

## Gestión integrada del coste y del plazo de proyectos. Más allá de la Metodología del Valor Ganado (EVM)

Javier Pajares Gutiérrez, Adolfo López Paredes

Dpto. de Organización de Empresas y CIM. E.T.S.II.. Grupo InSiSoc. ETSII Valladolid. Paseo del Cauce S/N 47011- Valladolid. Universidad de Valladolid. pajares@insisoc.org, adolfo@insisoc.org

### Resumen

*La metodología del valor ganado integra, bajo un mismo modelo, la gestión del coste y del plazo del proyecto. Sin embargo, a nuestro juicio, presenta una serie de limitaciones importantes: no tiene en cuenta el efecto aprendizaje ni la flexibilidad de gestión, el tratamiento del riesgo es inexistente, y su capacidad predictiva es sensible a la morfología de red del proyecto.*

*En este artículo, abordamos dichas limitaciones, al mismo tiempo que sugerimos algunas extensiones tendentes a corregirlas. En cualquier caso, la obtención de un sistema de monitorización y control de proyectos que integre plazo, coste, alcance, calidad y riesgo, constituye un verdadero programa de investigación dentro del campo del Project Management.*

**Palabras clave:** Dirección de proyectos, valor ganado, programación ganada, riesgo.

### 1. Introducción

Desde el punto de vista intuitivo, podemos considerar un proyecto como la consecución de un conjunto de objetivos en un plazo establecido y con un determinado presupuesto. Por ello, durante la ejecución del mismo, es necesario diseñar sistemas que monitoricen su coste, plazo y alcance. El objetivo es detectar cuanto antes las discrepancias entre lo planificado y lo real, con objeto de tomar medidas correctoras.

Tradicionalmente, la gestión del plazo y de la programación han sido abordadas desde la investigación operativa, mientras que el coste se ha tratado desde el control presupuestario; las actividades finalizadas y los entregables terminados proporcionan una medida de la consecución del alcance.

Sin embargo, la práctica nos enseña que plazo, coste y alcance están íntimamente relacionados, de forma que es necesario formular un sistema de monitorización que los integre. A este respecto, la Metodología del Valor Ganado (EVM) (Anbari, 2003) emerge con fuerza dentro de la profesión, siendo recomendada por el *Project Management Institute* Americano (PMBOK, 2004) y por el Ministerio de Defensa Estadounidense. Además de informarnos acerca de la marcha del proyecto, la metodología nos proporciona nuevas estimaciones del plazo y coste bajo diferentes hipótesis.

En este artículo argumentamos que la EVM resulta insuficiente para realizar un control adecuado de los proyectos, siendo necesario incluir aspectos como el riesgo, la flexibilidad y la estructura de red. No obstante, comprobaremos que la resolución de estas limitaciones dará lugar a un verdadero programa de investigación en Dirección de Proyectos, con objeto de desarrollar un sistema de monitorización que integre plazos, coste, calidad, flexibilidad y riesgo. En este trabajo, tan sólo pretendemos exponer las limitaciones y sugerir algunas características que podrían tener las soluciones.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, resumiremos las principales ideas de la metodología del valor ganado. Posteriormente, enumeramos sus limitaciones, proponiendo algunas de las características que debería tener un sistema de control de proyectos integrado. Se añadirán las conclusiones más importantes.

## 2. La metodología del valor ganado: conceptos básicos.

La metodología del valor ganado trata de integrar, bajo un mismo modelo, la gestión del plazo y del coste, indicándonos, en unidades monetarias, el posible retraso/adelanto de las operaciones, así como su infra/sobre coste. Utilizaremos un ejemplo sencillo para su ilustración.

Supongamos un proyecto consistente en fabricar 10 alfombras, en un plazo de 10 días y con un presupuesto de 1000 € (en promedio, 1 alfombra al día, con un coste de 100 €/alfombra). Al quinto día observamos que hemos fabricado 4 alfombras y gastado 600 € (en lugar de los 500 € que habíamos planificado). Podríamos pensar que hemos gastado 100 € de más, pero la situación es mucho más grave, pues para fabricar las 4 alfombras, habíamos planificado gastar 400 €. Realmente hemos gastado 200 € de más, y llevamos 100 € de retraso en programación (1 día).

Por ello, la técnica del valor ganado considera tres variables fundamentales:

- Valor planeado (*planned value*): PV, que es el coste presupuestado del trabajo programado (500 €). La evolución del valor planeado a lo largo del tiempo determina la denominada *línea base de costes*; se trata del presupuesto en función del tiempo.
- Coste real (*actual cost*): AC, lo gastado para efectuar el trabajo realmente ejecutado (600 €). Se corresponde con las salidas de caja reales del proyecto.
- Valor ganado (*earned value*): EV, que es el coste presupuestado del trabajo realizado (400 €, pues se han fabricado 4 alfombras). Basta comprobar cuál ha sido el trabajo realmente ejecutado, y ver cuál es el coste presupuestado asociado en la línea base de costes.

Sobre estas variables se construyen diferentes indicadores como:

- La varianza en costes (*cost variance*):  $CV=EV-AC$ . Nos da una idea de la existencia de infra o sobre gasto sobre la línea base. En el caso del proyecto de alfombras,  $CV=400-600=-200$ , es decir, hemos gastado 200 € de más.
- La varianza en programación (*schedule variance*):  $SV=EV-PV$ . En el ejemplo,  $SV=400-500=-100$ ; es decir, vamos retrasados el trabajo equivalente a 100 €, o sea una alfombra.
- Índices de eficiencia en costes y programación (*cost performance index y schedule performance index*): CPI y SPI, que reflejan los conceptos anteriores en términos relativos, lo que permitirá comparar entre proyectos de diferente tamaño. En el ejemplo,  $CPI=EV/AC=400/600=0.66$  y  $SPI=EV/PV=400/500=0.8$ . Valores inferiores a 1, indican sobre coste y retraso respectivamente.

Mediante estos índices, es posible monitorizar la marcha del proyecto. En la figura 1, mostramos la evolución acumulada de las variables relevantes en función del tiempo, para un proyecto tipo. El presupuesto inicial es BAC (*budget at completion*) y su duración estimada es SAC (*schedule at completion*). En un determinado instante de tiempo ( $t_{ATP}$  tiempo actual), podemos cuantificar las desviaciones en costes y plazo. Pero además, a la vista de la ejecución del

proyecto, la metodología nos invita a realizar nuevas estimaciones acerca del plazo (TEAC) y el coste (EAC). Nótese que al final del proyecto, el valor ganado (EV) tiende al valor presupuestado (PV) pues, al haberse concluido todas las tareas, el valor presupuestado del trabajo realizado coincide con el presupuesto.

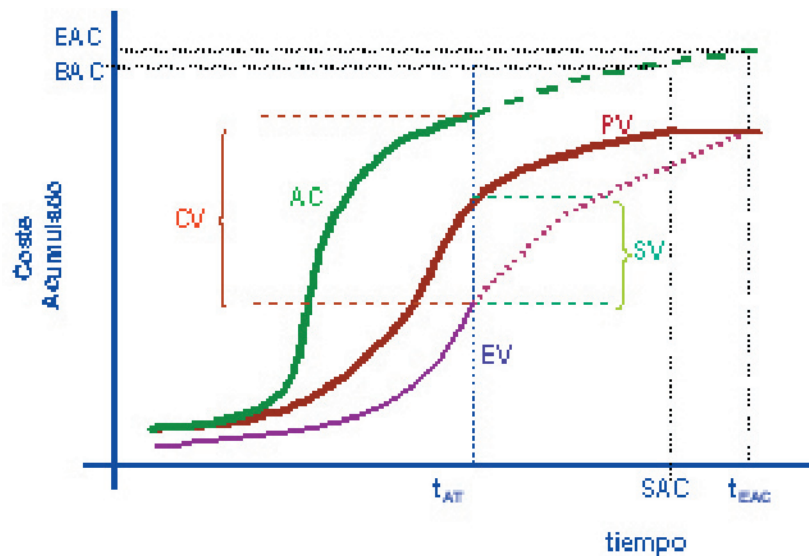


Figura 1. Evolución de las variables acumuladas en función del tiempo.

En la literatura sobre el valor ganado, se han recogido distintas hipótesis a la hora de realizar nuevas previsiones.

- Suponer que los problemas que nos han llevado al sobre coste o retraso están perfectamente identificados y resueltos, con lo que el resto del proyecto se ejecutará como estaba planeado. En el ejemplo de las alfombras, podría haber ocurrido que un experto tejedor se hubiese puesto enfermo al principio del proyecto; supongamos, no obstante, que acaba de confirmarnos que mañana se reincorporará al trabajo. En este caso, es lógico pensar que seremos capaces de fabricar las seis alfombras que quedan a un coste de 600 € y en 6 días, con lo que las nuevas estimaciones serán de 1200 € para el coste, y 11 días para el plazo. Nótese que la estimación en costes resulta ser igual al presupuesto inicial menos la varianza en costes ( $EAC = BAC - CV = 1000 - (-200) = 1200$ ), mientras que la nueva estimación del plazo puede obtenerse como la diferencia entre plazo inicial y la equivalencia en días de SV ( $-100€ \cdot 10 \text{ días} / 1000 \text{ €}$ ), es decir  $10 - (-1) = 11$  días.
- Suponer que nos habíamos equivocado en la planificación, y consiguientemente el ritmo de ejecución del proyecto observado hasta la fecha es el razonable. En este caso, podríamos extrapolar el pasado al futuro. En el ejemplo de las alfombras, estaremos admitiendo que, efectivamente, para fabricar 4 alfombras, se necesitan 5 días y 600 €. Mediante simple regla de tres, obtenemos que, para fabricar las 6 alfombras restantes, nos gastaremos 900 € y necesitaremos  $30/4 = 7.5$  días. En total, el proyecto costará 1500 € y durará 12.5 días. Aquí los índices de eficiencia alcanzan su máxima utilidad, pues la nueva estimación en costes coincide con  $EAC = BAC / CPI (= 1000 / 0.66 = 1500 \text{ €})$ , mientras que el nuevo plazo coincide con  $TEAC = SAC / SPI (10 / 0.8 = 12.5 \text{ días})$ .
- Ninguno de los supuestos anteriores son ciertos, y necesitamos realizar un recálculo completo de los costes y plazos del proyecto.

En Vandevordey Vanhoucke (2006), podemos encontrar un resumen de los últimos refinamientos de estas metodologías de re-estimación de plazos y coste, pero la idea básica subyacente es la misma. Además, el estudio puede particularizarse para un determinado paquete de trabajo o actividad dentro del conjunto del proyecto.

### 3. Limitaciones de la metodología del valor ganado.

La metodología del Valor Ganado se ha hecho muy popular dentro del ámbito de la dirección de proyectos, quizás por la magnífica relación entre lo que obtenemos por su aplicación y su simplicidad. Sin embargo, a nuestro juicio, presenta ciertas limitaciones, que comentamos a continuación.

#### 3.1. Pérdida de capacidad predictiva de SV y SPI al final del proyecto. Programación Ganada.

Una primera limitación importante de la metodología radica en que los modelos anteriores de estimación del plazo pierden su capacidad predictiva a medida que estamos más cerca del final de proyecto. Esto ocurre porque, de forma natural, a medida que el proyecto avanza, el valor ganado tiende al valor planeado.

De hecho, cuando el proyecto concluye, ambos valores deben coincidir, pues todas las actividades habrán finalizado, y el coste presupuestado del trabajo realizado coincidirá con el presupuesto inicial ( $EV = PV = BAC$ ).

Consecuentemente, en las últimas fases del proyecto, de forma natural, la varianza en plazo (SV) tenderá a cero, mientras que el índice de eficiencia en plazo, tenderá a 1, independientemente de los retrasos o sobre-costes. Más aún, incluso habiendo sobrepasado el plazo inicial previsto para la ejecución, los indicadores seguirían prediciendo que el proyecto aún va a terminar a tiempo.

Para resolver esta inconsistencia, se ha desarrollado el concepto de Programación Ganada (ES, *earned schedule*). Para instante de tiempo actual (AT, en la figura 2), la Programación Ganada se calcula como la fecha o momento en que el valor planificado tomó un valor igual al valor ganado actual.

Así, en ejemplo de las alfombras, la programación ganada el quinto día es de 4 días, pues el valor ganado es 400 €, y habíamos planificado haber gastado esa cantidad el día cuarto (suponiendo 1 alfombra por día).

Al igual que ocurría con el valor ganado, se define la varianza en costes (SV(t), en función del tiempo para indicar que se refiere a la programación ganada) y el índice de eficiencia en programación (SPI(t)). En nuestro ejemplo  $SV(t) = ES - AT = 5 - 4 = -1$  día y  $SPI(t) = ES / AT = 0.80$ .

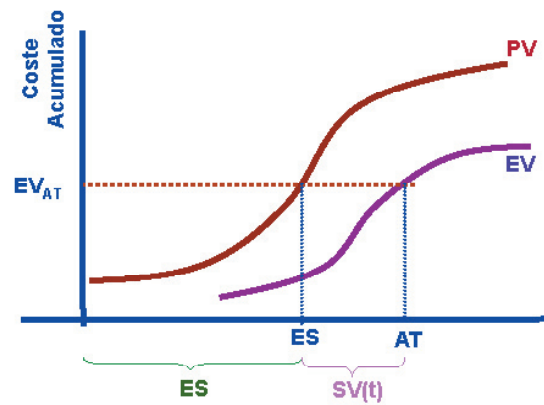


Figura 2. Programación Ganada (ES) y varianza en programación SV(t)

Y con ellos, se pueden realizar nuevas estimaciones del plazo en función de las diferentes hipótesis.

- Problemas identificados y resueltos.  $TEAC = SAC - SV(t) = 10 - (-1) = 11$  días.
- Futuro como extrapolación del pasado.  $TEAC = SAC / SPI(t) = 10 / 0.8 = 12.5$  días.

Comprobamos que en este caso concreto, las estimaciones proporcionadas por el valor ganado y la programación ganada coinciden, habida cuenta de que hemos supuesto linealidad en cuanto a la ejecución del proyecto, y no nos encontramos en las últimas fases de este.

### 3.2. El efecto aprendizaje

Tanto el valor ganado como la programación ganada no tienen en cuenta el efecto aprendizaje que tiene lugar a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Así, en el ejemplo de las alfombras, es muy probable que una vez que el personal esté familiarizado con las especificaciones pedidas por el cliente, la velocidad con la que se tejen las alfombras aumente con el tiempo. Si bien este ejemplo pueda parecer muy evidente, en todo proyecto existen unas áreas comunes que mejoran con el tiempo fruto del aprendizaje. A modo de ejemplo:

- Actividades repetitivas. Algunas de las actividades pueden ser muy similares, de forma que su eficiencia mejora con la práctica. Incluso siendo actividades distintas, puede que las habilidades necesarias sean similares, mejorando la eficiencia con el tiempo.
- Efecto coordinación del equipo. Al inicio del proyecto debe establecerse la estructura organizativa y la forma de coordinación entre los miembros del equipo. A medida que avanza el proyecto, los recursos humanos involucrados evolucionan desde el mero trabajo en *grupo*, al verdadero trabajo en *equipo*, consiguiendo mayor eficiencia en la propia coordinación, y requiriendo menores dosis de liderazgo centrado en la tarea.
- Efecto coordinación externa. A medida que avanza el proyecto, las relaciones de coordinación con proveedores y subcontratistas se agiliza y se simplifica, al ser mayor el conocimiento de los intereses mutuos y de las formas de proceder; las relaciones con los *stakeholders* mejoran también, aumentando el grado de confianza.

La metodología del valor ganado debería incluir estos efectos, con objeto de mejorar su capacidad de monitorización del proyecto, así como su capacidad de realizar estimaciones del

plazo y coste realistas.

Evidentemente, es difícil establecer una metodología simple que permita identificar y separar el efecto aprendizaje de las múltiples vicisitudes que concurren en un proyecto. Pero en cualquier caso, siempre es posible analizar qué actividades son repetitivas, cuáles requieren habilidades complementarias, y qué reducciones de tiempo se estiman probables por mejora de la coordinación de los equipos. En base a ello, deberían corregirse las medidas y estimaciones de plazo y coste proporcionadas por el valor ganado.

En relación con lo anterior, es conveniente analizar también la evolución de las pendientes de las curvas de coste real y valor ganado con relación al valor planeado, intentando identificar las causas de discrepancias importantes. De esta forma, podremos obtener una indicación de las “no linealidades” que concurren en el proyecto, y actuar en consecuencia.

### **3.3. La morfología de la red**

Por morfología de la red, entendemos a la estructura del grafo que representa las relaciones de precedencia de las tareas del proyecto, utilizando cualquiera de los métodos tradicionales de “actividad en nodo” o “actividad en flechas”.

Vanhoucke y Vandewoorde (2005 y 2006) nos muestran que la capacidad predictiva del valor y de la programación ganada, está fuertemente influenciada por la morfología de la red. Para ello, caracterizan las redes según su grado de paralelismo (existencia de muchos caminos paralelos), su profundidad (número de niveles o capas de actividades en serie de cada camino en paralelo), así como la disparidad en la profundidad de los distintos caminos paralelos.

Mediante simulación, generan multitud de redes, estudiando la influencia de su estructura en la exactitud de las previsiones. Así, cuanto mayor es el grado de paralelismo, mejor es la capacidad predictiva de las diferentes metodologías. Además, la programación ganada es más robusta a la estructura en red que las estimaciones proporcionadas por el valor ganado.

En cualquier caso, es lógico que la morfología de la red tenga una importante influencia en la validez de la metodología, pues dicha estructura afecta dramáticamente al riesgo de plazo del proyecto, como ponen de manifiesto Tavares *et al.* (1999).

### **3.4. La flexibilidad de gestión**

La mayoría de las metodologías de programación de actividades y optimización de costes son estáticas, en el sentido de que parten de unas restricciones de recursos y de unas relaciones de precedencia de actividades, obteniéndose, como resultado, la programación óptima de todas las actividades con sus recursos. Algunas de las metodologías son deterministas, y otras son estocásticas, en el sentido de que permiten que los datos iniciales estén enunciados en términos de probabilidad.

En cualquiera de los casos, se obtiene una solución “óptima” que constituye el *plan* del proyecto. Sin embargo, las metodologías no tienen en cuenta la flexibilidad de la gestión, es decir, la capacidad que tiene el equipo directivo para decidir alternativamente al plan, en función de las vicisitudes ocurridas durante la ejecución del proyecto.

Por ejemplo, para aquellas actividades que ya han comenzado tarde, es posible destinar más recursos con objeto de reducir su duración; en algunos casos, es factible retrasar el comienzo de

una actividad para traspasar recursos a otra; si en las fases iniciales, el proyecto se ha ejecutado más rápido de lo previsto, pueden reducirse recursos para reducir costes; en muchos casos, no existe una relación de precedencia única entre actividades, etc.

Aplicando esta flexibilidad ante la llegada de nueva información, la dirección del proyecto puede tomar las decisiones oportunas, y el plan del proyecto puede ser recalculado (quizás utilizando la misma metodología estática), con objeto de obtener el nuevo óptimo. Transcurrido el tiempo, la nueva información se traducirá en un nuevo plan, y así sucesivamente.

Jorgensen y Wallace (2000) muestran mediante simulación que, incorporando a los modelos la referida flexibilidad de gestión, se obtienen unas estimaciones de coste y plazos sensiblemente distintas a las que proporcionan los modelos estáticos; se trata de una medida del valor de la flexibilidad de gestión.

La metodología del valor ganado no tiene en cuenta el valor de la flexibilidad. Los indicadores esenciales (PV, AC, EV, ES, ...) deberían entonces complementarse con otros que nos hablasen de la flexibilidad del proyecto. De hecho, ante una misma situación, con unos indicadores similares, el trabajo de Jorgensen y Wallace (op.cit) nos muestra que las estimaciones de plazo y costes son distintas en función del grado de flexibilidad de gestión que tenga el proyecto.

### 3.5. El riesgo del proyecto

Una adecuada gestión de riesgos es fundamental para el éxito del proyecto. Sin embargo, ni la metodología del valor ganado ni la programación ganada, integran este aspecto. A medida que el proyecto avanza, algunas de sus variables significativas (duraciones, recursos de actividades) pasan a ser ciertas, eliminándose parte del riesgo; sin embargo, otros sucesos pueden aumentarlo. Sugerimos que un sistema de monitorización debe incluir el riesgo: de nada serviría reducir costes y tiempos si el proyecto queda dramáticamente comprometido.

Por ello, sugerimos que los indicadores que proporciona la metodología deban ser complementados de manera que integran algunos de los aspectos que comentamos a continuación.

En la literatura de la gestión de proyectos, se ha tratado el riesgo desde distintas aproximaciones: unas desde la investigación operativa, mediante un tratamiento estadístico riguroso de duraciones y recursos; otras desde un punto de vista intuitivo, explorando los posibles riesgos, estableciendo su impacto, y diseñando planes de actuación para mitigar sus resultados.

El tradicional método PERT proporciona una primera aproximación al tratamiento del riesgo. Una vez estimado el camino crítico, la duración esperada del proyecto se calcula como la suma de las duraciones esperadas de las actividades situadas en el camino crítico. De igual forma se estima la varianza, como suma de las varianzas de las actividades críticas, asumiendo que las actividades del camino crítico son estadísticamente independientes.

Sin embargo, esta es una aproximación simplista, por cuanto el camino crítico puede cambiar a lo largo de la vida del proyecto, dependiendo de las *duraciones reales* de algunas de sus actividades.

La simulación, mediante metodologías tipo *Monte Carlo*, pretende dar un paso más allá. Partiendo de las distribuciones de probabilidad de coste y duraciones, se ejecuta el proyecto (mediante simulación) una infinidad de veces, cada una con distintas realizaciones de los costes y plazos de cada actividad. En base a todas estas realizaciones, se estiman las funciones de

distribución de probabilidad del coste y plazo total. De esta forma, es posible responder a preguntas del tipo: ¿cuál es la probabilidad de que el proyecto termine en 18 meses?, etc.

En cualquier caso, el hecho de que el camino crítico no sea fijo, hace que las actividades del proyecto puedan pertenecer al camino crítico en función de la evolución concreta del proyecto. Se define entonces *criticidad* de una actividad como la probabilidad de que está se encuentre sobre el camino crítico.

¿Qué hacer con actividades con altos niveles de criticidad?. Al ser muy probable que se encuentren dentro del camino crítico del proyecto, es muy interesante tratar de reducir su tiempo de ejecución, pues de esta manera reducimos la duración esperada del proyecto en su conjunto.

Sin embargo, el concepto de criticidad no nos habla de los efectos que tienen los riesgos incontrolables de las actividades individuales en el devenir del proyecto. Por ello, Williams (1992, 1993 y 2002) propone añadir una nueva métrica. Así, define *crucialidad* de una actividad como la correlación existente entre su duración y la duración total del proyecto. De esta forma, efectos adversos (plazos) en actividades con alta crucialidad, se traducirán en efectos adversos para el proyecto en su conjunto. Por el contrario, bajos niveles de crucialidad implican que un retraso en la actividad, no tendrá un efecto importante en el proyecto en su conjunto.

Por ello, tienen sentido emprender las acciones necesarias para reducir el riesgo de aquellas actividades muy cruciales, o al menos monitorizar su ejecución con especial cuidado. Alternativamente, es aconsejable comenzar dichas actividades cuanto antes sea posible (*a.s.a.p.*), de forma que haya un cierto margen de maniobra en caso de que se confirmen algunos de los riesgos previstos.

El propio Williams (*op.cit.*) argumenta que el uso conjunto de estas dos medidas no es la panacea, pero nos ayudan a gestionar dos aspectos del proyecto: su duración esperada y su riesgo.

En la práctica, el equipo de dirección de proyecto debe identificar los riesgos más representativos del proyecto, estableciendo una *estructura de desagregación del riesgo* similar a de desagregación de tareas. Para cada riesgo, es necesario establecer, al menos de forma aproximada, una indicación de su probabilidad de ocurrencia, así como una medida de su impacto en costes, plazo y calidad del alcance. Se obtiene así la matriz de probabilidad-impacto, que nos da una idea de la importancia de los riesgos del proyecto. Para aquellos riesgos más graves, se diseña entonces un plan que permita mitigar sus efectos.

A medida que el proyecto avanza, su riesgo total evoluciona, pues aquellas actividades que han concluido, ya no tienen riesgo (gozan de información perfecta), mientras que otras actividades pueden haber aumentado su riesgo fruto de sucesos inesperados. El riesgo remanente cambia a lo largo del tiempo, para convertirse en cero al final del proyecto.

Se requiere por tanto, alcanzar un equilibrio entre valor ganado (o programación ganada), costes reales y el riesgo total del proyecto. De nada serviría obtener valores de CPI, SPI o SPI(t) cercanos o superiores a la unidad, si la probabilidad de ocurrencia de los riesgos con mayor impacto aumenta dramáticamente.

Para unos determinados niveles de SPI o CPI, la situación cambia en función de que, por ejemplo, se hayan ejecutado o no aquellas actividades que ostentan los mayores niveles de crucialidad; lo mismo se aplica a la criticidad, aunque en este caso, con relación al valor absoluto de la



duración.

Por todo ello, a nuestro juicio, los indicadores proporcionados por la metodología del valor ganado deben complementarse con medias del riesgo absoluto remanente del proyecto, y con indicadores que tengan en cuenta la evolución de la criticidad y crucialidad de las actividades.

Más aún, sería interesante diseñar indicadores que aunasen valor y riesgo, similares a la típica señal / ruido utilizada en electrónica o en gestión de la calidad.

#### **4. Conclusiones y futuras extensiones**

El valor ganado constituye una metodología interesante para integrar costes y plazos en un mismo sistema de monitorización. Es sencilla, por cuanto tan sólo requiere contar con un plan base de costes y un sistema de contabilidad de costes. A cambio, nos ofrece medidas de la eficiencia en costes y plazos, nos alerta acerca de desviaciones, y nos permite realizar nuevas estimaciones sobre el presupuesto y la fecha de finalización del proyecto. Muchos beneficios a cambio de muy pocos requisitos.

Sin embargo, la metodología puede ser mejorada y complementada con objeto de poder obtener un sistema de monitorización integral que supere algunas de las limitaciones del valor ganado.

En primer lugar, debe descontarse que la capacidad predictiva de los indicadores está influenciada por la morfología de la red. Poco se puede hacer a este respecto, salvo tener en cuenta los posibles sesgos.

El efecto aprendizaje y el valor de la flexibilidad de la gestión constituyen dos nuevas dimensiones que abren nuevas posibilidades para mejorar la gestión del proyecto. Por ejemplo, se pueden reprogramar ciertas actividades que requieran mayores niveles de destreza para fases finales del proyecto, o se puede alterar su orden en función de la nueva información que llega al proyecto. A la hora de interpretar los indicadores obtenidos mediante el valor ganado, es necesario preguntarse si hemos aumentado o destruido flexibilidad de gestión.

En cualquier caso, es conveniente ir más allá de las simples medidas absolutas que propone la metodología, para estudiar la evolución de las pendientes de las curvas de valor ganado, programación ganada, valor planeado y costes totales, con objeto de analizar las posibles discrepancias.

Quizás la mayor limitación que la metodología radique en que no considera el riesgo. A medida que el proyecto avanza, muchas de sus actividades reducen o anulan su riesgo, mientras que otras pueden aumentarle, bien por razones exógenas, bien como resultado de la gestión del proyecto. Por ello, los indicadores del valor ganado deben complementarse con otros que tengan en cuenta la evolución del riesgo remanente, así como la evolución en la crucialidad y criticidad de las actividades más sensibles. Sería conveniente, diseñar nuevos indicadores que nos hablasen del equilibrio entre eficiencia esperada y riesgo.

#### **Referencias**

Anbari, F. (2003). Earned value method and extensions. *Project Management Journal*, 34(4):12–23.

Jorgensen, T.; Wallace, S.W. (2000). Improving project cost estimation by taking into account managerial flexibility. *European Journal of Operational Research*, vol 127, pp: 239-251.

Lipke, W. (2004). Connecting earned value to the schedule. *The Measurable News*, 1. pp. 6-16.

PMBOK (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Tercera Edición en Español. Project Management Institute, Inc. Pensilvania, EE.UU.

Tavares, L.V.; Ferreira, J.A.; Coelho, J.S. (1999). The risk of delay of a project in terms of the morphology of its network. *European Journal of Operational Research*, vol 119, pp. 510-537.

Vandevoorde, S.; Vanhoucke, M. (2006). A comparison of different project duration forecasting methods. *International Journal of Project Management*, vol 24, pp. 289-320.

Vandevoorde, S.; Vanhoucke, M. (2005). A Simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration. IDEAS-RePEc, Research Papers in Economics <http://ideas.repec.org/p/rug/rugwps/05-317.html>.

Williams, T.M. (2002). *Modelling complex projects*. John Willey & Sons, Ltd.

Williams, T.M. (1993). What is critical?. *International Journal of Project Management*, vol 11, pp. 197-200.

Williams, T.M. (1992). Criticality in probabilistic network analysis. *Journal of the Operational Research Society*, vol 43, pp:353-357.