstas desde un principio.

Procediendo con los cálculos serian:

- 5.250 € del desmonte
- 1.920 € de las zanjas
- 1.387,5 € del hormigón de limpieza

- 5.044 € de la cimentación del muro 1
- 10.240 € del muro 1
- 4.171 € de la cimentación del muro 2

Que suman un total de 28.012,50 €

BCWS = 28.012,50 €

Ahora pasamos a abordar el siguiente coste, se trata del ACWP. Es decir el coste real de las actividades que se han ejecutado realmente a la fecha del día del control.

Mediante los datos aportados en el anejo IV sobre el control de gastos calculamos:

- 2.550 € en hormigón de limpieza
- 12.028 € en cimentación
- 12.882,55 € en ejecución de los muros
- 5.908 € en desmonte
- 5.103 € en zanjas

Que suman un total de 38.471,55 €

ACWP = 38.471,55 €

Y por último queda por abarcar el coste presupuestado del trabajo realizado, llamado BCWP o Valor Ganado. Se trata de calcular el coste de todas las actividades realmente ejecutadas al precio que estaban marcadas en un primer momento, es decir, en el presupuesto.

Así obtenemos que:

- 5.908 € en desmonte
- 4.536 € en zanjas
- 2.550 € en hormigón de limpieza
- 12.028 € en cimentación
- 12.882,55 € en ejecución de los muros

Que suman la cifra de: 37.904,55 €

$$\text{BCWP} = 37.904,55 \text{ €}$$

Teniendo ya claros estos tres costes, ya podemos pasar al cálculo de los indicadores.

- Desviación en programación:
 - $SV = BCWP - BCWS = 37.904,55 - 28.012,50 = 9.892,05 \text{ €}$
- Desviación en coste:
 - $CV = BCWP - ACWP = 37.904,55 - 38.471,55 = -567 \text{ €}$
- Presupuesto estimado de finalización:
 - $EAC = \frac{ACWP}{BCWP} \times BAC = \frac{38.471,55}{37.904,55} \times 152.104 = 154.379,27 \text{ €}$
- Desviación al final del proyecto:
 - $VAC = BAC - EAC = 152.104 - 154.379,27 = -2.275,27 \text{ €}$
- Cantidad que queda por gastar:
 - $ETC = EAC - ACWP = 154.379,27 - 38.471,55 = 115.907,72 \text{ €}$
- Índice de rendimiento de eficiencia de costes:
 - $CPI = \frac{BCWP}{ACWP} = \frac{37.904,55}{38.471,55} = 0,98$
- Índice de rendimiento de eficiencia de programación:
 - $SPI = \frac{BCWP}{BCWS} = \frac{37.904,55}{28.012,50} = 1,35$

Anejo IV

Control de gastos

ANEJO IV: CONTROL DE GASTOS

Hormigón:

ALBARAN	FECHA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	TIPO
59368	29/07/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59373	29/07/10	4,00	75,00	300,00 €	limp
59394	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59395	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59397	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59398	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59400	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59403	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59404	30/07/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59414	02/08/10	8,00	97,15	777,20 €	muro
59422	03/08/10	8,00	97,15	777,20 €	muro
59436	03/08/10	8,00	97,15	777,20 €	muro
59442	04/08/10	6,00	97,15	582,90 €	muro
59453	04/08/10	5,00	97,15	485,75 €	muro
59457	05/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59458	05/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59465	05/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59465	05/08/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59475	05/08/10	6,00	69,00	414,00 €	cimentacion
59475	05/08/10	6,00	75,00	450,00 €	limp
59503	05/08/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59507	06/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 2
59511	06/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59514	06/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59515	06/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 2
59516	06/08/10	6,00	69,00	414,00 €	cimentacion
59518	09/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 2
59525	09/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 2
59531	09/08/10	4,00	97,15	388,60 €	Muro 2
59552	10/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59558	10/08/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59572	11/08/10	6,00	97,15	582,90 €	Muro 2
59576	11/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 2
59609	12/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 1 y 2
59630	12/08/10	8,00	97,15	777,20 €	Muro 1 y 2
59677	06/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59679	06/09/10	5,00	69,00	345,00 €	cimentacion
59680	06/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59683	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59684	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp

59687	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59689	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59693	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59694	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59700	07/09/10	10,00	75,00	750,00 €	limp
59701	07/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59702	07/09/10	10,00	75,00	750,00 €	limp
59704	08/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59704	08/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59709	08/09/10	4,00	97,15	388,60 €	Muro 1
59709	08/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59714	08/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59716	08/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59719	08/09/10	6,00	69,00	414,00 €	cimentacion
59719	08/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59720	08/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59724	08/09/10	10,00	75,00	750,00 €	limp
59726	09/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59727	09/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59729	09/09/10	2,00	97,15	194,30 €	Muro 1
59729	09/09/10	6,00	69,00	414,00 €	cimentacion
59730	09/09/10	8,00	75,00	600,00 €	limp
59731	09/09/10	4,00	75,00	300,00 €	limp
59733	09/09/10	4,00	97,15	388,60 €	Muro 1
59733	09/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59736	09/09/10	6,00	97,15	582,90 €	Muro 1
59736	09/09/10	2,00	69,00	138,00 €	cimentacion
59755	10/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59756	10/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59762	13/09/10	8,00	79,35	634,80 €	Muro 3
59765	13/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59769	13/09/10	4,00	79,35	317,40 €	Muro 3
59769	13/09/10	4,00	69,00	276,00 €	cimentacion
59770	13/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59772	13/09/10	3,00	69,00	207,00 €	cimentacion
59789	15/09/10	8,00	79,35	634,80 €	Muro 3
59790	15/09/10	3,00	79,35	238,05 €	Muro 3
59797	15/09/10	8,00	69,00	552,00 €	cimentacion
59804	16/09/10	6,00	79,35	476,10 €	Muro 4
59810	16/09/10	4,00	79,35	317,40 €	Muro 4











Hierro:










ALBARAN	FECHA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	TIPO
1.415	14/07/10	2.340	0,80 €	1.872 €	pantallas
1.451	19/07/10	3.470	0,80 €	2.776 €	barras
1.508	26/07/10	6.570	0,80 €	5.256 €	zapatas y muros
2.045	09/09/10	2.470	0,80 €	1.976 €	cimentacion
2.045	09/09/10	39,6	4,93 €	195,22 €	mallazo

Tierras:

ALBARAN	FECHA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	TIPO
8.071	15/09/10	1.688	3,50 €	5.908 €	desmante
8.071	15/09/10	567	9,00 €	5.103 €	zanjas
8.071	15/09/10	69	3,50 €	241,50 €	relleno

Bibliografía

-  WEBB, Alan, *Uso del valor acumulado. Guía para jefes de proyecto*, Aenor ediciones, 2005.
-  LIPKE, Walter H, *Earned Schedule. An extension to earned value management... for managing schedule performance*, Lulu, 2009.
-  LIPKE, Walter H, *Schedule is different*, The measurable news. 2003.
-  MARSHALL, Robert A, *The contribution of earned value management to project success on contracted efforts: A quantitative statistics approach within the population of experienced practitioners*, Journal of Contract Management. 2006
-  FLEMING , Quentin W, KOPPELMAN, Joel M , *Earned value project management: An introduction*, Crosstalk. 2009.
-  VANHOUCKE, M; VANDEVOORDE, S, *A simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration*, Palgrave Macmillan, 2007.
-  HENDERSON, Kym, *Earned Schedule: A Breakthrough Extension to Earned Value Theory? - A Retrospective Analysis of Real Project Data.* The Measurable News, 2003.
-  HETCH, Lewis, *A case study of earned schedule to do predictions.* The measurable news. 2008.
-  BUDD, Charles I; BUDD Charlene S, *A Practical Guide to Earned Value Project Management.* Vienna, VA: Management Concepts, 2005.
-  NEWELL, Michael, *Preguntas y respuestas sobre la gestión de proyectos .* Gestión 2000, 2004.

-  PONZ, Jose Luís, *Project management con redes PERT*, UPV, 2008.
-  TAYLOR, James, *A survival guide for project managers*, Amacom, 2006.
-  ABBA, Wayne, *How Earned Value Got to Prime Time: A Short Look Back and Glance Ahead*, PMI-CPM. 2000.
-  [<http://direccion-proyectos.blogspot.com/>] Consulta realizada en abril de 2011.]
-  [<http://www.earnedschedule.com/>] Consulta realizada en abril de 2011.]
-  [<http://www.earnedvaluemanagement.com/>] Consulta realizada en mayo de 2011]
-  [http://en.wikipedia.org/wiki/Earned_value_management] Consulta realizada en abril de 2011]
-  [<http://blog.pucp.edu.pe/item/34649/video-explicativo-del-concepto-de-valor-ganado>] Consulta realizada en marzo de 2011]
-  [<http://www.slideshare.net/joseo/mtodo-del-valor-ganado-presentation>] Consulta realizada en marzo de 2011]