

DISCUSSION ABOUT APPLICABILITY OF EARNED VALUE METHOD TO THE CONTROL OF ENERGETIC PROJECTS

Granda Gutierrez, J. M.¹; Alvarez Cabal, J. V.²; Concepción Suarez, R.²;
Mesa Fernández, J. M.²

¹ Duro Felguera, ² Universidad de Oviedo

The earned value method allows monitoring performance in schedule and costs. Its use for major projects allows us to use objective data about the beginning and end of tasks, which delivers reliable results. But the trend towards increasing package-units and the presence of certain important tasks with high costs, makes it necessary the use of percentage of completed work data. Moreover, the complexity of the organizational structure of the multiproject presents difficulties to the method. To analyze the problems of applicability and appropriateness of its application, a post-mortem study of a major energy sector investment made by a joint venture has been performed. This article presents the findings of work revealing the adequacy of the method as monitoring, the degree of adjustment of the final budget estimates and when approaching sufficiently and the problems posed by the form of engineering work that would be necessary to resolve for their application on future projects.

Keywords: *Earned Value; Control; Energetic Project*

VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALOR GANADO PARA EL CONTROL DE GRANDES PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

El método de valor ganado permite el seguimiento del desempeño en el cumplimiento de plazos y de costes en los proyectos. Su uso en proyectos grandes cuando el número de tareas es muy alto permite que utilizar datos objetivos relativos al inicio y final de las tareas ofrezca unos resultados fiables. Pero la tendencia a realizar unidades paquetes cada vez mayores y la presencia de ciertas tareas con una importancia y coste muy grandes hace preciso utilizar técnicas de prorrateo para medir el avance. Por otra parte, la propia complejidad de la estructura orgánica del proyecto presenta dificultades al método. Para analizar los problemas de aplicabilidad y la conveniencia de su aplicación, se ha realizado un estudio post-mortem de un gran proyecto de inversión del sector energético realizado por una UTE. El artículo presenta las conclusiones del trabajo revelando la adecuación del método como seguimiento, el grado de ajuste de las estimaciones del presupuesto final y el momento en que se aproximan de forma suficiente y los problemas planteados por la forma de trabajo de la ingeniería que sería necesario solventar para aplicarlo a futuros proyectos.

Palabras clave: *Metodo Valor Ganado; Seguimiento; Grandes Proyectos*

1. Introducción

Durante la ejecución de los proyectos, surge la necesidad de controlar las tres variables base en el marco del proyecto, que son alcance, el plazo y el coste. Para posibilitar el alcanzar dichos objetivos se realiza una planificación de los plazos y costes. Muy habitualmente se realiza un seguimiento de la programación de tiempos a lo largo de su curva S y, por otra parte, un control de los costes confrontado contra el presupuesto del proyecto.

Estos dos seguimientos para controlar la evolución del proyecto, se realizan habitualmente de una forma independiente. Se han propuesto métodos como el Método del Valor Ganado (EVM, Earned Value Method) que utilizando datos económicos combinan ambos seguimientos. Es habitual encontrarse con conceptos relacionados con esta técnica en el seguimiento de proyectos, pero no siempre una aplicación global del método.

El punto de partida de este trabajo es la experiencia práctica en una empresa encargada de la realización de grandes proyectos industriales. Dicha empresa tiene una dinámica de trabajo claramente definida, con una separación clara entre las labores de programación temporal y de presupuestación. Este y otros factores hacen preguntarse hasta qué punto se adaptaría a la aplicación del seguimiento por valor ganado, y como cuestión anterior, si ese esfuerzo de adaptación merecía la pena.

Con objeto de evaluar la aplicabilidad del método y detectar los problemas de su aplicación se plantea realizar el análisis post-mortem de un gran proyecto, para evaluar si a través de la información con la que se contaba en cada momento un seguimiento utilizando datos económicos daría una idea veraz del desarrollo del proyecto.

El proyecto elegido es un gran proyecto industrial con la participación de varios contratistas y con plazo de ejecución superior al año.

2. Metodología seguida en el estudio.

El estudio utilizado un proyecto ya realizado como caso de estudio. El proyecto representa una actuación típica dentro de la organización estudiada, correspondiéndose con un proyecto de gran tamaño con buena disponibilidad de información de calidad.

En el estudio se siguieron los siguientes pasos:

- La información obtenida fue convertida para adaptarse a los requisitos de aplicación del método utilizando siempre la información existente en cada momento del proyecto.
- Se han calculado los índices definidos en el método, incluyendo estimaciones de costes totales a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Interpretación de resultados de las distintas fases y globales.

Para facilitar el análisis del método se divide el proyecto en fases, agrupando en cada una, las actividades que tienen características similares, ya que la información de seguimiento puede ser muy diferente en función del tipo de contrato. En el estudio se han destacado las siguientes fases:

- Fase de servicios Se incluye el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto, así como la gestión de coordinación del proyecto, incluyendo la supervisión de la ejecución de la obra y el control de calidad.

- Fase de suministros En esta fase se incluye la planificación y el control económico de todos los suministros que se realizarán para el proyecto.
- Fase de construcción En esta fase se describe la planificación y el control económico de todos los contratos realizados para la construcción en obra del proyecto.
- Fase de plantas paquete. Son aquellas instalaciones del proyecto que se subcontratan completamente con un contrato bajo la modalidad de llave en mano a un especialista, por ejemplo las plantas de tratamiento de agua, las torres de refrigeración, etc.

3. Acrónimos utilizados.

Se han utilizados los acrónimos en inglés

- BCWS: coste presupuestado para el trabajo programado)
- BCWP: Valor Ganado, coste presupuestado para el trabajo que se ha realizado)
- ACWP: Coste real para el trabajo que se ha realizado)
- BAC: Budget at Completion (Estimación original del coste)
- EAC: Estimated At Completion (Presupuesto estimado a las finalización)
- Curvas S: representa el trabajo a realizar en el tiempo y el avance del mismo
- SPI: Índice de rendimiento del plazo
- CPI Índice de rendimiento de coste
- $SCI = SPI \times CPI$

4. Método del Valor Ganado.

Las bases del método del valor ganado pueden ser consultadas en (Fleming 2010) (EVM 2005) El método de valor ganado precisa de la conjunción de la definición del alcance (WBS, work breakdown structure)(WBS 2001) la programación temporal o cronograma y el presupuesto. Precisamente, en el proyecto a analizar la disparidad de criterios a la hora de elaborar cada componente era el elemento que más dudas hacia albergar acerca de la aplicabilidad con éxito del método de valor ganado

El coste proporcionado por el departamento de presupuestos, o el ofertado finalmente por la dirección, pueden no reflejar los costes previsibles, mientras que el preparado por el Jefe de Proyecto puede estar desviado al alza. De esta forma, el valor ganado controla la desviación entre las previsiones y la realidad, pero no gestiona directamente la información económica más importante en la obra, que es la relación entre la realidad y los ingresos, y se adapta poco al entorno de contratación con mediciones abiertas, donde existen grandes desviaciones entre el presupuesto inicial y la ejecución real, que son definitivas para la rentabilidad del proyecto. Este es un aspecto que parece, en principio, muy relevante, para el caso considerado en esta ponencia.

5. Descripción del Proyecto.

El proyecto seleccionado para su estudio es la construcción de una central de ciclo combinado, alimentada por gas natural como combustible principal, y gasoil como combustible de emergencia realizada en España en la última década.

La potencia eléctrica aproximada de la instalación es 2 x 400 MW, suministrada por dos grupos, con una configuración mono-eje, esto es, con una turbina de gas y una turbina de vapor acopladas a un único alternador:

El coste del proyecto es aproximadamente de unos 500 M€. Su duración contractual era de 39 meses, aunque el estudio se realizará durante un periodo de 42 meses siendo el periodo adicional para el cierre de puntos pendientes y negociar la firma de la PAC con el cliente.

En la programación temporal estaban incluidas 4.890 tareas. Durante el montaje en obra se ha llegado a tener puntas de unos 1200 trabajadores diarios, se han realizado en obra 2.790.120 horas hombre.

El proyecto se ha realizado en consorcio entre la empresa que aporta la tecnología, y por tanto, la ingeniería básica y que además será la responsable de la fabricación y suministro de las máquinas principales y por otro lado, la empresa constructora que realizará la ingeniería detalle y el suministro del resto de componentes así como la construcción y puesta en marcha de la instalación.

Figura 1. Fotografía de la instalación durante la fase final

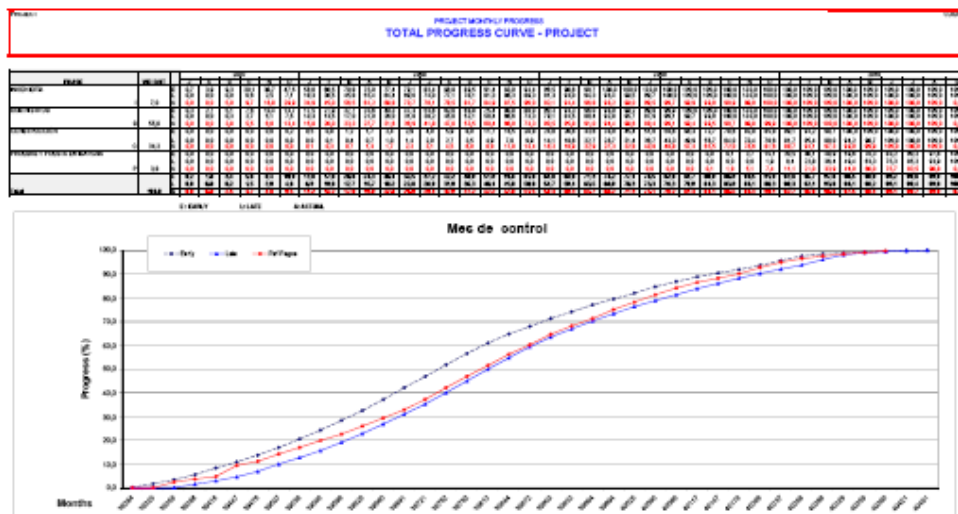


La planta se ha contratado mediante un contrato llave en mano o EPC (Engineering Procurement and Construction). El presupuesto con el que dispondrá cada una de las partes del consorcio es aproximadamente la mitad. Se dispone de datos de la parte asignada a la empresa constructora, dejando a un lado la parte correspondientes al tecnólogo.

6. Recopilación de los datos.

Partiendo de los datos disponibles del proyecto anteriormente descrito, primero debemos destacar que los datos se han recopilado de la planificación inicial realizada y de las curvas de avance del proyecto que se han actualizado cada mes en el seguimiento de control del proyecto, así como de los informes de control económico realizados mensuales

Figura 2. Ejemplo de documento de seguimiento del proyecto.



Los datos no se encontraban formulados tal como sería deseable para implementar el método, ya que por un lado se había realizado la planificación y por otro lado se realizaba el control económico del proyecto, no existiendo vinculación entre ambos, en cuanto que los paquetes de trabajo para la planificación y para el control son diferentes.

Esta situación en la que se encontraban los datos ha dado que el desarrollo de este estudio fuese muy laborioso y que el resultado alcanzado no sea tan preciso como realmente se puede conseguir con el método teniéndolo presente desde la definición del proyecto.

Se parte de la planificación inicial del proyecto distribuyendo el coste de cada tarea mensualmente en función de esta planificación inicial, es decir, por el tanto por ciento planificado para ella. Los costes reales del trabajo realizado se basan en el avance de las certificaciones realizadas en cada control, para este caso mensual. Se incluyen los costes de personal de mano de obra indirecta y los costes de los aprovisionamientos. Los costes de suministros no se han manejado por separado, lo que resultaría adecuado para considerar adecuadamente los acopios, recomendándolo en la implantación para futuros proyectos.

Se ha considerado adecuada un intervalo de tiempo mensual que se corresponde con los informes de seguimiento. La duración del proyecto, más de tres años, hace este intervalo el adecuado para obtener conclusiones válidas.

Tabla 1. Ejemplos datos recabados.

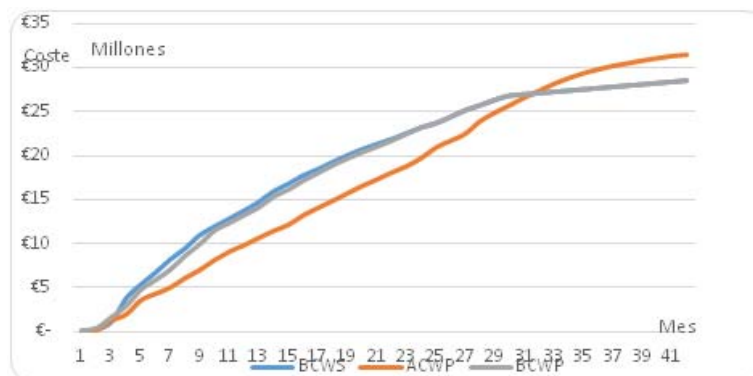
Tiempo	Mes 38	Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42
BCWS	214.207.409	215.334.224	215.892.918	216.222.172	216.424.584
BCWP	214.377.758	215.268.642	215.832.597	216.192.012	216.424.584
ACWP	201.744.414	204.605.682	206.245.304	211.257.692	216.345.381
SPI	100,1%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
CPI	106,3%	105,2%	104,6%	102,3%	100,0%

7. Análisis por datos.

7.1 Fase de servicios.

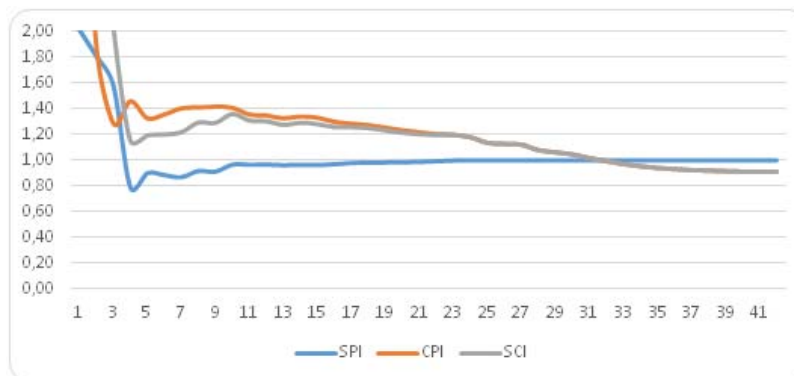
De las curvas se puede observar como los servicios se puede observar un gran grado de similitudes entre el Valor Ganado y la Planificación inicial y, como en cambio los costes aparecen siempre menores que lo previsto, pero al final del proyecto aparecen los sobrecostes

Figura 3. Curvas de valor ganado de servicios.



El índice de rendimiento de plazos siempre es mayor que uno, al igual que el de costes descendiendo al avanzar el proyecto y llegando a ser menor que uno al final. (confundiéndose en valores con el SCI dado que el valor de SPI es la unidad).

Figura 4. Curvas de índices de rendimiento de servicios



En los tres primeros meses se aprecia un avance superior de la ingeniería sobre lo planificado, debido al trabajo realizado en la fase de pre-ingeniería, para posteriormente mantener un ligero retraso sobre la planificación hasta el mes 20, momento en el cual el avance de la ingeniería sigue a la planificación estimada inicialmente.

En los primeros meses se aprecia que el pago ha sido superior al avance, esto es debido a que inicialmente se ha realizado un pago del 10% del contrato con la ingeniería, posteriormente el CPI sigue manteniendo un valor superior a 1 hasta el mes 20, cambiando después a valores por debajo de 1, con costes mayores del presupuesto.

7.2 Fase de suministros.

Para esta fase se consideró que los avances de los costes se toman de las certificaciones del proveedor, de acuerdo al contrato y al avance de la obra. Los contratos con los subcontratistas son a precio cerrado, con hitos de pago repartidos en plazos acordados en el mismo, de acuerdo con el avance en la fabricación, pruebas y entrega de los equipos o componentes mecánicos. El valor ganado se obtiene de la planificación actualizada y el presupuesto inicial para estos suministros distribuido proporcionalmente a la correspondiente planificación actualizada a la fecha del control.

Figura 5. Curvas de valor ganado de Suministros



Figura 6. Índices de rendimiento de Suministros



Los valores reflejan un retraso en la primera mitad del proyecto lo que confirma el retraso que realmente se produjo en la ejecución respecto a la planificación y un valor igual a uno al final, lo que se corresponde con la recuperación del retraso que hubo en la ejecución del proyecto.

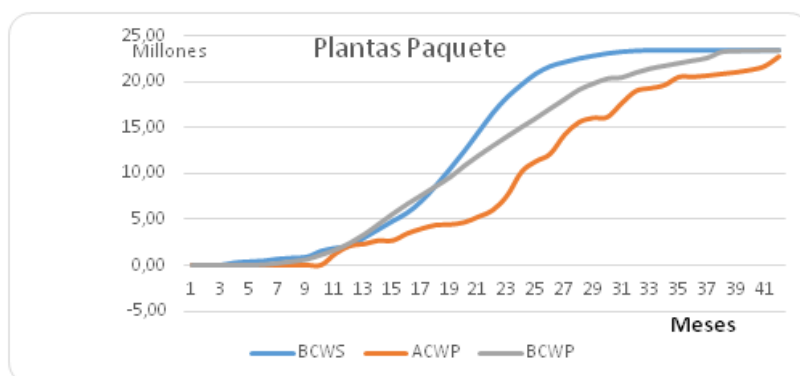
Por otro lado, el índice CPI indica un valor mayor que 1, pero valores muy altos que no nos indican un valor fiable de la tendencia final del proyecto hasta muy avanzado éste, momento en el que parece que se estabiliza el valor de CPI ligeramente superior a 1.

El coste inferior que se indica a lo largo de todo el proyecto puede ser engañoso, y puede ser debido a un error en la forma de contabilizar las certificaciones de los subcontratistas, bien por la forma en que se realiza el control de las certificaciones (por hitos acordados), junto a los retrasos en la firma de las certificaciones por parte del contratista para tener un mejor balance de tesorería al retrasar los pagos

7.3 Fase de suministro y montaje de plantas paquete.

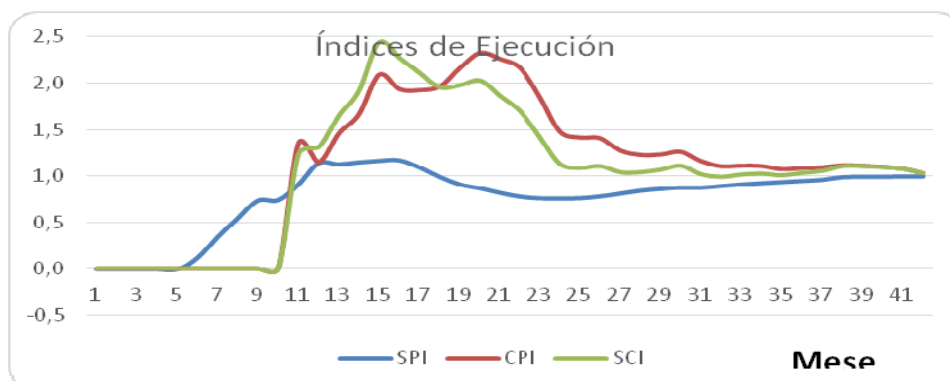
Se consideraron los hitos de avance acordados con cada proveedor en su contrato y al avance de la obra de acuerdo a la planificación establecida. Los contratos son llave en mano, con hitos de pago repartidos en plazos acordados en el mismo, de acuerdo con el avance de la instalación de la planta y de su puesta en marcha. El valor ganado se obtiene con la planificación actualizada y el presupuesto inicial para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación actualizada. El coste real se basa en las certificaciones realizadas por los suministradores.

Figura 7 Curvas de valor ganado en las plantas paquete



De acuerdo con el SPI hay un retraso en la ejecución de los trabajos en el inicio, luego supera lo planificado en el mes 11 y vuelve a retrasarse en el mes 19, recuperando el retraso en la fase final del proyecto. El CPI se mueve en valores mayores que uno ajustándose al final del proyecto hacia la unidad.

Figura 8 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución de las plantas paquete



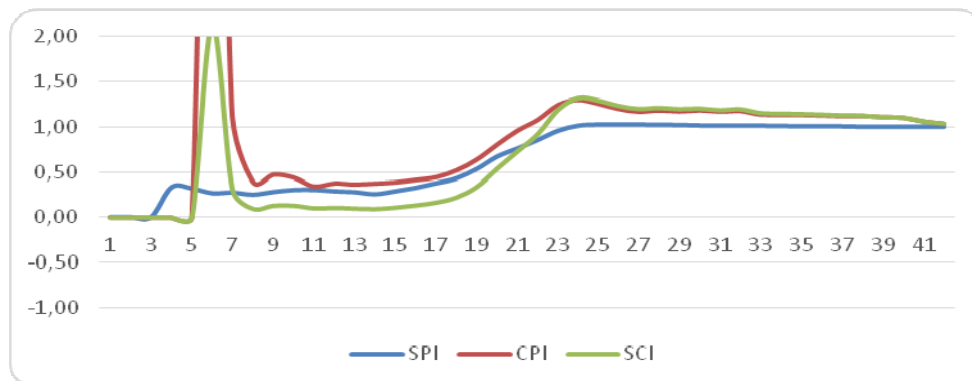
El índice SPI indica inicialmente un valor menor que la unidad, por lo que existe un retraso en la ejecución de las tareas en relación con la planificación inicial, desde el mes 7 hasta el 19 el valor de SPI cambia a valores mayores de 1 hasta cumplir el plazo al final del proyecto.

El índice de rendimiento de costes toma valores muy oscilantes y altos, muy superiores a la unidad, debido a que las certificaciones son con una distribución discreta en función de los hitos marcados en los distintos contratos. Al final el coste es ligeramente superior al previsto.

7.4 Fase de construcción

El índice SPI refleja un retraso en la ejecución que llega hasta la mitad del proyecto momento en que los plazos se cumplen escrupulosamente.

Figura 9 Indices de rendimiento para la fase de construcción



Los costes son muy inferiores a los previsto hasta la semana 20 lo que indica pagos adelantados. Esto se explica porque la empresa que ha realizado el montaje de las máquinas principales pertenece al grupo del contratista y se han realizado adelanto en los pagos para evitar la financiación por parte de ésta de la obra.

Se puede apreciar que no se obtiene un valor fiable del coste final de esta partida hasta aproximadamente la mitad del proyecto.

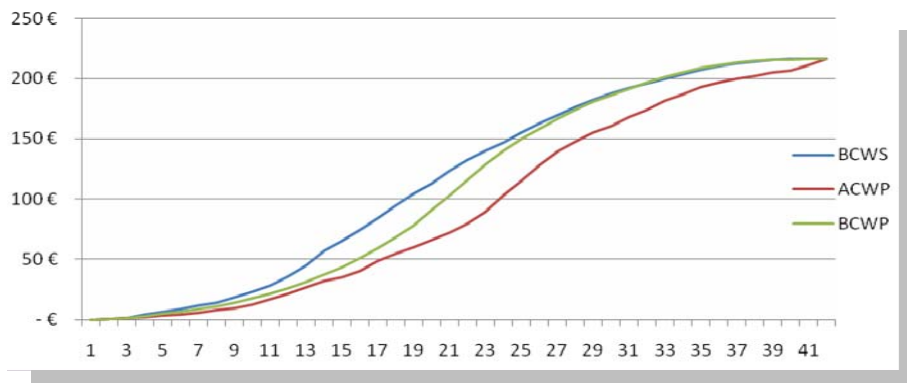
Esta circunstancia debería tenerse en cuenta a la hora de contabilizar el coste incurrido en cada control en relación con el avance de la obra en futuros proyectos.

8. Análisis del proyecto completo

Analizando la evolución del proyecto completo en función de las curvas obtenidos se puede observar como la curva del valor ganado indica un retraso en la ejecución del proyecto durante una gran parte del mismo, produciéndose una aproximación de las curvas en la última parte del proyecto, donde se aprecia que éste ha terminado en la fecha programada inicialmente.

Por otro lado, se puede ver con la curva del coste real del trabajo que los costes de ejecución del proyecto son en todo momento inferiores a los considerados, lo que se explica por el retraso en contabilizar las certificaciones en parte de las tareas del proyecto.

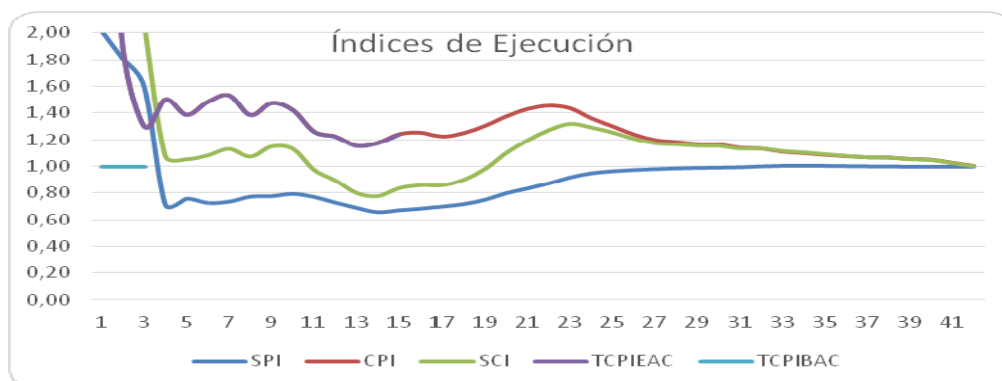
Figura 10 Gráfica de las curvas de evolución del proyecto completo



Si se comprueban los índices de rendimiento se observan índices de rendimiento de plazo inferiores a unidad mientras los de coste son superiores a la unidad. La imagen ofrecida del proyecto es la de un proyecto retrasado en la que los costes eran inferiores a lo previsto y que, al final, cumplió tanto plazos y costes. En la realidad, el proyecto fue considerado exitoso con un buen cumplimiento de plazos y costes. En cuanto a los plazos, los retrasos se explican por ciertos problemas en la ejecución de ciertas tareas, y en la indecisión de continuar con el proyecto por parte de la propiedad en una fase intermedia del mismo. En cuanto a la evolución positiva de los costes se explica por el retraso intencionado en la aceptación de las certificaciones motivada por la necesidad de disminuir los costes financieros.

En la recta final del proyecto se ve una variación acusada de los costes debida a que se produce la negociación de cierre de varios contratos, los cuales tienen un incremento de coste por las reclamaciones presentadas por los subcontratistas relativas a modificaciones introducidas en la obra a realizar.

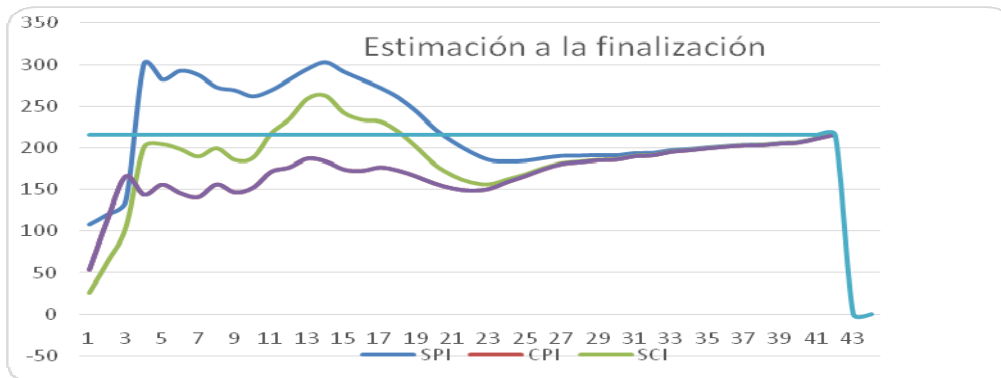
Figura 11 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución



La posibilidad de estimar el coste final del proyecto se consideró especialmente relevante para este tipo de proyectos

La estimación del coste final EAC realizada a partir de los índices de rendimiento, se obtiene resultados no demasiado satisfactorios. Hasta la mitad del proyecto los valores no se ajustan y el error es importante. Se considera que los problemas ya reseñados en la fase suministros puede afectar a la estimación

Figura 12 Curvas de la estimación a la finalización en función de los índices de rendimiento



Se observa que los suministros son los que marcan una diferencia apreciable que podría falsear los datos, al no estar bien fijados los avances con las certificaciones realizadas. Los avances son enviados por los proveedores cada mes, pero es difícil comprobar realmente la veracidad de éstos al estar los componentes en la fábrica del proveedor. Además, las certificaciones se realizan en función de los hitos acordados en los contratos firmados, la mayoría de las veces no relacionadas con los % de avance establecidos en la planificación, para comprobar esta posible imprecisión de los resultados. Por ello se decide realizar la estimación excluyendo los suministros.

En él se puede apreciar que los índices de ejecución mantienen unas curvas más planas y próximas a la unidad. Aunque sigue sin dar una estabilidad de los resultados hasta la mitad del proyecto, pero si se aprecia que los resultados son más reales desde un primer momento a lo que se ha ido observando a lo largo de la ejecución del proyecto, parece que se pueden sacar algunas ideas que se analizarán con más detalla en las conclusiones finales del estudio.

Figura 13 Curvas de los índices de ejecución sin los suministros

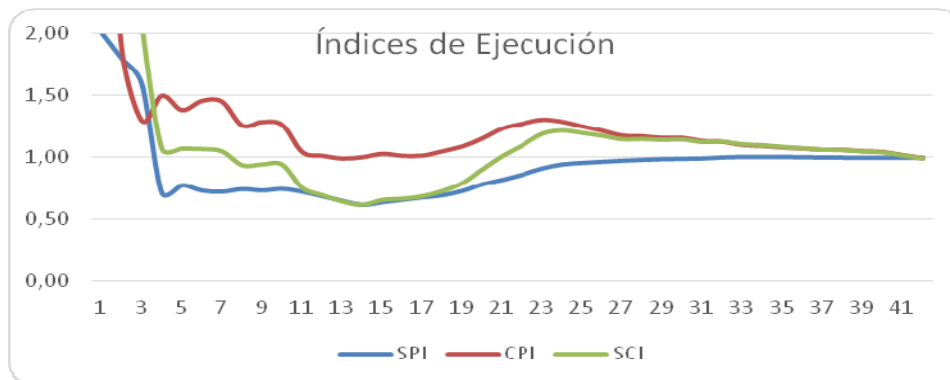
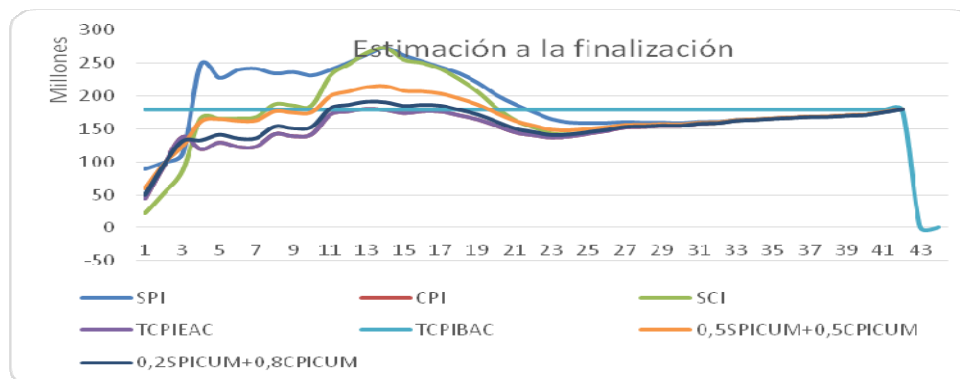


Figura 14 Estimaciones de presupuesto final sin suministros



Se debe tener en cuenta en el análisis las certificaciones por cada control y no por los hitos porque esto favorece la fiabilidad de los resultados, pero lo que más influye en los resultados es que la división de las tareas sea igual la realizada para la planificación que para el control económico

En la primera mitad del desarrollo del proyecto existe bastante inestabilidad en la forma de las mismas, probablemente debido a lo que hemos descrito en el párrafo anterior.

9. Conclusiones

La fase en que se detectaron mayores problemas para el seguimiento fue la de suministros. Sería conveniente, que con los avances del proyecto mensuales se marcaran también certificaciones mensuales aunque éstas sean realizadas con posterioridad de acuerdo a los contratos con suministradores, porque se observa que al ser contabilizadas en el análisis del valor ganado no mensualmente con los avances el método da resultados falseados ya que por otro lado si se está dando avances de los suministros mensualmente.

Se considera que desde el momento inicial se realice una descomposición de las tareas para preparar y desarrollar la planificación del proyecto y que ésta coincida con la división que se realiza en la asignación económica del presupuesto a las tareas descritas. Es muy importante que ambos controles, el de coste y el de avance de la planificación, las actividades se descompongan en las mismas tareas, esto facilita el seguimiento y nos asegura que los resultados del método del valor ganado son más precisos.

Lo que sí se puede apreciar en el estudio que hemos realizado es que no obtenemos un valor fiable del coste final del proyecto hasta aproximadamente la mitad del proyecto, no antes.

Se han realizado diferentes simulaciones sobre los datos disponibles para intentar sacar algunas conclusiones y poder obtener así una información más temprana de la tendencia final de los costes, pero al final de las diferentes consideraciones, se sigue obteniendo una información del valor final del proyecto una vez que éste está bastante avanzado.

Esto puede ser debido a que el estudio económico que se ha seguido estaba dividido en tareas diferentes a la división de tareas que se ha realizado para la planificación, esto pudo dar lugar que hasta que se ha ejecutado una parte importante del proyecto, el peso de algunas tareas estaban ejecutadas parcialmente no estaban dando en el análisis la fiabilidad que tiene el método.

Aunque en este estudio si se ha podido apreciar que las curvas han marcado las incidencias que han existido en la ejecución del proyecto de una forma general.

10. Referencias

- Fleming (2010). Earned Value Project Management, Quentin W. Fleming and Joel M. Koppelman, 3ª edición, Edit, PMI
- EVM (2005) Practice Standard for Earned Value Management, Project Management Institute, 2005.
- WBS (2001) Practice Standard for Work Break down Structure by the Project Management Institute (2001 paper edition).