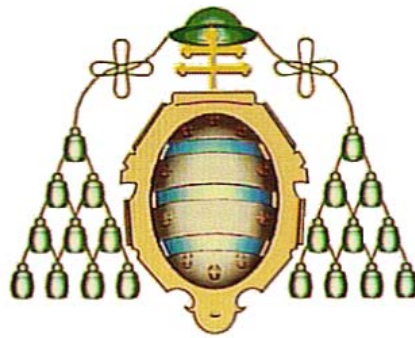


UNIVERSIDAD DE OVIEDO



VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO A PROYECTOS INDUSTRIALES

MASTER INTERUNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE
PROYECTOS

Autor: José Manuel Granda Gutiérrez

Tutores: José Valeriano Álvarez Cabal
Gemma Martínez Suarez

Julio 2012



Por la presente, los abajo firmantes como tutores del trabajo Fin de Master titulado “VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO A PROYECTOS INDUSTRIALES”

CERTIFICAN

Que el trabajo reúne todos los requisitos de los trabajos de fin de grado acorde con el Reglamento que los regula en la Universidad de Oviedo, y para que así conste lo firman los tutores.

D. Jose Valeriano Álvarez Cabal

D^a. Gemma Martínez Suarez

Fdo:

Fdo:



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	OBJETIVO Y ALCANCE	10
1.1	Seguimiento de avance en proyectos.....	10
1.2	Objetivo.....	11
1.3	Descripción del documento	11
1.4	Alcance	12
2	DEFINICIONES	14
3	ESTADO DEL ARTE.....	17
3.1	método del valor ganado	17
3.2	Ventajas del valor ganado.....	18
3.3	Procesos necesarios para implementar el método de Valor Ganado	22
3.4	Variables del método del Valor Ganado	25
3.5	Análisis del método por otros autores	29
4	Descripción del Proyecto Ejemplo.....	33
4.1	Información relacionada con el método “EVM” aplicado a proyectos.	36
4.2	Tipos de contratos en los proyectos sobre los que se aplica	38
4.2.1	Contrato por unidades de obra y cuadro de precios	38
4.2.2	Contrato de presupuestos parciales y presupuesto general	39
4.2.3	Contrato a precio cerrado	40



4.3	RIESGOS E IMPREVISTOS.....	45
5	METODOLOGIA DEL TRABAJO	48
5.1	Recopilación de los datos	48
5.2	Desarrollo de la tabla BCWS/CPTP.....	50
5.3	Desarrollo de la tabla BCWP/CPTR	51
5.4	Desarrollo de la tabla ACWP/CRTR.....	52
5.5	Tratamiento de los datos	54
6	ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL METODO DEL VALOR GANADO.....	57
6.1	Fase de servicios	57
6.2	Fase de suministros.....	60
6.3	Fase de construcción	62
6.4	Fase de plantas paquete	65
6.5	Fase de puesta en marcha	67
7	Interpretación de los resultados	70
7.1	Estudio de los suministros mecánicos	71
7.2	Estudio de los suministros eléctricos.....	74
7.3	Estudio de suministro y montaje de plantas paquete.....	77
7.4	Estudio de montaje de turbinas y generadores.....	79
7.5	Interpretación de los estudios realizados.....	82
7.5.1	fase de servicios.....	82
7.5.2	fase de construcción.....	88



Valoración de la Aplicación del Método de Valor Ganado a Proyectos Industriales

7.5.3	fase de plantas paquete	90
7.5.4	puesta en marcha	92
8	Análisis del valor ganado sobre todo el proyecto,	94
9	Conclusiones y líneas de futuro.....	105
9.1	Conclusiones	105
9.2	Líneas de futuro	107
10	REFERENCIAS	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 REPRESENTACIÓN DE LAS VARIABLES DEL valor ganado EN UNA GRÁFICA COSTE-TIEMPO	16
Figura 2 valor ganado como herramienta de seguimiento de costes y plazos	22
Figura 3 Fotografía de la instalación durante la fase final	35
Figura 4 detalle del resumen general del control económico.....	48
Figura 5 detalle de LAS CURVAS DE PROGRESO MENSUAL	49
Figura 6 CURVAS BCWS/bcwp/acwp EN LA FASE DE SERVICIOS.....	58
Figura 7 CURVAS DE LAS VARIACIONES S_v y C_v EN LA FASE DE SERVICIOS	59
Figura 8 CURVAS los índices de rendimiento EN LA FASE DE SERVICIOS	59
Figura 9 CURVAS de los índices SPI/CPI/SCI EN LA FASE DE SERVICIOS	60
Figura 10 CURVAS BCWS/bcwp/acwp EN LA FASE DE Suministros	61
Figura 11 CURVAS de las variaciones $S_v - C_v$ EN LA FASE DE Suministros	61
Figura 12 CURVAS de los índices de rendimiento EN LA FASE DE Suministros.....	62
Figura 13 CURVAS BCWS/bcwp/acwp EN LA FASE DE construcción.....	63
Figura 14 CURVAS las variaciones $S_v - C_v$ EN LA FASE DE construcción.....	64
Figura 15 CURVAS de los índices de rendimiento EN LA FASE DE construcción	64
Figura 16 CURVAS BCWS/bcwp/acwp EN LA FASE DE las plantas paquete	65
Figura 17 CURVAS de los índices de rendimiento EN LA FASE DE las plantas paquete	66
Figura 18 CURVAS de las variaciones $s_v - c_v$ EN LA FASE DE plantas paquete.....	66
Figura 19 CURVAS BCWS/bcwp/acwp EN LA FASE DE puesta en marcha	67



Figura 20 CURVAS de índices de rendimiento EN LA FASE DE puesta en marcha	68
Figura 21 Curvas BCWS / BCWP / ACWP de suministros mecánicos	71
Figura 22 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en los suministros mecánicos.....	73
Figura 23 Gráfica de las curvas de variaciones en los suministros mecánicos	74
Figura 24 Gráfica de las curvas BCWS / BCWP / ACWP de suministros eléctricos	75
Figura 25 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en los suministros eléctricos	76
Figura 26 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación en los suministros eléctricos.....	77
Figura 27 Gráfica de las curvas de los índices de bcws/bcwp/acwp en las plantas paquete ..	78
Figura 28 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución de las plantas paquete	79
Figura 29 Gráfica de las curvas de las variaciones en las plantas paquete	79
Figura 30 Gráfica de las curvas bcws/bcwp/acwp en el montaje de turbinas y generadores.	80
Figura 31 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en el montaje de turbinas y generadores.....	81
Figura 32 Gráfica de las curvas bcws/bcwp/acwp en los servicios	82
Figura 33 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en los servicios	83
Figura 34 Gráfica de las curvas de las variaciones en los servicios	84
Figura 35 Gráfica de las curvas de las bcws/bcwp/acwp en los suministros	85
Figura 36 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en los suministros.....	86
Figura 37 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación en los suministros	87
Figura 38 Gráfica de las curvas de bcws/bcwp/acwp en la construcción	88



Figura 39 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en la construcción	88
Figura 40 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación en la construcción	90
Figura 41 Gráfica de las curvas de bcws/bcwp/acwp en las plantas paquete	90
Figura 42 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en las plantas paquete	91
Figura 43 Gráfica de las curvas de bcws/bcwp/acwp en la puesta marcha.....	92
Figura 44 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución en la puesta en marcha	93
Figura 45 Gráfica de las curvas de bcws/bcwp/acwp	95
Figura 46 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución.....	96
Figura 47 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación.....	97
Figura 48 Gráfica de las curvas de la estimación a la finalización en función de los índices de rendimiento	98
Figura 49 Gráfica de las curvas de bcws/bcwp/acwp sin los suministros.....	99
Figura 50 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación sin los suministros	99
Figura 51 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución sin los suministros	100
Figura 52 Gráfica de las curvas de las estimaciones a la finalización sin los suministros	101
Figura 53 Gráfica de las curvas bcws/bcwp/acwp sin los suministros y las plantas paquete	101
Figura 54 Gráfica de las curvas de las variaciones de coste y planificación sin los suministros y las plantas paquete.....	102
Figura 55 Gráfica de las curvas de los índices de ejecución sin los suministros y las plantas paquete.....	103



Figura 56 Gráfica de las curvas de la estimación a la finalización sin los suministros y las plantas paquete..... 104



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 detalle de TABLA BCWS	51
Tabla 2 detalle de TABLA BCWP	52
Tabla 3 detalle de TABLA ACWP	53
Tabla 4 Ejemplo datos recabados.....	55
LISTA DE ANEJOS	112



1OBJETIVO Y ALCANCE

1.1 SEGUIMIENTO DE AVANCE EN PROYECTOS

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.

Todo proyecto conlleva la realización de una serie de actividades para su desarrollo. La distribución en el tiempo de dichas actividades y la consideración de los recursos necesarios para la ejecución de las mismas son las funciones a desarrollar en la planificación de proyectos. Por tanto, consideramos el objetivo de la planificación de proyectos como una programación de actividades y una gestión de recursos para obtener un objetivo de coste cumpliendo con las condiciones de alcance exigidas por el cliente.

Así por un lado, los gestores de proyectos hacen un seguimiento de la planificación realizada, para verificar que se encuentran dentro de lo programado, en la actualidad la mayoría de ellos hacen un seguimiento utilizando las conocidas curvas S, que representan el tanto por ciento de avance en relación al tiempo.

Por otro lado, se hace un control de los costes, para verificar que el coste se encuentra dentro del presupuesto asignado para la ejecución del proyecto, este control se realiza habitualmente con una simple hoja de cálculo.

Estos dos seguimientos para controlar la evolución del proyecto, se realizan de una forma independiente, así nos surge la necesidad de buscar un método que relacione el control económico con el de plazos. Revisando bibliografía que existe sobre este tema nos encontramos que el valor ganado es un método para gerencia de proyecto basado en la comparación de los costes reales del proyecto contra los costes planificados y el trabajo realizado.



Comparar los costes reales contra los costes planificados es una práctica común en los proyectos, el paso que se añade el valor ganado es comparar el coste real contra el coste planificado del trabajo realizado.

En este trabajo se realizará una valoración de la aplicación del valor ganado al seguimiento de proyectos, basándonos en un proyecto que se ha realizado que se ha tomado como ejemplo.

1.2 OBJETIVO

El punto de partida de este trabajo es la experiencia práctica en una empresa encargada de la realización de grandes proyectos industriales. En la que las labores de seguimiento se realizaban a través de informes basados en la separación entre plazos y costes.

Lo que se va a plantear ahora es la utilización de métodos de seguimiento donde los datos de plazos y costes se analizaran de una forma conjunta, concretamente el método del valor ganado (EVM). El objetivo es indicar, los criterios generales que se deben seguir en la aplicación del método del valor ganado a un proyecto de construcción de una planta industrial y que efecto tienen en él, como se realiza la interpretación de los resultados según el criterio seguido. Como objetivo adicional se plantea el definir unos criterios de elaboración de la planificación y el presupuesto inicialmente que faciliten su implantación en futuros proyectos.

El trabajo se circunscribe a grandes proyectos industriales en los que pueden participar varios contratistas en su ejecución, con plazos de ejecución superiores a un año. En este trabajo se escoge un proyecto tipo, como ejemplo, del que se recaban todos los datos de seguimiento y al que se aplican el método de seguimiento para confrontar sus resultados con la experiencia recabada a través de informes y de experiencia directa de la ejecución real del proyecto en cada momento y de su evolución posterior.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO

En el primer capítulo se hace una descripción del seguimiento de proyectos y la necesidad de utilizar un método que relacione el control de coste con el de plazo.



En el segundo capítulo se hace una descripción de algunos términos a utilizar en el documento.

En el tercer capítulo se hace una descripción del estado del arte, intentando dar referencias de algunas indicaciones apuntadas sobre el tema en la bibliografía consultada.

En el cuarto capítulo se hace una descripción del proyecto ejemplo, indicando las características más importantes del mismo.

En el capítulo quinto se describe la metodología a utilizar en el desarrollo del trabajo, como se recopilan los datos, el desarrollo de las curvas del trabajo planificado BCWS, del valor ganado BCWP, del coste real para el trabajo que sea realizado ACWP, y el tratamiento de los datos.

En el capítulo sexto se describe el análisis de la aplicación del método del valor ganado para el proyecto ejemplo, estudiando su aplicación a cada una de las fases en la que hemos descrito el alcance del mismo.

El capítulo séptimo se hace un listado de las conclusiones que se obtienen del estudio realizado sobre la aplicación del método del valor ganado al proyecto ejemplo y las líneas de futuro sobre las que se puede trabajar para obtener unos conocimientos más amplios en este campo.

1.4 ALCANCE

Para realizar el estudio de este método, se parte de los datos disponibles de un proyecto que ya ha sido ejecutado, y a partir de ellos se realizan los siguientes desarrollos,

- Desarrollo de las tablas BCWS trabajo programado, BCWP valor ganado y ACWP coste real del trabajo que se ha realizado.
- Desarrollo de una tabla con los valores mensuales del trabajo programado, valor ganado y coste real, así como los índices de ejecución típicos del método y las variaciones de coste y de planificación.



- Análisis de cada fase, desarrollando una gráfica de las curvas del trabajo programado, valor ganado y el coste real, otra gráfica de los índices de ejecución y la correspondiente gráfica de las variaciones.
- Informe de las interpretaciones de los resultados

Para facilitar el análisis del método se divide el proyecto en fases, agrupando en cada una, las actividades que tienen características similares. En el estudio que se está desarrollando se han destacado las siguientes fases:

- Fase de servicios
- Fase de suministros
- Fase de construcción
- Fase de plantas paquete
- Fase de puesta en marcha

Como finalidad se busca el verificar, si el método del valor ganado indica durante las distintas fases del proyecto las mismas predicciones y si al final los valores son los que se han obtenido realmente durante la ejecución del proyecto, así como por otro lado, el encontrar la sistemática de cómo aplicar de una forma fiable el método del valor ganado a este tipo de proyectos.



2 DEFINICIONES

En este apartado realizaremos la descripción de algunos términos que se utilizarán en el trabajo, así como la definición de algunas variables e índices que se utilizan en el método del valor ganado.

Tarea: Una tarea es un conjunto de operaciones y, en ocasiones, de otras tareas, las cuales representan elementos de trabajo que sean reconocibles.

Hito: punto de referencia que marca un evento importante en un proyecto y se utiliza para controlar el progreso del proyecto.

Toda tarea con una duración cero se muestra automáticamente como hito. También se puede marcar cualquier otra tarea de cualquier duración como hito.

Control: periodo de tiempo en el que se miden los avances, será mensual en este estudio.

Fases: grupo de tareas relacionadas que completan el paso principal de un proyecto.

La organización de tareas e hitos en fases proporciona cierta estructura al proyecto y lo hace más fácil de evaluar en cuanto a su progreso.

Presupuesto: es el plan de acción dirigido a cumplir con la meta económica prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad del proyecto.

El presupuesto es la previsión numérica de las metas físicas a lograr y la cuantificación monetaria y real de los recursos a emplear en el proyecto.

A continuación se muestra una lista de los términos utilizados en el método del valor ganado con sus acrónimos y su definición en inglés, que es la estructura con la que más fácil se identifica el autor, así como su traducción al español. [2]

EVM: Earned Value Method (Método del Valor Ganado)

BCWS: Budgeted Cost of Work Scheduled (coste presupuestado para el trabajo programado)



BCWP: Budgeted Cost of Work Performed (Valor Ganado, coste presupuestado para el trabajo que se ha realizado)

ACWP: Actual Cost of Work Performed (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 o estimación del coste final de acuerdo con el desarrollo del proyecto)

VAC = BAC – EAC, Variance at Completion (Desviación final prevista del presupuesto)

ETC: Estimated To Completion (presupuesto remanente hasta la finalización)

AT: Actual Time (tiempo real o fecha del estado)

Curvas S: representa el trabajo a realizar en el tiempo y el avance del mismo

SV: Schedule Variance (desviación de la programación)

SV = BCWP - BCWS, Varianza del plazo, **SV% = SV / BCWS**

CV: Cost Variance (desviación en coste)

CV = BCWP – ACWP, Varianza del coste, **CV% = CV / BCWP**

SPI: Schedule Performance Index (índice de eficiencia en programación o índice de rendimiento de la planificación), **SPI = BCWP / BCWS**

CPI: Cost Performance Index (índice de eficiencia en coste o índice de rendimiento del coste), **CPI = BCWP / ACWP**

SCI = SPI x CPI

Estimación del coste final calculado partiendo de los índices de rendimiento

EAC = BAC / CPI

EAC = ACWP_{CUM} + (BAC – BCWP_{CUM}) / CPI

Índice de rendimiento del coste a la finalización



$$TCPI_{EAC} = (BAC - BCWP_{CUM}) / (EAC - ACWP_{CUM})$$

$$TCPI_{BAC} = (BAC - BCWP_{CUM}) / (BAC - ACWP_{CUM})$$

Todo lo anterior, a modo de resumen lo podremos ver en el siguiente gráfico de coste/tiempo y el significado de cada uno de los términos:

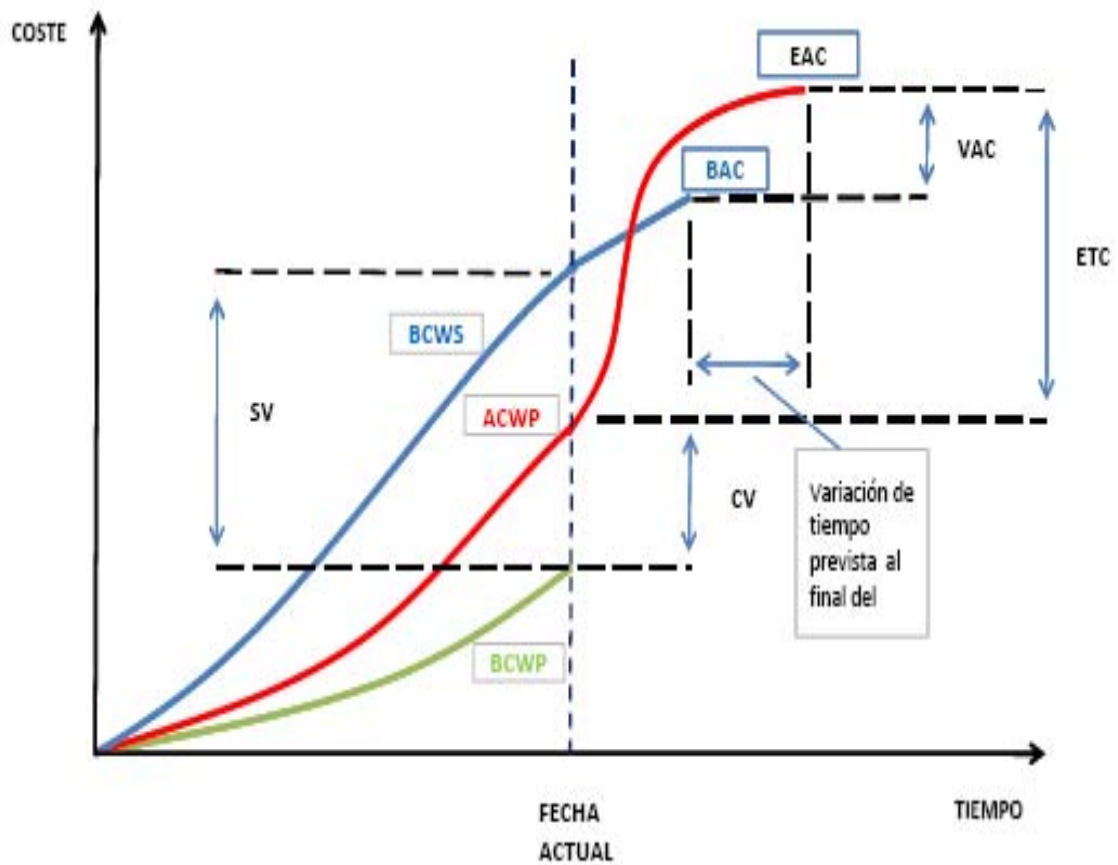


FIGURA 1 REPRESENTACIÓN DE LAS VARIABLES DEL VALOR GANADO EN UNA GRÁFICA COSTE-TIEMPO



3 ESTADO DEL ARTE

3.1 MÉTODO DEL VALOR GANADO

En primer lugar se debe indicar que el análisis del Valor Ganado en el control de proyectos, es la técnica que podemos emplear en la dirección de un proyecto, y que permite medir el rendimiento del proyecto y el progreso de éste de una forma objetiva.

El valor ganado tiene la habilidad de combinar las medidas de alcance, planificación y coste en un simple sistema integrado.

Con lo que con este método de control estamos midiendo las variables que describen los objetivos en la meta de cualquier proyecto:

- El ingreso de dinero que recibimos por la venta, que para el caso de proyectos estará desglosado en los hitos que tenemos que cumplir.
- El inventario que corresponderá con aquello invertido en suministros necesarios para la ejecución del proyecto.
- Los gastos de operación, el coste que se tiene por realizar la ejecución de las tareas del proyecto.

La dirección mediante el empleo del valor ganado, es especial, por sus habilidades de proporcionarnos un pronóstico preciso de los problemas en el rendimiento del proyecto.

Este método nos da una investigación temprana, en la que se muestra que áreas de la planificación y del control están significativamente impactando por su uso, y permite asimilar la metodología a usar para perfeccionar ambos alcances, en el análisis del rendimiento del proyecto.

En cada periodo de control, el método del valor ganado permite analizar la situación del proyecto, donde se encuentran los cuellos de botella que limitan el avance del proyecto así



como cualquier restricción en la ejecución que influya en éstos e identifica si la capacidad es mayor o menor de la demandada.

Como herramienta para la dirección de proyectos, es un método que integra el alcance, la planificación y los costes para evaluar el desempeño del proyecto.

Cuanto mayor sea la división de las tareas y mejor identificadas estén éstas, en relación a la planificación y costes desde el inicio del proyecto, se conseguirá que exista un menor cash flor en el proyecto y que el tiempo de los suministros sea más ajustado a las necesidades de la ejecución del proyecto, permitiendo que el trabajo tenga una mayor fluidez y sea más constante.

La gestión del proyecto mediante el valor ganado, es una magnífica metodología de dirección para integrar alcance, planificación y recursos, y para medir el rendimiento y el avance del proyecto en forma bastante precisa.

El rendimiento se mide determinando el coste presupuestado del trabajo realizado, es decir, el valor ganado y comparándolo con el coste real del trabajo realizado, es decir, el coste real.

El avance se mide comparando el valor ganado con el valor planificado.

Aunque el valor ganado es un indicador de donde puede estar las limitaciones en el avance del proyecto, no da la solución de cómo descubrirla y saber que cambiar para eliminar la limitación, ni como provocar el cambio; todo esto depende de cada director de proyecto, que debe tener la habilidad y experiencia necesarias para realizar los cambios y tomar las medidas necesarias para salvar las limitaciones que afectan a los objetivos del proyecto.

3.2 VENTAJAS DEL VALOR GANADO

A continuación se va a describir algunos puntos por los que se puede considerar que el método del valor ganado puede ser una herramienta importante en la utilización de la Gestión de Proyectos, para ello debemos emplear las siguientes tácticas durante las distintas fases del proyecto para que el método nos permita la evaluación y el control del mismo de una forma precisa:



Durante el periodo o fase de **ejecución de proyectos**, debo destacar basándome en mi experiencia en la industrial en dirección y gestión de proyectos, un consejo que es útil y que debemos tener en cuenta, el ordenar las actividades de manera lógica y relacionadas entre sí, que tiendan a la realización de una propuesta concreta de ejecución, caracterizada por sus componentes técnicos, económicos, financieros, organizacionales, humanos entre otros. Además es recomendable hacer las cosas bien desde el inicio con una correcta planificación y control estricto.

En el periodo o fase de **evaluación y control de proyectos**, se deben tener en cuenta una serie de actividades paralelas a la ejecución, que permiten a través de mediciones periódicas, conocer el estado de avance o retraso de las fases y del presupuesto de un proyecto.

Evaluación

- Comparación del progreso real contra la planificación realizada.
- Determinar las desviaciones.
- Tomar las acciones correctivas.
- Retroalimentación.

Control de proyectos

- Control de tiempo, de la ruta crítica, de las holguras.
- Control de progreso físico, es igual, al registrado.
- Control de horas hombre.
- Control de costes.
- Costes presupuestados al período y acumulados.
- Costes reales al período y acumulados.
- Variación para el período y acumulados.



- Control de flujo de caja.
- Curva “S”.

Todo lo anterior, nos permite un **control integrado del proyecto**, pero para que sea fiable ese control no debe realizarse sin tener en cuenta las siguientes premisas:

- el control independiente de las variables, ya que, no constituye un método satisfactorio de control.
- Mencionar ahorro o sobrecoste sin decir el efecto sobre el progreso físico.
- Situaciones de adelanto o atraso sin variaciones en el coste del proyecto

Mediante un control integrado del proyecto se pueden obtener muchos **beneficios** en la gestión del proyecto, pero éste debe realizarse siguiendo algunas reglas:

- Supervisión total de las variables del proyecto.
- Permite conocer los efectos sobre el resto de las variables y sobre el proyecto.
- Implica un enfoque sistemático de control.
- La recomendación o selección de los cursos de acción es más efectiva.

Debemos entender que el **método del valor ganado** es

- Una herramienta de progreso particular y global.
- Mantiene una relación directa con la terminación del proyecto.
- Establece una unidad de medida uniforme.
- Un método consistente para el análisis de la ejecución y progreso de un proyecto.
- Una base para el análisis de coste del proyecto

¿Por qué utilizar el método del Valor Ganado en la dirección de proyectos? Entendemos que se debe utilizar por que facilita la gestión del proyecto



- Uniformidad de todas las fases porque se aplica la misma base para todos los elementos del proyecto.
- Nivel de detalle según lo requerido.
- Facilidad para profundizar cualquier elemento o fase.
- Permite observar el proyecto por fase o en forma global.

Para poder **aplicar correctamente el método del valor ganado** se deben seguir las siguientes pautas:

- Establecer la Estructura de Descomposición del Proyecto EDP (WBS).
- Establecer las actividades que representen al proyecto para ser planificadas y asignarles su coste.
- Reportar el trabajo ejecutado en el período y asignarle los costes reales.
- Realizar los cálculos de Valor Ganado.
- Reportar y analizar para tomar acciones.

Índices de ejecución del método del valor ganado, son los indicadores del control de la gestión del proyecto.

- Cada una de las fases del proyecto juega un papel importante en el desarrollo del mismo; ya que, cualquier variación afecta su ejecución global.
- Es importante llevar un control integrado que interrelacione las variables del proyecto.
- El uso de la teoría del Valor Ganado representa una herramienta que mejora el control y el análisis de la ejecución de los proyectos.
- A través de la uniformidad de las unidades de medida se genera un consistente método de análisis sobre la base monetaria.
- Se puede manipular mucha información de manera fácil y sencilla con representaciones gráficas y claras.



- Se puede conocer la particularidad de cada fase a la vez que el comportamiento global del proyecto, lo que permite profundizar en cualquier detalle.
- A través de la productividad se debe medir el rendimiento.

3.3 PROCESOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR EL MÉTODO DE VALOR GANADO

Para establecer el sistema de gestión de Valor Ganado necesitamos echar mano de las mejores prácticas de la planificación que tiene las empresas en sus departamentos de planificación de los trabajos y que ayudan a la Gerencia de Proyectos, también se debe seguir los modelos de control de costes establecidos para el seguimiento económico del mismo. Es necesario planificar alcance, tiempo y costo y gestionar su integración en puntos específicos de control, lo que nos permitirá tomar decisiones sobre situaciones del proyecto y valorar si el camino a seguir es el más apropiado en cada momento o si debemos cambiar la trayectoria que el proyecto está siguiendo.

Se puede esquematizar de la siguiente forma las bases de donde vamos a recopilar los datos para poder obtener el valor ganado. [6]

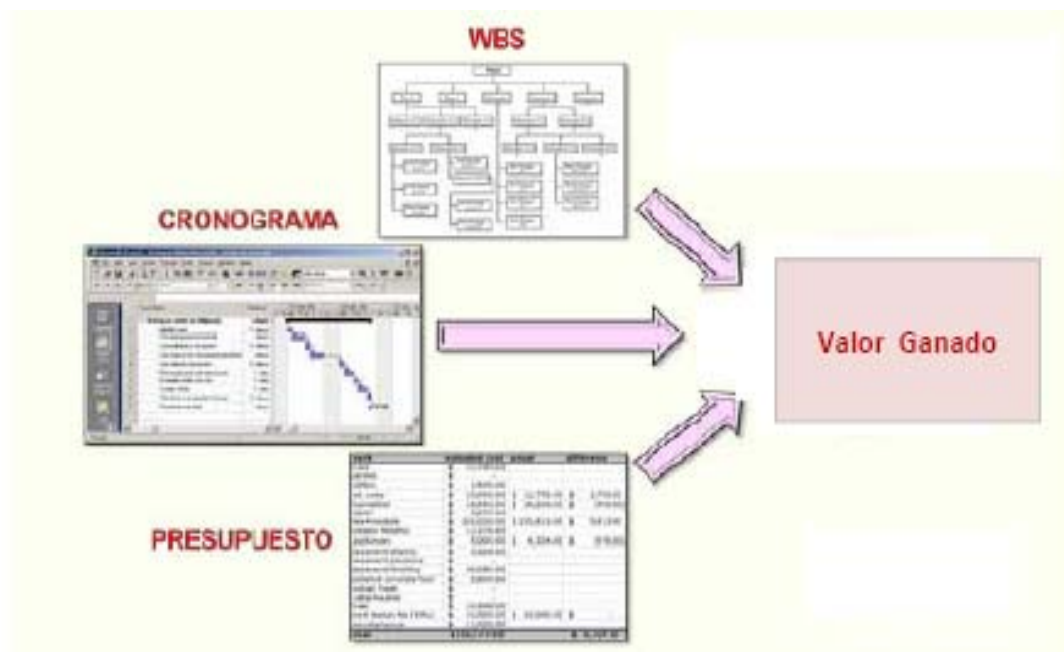


FIGURA 2 VALOR GANADO COMO HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO DE COSTES Y PLAZOS

El WBS que constituye la herramienta esencial para definición de alcance, nos permitirá desglosar el proyecto en entregables, disciplinas o áreas que a su vez descompondremos en diversos niveles, hasta obtener paquetes de trabajo que sean perfectamente medibles y controlables. La suma de todos sus elementos constituye el total del proyecto.



El cronograma o planificación permitirá programar cuando se realizarán los trabajos de los paquetes. Para ello requerimos definir las actividades, preestablecer las secuencias de trabajo, asignar recursos y estimar las duraciones. Finalmente con estos datos optimizaremos la red, nivelando los recursos e identificando el camino crítico del proyecto. Y de esta manera habremos obtenido la línea de base del cronograma.

A continuación deberemos estimar los costos correspondientes a todos los paquetes de trabajo, sumar los costos indirectos y de gestión, y determinar el presupuesto de la línea de base.

Tanto el cronograma como el presupuesto deben ser autorizados como las líneas de base del proyecto, por el director del proyecto y en muchos casos por la gerencia de la organización. En muchos proyectos, es el gerente de la compañía quién tiene la autoridad para aprobarlos. Y tal autorización debe obtenerse cada vez que el cronograma o el presupuesto cambian sustancialmente. Ellos se encargarán o de proveer los fondos necesarios o de cancelar el proyecto.

Para gestionar Valor Ganado requerimos controlar los trabajos en diversos puntos específicos del WBS, midiendo BCWP durante el seguimiento del proyecto y obteniendo coste real, ACWP, de la contabilidad, y comparándolos contra el trabajo programado, BCWS, que obtendremos del presupuesto base, con pesos asignados y distribuido en el tiempo, el cual se designará como “línea de base de medición del desempeño” PMB (Performance Measurement Baseline). La cantidad de estos puntos de control dependerá del tamaño, clase y complejidad de los proyectos. En los de gran magnitud pueden requerir control hasta el nivel 4 ó 5, mientras que en proyectos menores bastará efectuar el control total del proyecto o a lo sumo en el nivel 2, todo dependiendo de la variedad de los paquetes de trabajo, para este tipo de proyectos como el que se está analizando, el control se realiza a un nivel 2 y se realizará cada mes.

Para obtener el valor ganado, BCWP, es necesario que se decida de qué manera se medirá el trabajo.

Existen diversos métodos de medición del trabajo:

- Regla 0/100. Al concluir el trabajo se asignará la totalidad del valor.
- Formulas como 50/50, 40/60 o 25/75. El primer valor se asigna al autorizar el trabajo y el último al entregarlo. [2]



- Logro por hitos alcanzados con pesos asignados. Al alcanzar un hito se asigna un porcentaje del valor o una cantidad fija pre-especificada. Una versión algo diferente es cuando los hitos son portales de paso de una a otra etapa del trabajo.
- Por unidades terminadas y entregadas. Es similar a la regla 0/100, pero pensando más en partes, productos, sub-productos o entregables que en paquetes de trabajo.
- Escala de valores discretos de progreso tal como 0/25/50/75/100%. Se trata de fórmulas usadas para actividades que llevan un tiempo significativo concluir las (típico de la construcción) y donde se otorgan porcentajes fijos según se alcanzan o atributos o se completan trabajos parciales. Es típico de la construcción industrial.
- % completado del trabajo es un método que asigna un porcentaje de avance acordado entre las partes. El valor es algo subjetivo y que puede no reflejar la realidad. También es un método bastante utilizado en la construcción industrial.
- Medición del nivel de esfuerzo (LOE). Es una regla basada en asignar al trabajo el tiempo incurrido para llevarlo a cabo. Tiene la desventaja de que BCWP suele coincidir con BCWS. Es el típico sistema de medición de los proyectos de construcción de antaño. Asignación proporcional al esfuerzo. Es para trabajos o actividades, normalmente de gestión, que son proporcionales al trabajo directo. Por ejemplo inspección, calidad, seguridad, almacenamiento, etc. Se suele asignar como un porcentaje fijo de otros trabajos medidos con fórmulas.[2]

A lo largo de su ejecución, el proyecto sufrirá de frecuentes y a veces muy impactantes cambios de alcance, cambios de fechas de entrega y aumentos o disminuciones de costos que habíamos estimado de tal o cual manera.

Se trata de una serie de efectos causados por la incertidumbre del proyecto y donde necesitamos poner en marcha una gestión de riesgos que los identifique y calcule su impacto y enfrente las amenazas o aproveche las oportunidades que vayan surgiendo.

Será necesario luchar contra múltiples factores para mantener nuestras líneas de base intactas el mayor tiempo posible. Para ello será fundamental disponer de un sistema integrado de control de cambios, riguroso y efectivo para que no se cuelen cambios indeseados o poco importantes para el proyecto o para el negocio del producto del proyecto.

Debido pues a los cambios, será necesario modificar, quizás varias veces, la línea de base del presupuesto (PMB) con nuevos costos estimados y/o fechas de entrega diferentes a la conclusión del proyecto.



Con todo el sistema montado, lo que nos queda es ejecutar el proyecto y hacerle seguimiento, recolectando los datos para obtener el valor ganado BCWP y el coste real ACWP y hacer una serie de cálculos y análisis para obtener información que nos permita hacer una radiografía del desempeño, para tomar decisiones rápidas y acertadas con el fin de mantener el proyecto saludable en el futuro inmediato.

La técnica de análisis requiere evaluar variaciones e índices de tendencia y finalmente hacer cálculos de proyecciones.

3.4 VARIABLES DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO

El valor ganado como método de gestión utiliza las siguientes bases de cálculo.

- (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)

Con las bases de cálculo descritas anteriormente se obtienen los valores de las siguientes variaciones:

- La variación del costo **CV** (cost variance) nos permite identificar si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha, y en qué cuantía. Un valor negativo indica que nos estamos excediendo en el presupuesto y por tanto no es deseable. La fórmula es:

$$\mathbf{CV = BCWP - ACWP}$$

- La variación del plazo **SV** (schedule variance) nos indica que tan adelantados o retrasados estamos en nuestro cronograma. SV compara el trabajo realizado EV con el valor planeado PV. Un valor negativo indica que estamos atrasados y por lo tanto desfavorables.



$$\text{SV} = \text{BCWP} - \text{BCWS}$$

- CV y SV son valores absolutos y si bien nos indican condiciones favorables o desfavorables, no nos dan idea de la magnitud. Las fórmulas que siguen y los índices nos indicarán el valor relativo de la situación:

$$\text{SV \%} = (\text{BCWP} - \text{BCWS}) / \text{BCWS}$$

Este porcentaje nos indica cuanto atraso o adelanto llevamos con respecto a la planificación planeada.

$$\text{CV \%} = (\text{BCWP} - \text{ACWP}) / \text{BCWP}$$

Este nos indica cuan excedidos o por debajo de la línea de base del presupuesto estamos.

Los **índices de ejecución** nos mostrarán que es lo que estamos logrando hacer con nuestros recursos. Índices menores a la unidad son desfavorables.

- **CPI** es el índice de desempeño o rendimiento del presupuesto (Cost Performance Index)

$$\text{CPI} = \text{BCWP} / \text{ACWP}$$

- **SPI** es el índice de desempeño o rendimiento de la planificación (Schedule Performance Index)

$$\text{SPI} = \text{BCWP} / \text{BCWS}$$

- El producto **CPI x SPI** suele recibir el nombre de índice costo-cronograma o índice crítico.

El historial de los CPI y SPI pasados del proyecto nos indican las tendencias de los índices. Si representamos gráficamente los valores de CPI (o SPI) obtenidos a lo largo del tiempo, obtendremos un gráfico de control. Podemos fijar los límites de variación superior e inferior, analizar las tendencias del índice e identificar causas comunes o especiales que puedan surgir.

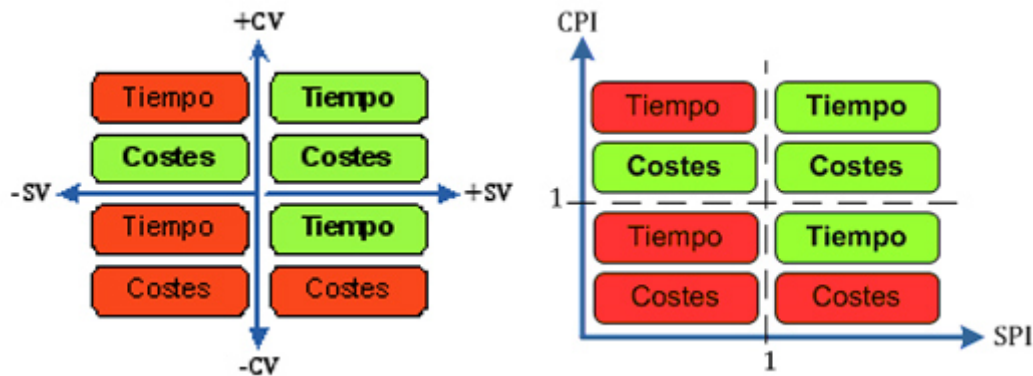


Con las 3 variables básicas, las **variaciones** y los **índices**, solo nos falta obtener un **gráfico costo-tiempo** con tres curvas, trazadas desde el inicio del proyecto: el BCWS y las otras dos de corte en la curva BCWP y lo sustraemos del tiempo en que la curva BCWS registró el mismo costo que BCWP, obtendremos el retraso actual del proyecto en términos de tiempo (Δt).

Y ya teniendo las variaciones, índices y la historia del proyecto hasta la fecha (ACWP, BCWS, BCWP)n.

Fórmulas de cálculo y las variaciones e índices nos dan una información del proyecto según el valor que tomen, los cuales se representan de una forma gráfica y esquemática, [11]

Acrónimo	Fórmula	Interpretación
CV	BCWP - ACWP	NEGATIVO: Costes por encima de lo previsto
		POSITIVO: Costes por debajo de lo previsto
CPI	BCWP / ACWP	<1: Costes por encima de lo previsto (MAL)
		>1: Costes por debajo de lo previsto (OK)
SV	BCWP - BCWS	NEGATIVO: Tiempo invertido por encima de lo previsto
		POSITIVO: Tiempo invertido por debajo de lo previsto
SPI	BCWP / BCWS	<1 : Tiempo invertido por encima de lo previsto
		>1: Tiempo invertido por debajo de lo previsto



EAC	BAC / CPI	No hay variación del BAC. Hay previsión de continuar con el mismo ratio de gastos
	$ACWP + ETC$	Utilizar cuando la estimación original del BAC estaba completamente errada
	$ACWP + (BAC - BCWP)$	Utilizar cuando las variaciones actuales del BAC NO se van a mantener en el futuro ($CPI=1$)
	$ACWP + (BAC - BCWP) / CPI$	Utilizar cuando las variaciones actuales del BAC SI se van a mantener en el futuro
ETC	$EAC - ACWP$	
VAC	$BAC - EAC$	NEGATIVO: Costes por encima de lo previsto
		POSITIVO: Costes por debajo de lo previsto

¿Qué sigue a continuación para poder valorar la situación del proyecto?

Pues debemos entender primero que es lo que está pasando, para lo cual nos debemos hacer las siguientes preguntas. ¿Los costos están aumentando más de lo previsto? ¿No logramos producir con eficiencia? ¿Nos estamos atrasando peligrosamente? ¿Hay un error en los costes y tiempos estimados? Aún arriba de los costos o atrasados en el programa, ¿que nos muestran las tendencias de las curvas ACWP y BCWP comparándolas con BCWS?



A partir de analizar las respuestas a las anteriores preguntas y con los datos de las variaciones, índices y las gráficas donde se representa las curvas BCWS, BCWP, ACWP debemos analizar y tomar las decisiones de cómo seguir con el proyecto.

3.5 ANÁLISIS DEL MÉTODO POR OTROS AUTORES

Este método se ha aplicado en diferentes tipos de proyectos y las opiniones que han dado algunos de sus autores son las siguientes:

Así en el caso de seguimiento de proyectos con el análisis del valor ganado por el autor Diego Navarro, [2], indica como un punto importante del que se debe partir es de un presupuesto desglosado y proyectado en el tiempo, como la base del método y destacando como sistema de medida requiere de unas magnitudes cuantitativas y unas unidades.

Los índices de eficiencia a medida que el proyecto se va acercando a su final, el poder informativo de estos indicadores va perdiendo fuerza, aunque esta flaqueza no quiere decir para nada que el valor ganado sea un mal concepto, sino todo lo contrario, es uno de los últimos conceptos más importantes que se han aportado a la disciplina de la Dirección de Proyectos, sólo el hecho de permitir obtener desviaciones en coste realistas frente a las malas prácticas, aunque muy extendidas, de medirlas respecto al presupuesto inicial, ya es un gran avance en sí mismo. Lo único es que se ha encontrado que tiene sus limitaciones a la hora de tratar la programación. Unas limitaciones que se pueden superar extendiendo el método, donde se entra en el concepto de Programación Ganada (ES), aunque en vez de utilizar unidades monetarias para medir desviaciones y eficiencias de programación se utilizan unidades de tiempo.

En el caso del método del valor ganado aplicado a proyectos de construcción, en un artículo publicado por John Alba, [3] indica y recomienda que la dirección de proyectos debe buscar los indicadores SPI y CPI para tomar acciones correctivas si fuese necesario corregir las desviaciones del proyecto, ya que son los que nos están marcando y proporcionando una valoración objetiva de la salud del proyecto.

El método de gestión del valor ganado, no es muy habitual en el sector de la construcción, tanto por el lado de la obra civil, como por el lado de la construcción industrial, en el proyecto ejemplo que tratamos se encuentra en los dos lados ya que como proyecto de



construcción de una planta industrial, se encontraría con construcción de obra civil y con la instalación de equipos mecánicos y eléctricos, es decir, con construcción propiamente dicha industrial. El autor del artículo “dos modelos de aplicación del método del valor ganado para el sector de la construcción” [5], define dos modelos de aplicación del EVM para los dos tipos de agentes. Un modelo reducido para la dirección de obra que representa el punto de vista del promotor y otro más amplio que representa a la empresa y la situación global del proyecto.

Este análisis desarrolla dos formas distintas y complementarias para aplicar el método en la ejecución de una obra.

Desde el punto de vista de la dirección de obra, este método permite que estos agentes superen una actitud pasiva, basada en recopilar información para registrar lo que ha pasado en la obra, adoptando un enfoque estratégico que les permita conocer por adelantado lo que va a pasar, y tomar medidas para que se parezca a lo que debería pasar.

En relación al modelo de la empresa, el coste proporcionado por el departamento de presupuestos, o el ofertado finalmente por la dirección, pueden no reflejar en absoluto 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. La utilización de todas las combinaciones nos dan un control exhaustivo y fiable para conocer en cada momento la situación económica y temporal del proyecto.

No solamente tiene la aplicación del método del valor ganado a proyectos, si no que en algunos casos se aplica el método del EVM a la medida del rendimiento de programas que integran un grupo de proyectos que se están dirigiendo simultáneamente. Los programas fueron instalados en las industrias del petróleo y la minería como proyectos estratégicos para la investigación de objetivos de mantenimiento y mejora de sus procesos productivos. Entendiendo por programa, un grupo de proyectos relacionados dirigidos en un camino



coordinado para obtener beneficio y control no disponible desde la dirección individual de los proyectos. [22]

La técnica propuesta deriva de la técnica conocida como EVM que puede ser usada para medir el rendimiento de programas integrados por un grupo de proyectos que son dirigidos simultáneamente y que tiene un elemento de operaciones continuas. Los indicadores obtenidos permiten apreciar si las variaciones en producción son debido a retrasos o progresos en los proyectos o variaciones dentro del proceso de producción. La aplicación completa de la técnica para medir simultáneamente el rendimiento del proyecto y el proceso productivo o de construcción dando la mejor información a la más alta dirección en orden de tomar las medidas más apropiadas a tiempo.

John Nicholas ha desarrollado $Sv(t)$ como time variance que junto con el concepto de Earned Schedule "ES", son explicados su aplicación en el artículo "Effective Measurement of Time Performance using earned value management" and "earned Schedule" se ha discutido el problema de la deficiencia del indicador SPI convencional en el método de la dirección del valor ganado como un indicador del rendimiento del tiempo fiable y el método alternativo de evaluación del rendimiento del tiempo basado en el concepto de planificación ganada. Éste fue confirmado que resuelve las limitaciones del indicador SPI convencional pero también cambia la perspectiva desde la causa de los retrasos (volumen de trabajo detrás de lo planificado) al retraso en sí mismo (cantidad de tiempo detrás de lo planificado).

Un método alternativo para el SPI calculado – en referencia como SPI modificado, o SPI(m) simple – el cual preserva el original y la perspectiva valiosa del volumen de trabajo, fue propuesto y ha sido demostrado que conserva los meritos del volumen de trabajo dirigido mientras se resuelve las limitaciones del SPI convencional.

Estos descubrimientos fueron basados en 10 años de experiencia de usar EVM en varios proyectos diferentes y en varios tipos de desarrollo, más varios años de investigación académica en simulación de ordenadores.

El uso de versiones mejorando las propuestas de SPI, con el SPI(m), ha sido exitosamente probado en los últimos 8 años en varios proyectos reales. Este descubrimiento fue también importante como tener un mayor impacto en el potencial de SPI, que será usado como un indicador fiable en la tendencia para la fecha de compleción del proyecto hacia ejecución ya



Valoración de la Aplicación del Método de Valor Ganado a Proyectos Industriales

en la fase temprana del proyecto, como bien su potencial para soportar la dirección del riesgo efectivo.

Toda la validación de usar EVM como soporte de dirección de proyectos y el uso de indicadores SPI basados para el propósito de la dirección bajo condiciones de no certeza están fuera del alcance de este trabajo.



4 Descripción del Proyecto Ejemplo

Como ejemplo para la aplicación de este método se ha escogido un proyecto de 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.

Se ubicará en terrenos contiguos a la actual planta de descarga y regasificación de GAS, de la que recibirá el suministro básico de combustible, gas natural.

El coste del proyecto es aproximadamente de unos 500 M€.

El proyecto tuvo una duración contractual de 39 meses, aunque el estudio se realizará durante un periodo de 42 meses, el periodo adicional se utiliza para el cierre de puntos pendientes y negociar la firma de la PAC con el cliente.

El número de tareas programadas en el proyecto fue de 4.890.

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.



El presupuesto con el que dispondrá cada una de las partes del consorcio para acometer su alcance, es aproximadamente la mitad del importe del proyecto, en este caso, para el estudio que pretendemos realizar, se aplicara el método del valor ganado sobre la parte asignada a la empresa constructora, dejando a un lado la parte del tecnólogo por no disponer, por una parte de datos y porque también se considera de aplicarlo a esa parte, sería aplicarlo al control de fabricaciones de equipos en fábricas, que no es el fin de este estudio.

Como alcance de la parte del proyecto que vamos analizar, se encuentran los siguientes cometidos:

- Desarrollo de la ingeniería de detalle de la instalación partiendo de un básica entregada por el tecnólogo.
- Elaboración de todos los proyectos necesarios y la documentación requerida por las administraciones públicas para la legalización de la instalación.
- Gestión de la compra de todas las máquinas y accesorios, a excepción de las máquinas principales suministro del tecnólogo.
- Gestión de compra de todos los materiales y elementos auxiliares de la instalación
- Gestión de todas las subcontrataciones de empresas auxiliares para la ejecución de la obra.
- Gestión de los servicios necesarios de la obra.
- Dirección de obra y dirección facultativa.
- Seguimiento del proyecto para el cumplimiento en plazo.
- Ejecución de la obra civil.
- Montaje de estructuras, máquinas y todos los dispositivos, accesorios necesarios así como sus conexiones.
- Supervisión y Seguimiento de calidad de la ejecución del proyecto.



- Puesta en marcha de la instalación.
- Realización de las pruebas de rendimiento para justificar que se cumple con lo contratado por el cliente.
- Limpieza y adecuación de la instalación una vez terminada la obra.
- Gestión de todos los residuos generados en la fase de construcción y de puesta en marcha.

El permiso de obra y la entrega de toda la documentación a la administración para poder obtener la legalización de la planta es responsabilidad del promotor, así como de los permisos correspondientes para la ejecución de la obra, por otro lado también corresponde al promotor la conexión de la acometida principal con Red Eléctrica, además de la contratación y los suministros de los consumibles principales.



FIGURA 3 FOTOGRAFÍA DE LA INSTALACIÓN DURANTE LA FASE FINAL



4.1 INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL MÉTODO “EVM” APLICADO A PROYECTOS.

El método del análisis del valor ganado es un concepto que en los últimos tiempos ha alcanzado una notable popularidad en el mundo de la gestión de proyectos, pero fue desarrollado realmente en el siglo XIX, momento en que surgió la necesidad de medir los rendimientos de las factorías. Sin embargo, no fue hasta 1962 que el departamento de defensa de los Estados Unidos lo adoptó como una metodología estándar para medir el rendimiento de los proyectos.

Surgió originalmente como una extensión de la metodología de planificación de la época, pero se convirtió en su propia metodología en 1967 con la introducción de los criterios y políticas de control de coste/tiempo sobre la adquisición de sistemas.

Estos han ido evolucionando a lo largo del tiempo hasta la norma ANSI/EIA 748. Durante el proceso, algunos de los acrónimos han cambiado y los criterios han sido racionalizados, pero prevalecen los fundamentos. [17]

Cuando se habla del valor ganado como control de la gestión de proyectos, generalmente hablamos de una metodología a la vez que dicho término es también el elemento clave de esta metodología. Es la forma más sencilla de equiparar el valor ganado con el progreso físico. Como su propio nombre indica, es algo que se obtiene a través de un esfuerzo. En la gestión del proyecto, este valor es el obtenido cuando las actividades se llevan a cabo, y nos permite:

Establecer un método para determinar cuál es el estado del proyecto y el progreso conseguido hasta la fecha respecto a lo planificado previamente, proporcionar la base para el análisis de rendimiento de costes, y permitir conocer el coste del proyecto antes de este se complete, al poder determinar cuál era el coste planificado y el coste del trabajo realizado en cualquier momento del proyecto.

En consecuencia, el Valor Ganado es también una medida de progreso, hay una relación directa entre Valor Ganado y tanto por ciento completado.

Se podrían determinar los atributos de éste como:

- Una medida del progreso del proyecto total o para cualquier subelemento del proyecto.
- Un método coherente para el análisis de los avances del proyecto y los resultados.



- Una base para el análisis de rendimiento de coste de un proyecto.

Utilización del método del Valor Ganado

Para poder obtener un análisis que nos determine correctamente el estado y rendimiento del proyecto mediante el método del Valor Ganado, es crítico el diseño de la WBS, **work breakdown structure**, dado que la aplicación del Valor Ganado supone la medición de lo actualmente conseguido contra una base de referencia. Sin la línea de base, no puede haber ninguna medida significativa.

Preparar una WBS completa para el proyecto presupone, que cada tarea de la misma cumple con los siguientes requisitos:

- Deben estar definidas las fechas de inicio y fin.
- La tarea debe producir un resultado tangible, cuya finalización se puede evaluar objetivamente.
- Cada tarea debe tener asignados unos costes, aunque sean sólo los costes de mano de obra para su realización.
- Configurar el tamaño de los paquetes de trabajo de las cuentas de costes. Los Paquetes de trabajo son las unidades más pequeñas de trabajo de la WBS y se agrupan en cuentas de costes. Estas son normalmente el nivel más bajo en la WBS donde se realizan asignación y seguimiento de los costes.

Se hace necesario también disponer de un medio para recopilar la información acerca de los costes reales, dado que la parte más difícil en la aplicación del Valor Ganado es la determinación del coste real asumido en un momento dado.

En el proyecto ejemplo sobre el que se aplica el estudio, debemos destacar que la subdivisión de los paquetes de trabajo que se había realizado era diferente para el control económico y que para la planificación.

La división de los paquetes de trabajo en el presupuesto inicial aprobado era diferente de la división de los paquetes de trabajo para la planificación inicial. Se parte de dos WBS, por lo que se ha tenido que ir comparando tareas y paquetes de trabajo hasta que se ha podido tener unas tablas de BCWS, BCWP y ACWP que puedan ser comparadas en el control económico y en la planificación.



4.2 TIPOS DE CONTRATOS EN LOS PROYECTOS SOBRE LOS QUE SE APLICA

A la hora de conseguir y manejar información para el control del proyecto, es influyente el tipo de contrato firmado. No será igual la documentación de recepción y control elaborada para una unidad paquete que para el suministro de un equipo. En el proyecto utilizado como referencia aparecen los siguientes tipos de contratos:

- Contrato por unidades de obra y cuadro de precios.
- Contrato de presupuestos parciales y presupuesto general.
- Contrato a precio fijo ó cerrado.

Se entiende por **contrato** al documento que firman el Cliente o Promotor y el Contratista mediante el cual el Contratista se obliga a ejecutar las obras y al Cliente a pagarlas. El contrato debe describir qué trabajos hay que realizar y cómo ha de efectuarse el pago de los mismos.

Realizaremos una descripción breve de las Ventajas e Inconvenientes de cada tipo de Contrato que utilizamos para favorecer su comprensión, ya que en el análisis que vamos a realizar en la aplicación del valor ganado al proyecto descrito, nos encontramos con varios tipos de contratos en relación con los subcontratos a proveedores y subcontratistas.

En los subapartados sucesivos se describirán brevemente los tipos de contrato, sus características principales y como se han de manejar las unidades de obra correspondientes en la aplicación del método del valor ganado

4.2.1 CONTRATO POR UNIDADES DE OBRA Y CUADRO DE PRECIOS

Se contrata el precio de una serie de unidades de obra, de tal manera que no se asegura el volumen de cada unidad, ni siquiera la ejecución de todas las unidades del contrato. El contratista debe realizar sus cálculos de coste de cada unidad independientemente y evaluar aproximadamente el valor global de las obras, para repartir gastos no proporcionales al volumen de obra. El Cliente no queda comprometido de ninguna forma a asegurar un volumen determinado de obra. Es un tipo de contrato típico de obras con un gran margen de inseguridad en su ejecución, e incluso se suele utilizar para contratos de trabajos de investigación o prospección en los cuales existe una cantidad determinada y fija a gastar, que se consume con arreglo a un cuadro de precios contratados, en los que se suele añadir los porcentajes necesarios para cubrir los gastos de impuestos, beneficio industrial del constructor etc. Es un contrato a firmar con un contratista de confianza, cuando no es



posible prever ni siquiera aproximadamente los volúmenes de obra a realizar, y por lo tanto tampoco se puede garantizar el importe total de las obras que se ejecuten. Para este tipo de proyectos como el que estamos describiendo es muy utilizado sobre todo para la contratación de montajes de tubería, estructura, de tendidos de cables, donde por razones de plazos es necesario cerrar un contrato y empezar con los trabajos antes de tener finalizada la ingeniería.

4.2.2 CONTRATO DE PRESUPUESTOS PARCIALES Y PRESUPUESTO GENERAL

Es el contrato habitual y más frecuente; utilizando los cuadros de precios del proyecto y la medición de los planos del mismo se obtiene una valoración reflejada en unos presupuestos parciales y un presupuesto general, como suma de los diferentes presupuestos parciales incluido en el proyecto recibido y que formará parte del Contrato. Este presupuesto general, afectado de un coeficiente mayor que la unidad, para cubrir impuestos, gastos generales, beneficio industrial y cualquier otro costo proporcional al volumen de obra realizado, es el presupuesto final del proyecto sobre el cual el Contratista se compromete a hacer una baja o un alza. Para obtener la cifra de su oferta, el Contratista obtiene sus propios precios de coste de las distintas unidades de obra que figuran en el proyecto. Aplica estos precios a las mediciones que figuran en el proyecto recibido y obtiene unos presupuestos parciales y un presupuesto general llamado presupuesto por administración. A continuación obtiene el factor por el cual debe multiplicar todos sus costes directos para cubrir gastos generales, impuestos, permisos, imprevistos y beneficio industrial. Este factor en la actualidad puede variar en la actualidad entre el 1,35 y el 1,70. Al aplicarlo al presupuesto general por administración, se obtiene la cifra que en realidad debería ser la ofertada por el Contratista. Esta cifra no coincide casi nunca con la cifra del Proyecto estudiado y al compararla con aquella nos da la baja o alza que el Contratista necesita hacer para hacerse cargo del Contrato con un justo beneficio por su actividad. Esta baja o alza se aplica a todos los precios del Contrato para facturar mensualmente al Cliente, las unidades de obra realizadas por el Contratista. En este tipo de contrato se pacta que sólo se abonarán aquellas unidades de obra realmente ejecutadas por el Contratista. Una vez construida la obra las mediciones reales multiplicadas por los precios unitarios afectados por la baja o alza pactada, dan el importe total definitivo a cobrar por el Contratista. En el Pliego de Condiciones del Proyecto, que es uno de los documentos del Proyecto que se incorpora al Contrato, se suele



especificar el porcentaje de variación aceptado en el volumen total de cada unidad de obra, para respetar el precio de la unidad contratado.

Las ventajas de este tipo de contrato, sobre todo si el Proyecto está bien realizado, son evidentes pues participa de las ventajas de los otros sistemas ya descritos y por ello es el tipo de contrato más común en las obras de ingeniería. Asegura en cierta medida el coste total y al mismo tiempo deja abierta la posibilidad de introducir variaciones sin perjuicio para ninguna de las dos partes contratantes: Contratista y Cliente. Por otra parte fija una base concreta y determinada sobre la que realizar la licitación de las obras, permitiendo una competitividad justa entre los concursantes a una obra.

Este tipo de contratación es utilizada a veces para la realización del montaje de estructura en estos proyectos.

4.2.3 CONTRATO A PRECIO CERRADO

En este tipo de Contrato, el Constructor se compromete a entregar una construcción completamente terminada y en estado de funcionamiento contra la entrega de una cantidad fija, repartida en plazos pactados previamente y de acuerdo con el avance de la obra. La oferta del Constructor se basa en un estudio del proyecto suministrado por el Comprador o Promotor, pero los riesgos de errores en dicho Proyecto se entienden asumidos por el Contratista que debe por tanto realizar un estudio completo y exhaustivo del proyecto que le entrega el Comprador y añadir en él todo aquello que considera que falte ya que la cifra de su oferta se considera "cerrada" una vez firmado el Contrato. El contratista se compromete a recibir exclusivamente la cantidad ofertada, incluyendo en ella todas aquellas cosas que en su opinión son necesarias para la correcta terminación y funcionamiento de la instalación aunque no estuvieran incluidas en el Proyecto recibido para el estudio de la oferta.

Por otro lado, dentro de esta modalidad de contratos, tenemos el denominado contrato, "**llave en mano**", o EPC (Engineering Procurement and Construction), como aquel en que el contratista se obliga frente al cliente o comprador, a cambio de un precio, generalmente alzado, a diseñar, construir y poner en funcionamiento una obra determinada que él mismo previamente ha proyectado. En este tipo de contrato el énfasis ha de ponerse en la responsabilidad global que asume el contratista frente al comprador.



Otras prestaciones que siempre están presentes en los contratos "llave en mano", formando parte de la obligación global del contratista son: el suministro de materiales y maquinaria, el transporte de los mismos, la realización de las obras civiles, la instalación y montaje, y la puesta a punto y en funcionamiento de la obra proyectada. En determinados casos, también es posible incluir en este tipo de contrato otras obligaciones posteriores a la ejecución de la obra, como la formación de personal y la asistencia técnica.

De los distintos métodos de realización de proyectos que han surgido, principalmente en el ámbito del comercio internacional, como consecuencia de los avances tecnológicos, el que mejor refleja las transformaciones experimentadas en este sector industrial es, sin duda el método "llave en mano". Con éste, desaparece la tradicional relación tripartita entre cliente (contratante), ingeniería y contratista, para quedar sustituida por una única relación entre comprador-contratista, en la que este último, junto a sus funciones tradicionales, asume la concepción del proyecto.

Las dos características esenciales de los contratos "llave en mano" son:

- a) la fusión de las misiones de diseño y ejecución de la obra en una sola empresa.
- b) la obligación global asumida por el contratista frente al cliente de entregar una obra completamente equipada y en perfecto estado de funcionamiento, dotando a estos contratos de unas características particulares:
 1. El contrato "llave en mano" a diferencia del contrato tradicional implica la celebración de un solo y único contrato realizado entre el cliente y el contratista. Generalmente, en la selección de este tipo de contratos ejerce una influencia decisiva la tecnología implicada en el proyecto que se pretende realizar y que se va a manifestar no sólo en los planos y especificaciones técnicas sino también en los derechos de propiedad industrial implicados en el proceso de producción y, en determinados casos, en la formación de personal y en la asistencia técnica proporcionada por el contratista.
 2. El hecho de que en los contratos "llave en mano", el contratista asuma la concepción y la ejecución de la obra condiciona no solo el procedimiento de adjudicación del



contrato, generalmente un procedimiento restringido o negociado, sino también la determinación del objeto y la función del cliente o de sus gestores del proyecto.

3. A diferencia de los contratos tradicionales de construcción, en los contratos "llave en mano" la elaboración detallada del proyecto tiene lugar una vez concluido el contrato, circunstancia ésta que justifica conceder al contratista un derecho a introducir modificaciones en sus planos, a su propio coste y riesgo y siempre que se respeten los parámetros contractuales acordados (calidad, cantidades de materias primas, rendimientos) sin que sea necesaria a tal efecto la propia aprobación del cliente
4. Esta estructura sobre la que descansa el contrato "llave en mano", y que ha revolucionado ciertamente la industria de la construcción, implica a su vez una pérdida de control sobre el proyecto por parte del cliente y una reducción considerable en las funciones del ingeniero que en este tipo de contratos actúa generalmente como representante del cliente, siendo posible incluso en los casos más extremos que se prescindiera de su participación.
5. Finalmente, la obligación global que se deriva de los contratos "llave en mano" para el contratista influye de manera decisiva en la determinación del precio, que no puede ser, más que un precio alzado.

Como en los contratos "llave en mano" la descripción detallada de la obra tiene lugar durante la ejecución del contrato, de tal situación se derivan determinadas consecuencias jurídicas:

1. Indeterminación del objeto del contrato al momento de otorgar el contrato, lo que se pretende suplir por medio de estándares
2. Mayores derechos concedidos al contratista para modificar el proyecto siempre y cuando esté informado, revise o apruebe tales cambios, y siempre que tales modificaciones no alteren las garantías técnicas y de buena obra.
3. El contratista responde de las posibles lagunas y omisiones de las que pueda adolecer el proyecto y los derechos del cliente a introducir modificaciones quedan restringidos



y generalmente dan lugar a una compensación de los costes en los que haya podido incurrir el contratista.

El contrato "llave en mano" presenta ventajas y desventajas:

Las ventajas más palpables son que se concentran en un solo contratista todas las prestaciones objeto del contrato, la responsabilidad global del contratista le obliga a dar un buen resultado, el contratante tiene un precio fijo, se eliminan las posibilidades de órdenes de cambio que generan mayores gastos, etcétera.

Las ventajas de este tipo de contrato son:

- Todas las ofertas tienen la misma base, es decir, se oferta lo mismo por cada uno de los licitadores, por tanto son comparables.
- El Comprador obtiene una serie de ofertas, que le comprueban la fiabilidad económica del Proyecto que encargó y al compararlas le dan una idea muy clara de cuál puede ser el precio real de la construcción de su proyecto.
- El comprador se asegura un costo más o menos cierto o al menos con muy pequeño porcentaje de variación, ya que los riesgos de posibles variaciones son asumidos por el constructor e incluidos en el precio ofertado.
- Como clientes, se establecen relaciones contractuales con una única empresa.
- Se reduce así considerablemente el tiempo que se tiene que dedicar a buscar presupuestos y a tramitar diferentes pedidos a subcontratistas.
- Se evita el tener un equipo técnico muy amplio así como un equipo de gestión.
- La gestión de garantías se realiza solamente con una empresa.
- El contratista asume la responsabilidad de la medición; por lo tanto puede valorar algo que el mismo ha medido, lo que le exime de posibles errores ajenos a la hora de poder evaluar sus propios costes.
- Evita una gran parte del trabajo de medición y valoración del trabajo realizado, pues la cifra final de cada unidad es conocida y por lo tanto se puede certificar, o sea pagar



cada relación mensual de obra realizada, a base de calcular el porcentaje realizado de cada unidad.

Como desventajas o inconvenientes de este tipo de contrato se podrían señalar:

- El establecimiento de un precio cerrado obliga al Comprador a no poder variar prácticamente nada una vez realizada la adjudicación, ya que si lo hace el constructor puede aprovechar la coyuntura para mejorar su posición contractual y ya no tiene competencia posible, que permita comprobar lo procedente de su postura.
- Requiere un proyecto bien definido y exacto con pocas posibilidades de error, pues cualquier variación supone dificultades seguras entre Comprador y Contratista.
- Los inconvenientes se encuentran en el precio, que generalmente es elevado, sin embargo, por el costo beneficio, esto es relativo; el cliente no puede intervenir en la gestión del proyecto, hay veces que es difícil encontrar especialistas en la gestión de determinados proyectos y los promotores no pueden contar dentro de su plantilla con personal especialista para la gestión de proyectos complejos.

Un aspecto que puede resultar mucho más problemático es el hecho de que el constructor y la dirección facultativa pertenezcan a la misma empresa. La dirección facultativa es la encargada de dirigir los trabajos y comprobar que la ejecución de los mismos se está realizando de acuerdo a lo establecido en el proyecto. Es decir, la dirección facultativa vela porque los trabajos se realicen según los intereses de la empresa constructora, que dada la naturaleza de su negocio, tenderá a abaratar costes siempre que le sea posible. Esta reducción muchas veces contradice el proyecto y en ocasiones compromete la buena ejecución y la calidad del proyecto.

Normalmente, cuando el producto es entregado el cliente desconoce su funcionamiento y a veces se encuentra con la sorpresa que no es exactamente lo que había considerado.

Para cualquier modificación en la instalación, se encuentra comprometida con la empresa que ha realizado la ejecución del contrato llave en mano.

En el caso que nos ocupa, nuestra postura es la de contratista, teniendo un contrato con el cliente final de llave en mano y diferentes tipos de contratos de los descritos anteriormente



con subcontratistas y proveedores, esta situación nos llevará a que tengamos que realizar distintas consideraciones a la hora de aplicar el método del valor ganado.

Esta descripción de alguno de los tipos de contratos se ha realizado dada la importancia que tiene el contrato firmado entre las partes, para la ejecución del proyecto, así mismo vamos a realizar algunas consideraciones que debemos prever antes de realizar el comienzo de cualquier gestión de un proyecto.

4.3 RIESGOS E IMPREVISTOS.

Los riesgos e imprevistos deben ser considerados con especial atención en cada control de seguimiento económico o de plazos que realicemos del proyecto, ya que ninguna actividad humana que se haya previsto de antemano tiene la garantía absoluta de que su realización se verifique exactamente según se proyecta. Existen una serie de factores de imposible calificación ni cuantificación a priori, que pueden alterar las previsiones iniciales y hacer variar por tanto los resultados obtenidos respecto a los inicialmente previstos. Es el riesgo de no cumplimiento de las hipótesis de partida, riesgo inherente a toda actividad humana. Disminuir riesgos es caro, y aumentarlos peligroso. Es necesario llegar a un compromiso entre conseguir una cierta seguridad de cumplimiento encareciendo la actividad excesivamente; o afrontar un probable fallo en las previsiones, al abaratar en exceso el coste de dicha actividad. El proceso constructivo está basado en unas previsiones apriorísticas, cuya falta de cumplimiento puede traer consigo graves perjuicios de todo tipo a los actores de todo el proceso. Especialmente a aquellos actores que arriesgan en el proceso su patrimonio, su prestigio o incluso su seguridad. Existe la creencia de que el Constructor debe tomar a su cargo la mayoría o incluso todos los riesgos del proceso. Pero esto no debe ser así. Evidentemente la asunción de riesgos por parte del Constructor supone unos costes, que se incluyen en los precios del contrato. El Contratista paga por tanto estos riesgos de una manera indirecta, pero se supone de manera implícita que los riesgos asumidos por el Constructor son los normales de cualquier actividad industrial.

Los riesgos normales habitualmente incluidos en los precios de una manera automática son, retrasos por inclemencias normales del tiempo, aumentos previsibles de materiales y mano de obra (no recogidos en formulas de revisión de precios), acontecimientos previsibles aunque no de frecuencia habitual, etc.



Pero cuando los riesgos se convierten en imprevisibles deben ser afrontados de común acuerdo entre el Comprador y el Contratista. No hay que olvidar que el objetivo del Constructor es obtener un beneficio por su actividad constructora. Si éste objetivo no se cumple desaparece como Constructor. Si se le obliga a afrontar costes imprevistos de gran magnitud, tratará de reducir gastos en otras unidades o elementos de la obra a costa de la calidad de la misma y en perjuicio del propio Comprador.

Otro tipo de riesgos, que podríamos llamar riesgos improcedentes, son aquellos derivados de una falta de información adecuada en el Proyecto, por ejemplo sobre las características del terreno donde se asienta la construcción proyectada. A veces el Proyecto define de manera muy general la unidad a realizar, incluyendo en ella trabajos de muy diferente índole, y por tanto de muy diferente coste, dentro de una misma unidad. Si al final resulta fácil la ejecución del trabajo el constructor puede resultar muy beneficiado, en caso contrario muy perjudicado. Este tipo de riesgo se debe evitar con una información adecuada en el Proyecto, aunque para ello sea necesario encarecer el mismo. Siempre es más barato modificar un papel que derribar parte de una construcción ya realizada. Otra forma de incluir riesgos improcedentes en un contrato, es dejar a la responsabilidad del Constructor el diseño final de una determinada unidad de obra, con especificaciones poco claras que supongan una valoración técnica general opinable de la misma. Por ejemplo: " la excavación quedará con sus laderas en talud apropiado y estable". Esto, en el fondo, es transmitir al Constructor una responsabilidad ingeniería propia del Projectista que puede tener graves consecuencias para el Contratista, una vez terminada la obra. El proyecto debe definir con exactitud la forma definitiva de cada parte de la obra y la responsabilidad del constructor es, o debe ser, únicamente la de construir exactamente aquello que se ha proyectado, no la de proyectar ni modificar el diseño del Proyecto.

Como resumen se puede decir, que no existe contrato válido entre dos partes para realizar algo que no pueda ser definido completamente. En todo contrato válido existen tres partes esenciales: la Intención del Comprador según se expresa en los documentos del contrato, la interpretación de esta intención hecha por el Constructor y reflejada en la oferta y el objeto de su mutuo acuerdo.



Por tanto, si un riesgo se materializa en tal manera que se sale de toda magnitud lógicamente concebible por ambas partes cuando éstas redactaron o leyeron los documentos del contrato, éste riesgo materializado es de tal naturaleza que no está cubierto por el contrato. Es decir, todo riesgo mencionado en un contrato tiene implícitos unos límites y resulta imposible para el Constructor salvaguardar los intereses del Comprador más allá de estos límites.

Debemos evaluar los riesgos del proyecto, tanto económicamente como su incidencia en plazo para considerar estas evaluaciones en cada análisis de control que realicemos con el método del valor ganado, ya que pueden tener un impacto en la estimación a la finalización que el método no esté reflejando.

Lo que se intentará es sacar unas conclusiones del análisis seguido en este tipo de contratos es para poder aplicar este método a contratos llave en mano o cualquier otro proyecto de estas características.



5 METODOLOGIA DEL TRABAJO

5.1 RECOPIACIÓN 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. El detalle de la información manejada se incluye en los anejos.

Descripción	PPTO.	PREVISTO	COMPROMETIDO	PENDIENTE
SUMINISTROS				
EQUIPOS MECÁNICOS	38.741.722,33 €	35.349.250,98 €	34.608.510,02 €	740.740,96 €
EQUIPOS ELECTRICOS	24.036.166,60 €	22.175.103,13 €	21.786.637,48 €	388.465,65 €
MATERIAL TUBERIAS	9.464.511,55 €	7.852.604,71 €	7.208.415,02 €	644.189,69 €
MATERIAL ELECTRICO	6.190.131,53 €	4.605.595,53 €	4.536.621,44 €	68.974,09 €
MATERIAL INSTRUMENTACION	1.479.181,98 €	1.423.413,14 €	1.375.064,82 €	48.348,32 €
OTROS SUMINISTROS	120.000,00 €	645.618,74 €	642.976,74 €	2.642,00 €
TRANSPORTE	754.917,85 €	2.259.917,85 €	2.233.257,64 €	26.660,21 €
CONTINGENCIA PARA SUMINISTROS	2.991.177,29 €	937.451,26 €	- €	937.451,26 €
TOTAL SUMINISTROS	83.777.809,13 €	75.248.955,34 €	72.391.483,16 €	2.857.472,18 €
SERVICIOS				
INGENIERIA EEAA	9.627.751,26 €	11.021.686,71 €	10.854.773,74 €	166.912,97 €
COORDINACIÓN INGENIERÍA	10.159.541,47 €	10.970.259,33 €	10.518.113,10 €	452.146,23 €
SUPERVISIÓN Y P.M.	9.075.627,98 €	9.456.940,65 €	9.302.536,68 €	154.403,97 €
CONTINGENCIA PARA SERVICIOS	2.008.822,71 €	- €	- €	- €
TOTAL SERVICIOS	30.871.743,41 €	31.448.886,68 €	30.675.423,52 €	773.463,16 €
SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN				
GASTOS DE OBRA	6.944.234,11 €	8.077.591,04 €	7.290.369,43 €	787.221,61 €
SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN	104.473.293,51 €	104.260.102,64 €	101.208.072,85 €	3.052.029,80 €
CONTINGENCIA PARA CONSTRUCCIÓN	5.880.000,00 €	197.527,91 €	- €	197.527,91 €
TOTAL SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN	117.297.527,61 €	112.535.221,59 €	108.498.442,27 €	4.036.779,32 €

FIGURA 4 DETALLE DEL RESUMEN GENERAL DEL CONTROL ECONÓMICO

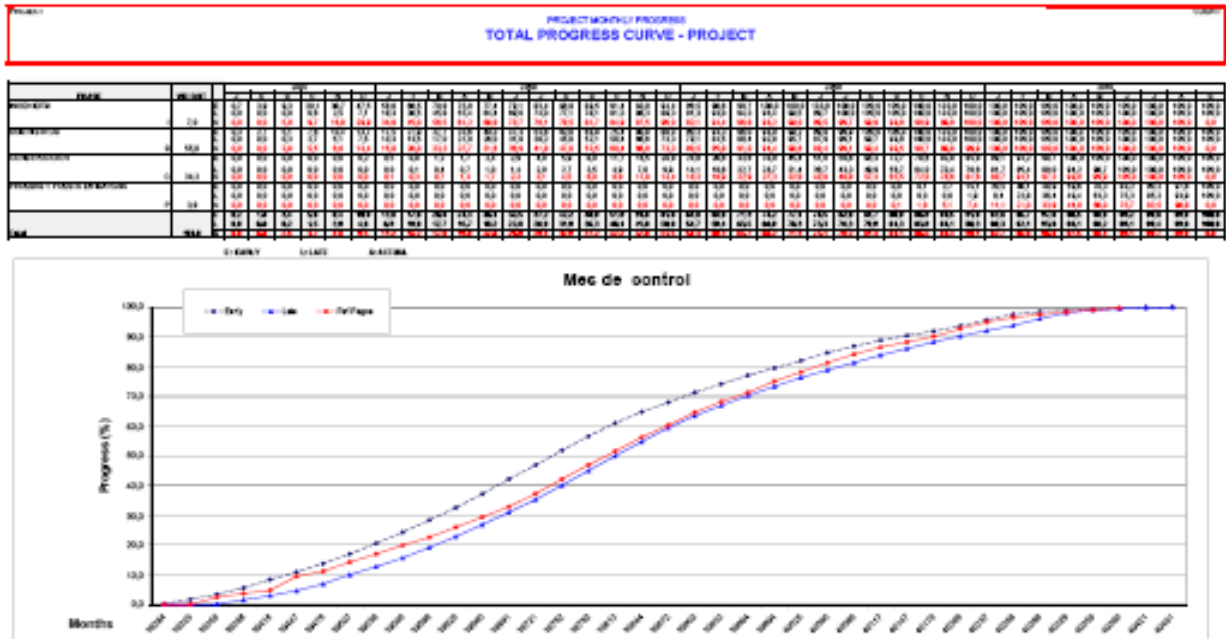


FIGURA 5 DETALLE DE LAS CURVAS DE PROGRESO MENSUAL

Los datos no se encontraban formulados tal como sería deseable para desarrollar este método, ya que por un lado se había realizado la planificación y por otro lado se realizaba el control económico del proyecto, no existiendo una 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 laboriosa y que el resultado alcanzado podría no ser tan preciso como realmente se puede conseguir con el método aplicándolo desde el principio del proyecto y siguiendo una serie de consideraciones necesarias para que sea de fácil aplicación y los resultados sean fiables, a lo largo del trabajo vamos a describir algunas de las conclusiones del estudio realizado.

Por eso destacamos, una vez más, que es importante el ordenar las actividades de una manera lógica y relacionadas entre sí, que tiendan a la realización de una propuesta concreta de ejecución, caracterizada por sus componentes técnicos, económicos, los costes deben estar relacionados con las actividades indicadas en la planificación para que se pueda seguir de una forma fácil y para garantizar que el método del valor ganado nos pueda dar una información fiable. Además es recomendable hacer las cosas bien desde el inicio, con



una correcta planificación y un control estricto, tanto del avance de la obra como de los costes económicos de cada actividad.

Si queremos tener una información fiable en cada momento de la situación del proyecto a través del método del valor ganado, debemos realizar un buen planteamiento inicial de la planificación del proyecto y realizar a cada actividad que hayamos descrito en la planificación su coste asignado en el presupuesto, y ser riguroso en cada control y seguimiento de los avances y los costes, de tal forma que los índices de ejecución del método del valor ganado nos puedan dar la información real en la que se encuentra el proyecto.

5.2 DESARROLLO DE LA TABLA BCWS/CPTP

En esta sección se indica el presupuesto desglosado y proyectado en el tiempo, y va a ser la referencia respecto de la cual se va a medir el rendimiento del proyecto. No solamente en términos de coste, sino también en términos de plazo.

Partiendo del presupuesto desglosado de todas las actividades en que hemos estructurado el proyecto y distribuido en el tiempo partiendo para ello de la planificación inicial del proyecto, de tal forma que se distribuye el coste de cada tarea mensualmente en función de esta planificación inicial, es decir, por el tanto por ciento planificado para ella.

Existen múltiples maneras de hacer esta planificación según la situación concreta ante la que nos encontremos: trabajo efectuado por mano de obra directa o subcontratada; actividades de aprovisionamiento; distribución lineal a lo largo de la duración de la tarea o discreta en momentos puntuales. En nuestro caso en un principio adoptaremos la opción de distribución discreta en momentos puntuales, aunque se podrían hacer otros planteamientos en función de los resultados obtenidos y valorar para el futuro cual sería la mejor forma de realizar la distribución de los criterios que se pueden adoptar como anteriormente se han descrito.



PRESUPUESTO		BCWS	2007	2010		
Descripción		PPTO Original	Julio	Octubre	Noviembre	Diciembre
TAREAS		TOTAL	Mes 1	Mes 40	Mes 41	Mes 42
SERVICIOS						
Ingeniería AAEE		9.578.100,00	95.781,00	0,00	0,00	0,00
Coordinación Ingeniería y gestión		9.979.818,33	0,00	74.848,64	74.848,64	74.848,64
Supervisión en obra		8.997.703,33	0,00	67.482,77	67.482,77	67.482,77
		28.555.621,66	95.781,00	142.331,41	142.331,41	142.331,41
SUMINISTROS						
Equipos Mecánicos		18.510.432,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Material de Tubería		10.010.655,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Equipos Eléctricos		18.718.192,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Material eléctrico		5.941.503,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Material Instrumentación		1.457.802,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Lubricantes		120.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transportes		1.300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		56.058.587,04	0,00	0,00	0,00	0,00
SUBCONTRACIÓN CONTRATISTAS						
G.G. de Obra		6.008.100,00	0,00	180.243,00	150.202,50	60.081,00
Obra Civil		38.858.278,52	0,00	0,00	0,00	0,00
Estructuras Metálicas		12.362.662,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Izado línea de potencia		700.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Turbinas, Generador		8.550.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera		7.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería		13.800.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eléctrico		9.600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instrumentación		2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aislamiento y pintura		4.320.000,00	0,00	198.720,00	36.720,00	0,00
Soplado y limpieza calderas		1.900.000,00	0,00	16.150,00	0,00	0,00
		105.924.041,08	0,00	395.113,00	186.922,50	60.081,00

TABLA 1 DETALLE DE TABLA BCWS

5.3 DESARROLLO DE LA TABLA BCWP/CPTR

En esta sección se indica el presupuesto del trabajo realizado, que es una foto instantánea del progreso del trabajo en un momento dado del proyecto, valorado de acuerdo al coste presupuestado.



Basándose en el presupuesto desglosado de todas las actividades del proyecto y el avance real del proyecto, se distribuye el coste presupuestado de cada actividad mensualmente en función del avance mensual, es decir, por el tanto por ciento real para cada actividad.

PRESUPUESTO		BCWP	2007	2010		
Descripción		PPTO Original	Julio	Octubre	Noviembre	Diciembre
TAREAS		TOTAL	Mes 1	Mes 40	Mes 41	Mes 42
SERVICIOS						
Ingeniería AAEE		9.578.100,00	47.890,50	0,00	0,00	0,00
Ingeniería y gestión proyecto		9.979.818,33	99.798,18	74.848,64	74.848,64	74.848,64
Supervisión en obra		8.997.703,33	44.988,52	67.482,77	67.482,77	67.482,77
		28.555.621,66	192.677,20	142.331,41	142.331,41	142.331,41
SUMINISTROS						
Equipos Mecánicos		18.510.432,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Material de Tubería		10.010.655,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Equipos Eléctricos		18.718.192,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Material eléctrico		5.941.503,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Material Instrumentación		1.457.802,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Lubricantes		120.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transportes		1.300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		56.058.587,04	0,00	0,00	0,00	0,00
SUBCONTRACIÓN CONTRATISTAS						
G.G. Obra		6.008.100,00	0,00	180.243,00	150.202,50	60.081,00
Obra Civil		38.858.278,52	0,00	0,00	0,00	0,00
Estructuras Metálicas		12.362.662,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Izado línea de potencia		700.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Turbinas, Generador		8.550.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera	HRSG	7.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería		13.800.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eléctrico		9.600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instrumentación	I&C	2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aislamiento y pintura		4.320.000,00	0,00	198.720,00	36.720,00	0,00
Soplado y limpieza calderas		1.900.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		105.924.041,08	0,00	378.963,00	186.922,50	60.081,00

TABLA 2 DETALLE DE TABLA BCWP

5.4 DESARROLLO DE LA TABLA ACWP/CRTR

En esta sección se indica el coste realizado a la fecha de control. Se basa en el avance de las certificaciones realizadas en cada control, para este caso mensual, el coste real que se está



teniendo para el avance realizado. Cada mes se certifica el avance que ha realizado por cada subcontratista en la obra así como los costes de personal de mano de obra indirecta y los costes de los aprovisionamientos, aunque no se ha realizado en este caso, entendemos que sería conveniente desde nuestra opinión, y a la vista de los resultados obtenidos en este estudio, que en cada control se realizase una certificación de avance y de coste por cada suministro o aprovisionamiento.

PRESUPUESTO		ACWP	2007	2010		
Descripción		PPTO Original	Julio	Octubre	Noviembre	Diciembre
TAREAS		TOTAL	Mes 1	Mes 40	Mes 41	Mes 42
SERVICIOS						
Ingeniería AAEE		9.578.100,00	47.890,50	62.020,00	60.662,00	0,00
Ingeniería y gestión proyecto		9.979.818,33	0,00	99.154,66	110.793,89	87.245,42
Supervisión en obra		8.997.703,33	0,00	106.734,46	67.439,33	55.650,00
		28.555.621,66	47.890,50	267.909,12	238.895,22	142.895,42
SUMINISTROS						
Equipos Mecánicos		18.510.432,84	0,00	6.043,72	43.576,12	52.475,19
Material de Tubería		10.010.655,85	0,00	3.158,96	38.226,57	489.971,55
Equipos Eléctricos		18.718.192,49	0,00	48.776,66	290.645,58	513.742,06
Material eléctrico		5.941.503,04	0,00	870,00	10.594,73	242.316,00
Material Instrumentación		1.457.802,82	0,00	0,00	135,46	71.755,41
Lubricantes		120.000,00				
Transportes		1.300.000,00		0,00	0,00	0,00
		56.058.587,04	0,00	58.849,34	383.178,46	1.370.260,21
SUBCONTRACIÓN CONTRACT						
G.G. Obra		6.008.100,00	0,00	135.804,00	86.447,75	46.346,15
Obra Civil		38.858.278,52	0,00	0,00	3.764.366,79	939.204,38
Estructuras Metálicas		12.362.662,56		0,00		
Izado línea de potencia		700.000,00				
Turbinas, Generador		8.550.000,00		188.354,93	0,00	0,00
Caldera	HRS	7.400.000,00				
Tubería		13.800.000,00		0,00	0,00	1.143.607,86
Eléctrico		9.600.000,00		0,00	0,00	0,00
Instrumentación	I&C	2.425.000,00				
Aislamiento y pintura		4.320.000,00		615.061,54	59.223,16	353.475,76
Soplado y limpieza calderas		1.900.000,00				
		105.924.041,08	0,00	939.220,47	3.910.037,70	2.482.634,15

TABLA 3 DETALLE DE TABLA ACWP



5.5 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

A partir de las tablas descritas en los apartados anteriores, se construye la tabla siguiente donde se van colocando los valores acumulados que toman BCWS, BCWP y ACWP a lo largo de los meses, a partir de éstos valores se obtienen los valores que toman los factores Sv y Cv, así como los índices de ejecución a lo largo de los periodos de control en la vida del proyecto y se calculan la estimación a finalización en función de los anteriores índices. Posteriormente se crean las curvas del trabajo programado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se ha realizado sobre un gráfico de coste-tiempo, trazándolas desde un inicio del proyecto vemos las evoluciones de las mismas.



Valoración de la Aplicación del Método de Valor Ganado a Proyectos Industriales

Valores en el tiempo	Mes 38	Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42
Valores acumulados	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
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
Sv =	170.348	-65.581	-60.321	-30.160	0
Cv =	12.633.344	10.662.960	9.587.293	4.934.320	79.203
Sv % =	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cv % =	5,9%	5,0%	4,4%	2,3%	0,0%
BCWS _{CUM}	214.207.409	215.334.224	215.892.918	216.222.172	216.424.584
BCWP _{CUM}	214.377.758	215.268.642	215.832.597	216.192.012	216.424.584
ACWP _{CUM}	201.744.414	204.605.682	206.245.304	211.257.692	216.345.381
BAC	216.424.584	216.424.584	216.424.584	216.424.584	216.424.584
EAC _{CPI}	203.670.620	205.704.366	206.810.995	211.484.957	216.345.381
CV	12.633.344	10.662.960	9.587.293	4.934.320	79.203
VAC	12.753.964	10.720.218	9.613.589	4.939.628	79.203
Índices de ejecución					
SPI	100,1%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
CPI	106,3%	105,2%	104,6%	102,3%	100,0%
SCI	106,3%	105,2%	104,6%	102,3%	100,0%
TCPI _{EAC}	106,3%	105,2%	104,6%	102,3%	100,0%
TCPI _{BAC}	13,9%	9,8%	5,8%	4,5%	0,0%
0,5SPI _{CUM} +0,5CPI _{CUM}	103,2%	102,6%	102,3%	101,2%	100,0%
0,2SPI _{CUM} +0,8CPI _{CUM}	105,0%	104,2%	103,7%	101,9%	100,0%
PC	99,0%	99,5%	99,8%	99,9%	100,0%
Estimación finalización					
SPI	203.789.614	205.761.976	206.837.457	211.490.297	216.345.381
CPI	203.670.620	205.704.366	206.810.995	211.484.957	216.345.381
SCI	203.669.090	205.704.701	206.811.154	211.484.988	216.345.381
TCPI _{EAC}	203.670.620	205.704.366	206.810.995	211.484.957	216.345.381
TCPI _{BAC}	216.424.584	216.424.584	216.424.584	216.424.584	216.424.584
0,5SPI _{CUM} +0,5CPI _{CUM}	203.728.334	205.732.435	206.823.924	211.487.596	216.345.381
0,2SPI _{CUM} +0,8CPI _{CUM}	203.693.298	205.715.424	206.816.097	211.486.005	216.345.381

TABLA 4 EJEMPLO DATOS RECADADOS

Por otro lado, también se obtienen los valores de las variaciones de coste y de cronograma en cada control, así como los índices de desempeño o de ejecución que serán factores que nos irán indicando la evolución del proyecto, éstos los podemos representar también en una



gráfica de %-tiempo, que nos permite ver de una forma fácil la evolución de los mismos en el tiempo, como más tarde veremos.

Para facilitar el estudio primeramente realizaremos el análisis de cada fase del proyecto y finalmente lo realizaremos sobre el global del proyecto.



6 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL METODO DEL VALOR GANADO

Para facilitar el análisis del método se divide el proyecto en fases, agrupando en cada una, las actividades que tienen características similares. En el estudio que se está desarrollando se han destacado las siguientes fases:

- Fase de servicios
- Fase de suministros
- Fase de construcción
- Fase de plantas paquete
- Fase de puesta en marcha

6.1 FASE DE SERVICIOS

Se incluye el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto, partiendo de los datos que aporta el tecnólogo para esta planta, así como la gestión de coordinación del proyecto, en todo su ámbito, desde la gestión de las compras de suministros y subcontratistas principales, hasta la comunicación con el cliente, incluyendo la supervisión de la ejecución de la obra y el control de calidad.

Partiendo de las tablas BCWS, BCWP y ACWP de acuerdo a como se ha descrito en el apartado anterior, se elabora la tabla de valores acumulados a lo largo del proyecto obteniendo todos los valores que toman los índices de ejecución y las variaciones de coste y de planificación, a partir de las cuales podemos elaborar las gráficas siguientes, por un lado la gráfica con las curvas del trabajo programado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se ha realizado sobre un gráfico de coste-tiempo, trazándolas desde un inicio del



proyecto se pueden ver las evoluciones de las mismas y valorar cómo evoluciona esta fase del proyecto.

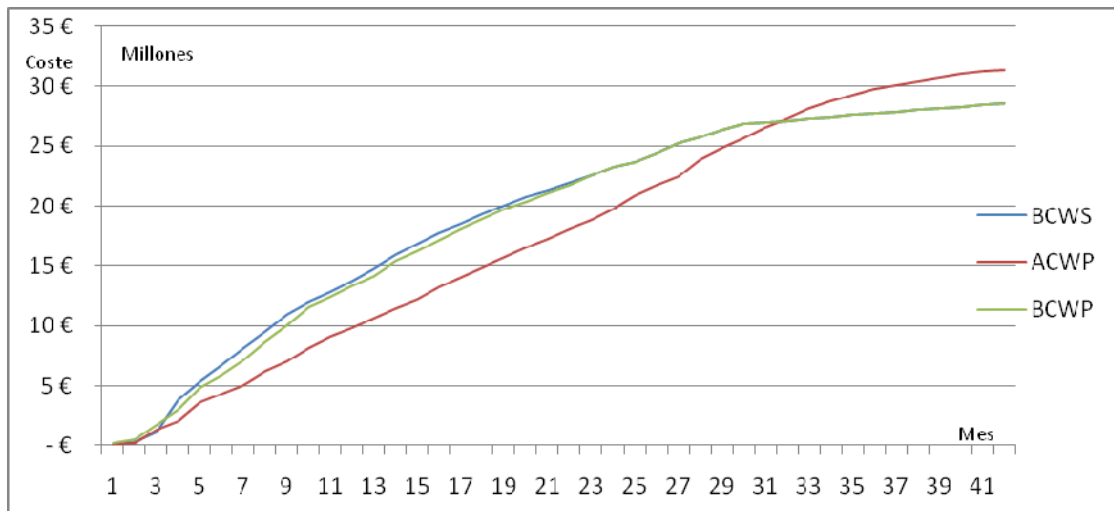


FIGURA 6 CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LA FASE DE SERVICIOS

Por otro lado, la gráfica que representa las curvas de las variaciones o desviaciones del coste y de la planificación se puede observar si vamos adelantados o retrasados y si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha de cada control.

Siguiendo las fórmulas que nos indica el método para obtener la desviación en programación

$$Sv = BCWP - BCWS \text{ y } Cv = BCWP - ACWP$$

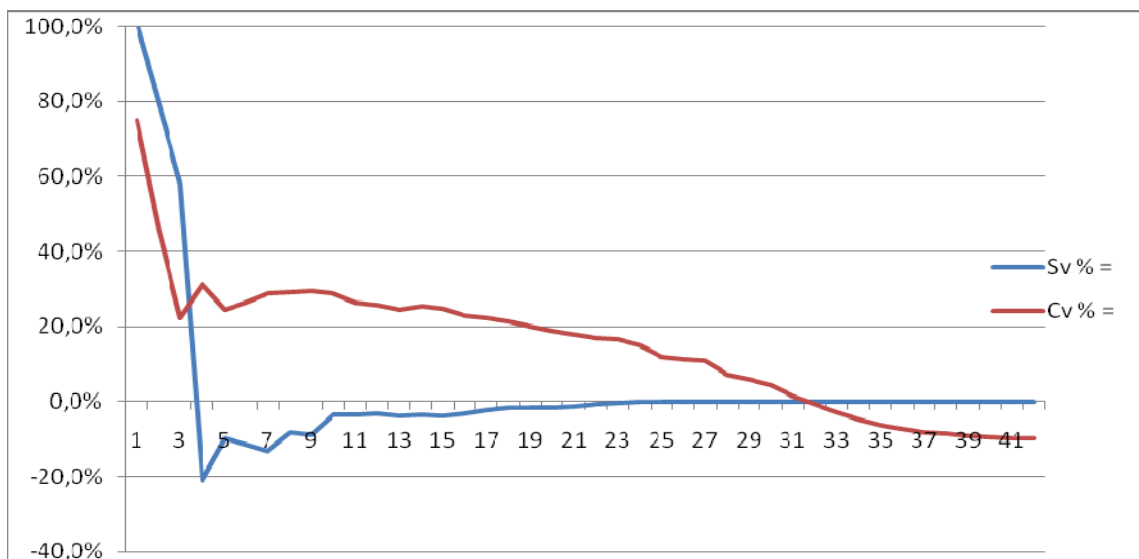




FIGURA 7 CURVAS DE LAS VARIACIONES S_v Y C_v EN LA FASE DE SERVICIOS

Así mismo, la gráfica que representa las curvas de los índices de desempeño o ejecución que nos dan una clara idea de cómo se está desarrollando esta fase del proyecto y poder tomar en función de los valores que tomen estos índices en cada control unas determinadas medidas para corregir o reconducir la marcha del proyecto, si fuese necesario por producirse variaciones sobre los objetivos marcados.

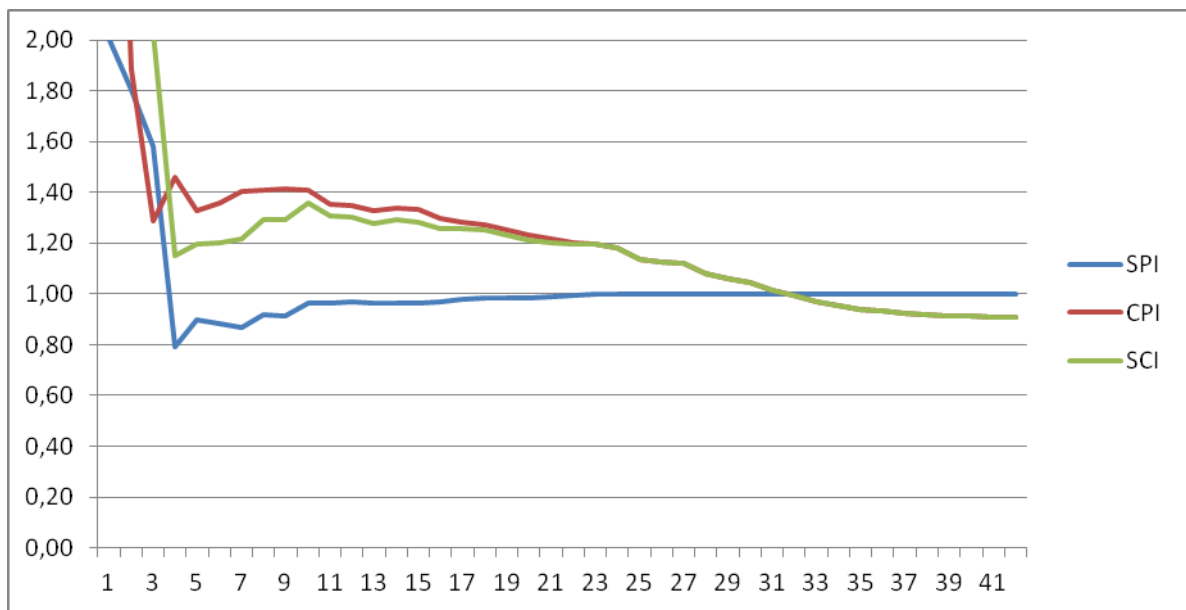


FIGURA 8 CURVAS LOS ÍNDICES DE RENDIMIENTO EN LA FASE DE SERVICIOS

Esta gráfica se puede resumir en otra más sencilla en la que solamente se representen los índices de desempeño SPI, CPI, SCI, que nos indican las evoluciones de la planificación y del coste.

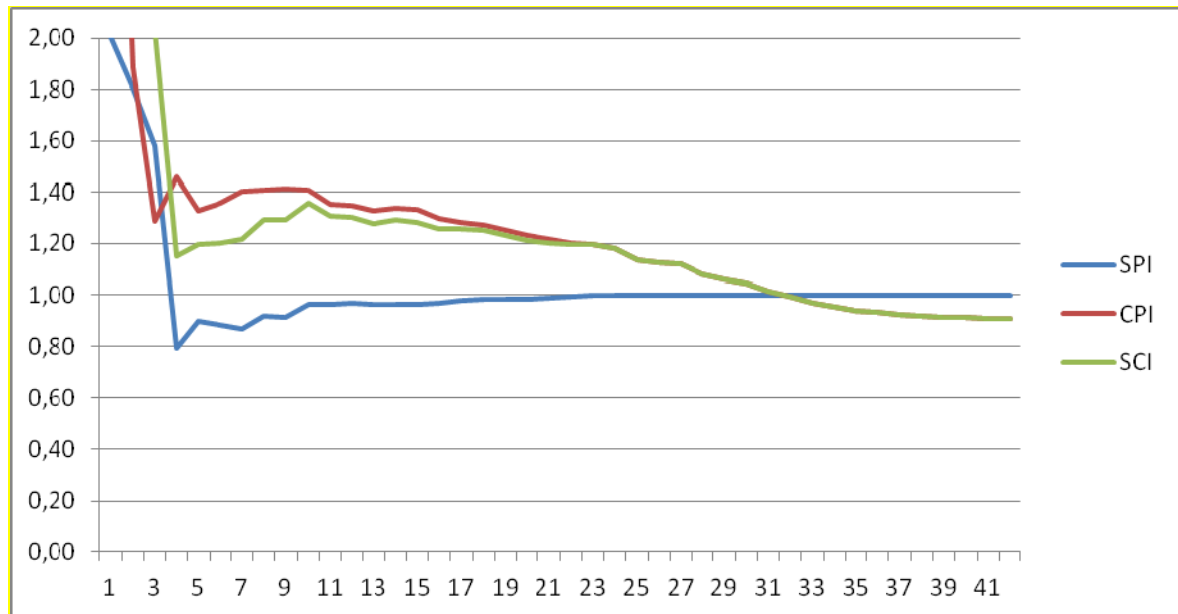


FIGURA 9 CURVAS DE LOS ÍNDICES SPI/CPI/SCI EN LA FASE DE SERVICIOS

En el siguiente apartado se realizará la interpretación de los resultados basándonos en estas gráficas aquí indicadas y en los valores límite definidos en el método.

6.2 FASE DE SUMINISTROS

En esta fase se incluye la planificación y el control económico de todos los suministros que se realizarán para el proyecto.

Al igual que para el caso anterior se realizará todo el proceso hasta llegar a representar para esta fase del proyecto una gráfica con las curvas BCWS, BCWP, ACWP y se calculan las desviaciones e índices de ejecución que son las variables que nos dan la información de la situación de esta fase del proyecto.

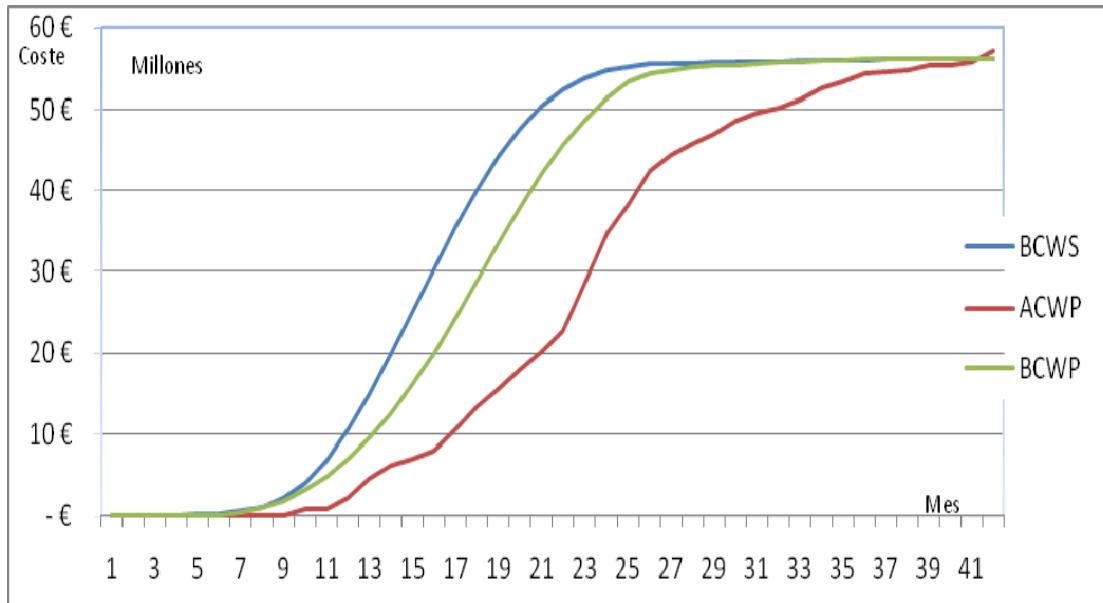


FIGURA 10 CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LA FASE DE SUMINISTROS

En las curvas de las variaciones del coste y de la programación se puede observar si vamos adelantados o retrasados y si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha de cada control.

Siguiendo las fórmulas que nos indica el método para obtener la desviación en programación $Sv = BCWP - BCWS$, en relación a la desviación en coste $Cv = BCWP - ACWP$.

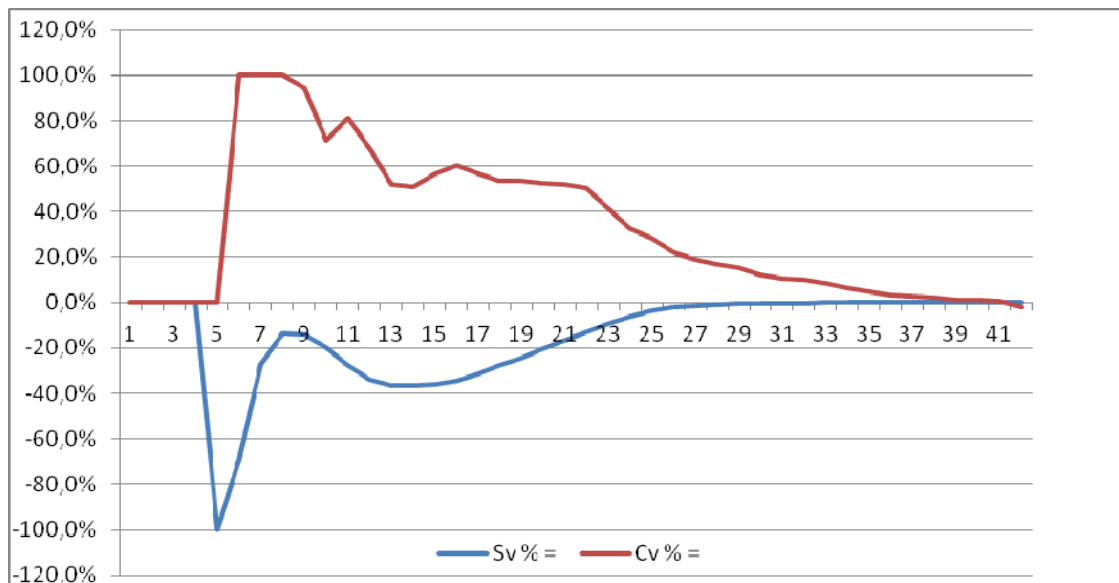


FIGURA 11 CURVAS DE LAS VARIACIONES SV - CV EN LA FASE DE SUMINISTROS



Así mismo con las curvas de los índices de desempeño nos dan una clara idea de cómo se está desarrollando esta fase del proyecto y poder tomar en función de los valores que adquieran estos índices en cada control unas determinadas medidas para corregir o reconducir la marcha del proyecto, si fuese necesario al estar produciéndose variaciones sobre los objetivos marcados.

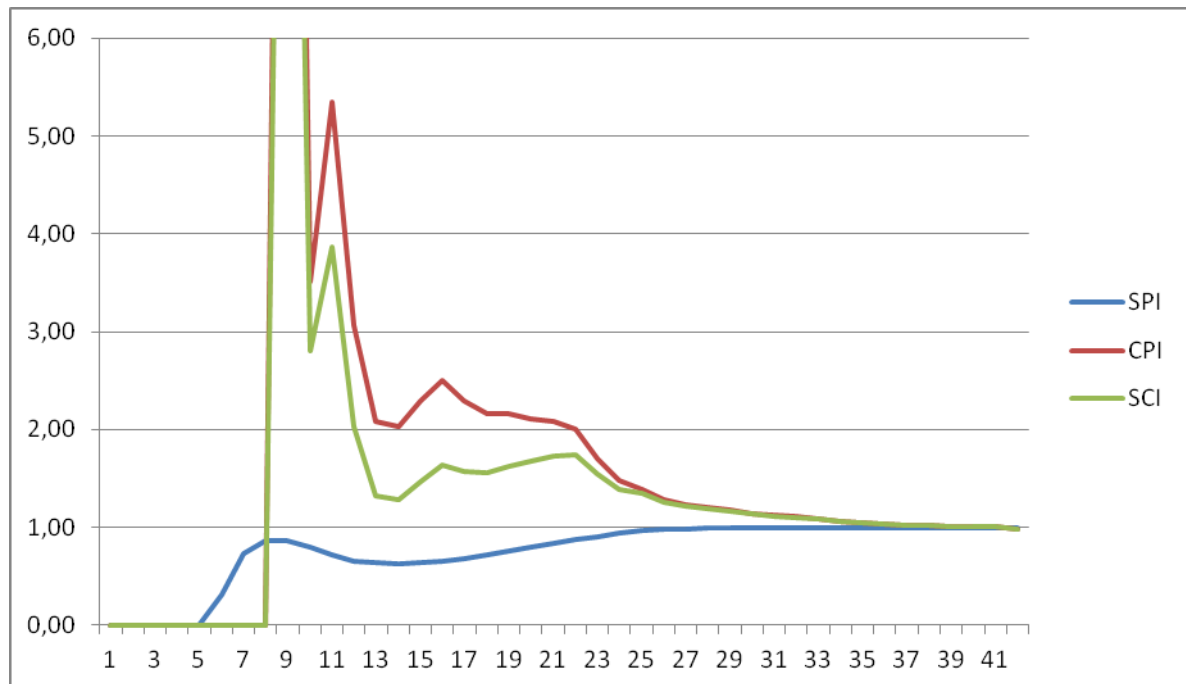


FIGURA 12 CURVAS DE LOS ÍNDICES DE RENDIMIENTO EN LA FASE DE SUMINISTROS

Esta gráfica se puede resumir en otra más sencilla en la que solamente se representen los índices de desempeño SPI, CPI, SCI, que nos indican las evoluciones de la planificación y del coste.

En el siguiente apartado se realizará la interpretación de los resultados basándonos en estas gráficas aquí indicadas y en los valores límite definidos en el método.

6.3 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.



Al igual que en las fases anteriormente descritas, se representa la gráfica de las curvas BCWS, BCWP y ACWP, y se calculan las desviaciones e índices de ejecución que son las variables que nos dan la información de la situación de esta fase del proyecto.

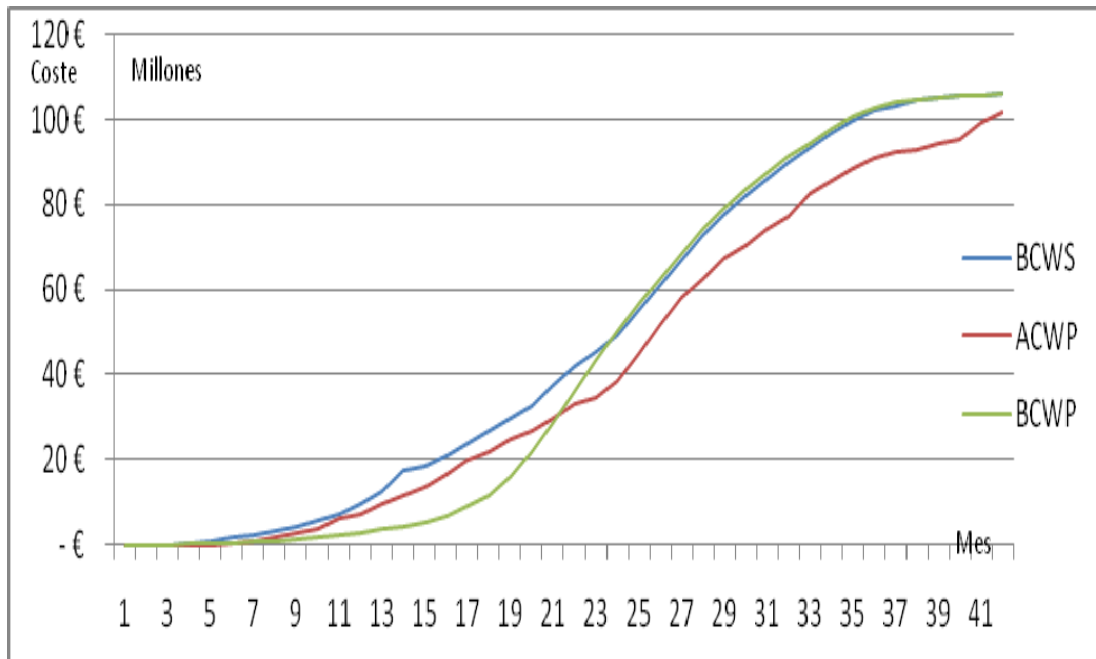


FIGURA 13 CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

En las curvas de las variaciones del coste y planificación nos indican si vamos adelantados o retrasados y si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha de cada control.

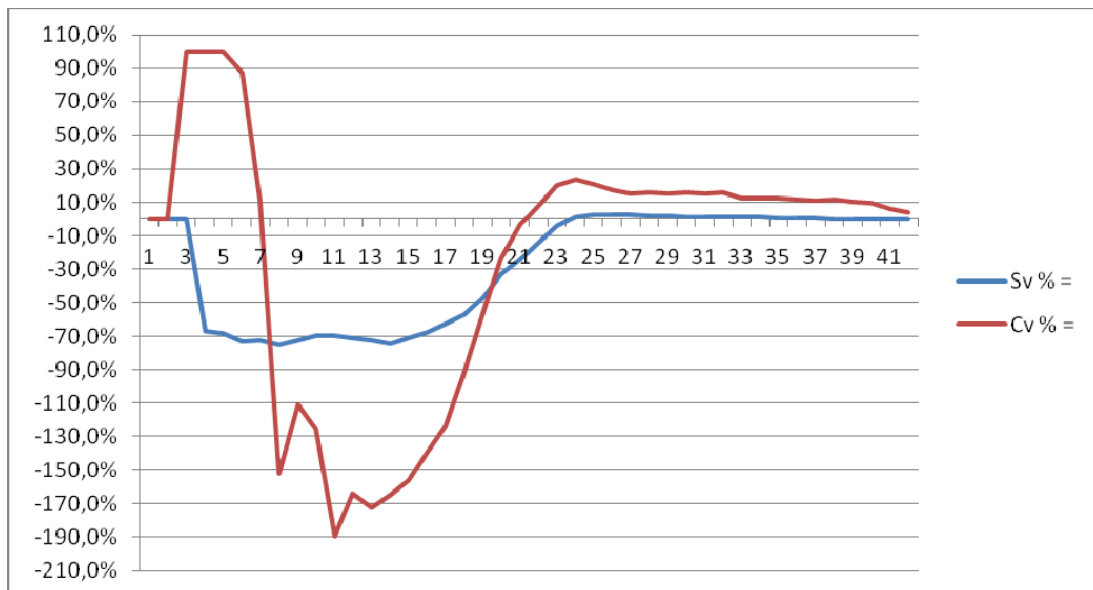


FIGURA 14 CURVAS LAS VARIACIONES SV- CV EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Representamos las curvas de los índices de ejecución o desempeño que nos dan una idea de cómo se está desarrollando esta fase del proyecto, indicándonos la misma idea del proyecto que nos indicaban las curvas del valor ganado, del trabajo programado y del coste real del trabajo o las curvas de las variaciones de coste y de planificación evaluadas con anterioridad, entre el mes siete y el mes veintidós el valor del índice CPI toma valores inferiores a uno, indicando un mayor coste de lo presupuestado para ese trabajo.

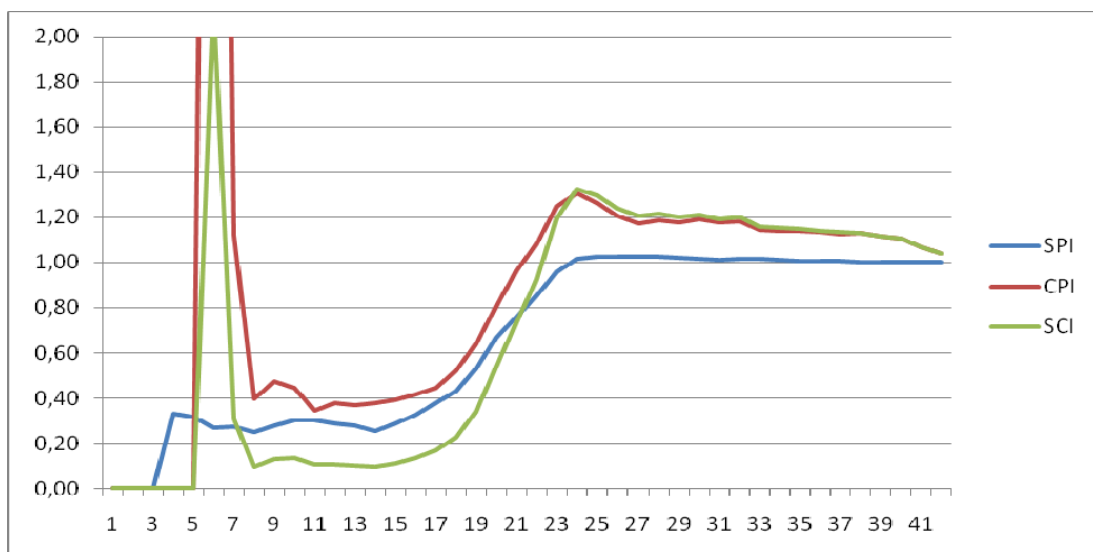


FIGURA 15 CURVAS DE LOS ÍNDICES DE RENDIMIENTO EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN



6.4 FASE DE PLANTAS PAQUETE

En esta fase se describe la planificación y el coste de todos los contratos realizados para el suministro e instalación de las plantas paquete del proyecto, entendemos como tal, aquellas instalaciones del proyecto que se subcontratan completamente a un especialista, por ejemplo las plantas de tratamiento de agua, las torres de refrigeración; a los correspondientes suministradores, se les indican unos rangos entre entrada y salida de los productos, y éstos se encargan de desarrollar la ingeniería, la fabricación en factoría de los elementos principales, compra de elementos comerciales necesarios, suministro, montaje en campo y por supuesto la puesta en marcha de la instalación en un plazo y precio fijado mediante un contrato bajo la modalidad de llave en mano.

Si por un lado, representamos una gráfica con las curvas BCWS, BCWP, ACWP y otra gráfica de los índices de ejecución que al igual que en los casos anteriores se obtiene una estimación en cada periodo de control del estado en el que se encuentra el proyecto.

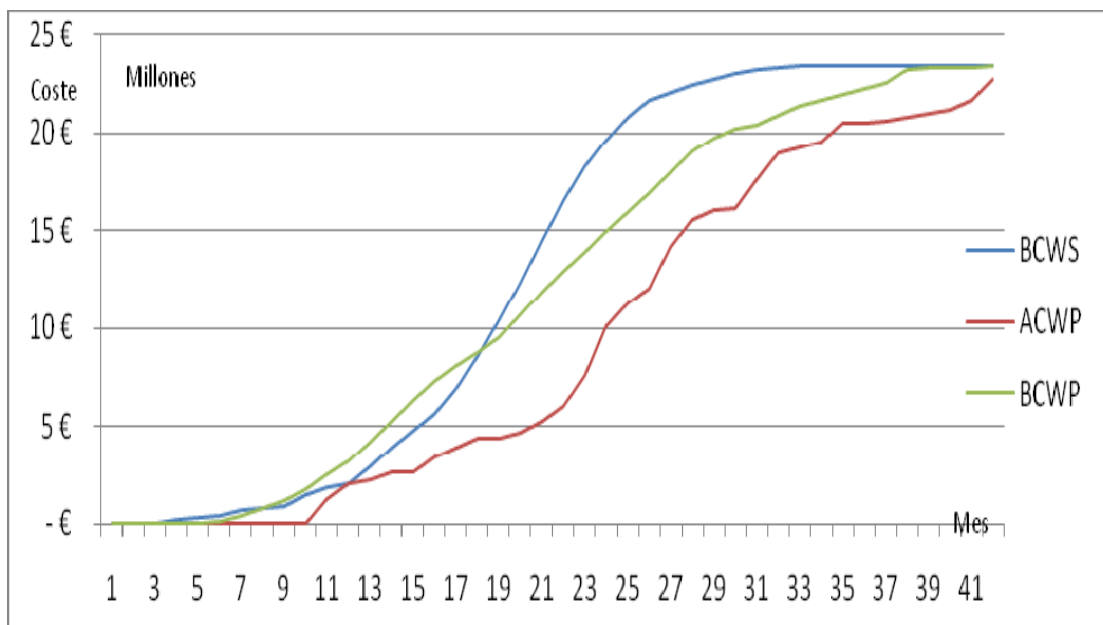


FIGURA 16 CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LA FASE DE LAS PLANTAS PAQUETE

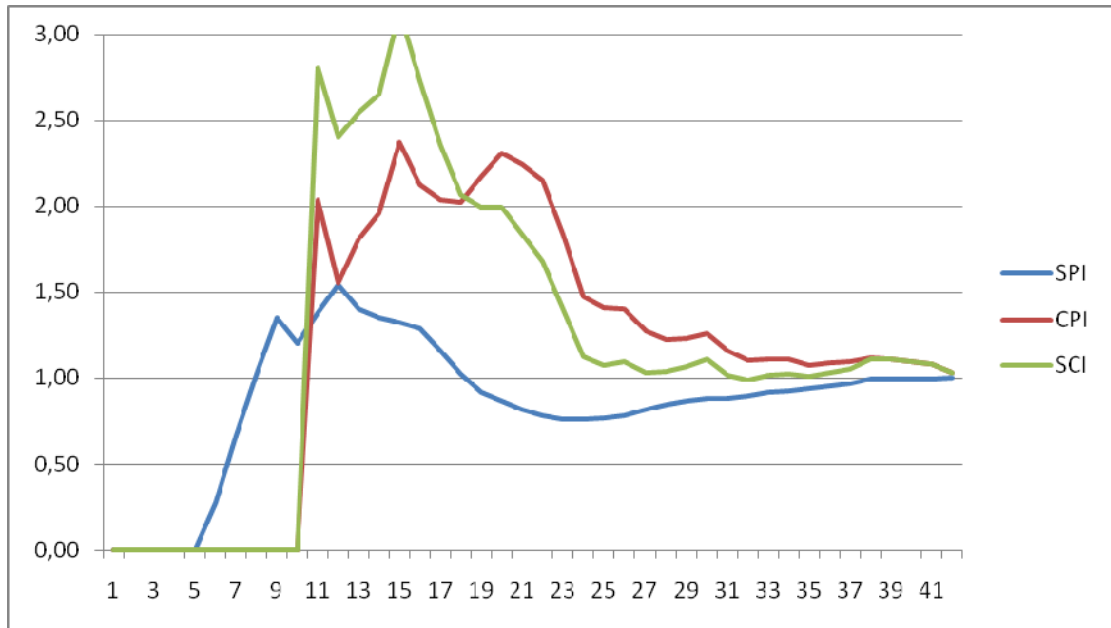


FIGURA 17 CURVAS DE LOS ÍNDICES DE RENDIMIENTO EN LA FASE DE LAS PLANTAS PAQUETE

En las curvas de las variaciones del coste y de planificación se puede observar si vamos adelantados o retrasados y si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha de cada control, al igual que con las gráficas anteriormente descritas. Como se puede ver en la siguiente representación.

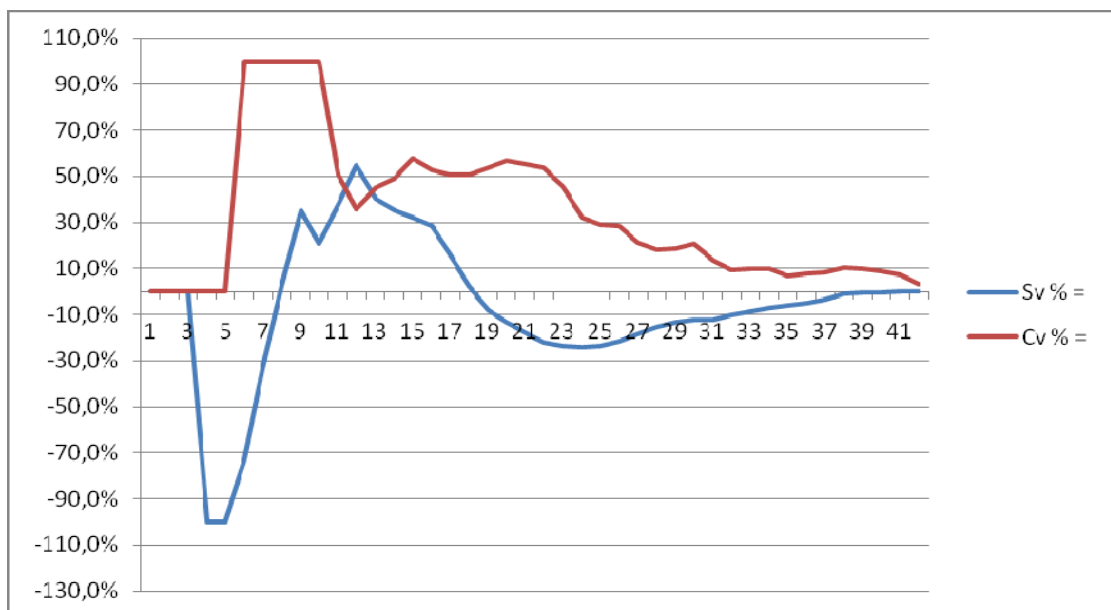


FIGURA 18 CURVAS DE LAS VARIACIONES SV- CV EN LA FASE DE PLANTAS PAQUETE



6.5 FASE DE PUESTA EN MARCHA

En esta fase se describe la puesta en marcha de todas las máquinas y dispositivos de la instalación, así como la comprobación del funcionamiento y del rendimiento de la misma.

Se representa en esta fase al igual que en las anteriores una gráfica con las curvas BCWS, BCWP, ACWP y otra con los índices de ejecución que son las variables que nos dan la información de la situación de la fase en cada momento.

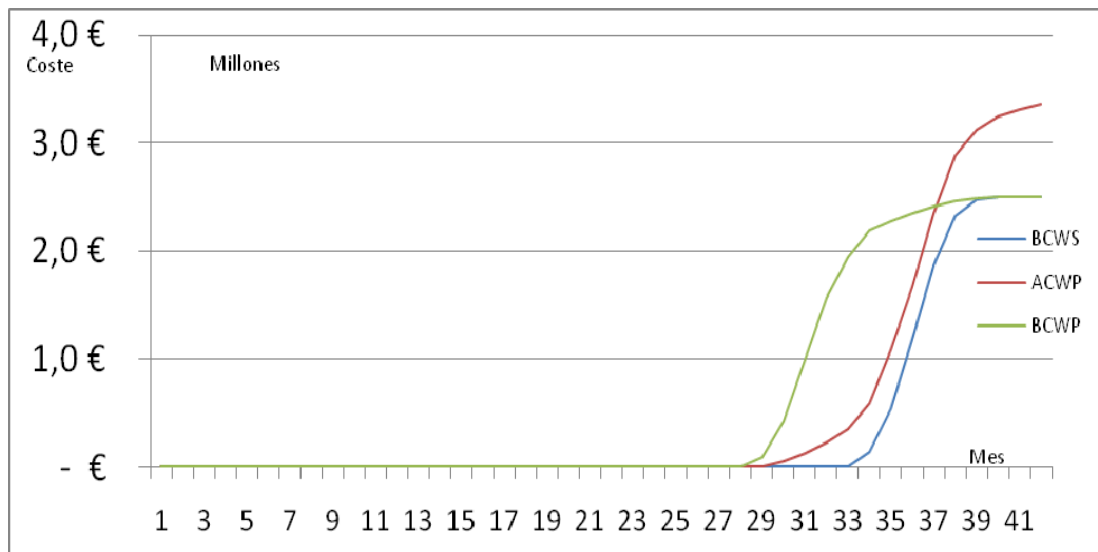


FIGURA 19 CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LA FASE DE PUESTA EN MARCHA

Tanto en la gráfica de las curvas como en la gráfica de los índices de desempeño o de ejecución se nos indica una tendencia en esta fase, de un adelanto en las tareas en relación a la planificación y un coste mucho mayor del considerado en el presupuesto inicial.

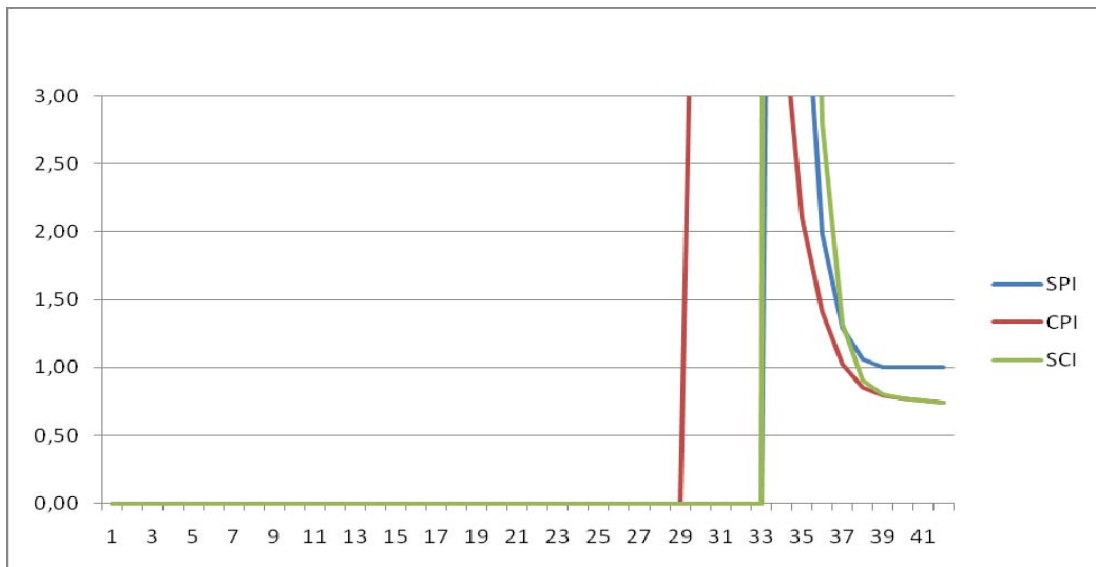


FIGURA 20 CURVAS DE ÍNDICES DE RENDIMIENTO EN LA FASE DE PUESTA EN MARCHA

Para el desarrollo de este análisis utilizaremos las bases de cálculo anteriormente descritas para el método del valor ganado.

Con este análisis de cada fase, podemos componer el análisis de todo el proyecto de la misma forma, creando una gráfica con las curvas BCWS, BCWP, ACWP y calculando los índices de ejecución que son las variables que nos dan la información de la situación del proyecto, así como las variaciones de coste y de planificación.

Para ello, cada mes se va rellenando una tabla con los valores que toman las tareas para ese mes y con esto se generan los valores de los índices más conocidos con los que se obtiene una estimación del valor final del proyecto.

El método del análisis de proyectos mediante el valor ganado, normalmente se aplica a todo el proyecto, aplicándolo a las fases en las que hemos dividido el proyecto para poder analizar en más detalle algunas desviaciones que nos estén distorsionando la marcha establecida para el proyecto, y problemas que podamos tener en alguna parte del proyecto y de una forma general no somos a solventar.

En este caso, lo hemos realizado por fases para intentar realizar un estudio profundo del método y describir una metodología de cómo aplicar este método en proyectos similares al descrito y para poder obtener una metodología de cómo utilizar este método del valor ganado en la gestión integrada de proyectos de una cierta complejidad y entidad económica,



Valoración de la Aplicación del Método de Valor Ganado a Proyectos Industriales

donde intervienen diversidad de empresas con diferentes metodologías de trabajo y diferentes criterios a la hora de ejecutar los trabajos de ingeniería y de ejecución en campo de los mismos, así como contratos entre las partes de diferente índole tal como se ha descrito en el apartado anterior.

Una vez hecho el planteamiento de cómo obtener los datos, como representarlos y cuáles son las variables que debemos controlar, en la siguiente sección vamos a ver como interpretamos los resultados.



7 Interpretación de los resultados

Hay que tener en cuenta que a partir de cierto nivel de precisión la realidad no va a coincidir con nuestra planificación, pero si debemos tener presente que para una fecha dada de nuestro proyecto, el coste planificado acumulado del proyecto, es la suma de las siguientes contribuciones: [2].

- Todas las tareas cuya finalización se haya dado en una fecha anterior a la fecha de control dada, contribuirán con todo su coste planificado al coste planificado acumulado del proyecto.
- Todas aquellas tareas cuyo inicio ocurra con fecha posterior a la fecha del control, no contribuirán aún al coste planificado acumulado del proyecto.
- Todas aquellas tareas que deberían estar en ejecución en la fecha de control dada contribuirán con su fracción de coste planificado de acuerdo al modelo de distribución que se haya aplicado.

Con lo que tenemos la proyección temporal del presupuesto del proyecto.

Para facilitar la interpretación y comprobar si es correcta la aplicación que se está realizando del método a partir de los datos conocidos y disponibles del proyecto desarrollado, se hace un seguimiento más detallado de cuatro casos, siendo estos partes más pequeñas de las fases consideradas anteriormente.

- En un primer caso se hace un seguimiento en los suministros mecánicos
- Un segundo caso de los suministros eléctricos.
- Un tercer caso en las plantas paquete.
- Y un cuarto caso en el montaje de los equipos principales, turbinas y generadores.



7.1 ESTUDIO DE LOS SUMINISTROS MECÁNICOS

Para el caso de los suministros mecánicos, el estudio fue desarrollado en la consideración que los avances de los costes se toman en cada una de las certificaciones que hace cada proveedor, éstas son acuerdo al contrato y el 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.

La curva BCWS, trabajo planificado, se obtienen con la planificación inicial y el presupuesto asignado para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación.

La curva BCWP, valor ganado, se obtienen con la planificación actualizada y el presupuesto inicial para estos suministros distribuido proporcionalmente a la correspondiente planificación actualizada a la fecha del control.

La curva ACWP, coste real para el trabajo que sea realizado, se ha construido con los valores de las certificaciones realizadas por los suministradores durante el desarrollo del contrato.

Con estas curvas se genera una gráfica en coste-tiempo, sobre la que iremos observando la evolución de los suministros en cada control que realicemos. Esto nos permitirá tomar decisiones si las entregas no van como se había considerado.

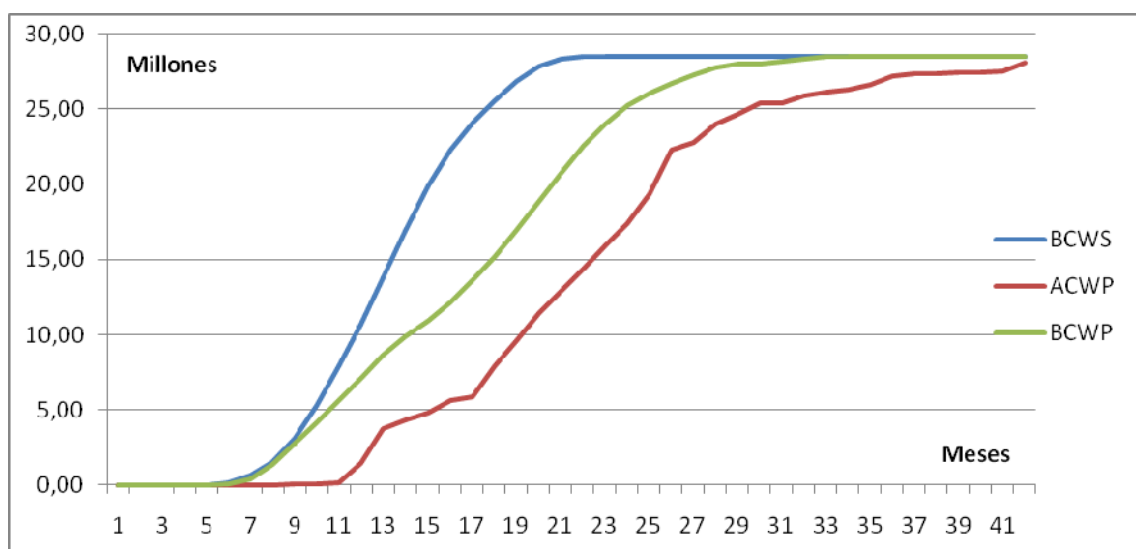


FIGURA 21 CURVAS BCWS / BCWP / ACWP DE SUMINISTROS MECÁNICOS



En la curva ACWP se puede observar que presenta incrementos no evolucionando de una forma lineal como las otras dos, esto se debe a que las certificaciones se están realizando por hitos de acuerdo a los contratos a precio cerrado fijados con los proveedores, así a modo de ejemplo podemos indicar que la mayoría de los contratos tenían una certificación de 20% del importe del mismo a la firma del mismo, 40% a las pruebas en fabrica, 30% a la finalización del montaje en campo y puesta en marcha del suministro y el 10% restante a la puesta en marcha de la instalación, este último hito al materializarse hace una indicación en la curva en su parte final marcando una pendiente bastante pronunciada incrementado el coste final de los suministros mecánicos. Para esta forma de gestionar el coste mediante la contabilización por hitos y el avance mediante los controles mensuales, a la vista de los resultados entendemos que no parece la forma más correcta para el análisis mediante el valor ganado.

Por otro lado, con los valores que tomamos de las curvas en cada fecha, obtenemos las variaciones y los índices de ejecución que nos describen la tendencia que tiene esta parte del proyecto durante su ejecución, las cuales representamos en las correspondientes gráficas.

Así podemos observar en las curvas, como el índice de rendimiento o desempeño de planificación, SPI, nos está indicando que un retraso en la ejecución de los trabajos sobre la planificación inicial de los mismos con valores menores de 1, hasta aproximada el mes 29 ó 30 en el que la ejecución se aproxima a lo planificado con valores de SPI próximos a 1, al igual que se puede ver en las curvas BCWS y BCWP al estar esta última retrasada en relación a la primera durante el periodo descrito al analizar el índice SPI.

Por otro lado, el índice de rendimiento o desempeño del presupuesto, CPI, con valores mayores a 1, nos está indicando que por cada euro gastado se ha ejecutado trabajo por un valor mayor al euro, en los últimos meses la tendencia de este índice es hacia 1, aunque no llega al valor de 1, lo que no está indicando que el coste final de esta partida ha estado por debajo del valor presupuestado.

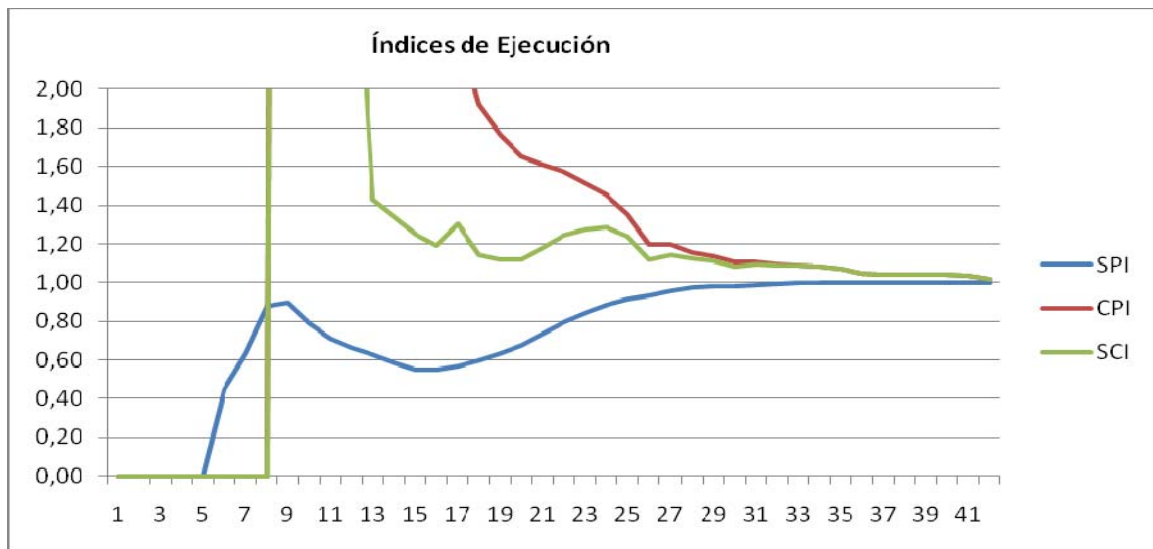


FIGURA 22 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LOS SUMINISTROS MECÁNICOS

En resumen, se observa que los suministros mecánicos han tenido un retraso en su entrega durante un período del proyecto, que han hecho que el proyecto haya sufrido un retraso de su ejecución de dos meses durante este tiempo, finalmente este retraso se ha podido corregir llegando al objetivo planificado.

Sin embargo si se indica que el coste de los suministros mecánicos ha sido inferior al presupuesto inicial, al principio del proyecto presenta un valor de CPI elevado, la explicación puede darse por el desfase que suele existir en ciertos momentos del proyecto en el retraso en los pagos a los proveedores, bien ocasionadas por la misma gestión del proyecto que hace que se ralenticen los pagos o que intencionadamente se retrasan los mismos para mantener un cash-flow positivo del proyecto en todo momento.

Así mismo, podemos observar en las curvas, como la variación del cronograma SV, nos está indicando que un retraso en la ejecución de los trabajos sobre la planificación inicial de los mismos, hasta aproximada el mes 29 ó 30, como también se indicaba en la gráfica de índice de ejecución.

La variación en coste CV, que se ha ejecutado más trabajo del que corresponde a cada euro invertido, indicandonos al final al igual que lo hace el índice de ejecución que el coste final de esta fase ha estado por debajo del valor planificado.

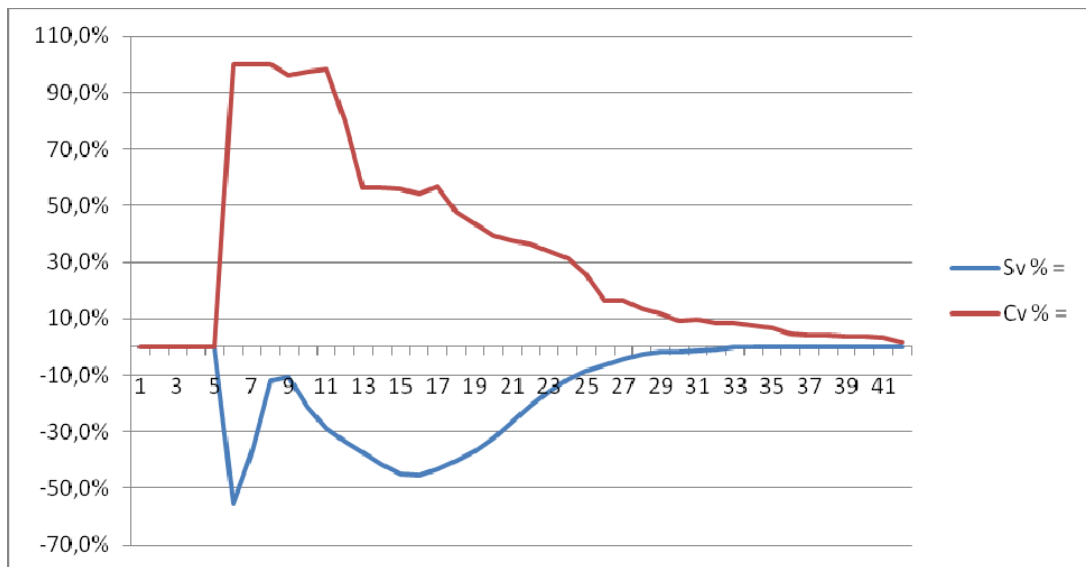


FIGURA 23 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE VARIACIONES EN LOS SUMINISTROS MECÁNICOS

7.2 ESTUDIO DE LOS SUMINISTROS ELÉCTRICOS

Para el caso de los suministros eléctricos al igual que para el caso de los suministros mecánicos, el estudio fue desarrollado en la consideración que los avances de los costes se toman en cada una de las certificaciones que hace cada proveedor, éstas son acuerdo al contrato y al avance de la obra.

Los contratos con los subcontratistas también han sido a precio cerrado, con hitos de pago repartidos en plazos acordados en el mismo, de acuerdo con la fabricación, pruebas o entrega de los equipos o componentes eléctricos.

La curva BCWS, trabajo planificado, se obtiene con la planificación inicial y el presupuesto asignado para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación.

La curva BCWP, valor ganado, se obtiene con la planificación actualizada y el presupuesto inicial para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación actualizada a la fecha del control.

La curva ACWP, coste real para el trabajo que se ha realizado, se ha construido con los datos obtenidos de las certificaciones realizadas por los suministradores durante el desarrollo del contrato.

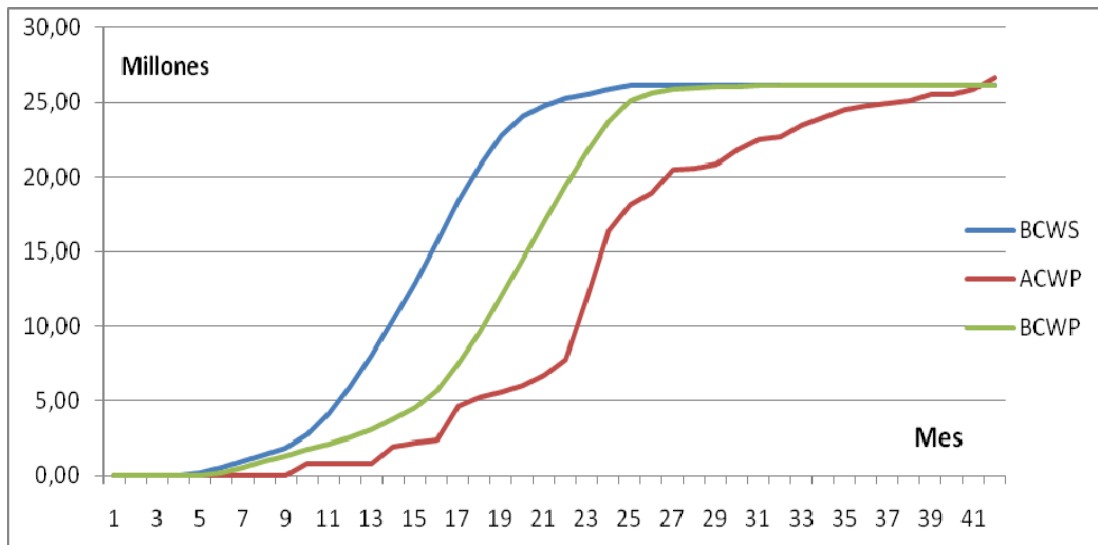


FIGURA 24 GRÁFICA DE LAS CURVAS BCWS / BCWP / ACWP DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

Con los valores que toman en cada fecha las variables de la base del cálculo se puede analizar en los índices de ejecución la tendencia que tiene en este periodo la parte en estudio.

Nos encontramos ante la misma situación con la curva ACWP que para el caso de los suministros mecánicos, aunque aquí los escalones que marca la curva son algo diferentes esto puede ser debido al número de contratos que hayan coincidido en las mismas fechas.

Así podemos observar en las curvas, como el índice de rendimiento o desempeño de planificación, SPI, que en un principio toma valores menores de 1, nos está indicando que un retraso en la ejecución de los trabajos sobre la planificación inicial de los mismos, hasta aproximada el mes 25 en el que la ejecución se aproxima a lo planificado con valores de SPI próximos a 1.

Por otro lado, el índice de rendimiento o desempeño del presupuesto, CPI, toma valores mayores a 1, y nos está indicando que por cada euro gastado se ha ejecutado trabajo por un valor mayor al euro, en los últimos meses la tendencia de este índice es hacia 1, aunque no llega al valor de 1, lo que no está indicando que el coste final de este suministro ha estado por debajo del valor presupuestado.

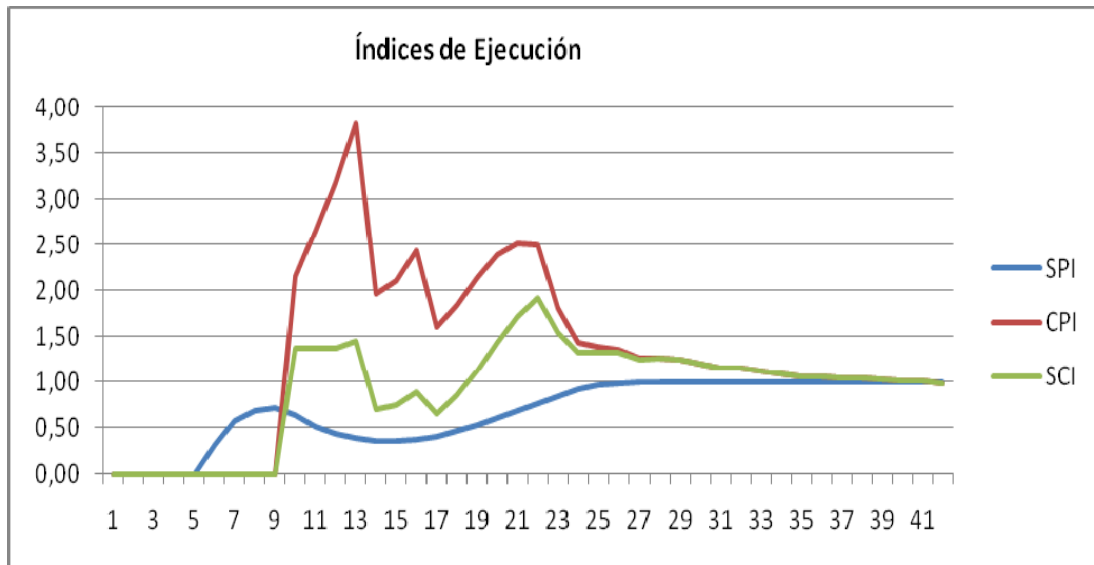


FIGURA 25 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LOS SUMINISTROS ELÉCTRICOS

Como resumen, se observa al igual que en el caso de los suministros mecánicos se ha tenido un retraso en su entrega durante un período del proyecto, que han hecho que el proyecto haya sufrido un retraso de su ejecución de dos meses durante este tiempo.

Sin embargo si se indica que el coste de los suministros eléctricos ha sido superior al presupuesto inicial, al principio del proyecto presenta un valor de CPI elevado, la explicación puede darse por el desfase que suele existir en ciertos momentos del proyecto con el retraso en los pagos a los proveedores, en la última parte del proyecto se ha ido aproximando a 1, y al final presenta un valor inferior a 1 que observando las curvas BCWS y ACWP, podemos ver que el coste final fue ligeramente superior al presupuesto asignado para esta partida del proyecto. Esta variación al final se explica por los cierres de los contratos que han hecho que alguno tuviese extra-costes debido a las ampliaciones surgidas en los mismos, bien a nuevos requerimientos en el alcance o por errores de ingeniería y por indefiniciones que ha hecho que se haya tenido que modificar componentes durante la fabricación o el montaje de los suministros.

Al igual que los índices de ejecución, las curvas de variación del coste y de la programación nos están indicando la misma tendencia de esta fase del proyecto.

La variación de planificación Sv toma valores menores de cero hasta el mes 25, lo que está indicando un retraso en la ejecución, adquiriendo valores cercanos a cero que significa que el proyecto está según lo planificado.



La variación de coste CV toma valores mayores de cero hasta casi el final del proyecto, lo que indica una situación favorable en el coste, para tomar valores menores de cero lo que significa un mayor coste final mayor que el presupuestado.

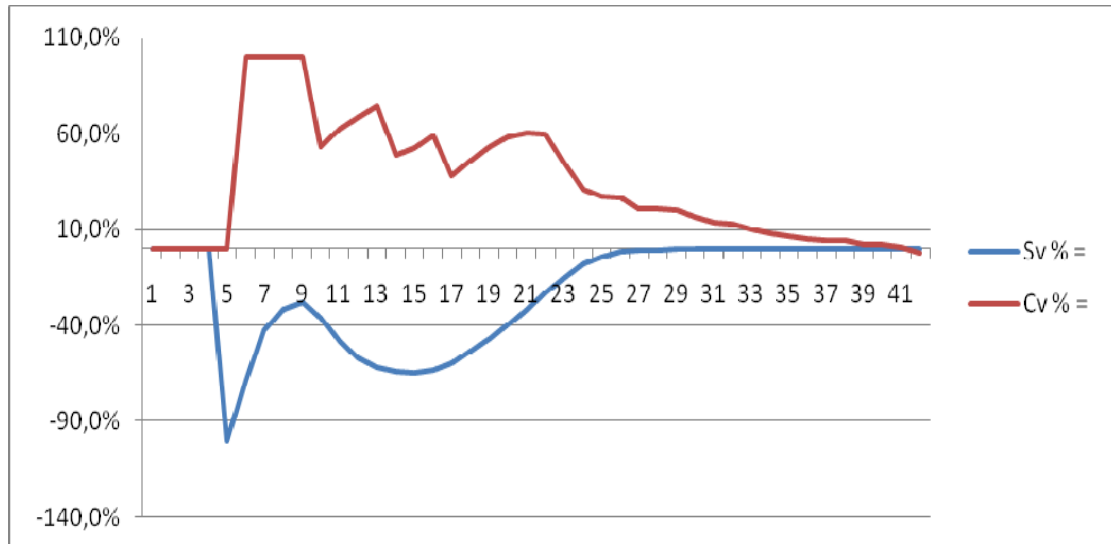


FIGURA 26 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN EN LOS SUMINISTROS ELÉCTRICOS

7.3 ESTUDIO DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE PLANTAS PAQUETE

Este estudio fue desarrollado considerando los hitos de avance que se han acordado con cada proveedor en el correspondiente contrato y al avance de la obra de acuerdo a la planificación establecida.

Los contratos con los subcontratistas son mediante la modalidad de 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.

La curva BCWS, trabajo planificado, se obtiene con la planificación inicial y el presupuesto asignado para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación.

La curva BCWP, valor ganado, se obtiene con la planificación actualizada y el presupuesto inicial para estos suministros distribuido proporcionalmente a la planificación actualizada.

La curva ACWP, coste real para el trabajo que sea realizado, se ha construido con los datos obtenidos de las certificaciones realizadas por los suministradores durante la ejecución del contrato.

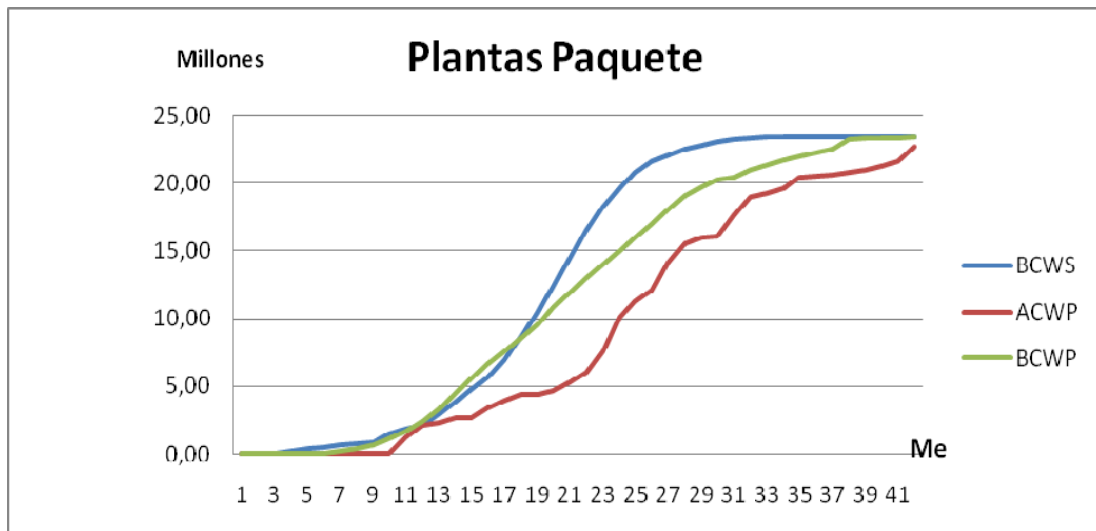


FIGURA 27 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE BCWS/BCWP/ACWP EN LAS PLANTAS PAQUETE

Con los valores que toman los índices de ejecución se describen la tendencia que tienen estos suministros en el proyecto durante su ejecución.

Así podemos observar en las curvas, como el índice de rendimiento o desempeño de planificación, SPI, nos está indicando que un retraso en la ejecución de los trabajos sobre la planificación inicial de los mismos, al comienzo del proyecto, durante un periodo entre los meses 11 y 19 la ejecución se adelanta a la planificación como se puede ver en los valores mayores a 1 que toma el índice, volviendo retrasarse la ejecución hasta aproximada el mes 35 en el que la ejecución se aproxima a lo planificado con valores de SPI próximos a 1. Por otro lado, el índice de rendimiento o desempeño del presupuesto, CPI, nos está indicando que por cada euro gastado se ha ejecutado trabajo por un valor mayor al euro, en los últimos meses la tendencia de este índice es hacia 1.

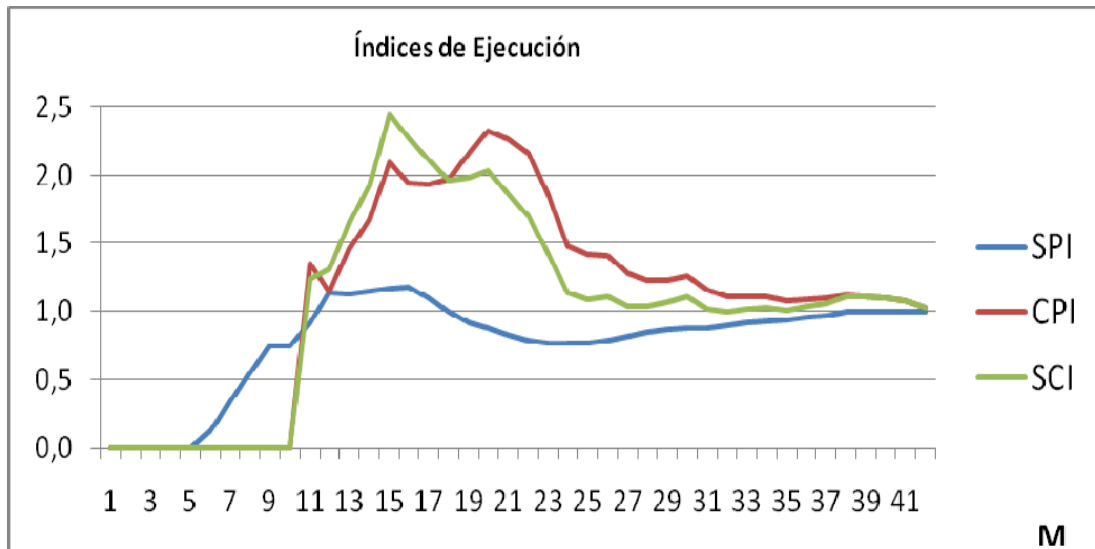


FIGURA 28 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN DE LAS PLANTAS PAQUETE

Al igual que los índices de ejecución, las curvas de variación del coste y de planificación nos están indicando la misma tendencia de esta fase del suministro, montaje y puesta en marcha de las plantas paquete.

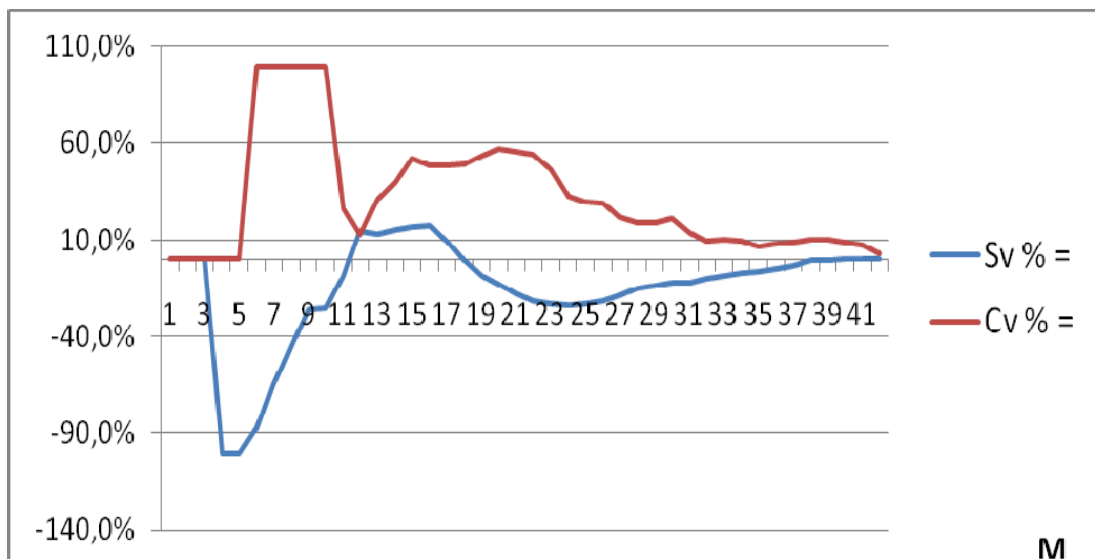


FIGURA 29 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES EN LAS PLANTAS PAQUETE

7.4 ESTUDIO DE MONTAJE DE TURBINAS Y GENERADORES

Este estudio se desarrolla a partir del momento que los equipos principales están en campo, no teniendo influencia el coste de éstos en el análisis del valor ganado, al ser éstos suministrados directamente por el tecnólogo al Promotor del proyecto.



Y considerando solamente como coste las certificaciones que se iba acordado con el subcontratista con él que se firmó el correspondiente contrato para la ejecución de estos trabajos y como avance de la obra lo ejecutado en cada periodo de control.

El contrato con el contratista fue establecido por unidades de obra y cuadro de precios, con hitos de pago por certificaciones mensuales a cordadas entre las partes, de acuerdo con el avance de la obra.

La curva BCWS, trabajo planificado, se obtiene con la planificación inicial y el presupuesto asignado para la instalación de los mismos, distribuido proporcionalmente a la planificación.

La curva BCWP, valor ganado, se obtiene con la planificación actualizada y el presupuesto inicial asignado para la instalación, distribuido proporcionalmente a la planificación actualizada.

Los avances de costes, la curva ACWP, coste real para el trabajo que sea realizado, se han realizado de acuerdo a las certificaciones mensuales realizadas por la empresa de montaje.

Observando los índices de ejecución representados en la gráfica, se ve un avance en los pagos superior al avance de la obra durante el montaje de las turbinas y los generadores, la explicación se encuentra en que la empresa que realiza los trabajos es perteneciente al grupo de contratista y se ha entregado a cuenta un avance de los pagos, para evitarle gastos de financiación en este contrato.

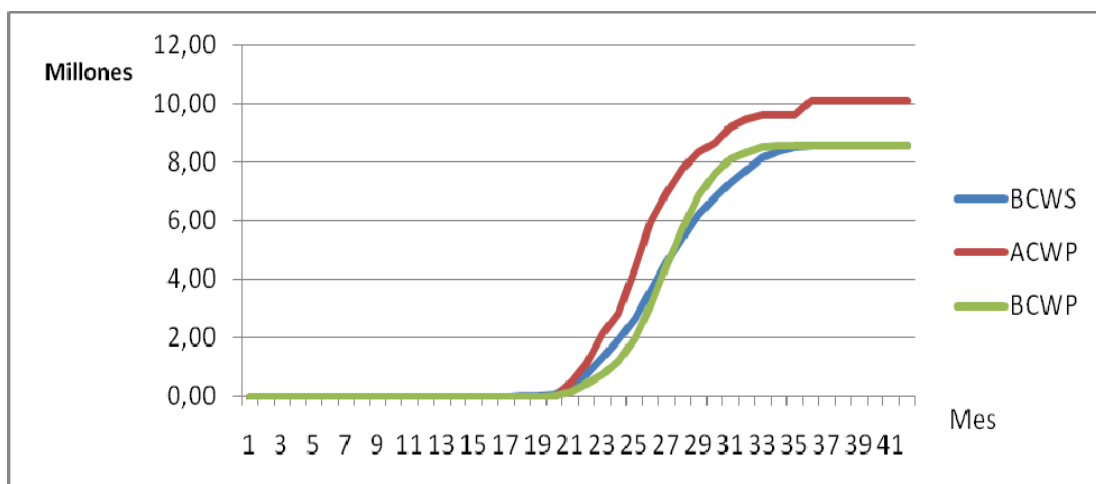


FIGURA 30 GRÁFICA DE LAS CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN EL MONTAJE DE TURBINAS Y GENERADORES



El índice de rendimiento de la planificación SPI nos marca un retraso en la ejecución en relación con la planificación, para un posterior adelanto y finalmente terminar en las fechas planificadas. Realmente la ejecución no debería variar en relación a lo planificado ya que son trabajos conocidos por las empresas especializadas que los ejecutan y están bastante contrastados los tiempos de ejecución de los mismos, la explicación de adelantos y retrasos que se observan en las curvas se puede dar por la utilización de más o menos recursos de los necesarios en cada momento, circunstancia que suele producirse dependiendo de las necesidades personal de las compañías con la ejecución de trabajos en otros proyectos o mantenimientos.

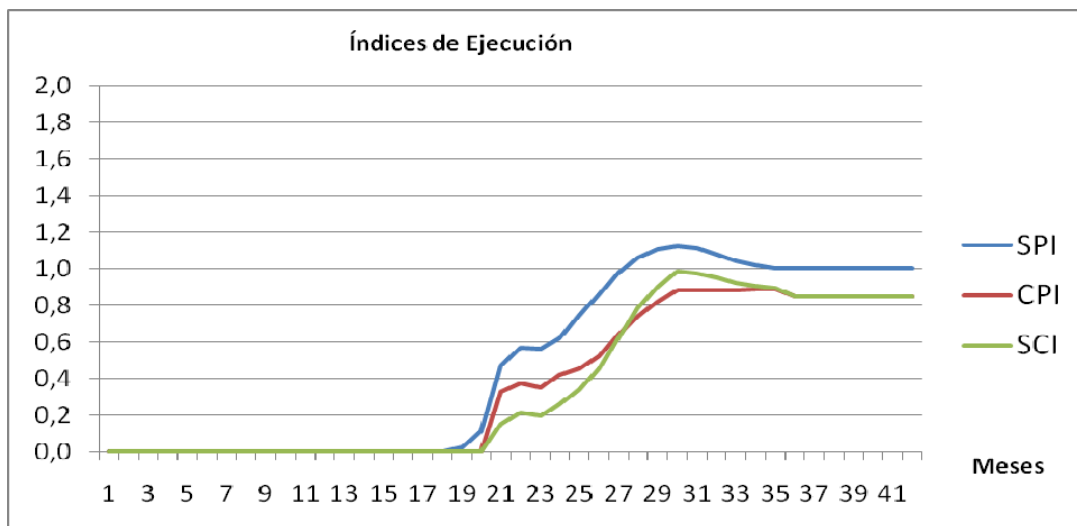


FIGURA 31 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN EL MONTAJE DE TURBINAS Y GENERADORES

Si se observa en la gráfica de las curvas BCWS y ACWP, contrastado con el índice de rendimiento del coste CPI que para este caso presenta valores menores a 1, lo que nos está indicando que tenemos más coste de lo considerado en el presupuesto, presentado un incremento al final como se aprecia con más detalle en la curva ACWP, la explicación es debida a que han existido trabajos complementarios a los contratados, por indefiniciones en la ingeniería que había suministrado el tecnólogo, por reparaciones que han surgido de componentes del suministro, y por la falta de definición del alcance y componentes que se han suministrado mal fabricados, esto ha dado lugar a ordenes de trabajo suplementarias que no estaban contempladas en el contrato y que han sido abonadas al contratista.



7.5 INTERPRETACIÓN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

Una vez verificado el comportamiento de estos casos anteriores y llegando a unas conclusiones en las que se puede apreciar que el método del valor ganado está dando unos valores y resultados similares a los que se produjeron durante la ejecución real del proyecto, damos por válida la aplicación que se está realizando del análisis mediante el valor ganado en la ejecución del proyecto descrito y procedemos a analizar el proyecto, tal como estaba estructurado, en el cual las fases estaban resumidas por:

- Fase de servicios
- Fase de suministros
- Fase de construcción
- Fase de plantas paquete
- Fase de puesta en marcha

7.5.1 FASE DE SERVICIOS

Como se había indicado anteriormente, la interpretación y análisis del método del valor ganado se realizará sobre las curvas del trabajo planificado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se representará sobre un gráfico de coste-tiempo.

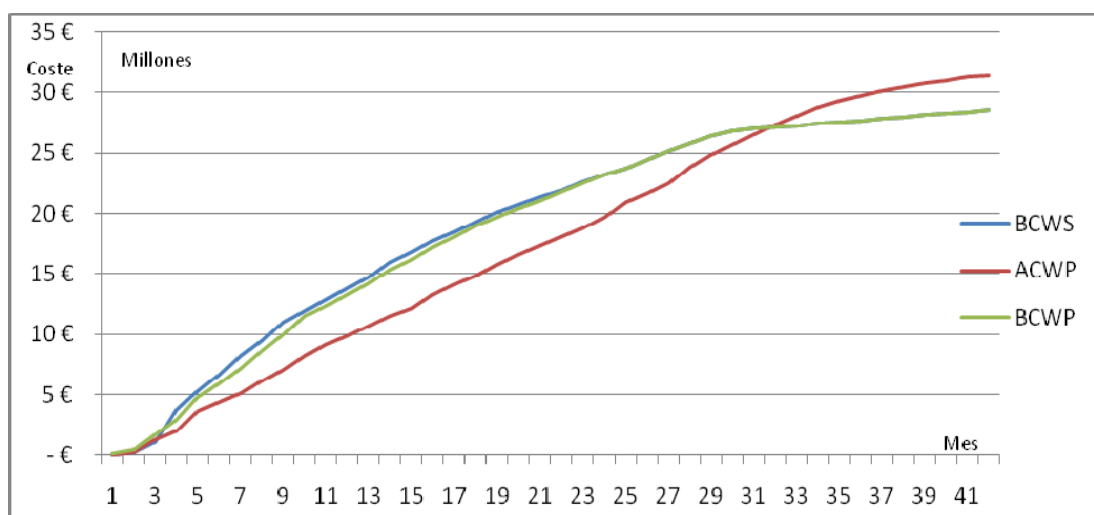


FIGURA 32 GRÁFICA DE LAS CURVAS BCWS/BCWP/ACWP EN LOS SERVICIOS



Así también se representará en un gráfico las curvas de los índices de ejecución CPI, SPI y SCI en los que se puede apreciar la tendencia que están marcando los índices a lo largo del proyecto y como nos indican la situación respecto al presupuesto y a la planificación.

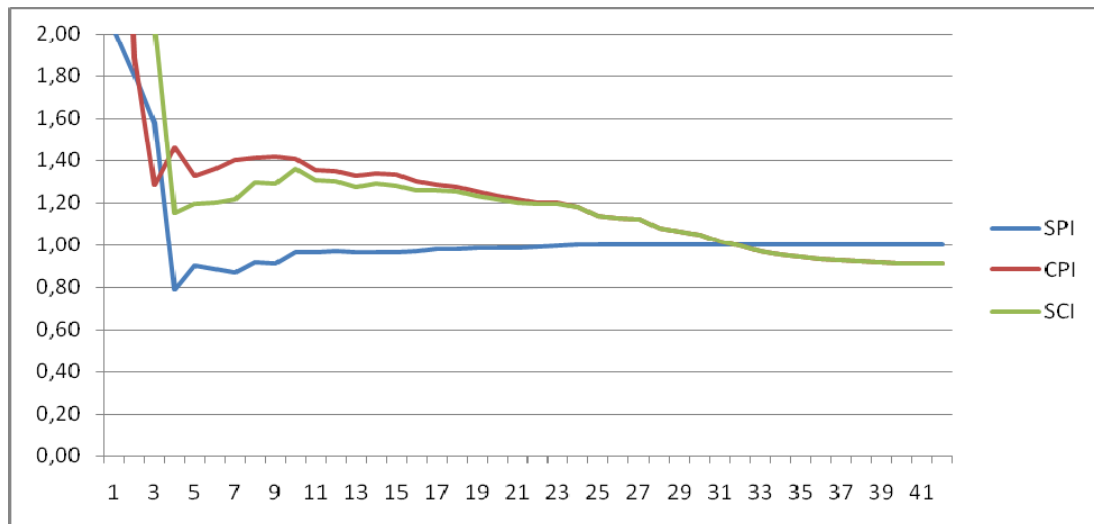


FIGURA 33 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LOS SERVICIOS

Al igual que para el análisis realizado con la evolución de las curvas BCWP, BCWS, ACWP, o con las desviación de la programación, este índice SPI tiene un valor menor de 1 en la primera mitad del proyecto lo que confirma el retraso en la ejecución en relación con la planificación y un valor igual a uno en la mitad final indicando que lo mismo que lo considerado en el análisis anterior que el proyecto termina según lo planificado.

En los tres primeros meses, se aprecia un avance superior de la ingeniería sobre lo planificado, quizás debido a los resultados del trabajo realizado anteriormente en la fase de pre-ingeniería donde se desarrollo la propuesta de la instalación al cliente, para posteriormente mantener un ligero retraso sobre la planificación hasta el mes 20 del proyecto, momento en el cual el avance de la ingeniería sigue a la planificación estimada inicialmente, como se puede apreciar donde el SPI es igual a uno.

En la primera mitad del proyecto el valor de CPI es superior a 1, lo que indica que lo gastado en la ejecución es menor que lo presupuestado en este periodo, como se indicaba en la desviación de coste, en el final del proyecto el valor de CPI es inferior a uno, lo que indica que el valor gastado en la ejecución es mayor de lo presupuestado para esta fase del proyecto, al igual que lo indica la desviación de coste.



Si seguimos la evolución del índice CPI, observamos como 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 CPI sigue manteniendo un valor superior a 1 hasta el mes 20 que hace un cambio a valores por debajo de 1, lo que indica que a partir de este momento los costes son mayores del presupuesto.

Por otro lado, la gráfica que representa las curvas de las variaciones o desviaciones del coste y de la planificación se puede observar si vamos adelantados o retrasados y si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha de cada control.

Siguiendo las fórmulas que nos indica el método para obtener la desviación en programación $Sv = BCWP - BCWS$, si obtenemos un valor < 0 , nos indicará un retraso en el proyecto, lo contrario un adelanto en la programación. En relación a la desviación en coste $Cv = BCWP - ACWP$, si obtenemos un valor < 0 indica un comportamiento desfavorable, lo contrario será favorable para el proyecto.

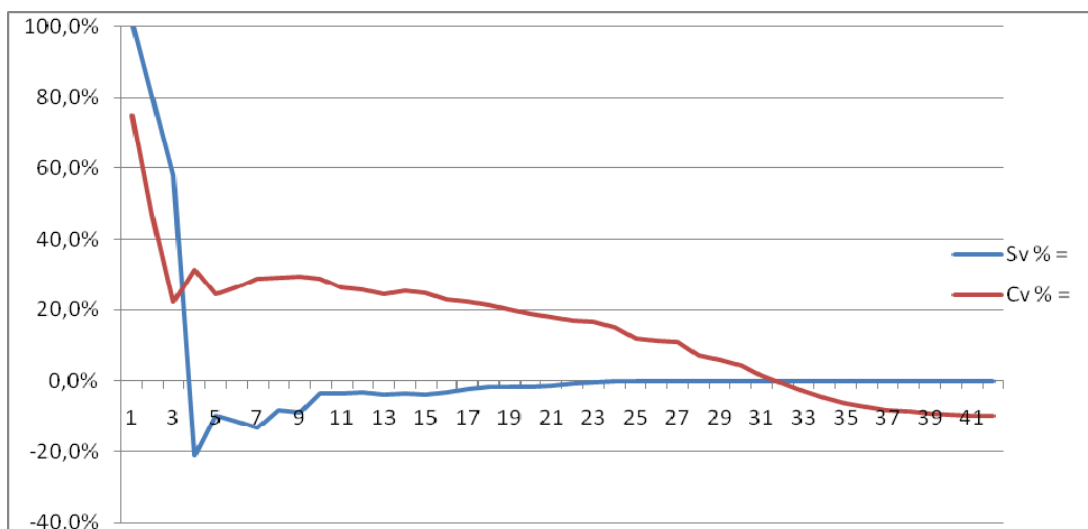


FIGURA 34 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES EN LOS SERVICIOS

si la desviación la medimos en $\% Sv = (BCWP - BCWS) / BCWS$, para el caso que nos aplica la curva BCWP del valor ganado sigue a la curva BCWS de valor trabajo programado con un pequeño retraso en la primera mitad tomando valores Sv menores a 0, y posteriormente tomando valores igual a 0 lo que indica que las actividades terminan sin retraso según a lo planificado, si la desviación la medimos en $\% Cv = (BWCP - ACWP) / BCWP$ para nuestro caso la curva presenta un retraso en relación con la curva BCWP lo que nos está indicando que el



coste es menor en la primera parte, por lo que el valor de $Cv\%$ es mayor de 0, en la última parte del proyecto la curva ACWP toma valores mayores al valor ganado indicando un coste mayor en el proyecto indicando en la desviación con valores menores 0 en $Cv\%$.

En la fase de suministros,

Como en la fase anterior se había indicado, la interpretación y análisis se realizará sobre las curvas del trabajo planificado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se representará sobre un gráfico de coste-tiempo.

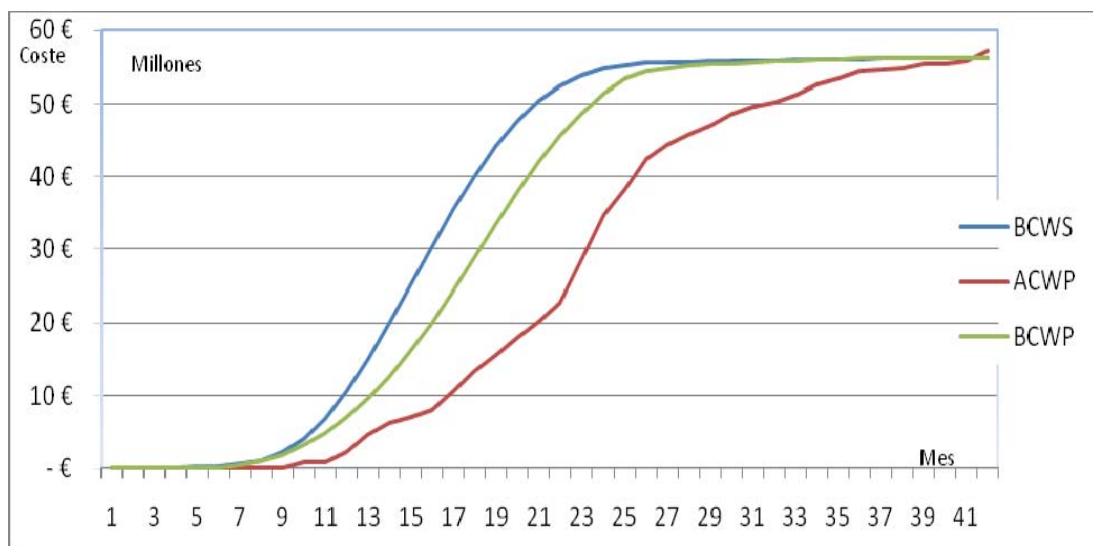


FIGURA 35 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS BCWS/BCWP/ACWP EN LOS SUMINISTROS

Así mismo los índices de ejecución CPI y SPI se puede observar la tendencia del proyecto de acuerdo a lo que están marcando en la gráfica siguiente.

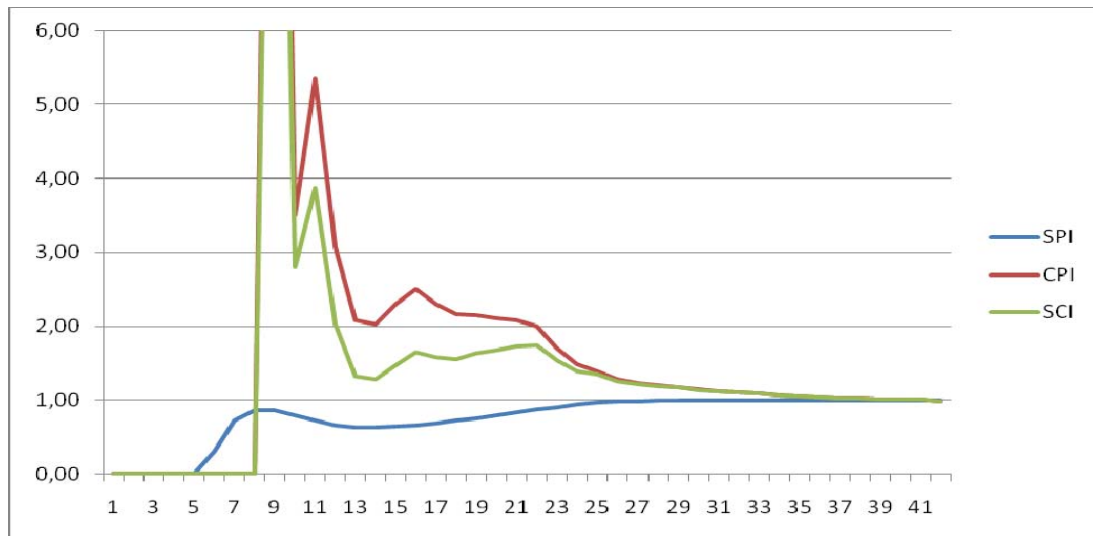


FIGURA 36 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LOS SUMINISTROS

Al igual que para el análisis realizado con la evolución de las curvas BCWP, BCWS, ACWP, o con las desviación de la programación, este índice SPI tiene un valor menor de 1 en la primera mitad del proyecto lo que confirma el retraso en la ejecución en relación con la planificación y un valor igual a uno al final indicando que lo mismo que lo considerado en el análisis anterior que el proyecto termina según lo planificado.

Aquí se puede ver la siguiente tendencia, hasta el octavo mes no se aprecian movimientos importantes de las actividades de aprovisionamiento, a partir de este periodo se aprecia por un lado que el índice SPI indica un valor a 1 indicando que existe un retraso en los aprovisionamientos en relación con la planificación planeada, hasta el mes 26 o 27 momento en que se terminan la entrega de los suministros. Lo que indica que el proyecto ha tenido un retraso en la entrega de los aprovisionamientos de acuerdo a lo planificado. 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 cercano a 1.

El valor de CPI es superior a 1, lo que indica que lo gastado en la ejecución es menor que lo presupuestado en este periodo, como se indicaba en la desviación de coste, al final del proyecto el valor de CPI es inferior a uno, lo que indica que el valor gastado en la ejecución es mayor de lo presupuestado para esta fase del proyecto, al igual que lo indica la desviación de coste.



Por este motivo, vamos a reestudiar la forma de aportar los datos de las certificaciones de los aprovisionamientos, para ver si este método nos puede dar valores más fiables para el análisis del valor ganado más tempranamente.

La desviación en programación, si la medimos en % Sv para el caso que nos ocupa con un pequeño retraso tomando valores Sv menores a 0, y posteriormente tomando valores igual a 0 lo que indica que las actividades terminan sin retraso según a lo planificado, en relación a la desviación en coste, si la desviación la medimos en % Cv es mayor de 0, el que indica que el coste es inferior a lo presupuestado, en la última parte del proyecto la variación tiene valores menores 0 en Cv %, existiendo un sobre coste de los suministros.

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 que se realiza para esta fase de acuerdo a los hitos acordados en el contrato, junto a los retrasos en la firma de las certificaciones a los proveedores por parte del contratista que le permite tener un mejor cash flow del proyecto al retrasar los pagos, esta forma de actuar no favorece la información que nos va dar el método del valor ganado sobre el estado del proyecto, luego estudiaremos como se podría intentar solventar este inconveniente.

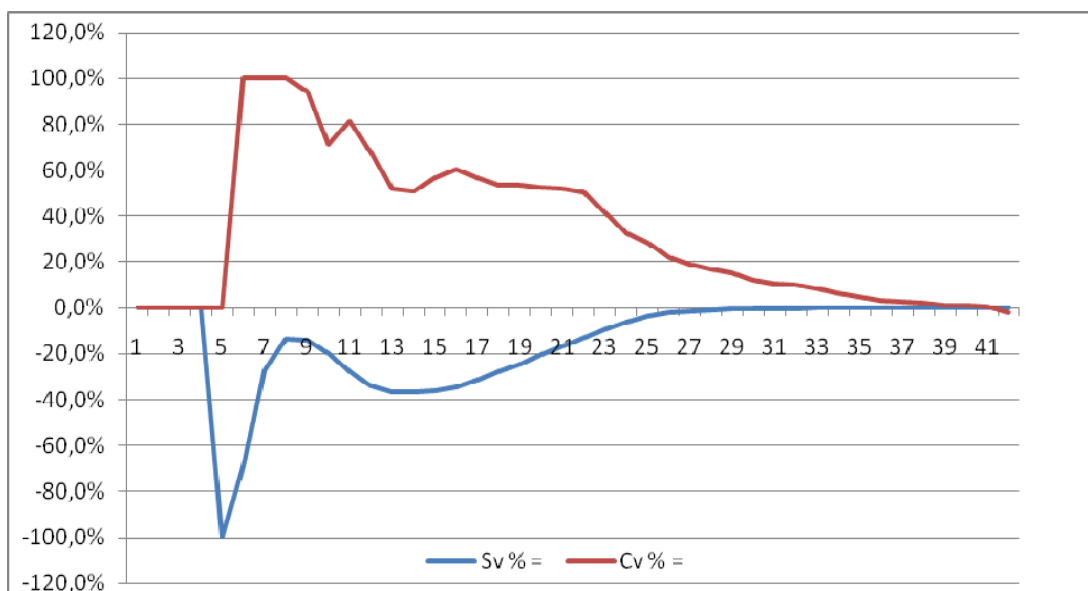


FIGURA 37 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN EN LOS SUMINISTROS



7.5.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN

La interpretación y análisis se realizará sobre las curvas del trabajo planificado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se representará sobre un gráfico de coste-tiempo.

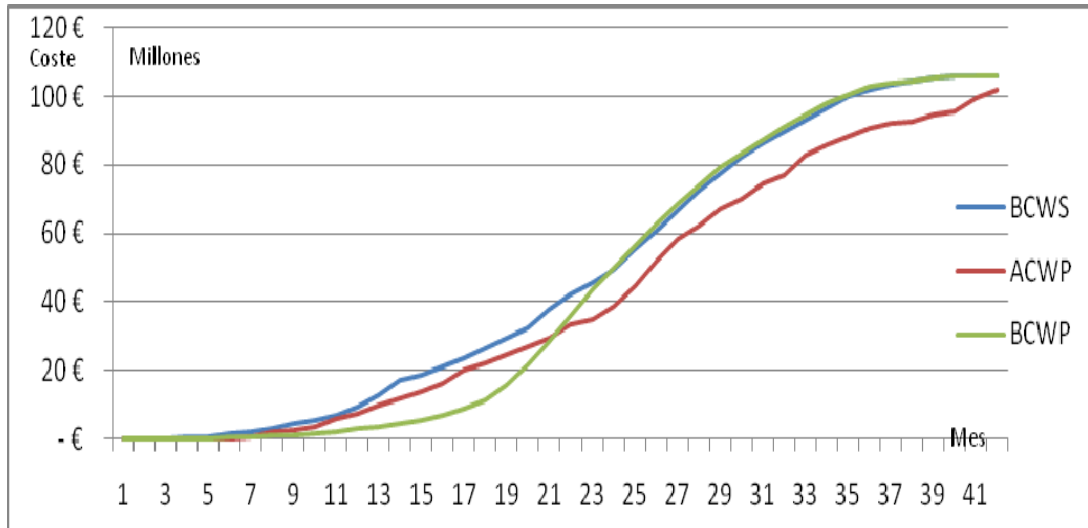


FIGURA 38 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE BCWS/BCWP/ACWP EN LA CONSTRUCCIÓN

Los índices de ejecución CPI y SPI están marcando la siguiente tendencia, ver la siguiente gráfica

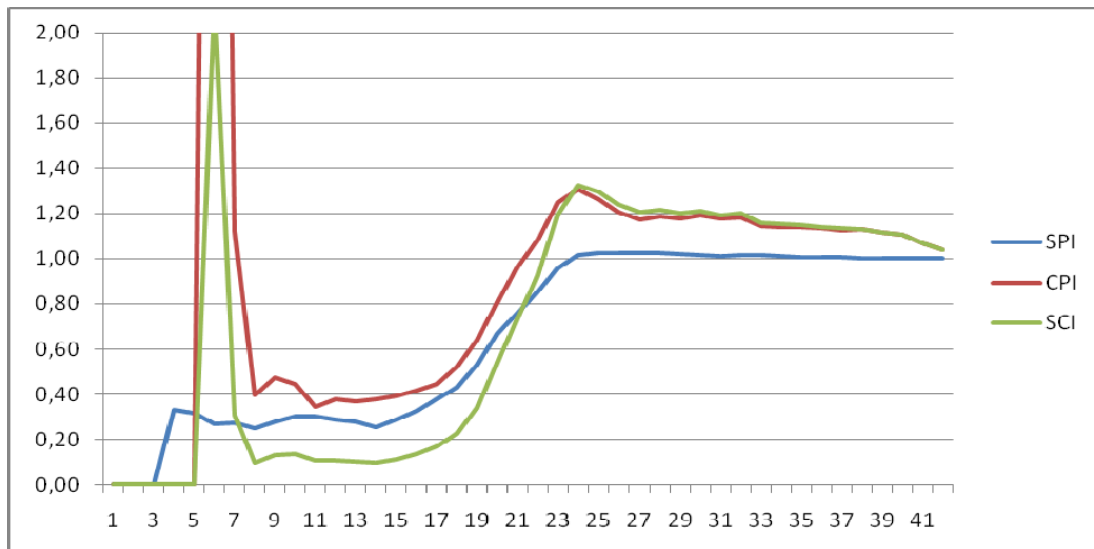


FIGURA 39 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

El índice SPI, curva azul, inicialmente indica valores menores a 1 hasta la mitad del proyecto, lo que se interpreta como un retraso en la ejecución de las tareas de acuerdo a lo



planificado, para obtener valores ligeramente a 1, lo que se traduciría adelanto en la ejecución de las tareas.

En esta fase se puede observar un circunstancia bastante diferente a las estudiadas con anterioridad, es que la curva ACWP está por encima de la curva del valor ganado entre el mes siete y veintidós, cómo marca el índice Cv adquiriendo valores negativos en este periodo. Lo que nos está indicando que el coste es mayor o que estamos adelantando los pagos, esto podría tener la explicación en el hecho de que 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.

El índice CPI, curva rojo, inicialmente se aprecia un valor menor de 1, que indica que se han realizado pagos superiores al avance de la obra ejecutada, la explicación que hay a este hecho, es que el montaje de las máquinas principales, turbinas y generadores, lo realiza una empresa del grupo de la empresa constructora y se ha realizado un adelanto de pago, para evitar que se la empresa tenga que soportar cargas financieras en la ejecución de la obra.

entre el mes siete y el mes veintidós el valor del índice CPI toma valores inferiores a uno, indicando un mayor coste de lo presupuestado para ese trabajo.

Lo que si podemos apreciar es que no obtenemos un valor fiable del coste final de esta partida hasta aproximadamente la mitad del proyecto.

Lo que daría lugar a una posible desviación entre la realidad del proyecto en este periodo y lo que nos indica el método, de darse en otro 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.

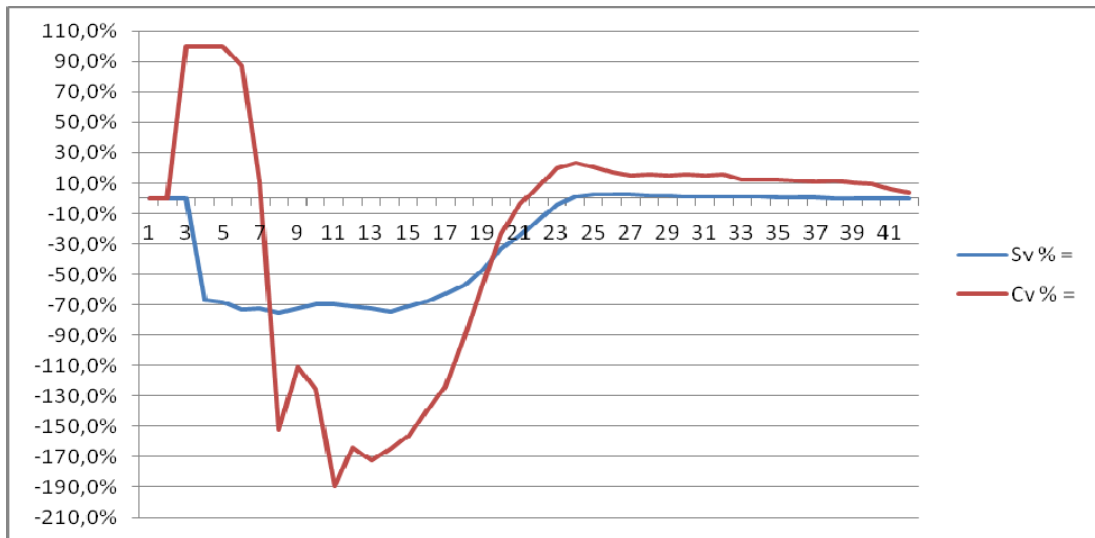


FIGURA 40 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

7.5.3 FASE DE PLANTAS PAQUETE

La interpretación y análisis se realizará sobre las curvas del trabajo planificado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se representará sobre un gráfico de coste-tiempo.

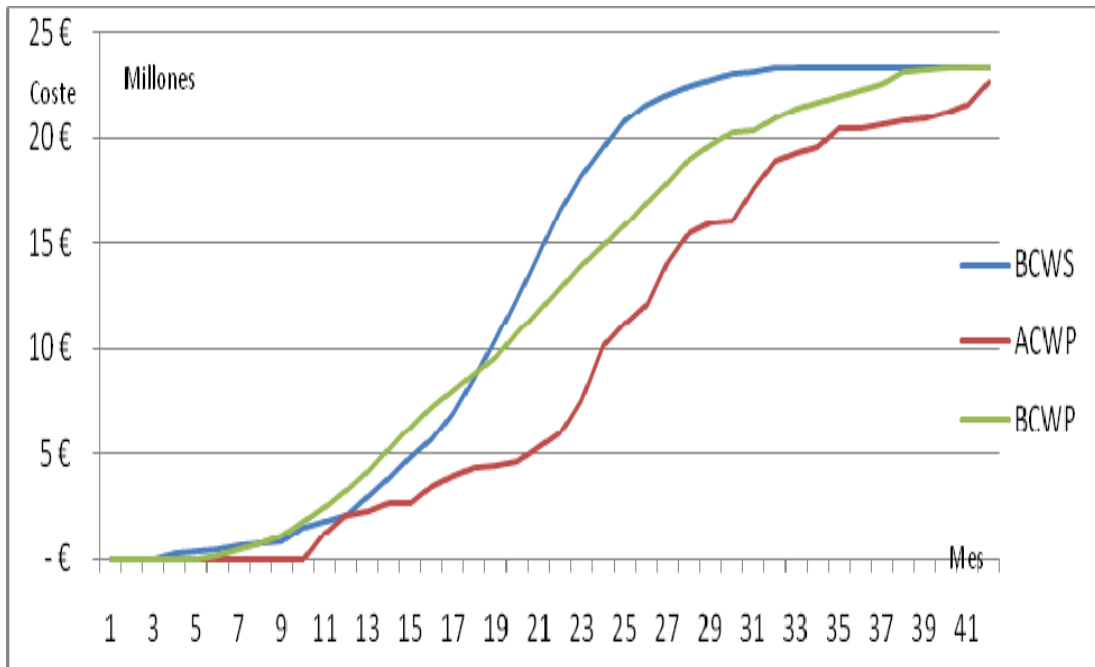


FIGURA 41 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE BCWS/BCWP/ACWP EN LAS PLANTAS PAQUETE

Los índices de ejecución CPI y SPI están marcando la siguiente tendencia.

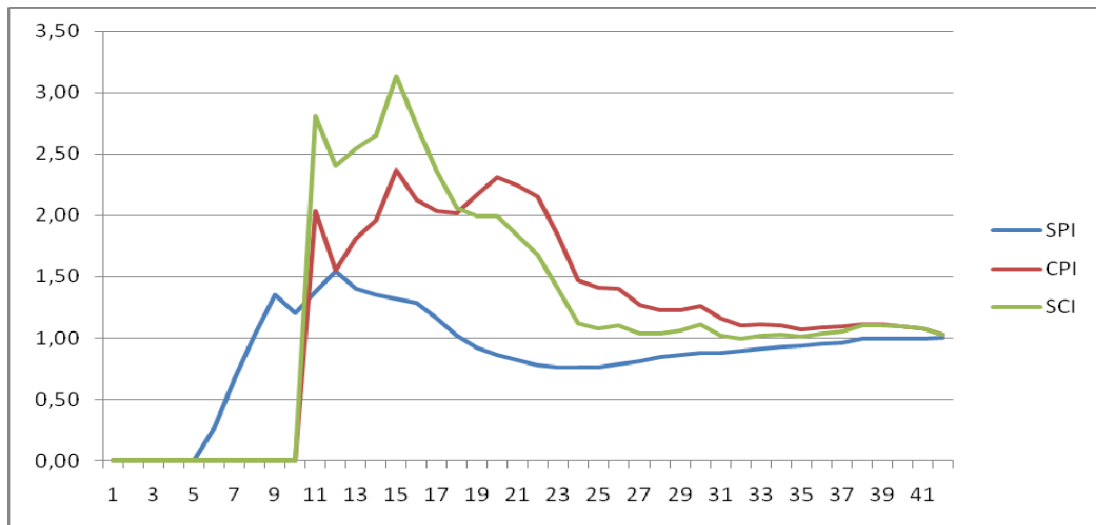


FIGURA 42 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LAS PLANTAS PAQUETE

El índice SPI indica inicialmente un valor menor que 1, 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, existiendo un adelanto de los trabajos en relación a la planificación, volviendo a partir de esta fecha a valores menores de 1 pero cercanos a este valor hasta cerca del final del proyecto donde se aproxima a 1, como consecuencia de esta lectura se puede apreciar que las tareas de las plantas paquete terminan según lo programado al inicio del proyecto.

El índice SPI tiene un valor menor de uno en un primer periodo hasta el mes octavo lo que indica que el avance del proyecto es más lento de lo programado inicialmente, después toma un valor superior a uno lo que indica que se ha producido un adelanto respecto a lo planificado esto ocurre hasta el mes veinte, para después tomar de nuevo un valor inferior a uno hasta aproximadamente los últimos meses del proyecto que adquiere valores próximos a uno.

El índice CPI indica valores mayores a 1, aunque presenta valores bastante oscilantes, esto es debido a que las certificaciones son con una distribución discreta en función de los hitos marcados en los distintos contratos.

El valor de CPI es superior a 1 a partir decimo mes, lo que nos indica que lo gastado en la ejecución es menor que lo presupuestado en este periodo, al final del proyecto el valor de CPI es ligeramente superior a uno, lo que indica que el valor gastado en la ejecución es



menor de lo presupuestado para esta fase del proyecto. Los mismos resultados debemos deducir de la desviación de coste.

El problema que presenta el utilizar esta distribución discreta de las certificaciones hace que la estimación del valor final del coste de esta fase no sea orientativa hasta aproximadamente transcurrida la mitad del proyecto.

Intentaremos sacar algunas conclusiones para obtener una información más temprana de la tendencia final de los costes.

7.5.4 PUESTA EN MARCHA

En la representación de las curvas BCWS, BCWP y ACWP en un gráfico coste-tiempo.

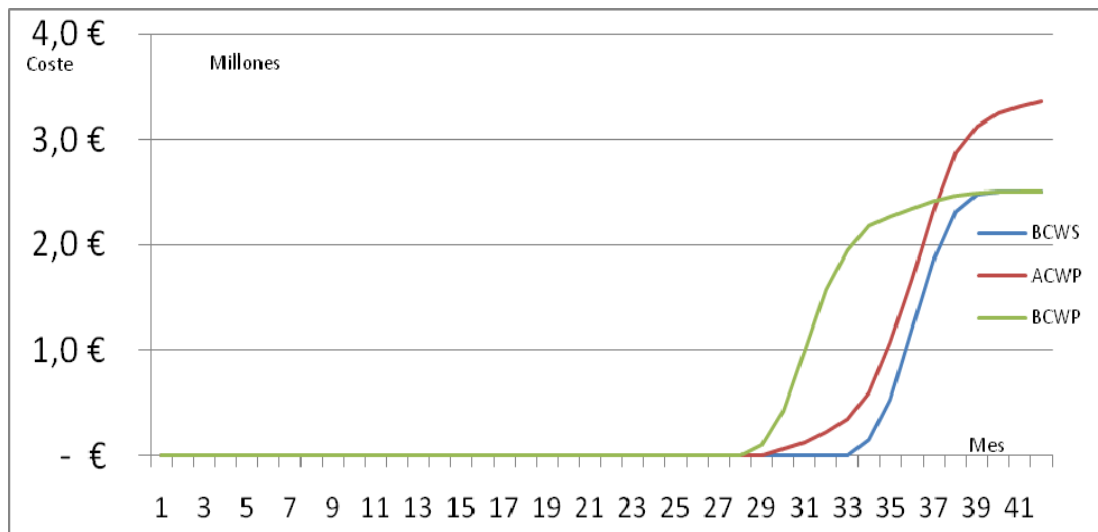


FIGURA 43 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE BCWS/BCWP/ACWP EN LA PUESTA MARCHA

Se puede apreciar que se ha producido un adelanto en la ejecución de los trabajos programados, si bien se ha finalizado en la fecha estimada inicialmente, si se ha producido un incremento importante del coste presupuestado inicialmente, esto puede ser debido a dos factores fundamentalmente, algunos trabajos de ajustes de máquinas y plantas paquete hayan sido realizadas por personal de puesta en marcha y no por el personal de construcción, como pudimos ver en las fases de construcción el coste final ha sido algo inferior al estimado inicialmente, esto puede ser que algunos trabajos hayan sido desviados a puesta en marcha.



Los índices de ejecución CPI y SPI están marcando la siguiente tendencia.

El índice SPI, indica valores mayores a 1, marcando un adelanto en la ejecución de las tareas en relación a la planificación inicial.

El índice CPI, indica valores mayores a 1, entre los meses 29 y 37 indicando durante este periodo que el coste del trabajo está siendo inferior al presupuestado para esas tareas, marcando a partir de este mes un valor menor de 1, que se traduce en un coste mayor al presupuestado.

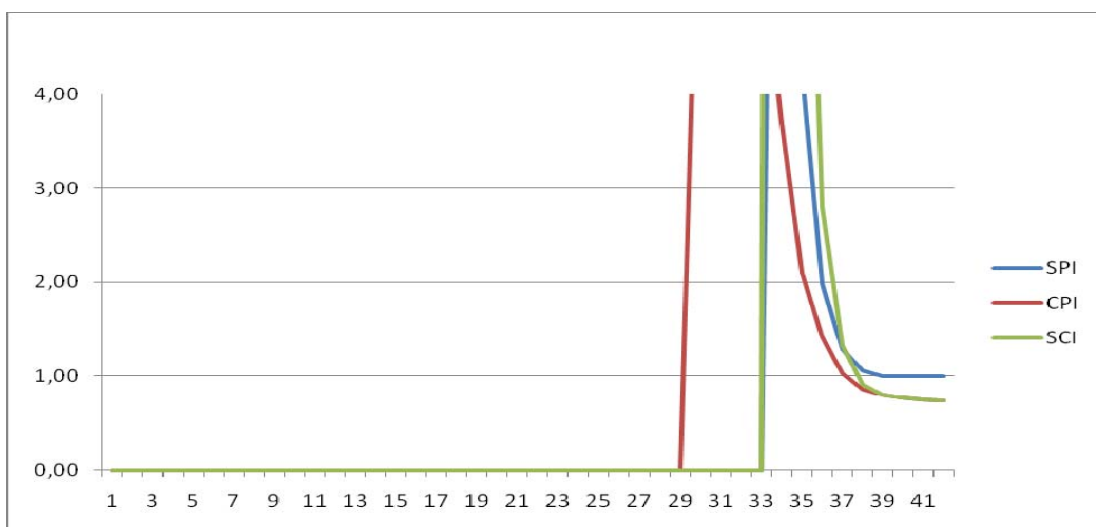


FIGURA 44 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN EN LA PUESTA EN MARCHA

Una vez más el método tarda en darnos el valor final al que va llegar esta fase.

Más adelante se estudiará como justificar y resolver esta información tardía por parte del análisis que estamos realizando.



8 Análisis del valor ganado sobre todo el proyecto,

Ahora realizaremos el análisis sobre el conjunto del proyecto, primeramente representaremos las curvas del trabajo programado, del valor ganado y del coste real del trabajo que se ha realizado sobre la correspondiente gráfica de coste-tiempo, trazándolas desde el inicio del proyecto para poder valorar y analizar la evolución del proyecto en toda su trayectoria.

En ellas podemos ver 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.

Esto nos vendría marcado por una desviación en la programación S_v , la diferencia entre BCWP valor ganado, BCWS el coste planificado o programado, si S_v es una cantidad negativa, es que vamos con retraso. Si es una cantidad positiva nos indicaría que vamos con adelanto a la programación inicial.

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, esto podría dar lugar a un error si no se tiene bien contabilizadas las certificaciones de todos los subcontratistas en todos los periodos de control, C_v la desviación en coste es la diferencia entre BCWP el valor ganado y ACWP coste realizado, si la desviación en coste es negativa quiere decir que estamos gastando más dinero que lo que deberíamos, mientras que si es positiva todo lo contrario.

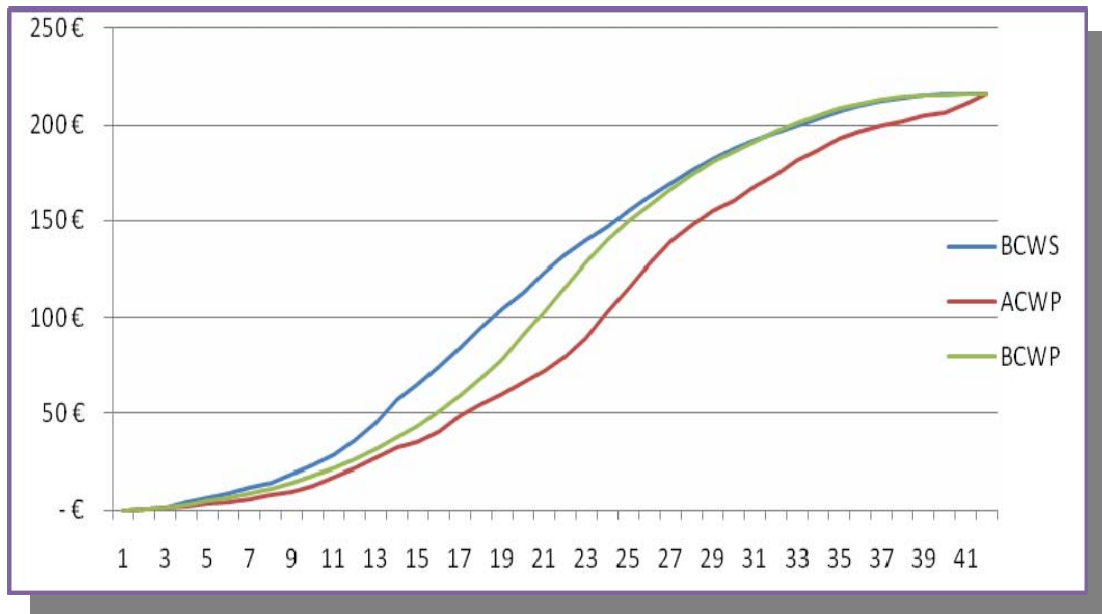


FIGURA 45 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE BCWS/BCWP/ACWP

En las curvas de los índices de ejecución CPI y SPI están marcando la siguiente tendencia. Ver la siguiente gráfica que representa la evolución de los índices del proyecto.

El índice SPI, indica valores menores a 1, marcando un retraso en la ejecución de las tareas en relación a la planificación inicial.

El índice CPI, indica valores mayores a 1, indicando que el coste del trabajo está siendo inferior al presupuestado para esas tareas, que se traduce en un coste menor al presupuestado. En la recta final del proyecto se ve una variación con una pendiente más acusada, esto es debido 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 por algunas desviaciones presentadas a lo largo de la ejecución con relación al contrato firmado.

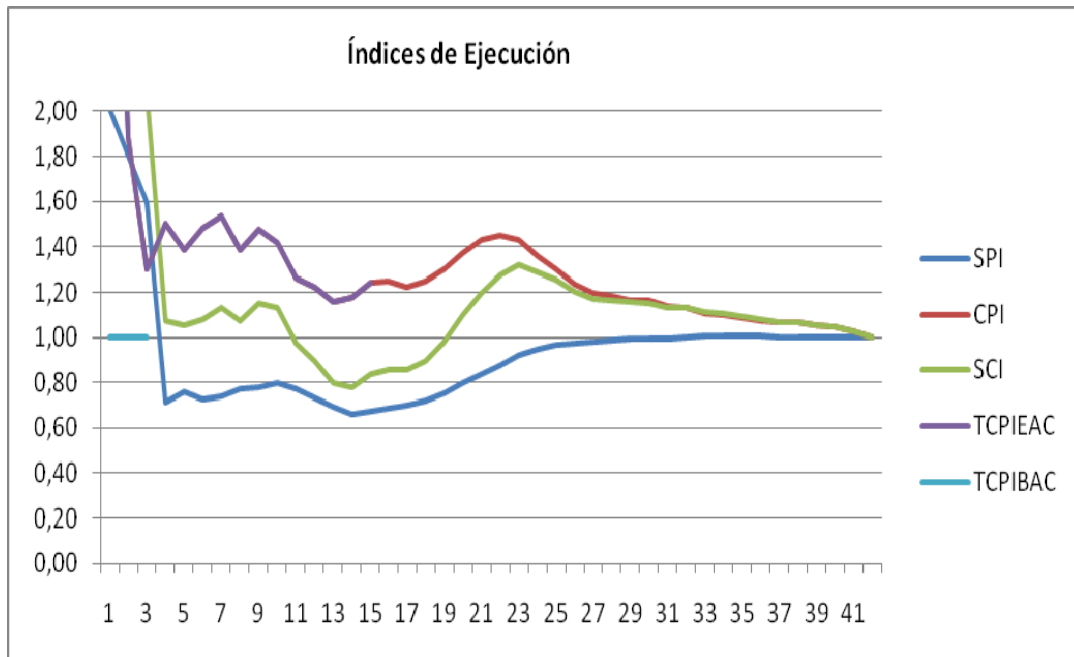


FIGURA 46 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN

Las dos magnitudes derivadas en la sección anterior nos dan la desviación en coste y la desviación en programación, C_v y S_v respectivamente, en la fecha de control 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, aún siendo un pronóstico pesimista, en el caso de desviaciones negativas, quizás sea mucho más optimista de lo que creemos.

¿Qué ocurriría si esta tendencia de desviarse del plan previsto continúa a lo largo de todo el proyecto? Y sobretodo si no se hace nada por remediar la trayectoria.

Para lo que entran un segundo grupo de magnitudes del método del valor ganado, que nos permiten efectuar una predicción acerca del cuál podría ser el coste final del proyecto, si todas las cosas continuasen según la tendencia actual.

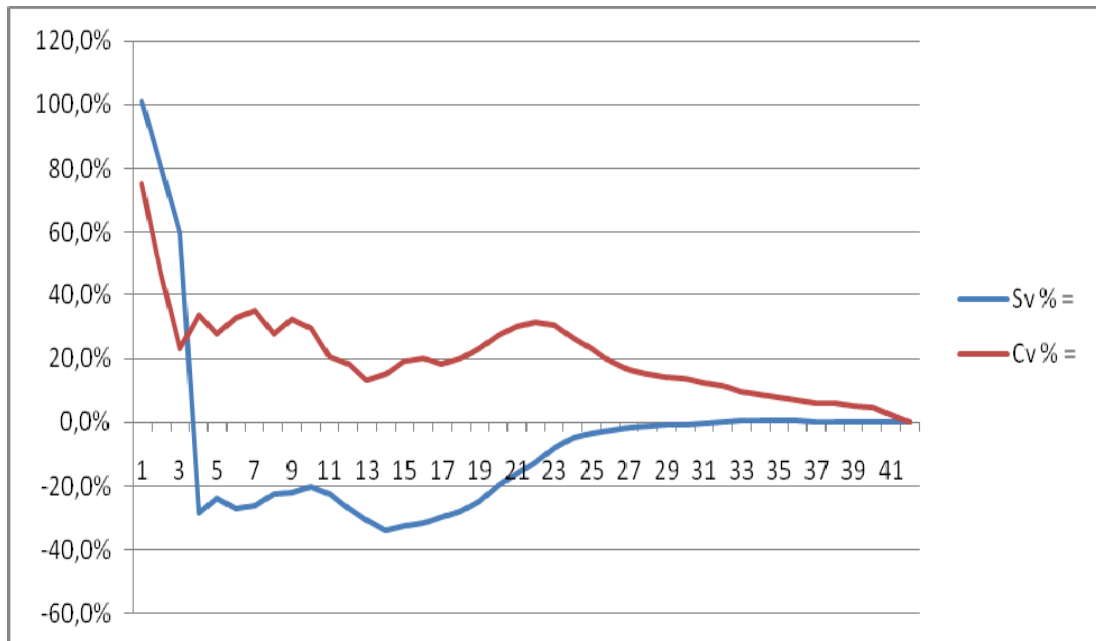


FIGURA 47 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN

La estimación del coste final EAC, esta magnitud que queremos calcular, va a ser el nuevo presupuesto estimado después de conocer la situación en un momento dado del proyecto, y que de acuerdo con el desarrollo del proyecto se puede obtener basandose en los índices de ejecución o factores de rendimiento SPI, CPI, SCI y los índices de rendimiento del coste a la finalización $TCPI_{EAC}$ y $TCPI_{BAC}$, representando estas estimaciones en un gráfico de coste-tiempo, permite reflejar las expectativas del analista acerca del proyecto, con el factor SPI, obtenemos el límite superior y con el factor CPI, obtenemos el límite inferior, como se puede comprobar en las gráficas siguientes, en podemos ver valor va tomando la estimación del coste final en función del índice de ejecución que utilizemos para su cálculo y con cuál de ellos obtenemos una aproximación mejor al valor final.

Pero al igual que el estudio que se ha realizado para cada fase individualmente, la estimación del coste final no se puede considerar fiable hasta la mitad del proyecto a la vista de los valores que ha tomado.

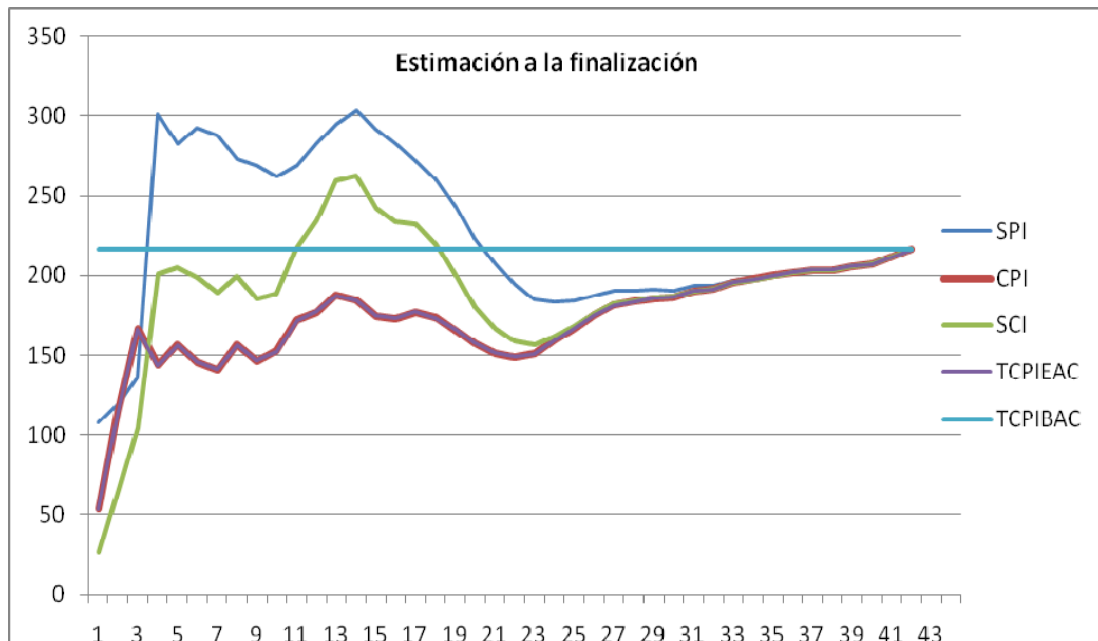


FIGURA 48 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LA ESTIMACIÓN A LA FINALIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS INDICES DE RENDIMIENTO

En estos estudios 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, ya que por un lado 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 y no siempre se puede verificar con precisión, además por otro lado 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, se ha realizado la prueba de eliminar todos los suministros en el análisis que realizaremos a continuación.

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.

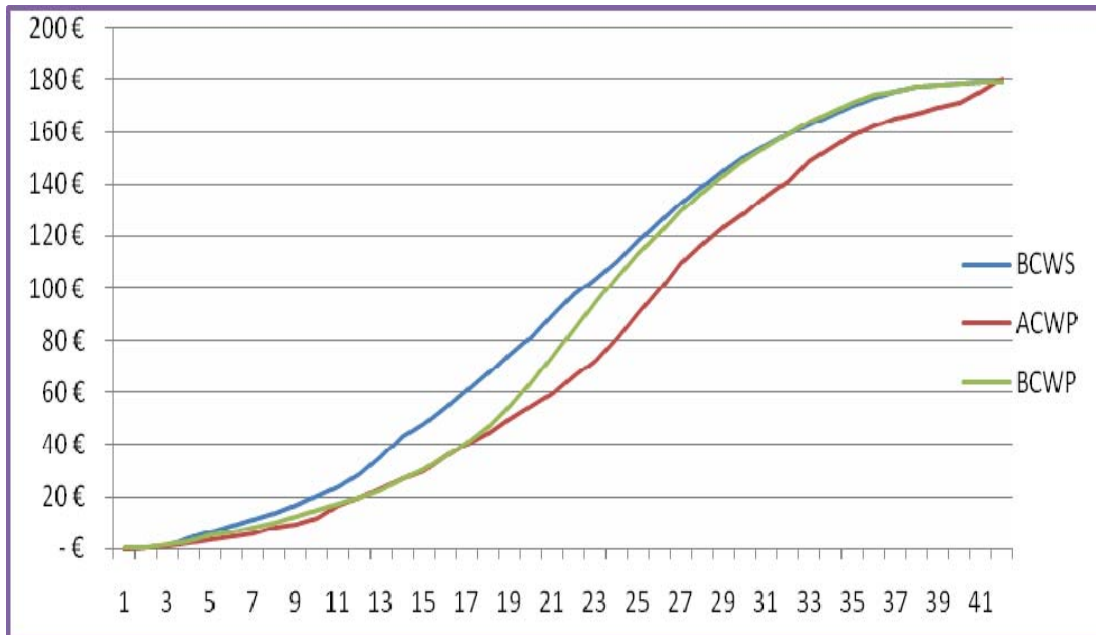


FIGURA 49 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE BCWS/BCWP/ACWP SIN LOS SUMINISTROS

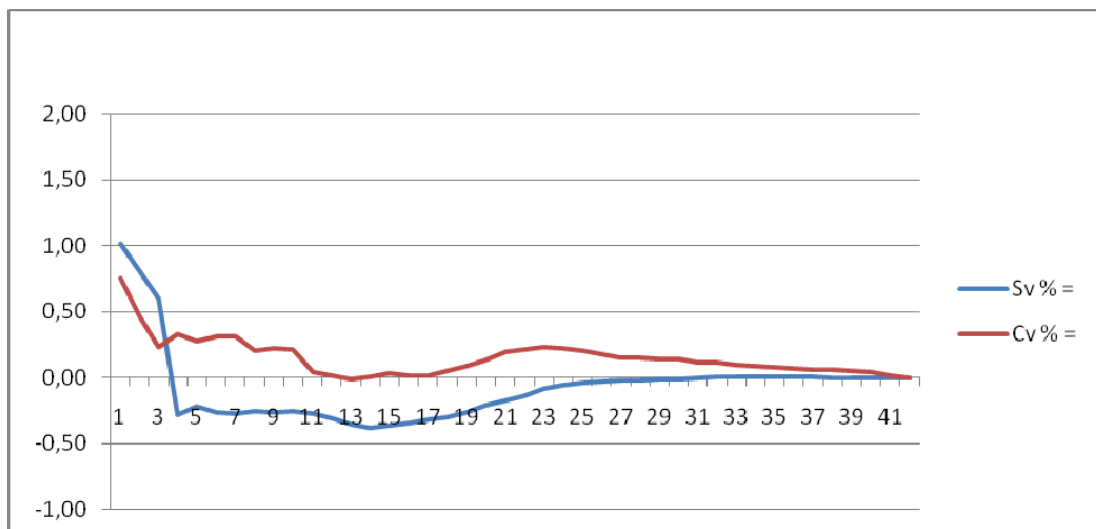


FIGURA 50 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN SIN LOS SUMINISTROS

Se ha realizado otro estudio, basándose solamente en el análisis de método en la consideración de servicios, construcción y puesta en marcha, de no incluir los suministro y las plantas paquete que son los que presentan una mayor diferencia entre lo planificado y las certificaciones mensuales, al ser realizadas estas por hitos de avance y no por los controles realizados en cada mes.

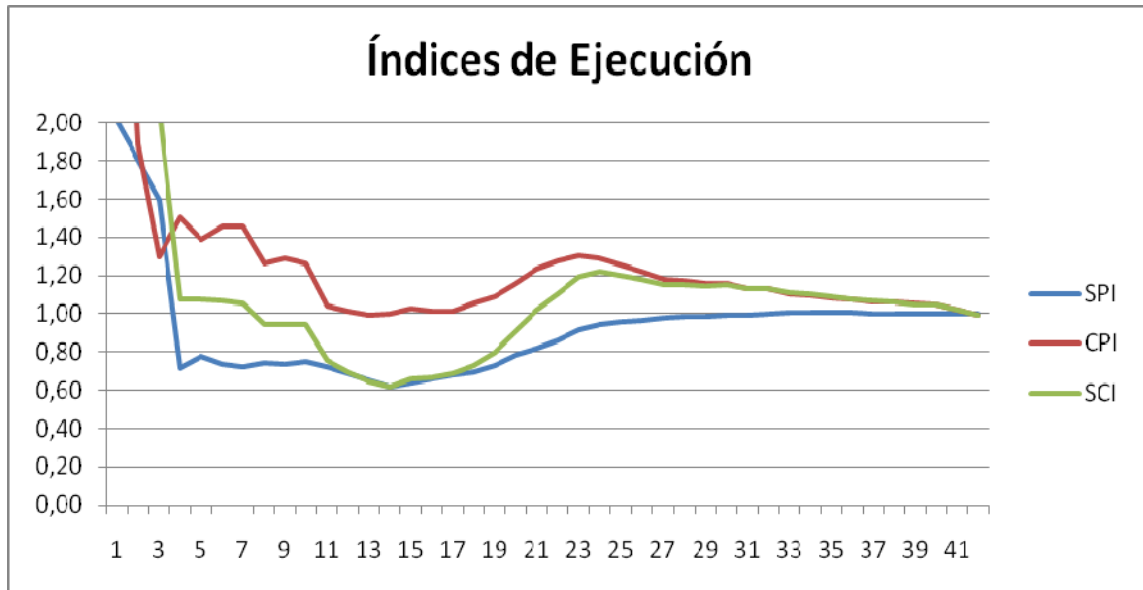


FIGURA 51 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN SIN LOS SUMINISTROS

Los resultados que nos dan son similares aunque si se aprecia que las curvas presentan una forma más plana.

La estimación a la finalización sigue siendo tardía, ya que no tenemos una información estable hasta que se lleva ejecutado la mitad del proyecto aproximadamente, momento a partir del cual se produce un comportamiento bastante estable de la estimación final del proyecto calculado con todos los índices.

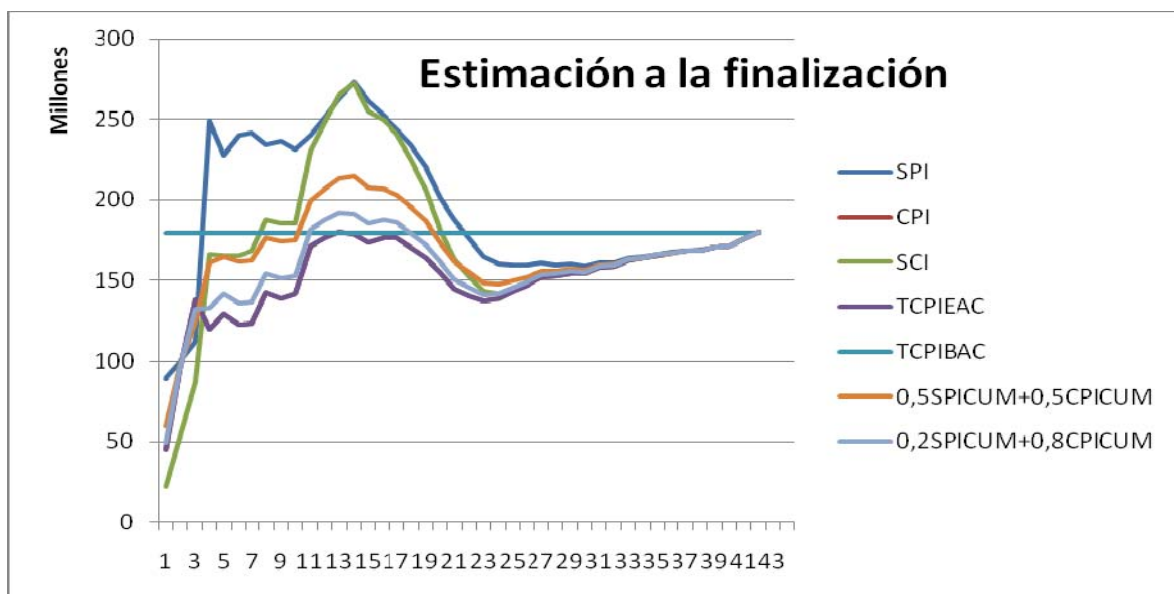




FIGURA 52 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS ESTIMACIONES A LA FINALIZACIÓN SIN LOS SUMINISTROS

Para indagar más en la causa del posible retraso en obtener esa estabilidad en los resultados de la estimación final del proyecto vamos a realizar otro análisis que sería no contabilizando en el análisis del método del valor ganado los suministros y las plantas paquete.

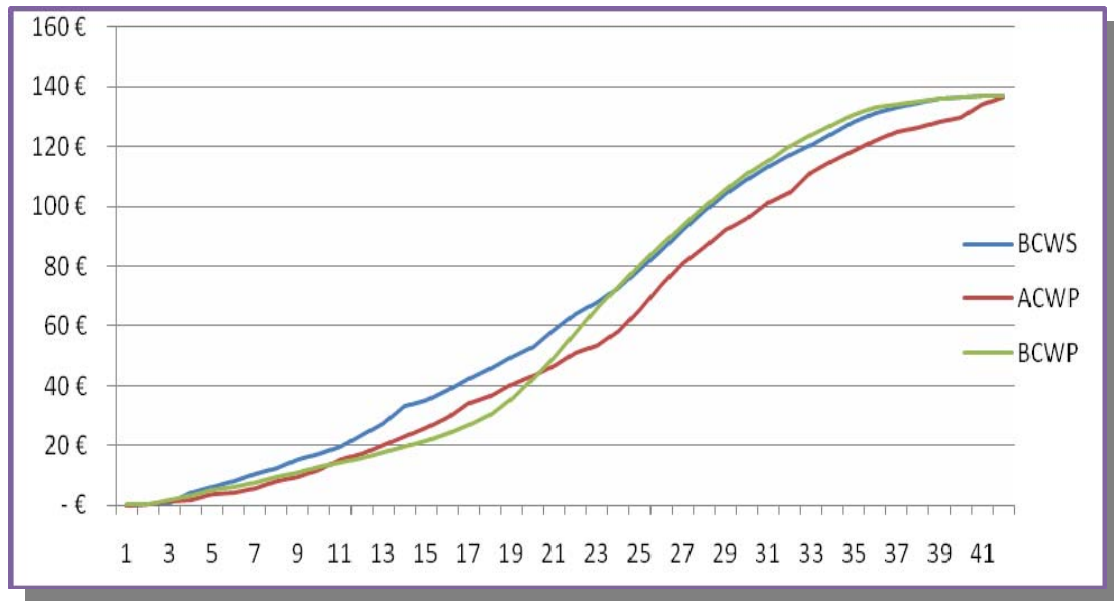


FIGURA 53 GRÁFICA DE LAS CURVAS BCWS/BCWP/ACWP SIN LOS SUMINISTROS Y LAS PLANTAS PAQUETE

Por lo que podemos observar en las siguientes gráficas de las curvas BCWP, BCWS y ACWP, así como en la gráfica de los índices de ejecución de la planificación y del presupuesto, como influye el no contabilizar en el método del valor ganado los suministros y las plantas paquete.

Se puede observar que las curvas presentan menos diferencia entre ellas, se sigue presentando retraso en un primer periodo de la ejecución en la realización de los trabajos pero esta diferencia es menor que cuando se contabiliza los suministros y las plantas paquete, tal como habíamos visto en el análisis individual, donde se veía claramente el retraso que acumulaban estas actividades en el proyecto.

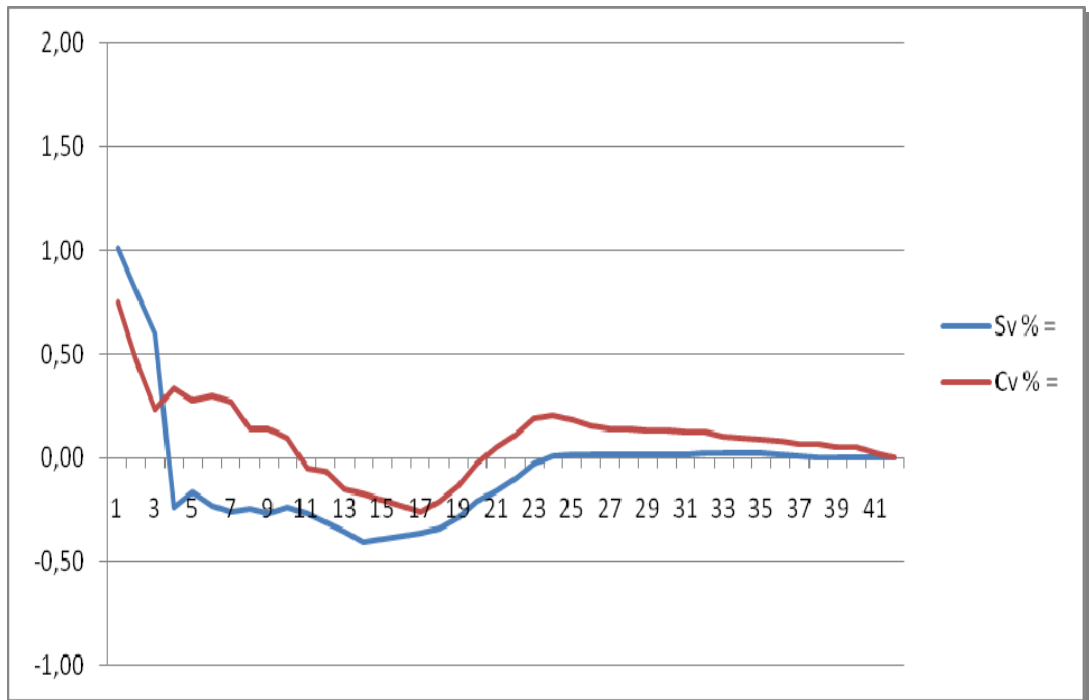


FIGURA 54 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LAS VARIACIONES DE COSTE Y PLANIFICACIÓN SIN LOS SUMINISTROS Y LAS PLANTAS PAQUETE

La desviación en programación, si la medimos en % Sv para el caso que nos ocupa con un pequeño retraso tomando valores Sv menores a 0, y posteriormente tomando valores igual a 0 lo que indica que las actividades terminan sin retraso según a lo planificado ,

La desviación en coste, si la desviación la medimos en % Cv es mayor de 0, el que indica que el coste es inferior a lo presupuestado, posteriormente pasa a tomar valores menores de 0, lo que indica que el coste es superior al presupuesto, siendo en la última parte del proyecto la variación tiene valores mayores 0 en Cv %, llegando al final del proyecto a valor de cero.

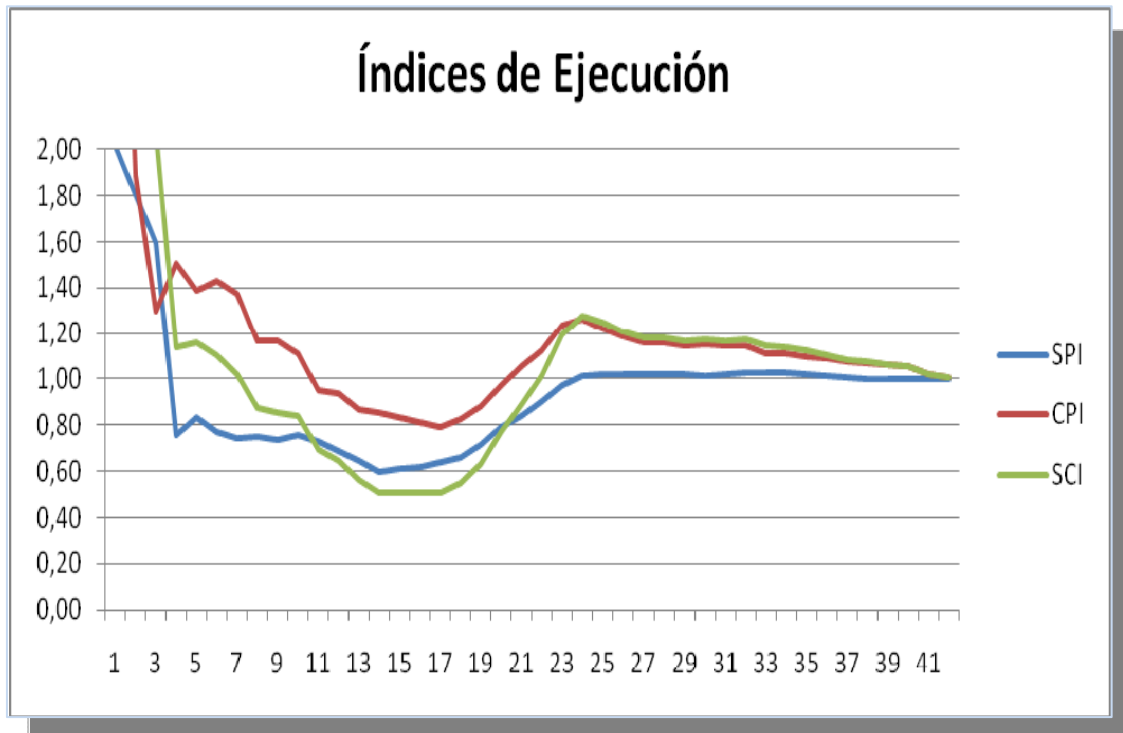


FIGURA 55 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LOS ÍNDICES DE EJECUCIÓN SIN LOS SUMINISTROS Y LAS PLANTAS PAQUETE

El índice SPI, curva azul, inicialmente indica valores menores a 1 hasta la mitad del proyecto, lo que se interpreta como un retraso en la ejecución de las tareas de acuerdo a lo planificado, para obtener valores ligeramente a 1, lo que se traduciría adelanto en la ejecución de las tareas.

El índice CPI, curva rojo, se aprecia un valor menor de 1, que indica que se han realizado pagos superiores al avance de la obra ejecutada, la explicación que hay a este hecho, es que el montaje de las máquinas principales, turbinas y generadores, lo realiza una empresa del grupo de la empresa constructora y se ha realizado un adelanto de pago, para evitar que se la empresa tenga que soportar cargas financieras en la ejecución de la obra.

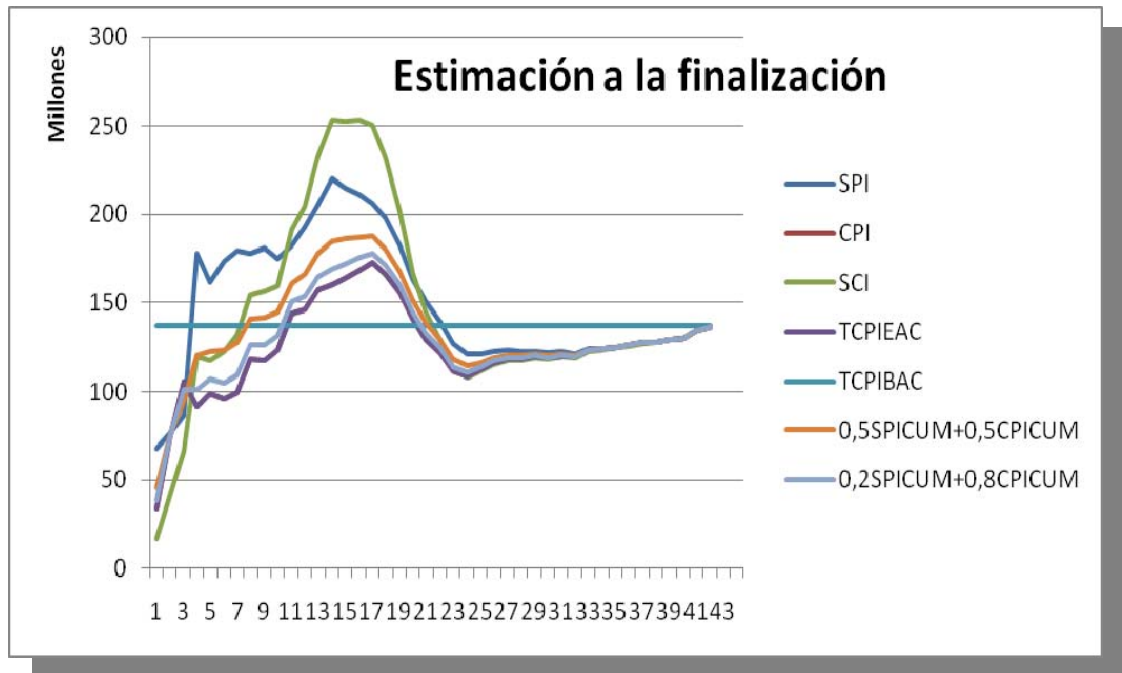


FIGURA 56 GRÁFICA DE LAS CURVAS DE LA ESTIMACIÓN A LA FINALIZACIÓN SIN LOS SUMINISTROS Y LAS PLANTAS PAQUETE

Lo que si podemos apreciar es que no obtenemos un valor fiable del coste final de esta partida hasta aproximadamente la mitad del proyecto, al igual que con suministros y con plantas paquete, si con este estudio hemos obtenido unas curvas más planas sin los suministros y plantas paquete, pero no podemos asegurar que sea estas partes del proyecto son los que están influyendo en la información que nos indica el método sobre la evolución del proyecto, aunque de este análisis se deduce que 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 que sigamos de esta forma los resultados del análisis que seguimos con el método del valor ganado estarán en todo momento dando la situación real que se encuentra el proyecto, de no seguir este criterio como ha ocurrido en el caso que hemos estudiado, se da la circunstancia que hasta que el proyecto no tenga muchas actividades finalizadas el peso de estas pueden retrasar el estado en el que se encuentra el proyecto.

En las gráficas descritas se puede observar cómo, en la primera mitad del desarrollo del proyecto existen bastante inestabilidad en la forma de las mismas, probablemente debido a lo que hemos descrito en el párrafo anterior.



9 Conclusiones y líneas de futuro

9.1 CONCLUSIONES

Hay varias conclusiones a las que se ha llegado en el estudio que se ha realizado en este trabajo sobre la aplicación del método del valor ganado al proyecto ejemplo.

Una de las conclusiones que hemos llegado en el análisis realizado es sobre control de los suministros, que sería conveniente, que con los avances del proyecto mensuales se marcasen también certificaciones mensuales aunque éstas sean realizadas con posterioridad de acuerdo a los contratos con suministradores, porque estamos observando que al ser contabilizadas en el análisis del valor ganado no mensualmente con los avances, puede que el método nos esté dando una información falseada sobre el estado del proyecto, ya que por otro lado si se está dando avances de los suministros mensualmente.

Por tanto, entendemos que es importante considerar los avances realizados en todas fases en cada control periódico que realicemos, tanto en planificación como en coste, para obtener una información real del proyecto en el momento fijado para el análisis.

Otra conclusión importante es 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 si podemos 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.

El método del valor ganado en el análisis que se ha realizado sobre el proyecto en estudio nos está dando una información del coste final del mismo a la mitad de su ejecución, al



contrario de lo que indica cantidad de publicaciones realizadas sobre el método que inciden en indicar que a partir del 20% del avance se indica valores fiables del resultado final.

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.

Entendemos que 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.

Con esto pretendemos estar marcando una metodología de trabajo en el control de este tipo de proyectos que nos ayudará a tener conocimiento en todo momento el estado real del proyecto, en cuanto a plazos y coste, y en donde y como finalizaremos el mismo.

Unido a este método a otros aplicados a la gestión integrada de proyectos como los que se han aplicado al proyecto en estudio, pueden proporcionar una ayuda importante para el control del proyecto a los administradores del mismo, como puede ser:

- El control de las tareas críticas
- El índice de demora en el comienzo IDS, cociente el número de actividades que han comenzado entre el número de actividades que debieran haber comenzado
- El índice de demora en el final IDF, el cociente entre el número de actividades que han finalizado entre el número de actividades que debieran haber finalizado
- El índice de criticidad IC, cociente entre el número de actividades con $TF < Sd$ tiempo de finalización menor a un número de días fijado, entre el número de actividades que no han finalizado



- El tanto por ciento de avance de cada fase
- La tendencia de avance de cada fase del proyecto

Éstos nos dan una visión clara y que nos ayudan al director del proyecto a tomar decisiones sobre el futuro del proyecto.

Todos estos índices, junto con las variables, variaciones e índices de rendimiento, que nos indica el método del valor ganado como indicadores del estado del proyecto, representado en una página formaran un informe ejecutivo, completo y resumido de la situación del proyecto y nos servirán de cuadro de control y guía para tomar decisiones de dirección hasta el próximo control del proyecto.

Entendemos por tanto que el método bien aplicado desde el inicio del proyecto nos puede servir de guía para la gestión del proyecto, pero si debemos ser conscientes en todo momento que no es una regla matemática que nos da números exactos de la situación del proyecto y cuál va a ser el resultado final del mismo, esto depende de la experiencia y habilidad de los gestores del mismo.

9.2 LÍNEAS DE FUTURO

Una vez finalizado este trabajo de análisis del método del valor ganado aplicado al proyecto ejemplo, las líneas de futuro se centrarán en buscar cómo adecuar las grandes líneas maestras de la gerencia de proyectos basándose en el conocimiento adquirido con el desarrollo del análisis, de manera que, sobre todo, se pueda beneficiar de dicha teoría la dirección de otros proyectos.

En un futuro buscar en la ejecución de proyectos similares, como aplicar desde un principio en el control de proyectos, las reflexiones descritas en este estudio, de tal forma que podamos verificar que el estudio realizado nos ha dado unas conclusiones que nos permiten que el método aplicado nos sirve para dar unas bases fiables en el control de los proyectos en ejecución.

Aplicar esta metodología de ejecución de proyectos a un proyecto en el que durante su ejecución haya habido problemas que hayan causado un retraso importante en su finalización o una desviación importante del coste estimado inicialmente.



Analizar la aplicación del método del valor ganado en un proyecto junto con una evaluación de riesgo realizada sobre el mismo, para ello se debe hacer un estudio bien desglosado de las tareas desde el momento inicial.

Realizar el estudio detallado de la aplicación del método a la ejecución de la obra civil, ya que este alcance suele ser una parte difícil de controlar.

Aplicar esta metodología en algún proyecto que haya que tenido que ser cancelado por su inviabilidad.

Desarrollar el concepto de programación ganada sobre un análisis del método en un futuro proyecto.

Finalmente, es necesario comentar que, estas líneas de trabajo no son una propuesta cerrada, de forma que, todas aquellas ideas de interés que vayan surgiendo conforme se avance en la investigación en otros proyectos, se irán incorporando a esta lista.



10 REFERENCIAS

Todas las referencias a páginas web se han comprobado con fechas posteriores al 1 de Julio de 2012.

- [1]Project Management Institute (PMI). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK) Madrid, 2008
- [2]Seguimiento de proyectos con el Análisis del Valor Ganado, por D. Navarro, <http://direccion-proyectos.blogspot.com/dnavarro@armell.com>
- [3]Método del Valor Ganado, por John Alba, johnalba@ppctotal.com
- [4]What is Earned Value?, por Duncan Haughey, consultado en <http://projectsmart.co.uk>
- [5]Dos modelos de aplicación del método del Valor Ganado (EVM) para el sector de la construcción, por Fernando G. Valderrama y Rafael Guadalupe García, AEIPRO 01 Dirección y Gestión de Proyectos, 13/10/2010.
- [6]Gestión de Valor Ganado par Control de Proyectos, por Jorg Alsina, Project Charter S.A. – 2011, www.projectcharther.com
- [7]Earned Value for Agile Development, por John Rusk
- [8]An Earned Value Tutorial, por Mark Durrenberger, Principal Oak Associates, Inc.
- [9]An introduction to Earned Value Analysis, por Suketu Nagrecha, March 16, 2002
- [10]Earned Value Analysis, why it doesn't work, por Joseph Lukas
- [11]Seguimiento del Proyecto mediante Earned Value, por Joaquín Ibáñez, 24/11/2009, www.liderproyecto.com



- [12] On the dynamic use of Project performance and Schedule risk information during Project tracking, por Mario Vanhoucke, www.elsevier.com/locate/omega
- [13] Earned value analysis – EVA, II Jornada de Gerencia de Proyectos de IT – ACIS Bogotá DC, por Andrés Felipe Gómez, 25 y 26/03/2004,
- [14] Earned Value, currently with Primavera Systems
- [15] Multidimensional Project Control System, por Shai Rozenes, Gad Vitner, Stuart Spraggett, 30 december 2002, www.elsevier.com/locate/ijproman
- [16] The contribution of earned value management to project success on contracted efforts, por Robert A. Marshall, Summer 2007, www.ncmahq.org/files/articles/jcm07_pp21-33.pdf
- [17] Earned Value and Agile Reporting, por Anthony Cabri and Mike Griffiths, www.leadinganswers.typepad.com/leading_answers/files/agile_and_earned_value_reporting.pdf
- [18] Earned Value Management: Mitigating the risks associated with construction projects – Risk Management, por Quentin W. Fleming, Joel M. Koppelman, www.findarticles.com/p/articles.
- [19] The Top 10 Secrets of Earned Value Management, por Robert A. Marshall, 9 November 2008, www.goutech.com/pcio/the-top-10-secrets-of-earned.html
- [20] Earned Value Management for it projects, por Eduardo Gonzalez, 2005, www.prsl.ca/pdf/ppmwpevm_v6.pdf
- [21] Earned Value Management: keeping your project on track, por Dan Ferens and Ellen Walker, Abril 2009, Tech Views vol. 12, number 1, www.journalthedacs.com
- [22] How to Apply Earned Value Management to Programs that Include Elements of Continuous Operations, por Luis M. Arroyo, 2010, www.allpm.com/allpmnewsletter/august2010/word/article-8-spanish-0810.pdf



- [23] Effective Measurement of Time Performance using Earned Value Management, por Alexandre Rodrigues, octubre 2010, PM World Today (vol. XII, issue X), www.pmworldtoday.net
- [24] Schedule Analysis Using EVM Data, noviembre 2011, www.earnedschedule.com
- [25] Schedule is Different, por Walt Lipke, www.earnedschedule.com/docs/schedule%20is%20different.pdf
- [26] Consolidate Earned Value Principle with Integrated Cost Management – On project Budget Control during Construction and Investment Period, por Chen Yu Chao, www.seiofbluemountain.com/upload/product/200910/2008glhy12a22.pdf
- [27] The Application of Earned Value and Cost Controlling Techniques in Evaluating of Development Projects, por Akbar Toloian, 2011, Journal of Basic and Applied Scientific Research, TexRoad Publication, ISSN 2090-4304
- [28] Practice Standard for Earned Value Management, 2005, ISBN-1-930699-42-5, www.thiqaruni.org/pharmacy2/53.pdf
- [29] The Use of Earned Value Analysis in the Cost Management of Construction Projects, por José Angelo Valle, www.icoste.org/ICMJ%20papers/valle%20-%20EVA.pdf
- [30] A model for Effective Implementation of Earned Value Management Methodology, por EunHong Kim, William G. Wells, Michael R. Duffey, 2003, Elsevier Science, www.tacticalprojectmanagement.com/attachments/
- [31] Metodología de Valor Ganado y CPM-PERT en el control presupuestal de un proyecto de inversión: Estudio de caso de un proyecto de la construcción, por Alexander Garrido, 15 octubre 2010, VI Congreso Internacional de Gerencia de Proyectos, www.puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/facultad%20de%20ingenieria
- [32] Evaluación de la Metodología Aplicada por la Unidad de Planificación y Control de una Empresa Consultora de Ingeniería para el Control de Proyectos IPC, por Giuseppe Graziano Capasso, julio 2007, www.biblioteca2.ucab.edu.ue/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR1826.pdf



Índice de anexos

Curva de progreso del proyecto, curvas en S	113
Tablas de progreso mensual por fases	114
Tabla de BCWS	116
Tabla de BCWP	117
Tabla de ACWP	118
Resumen general del control económico	119

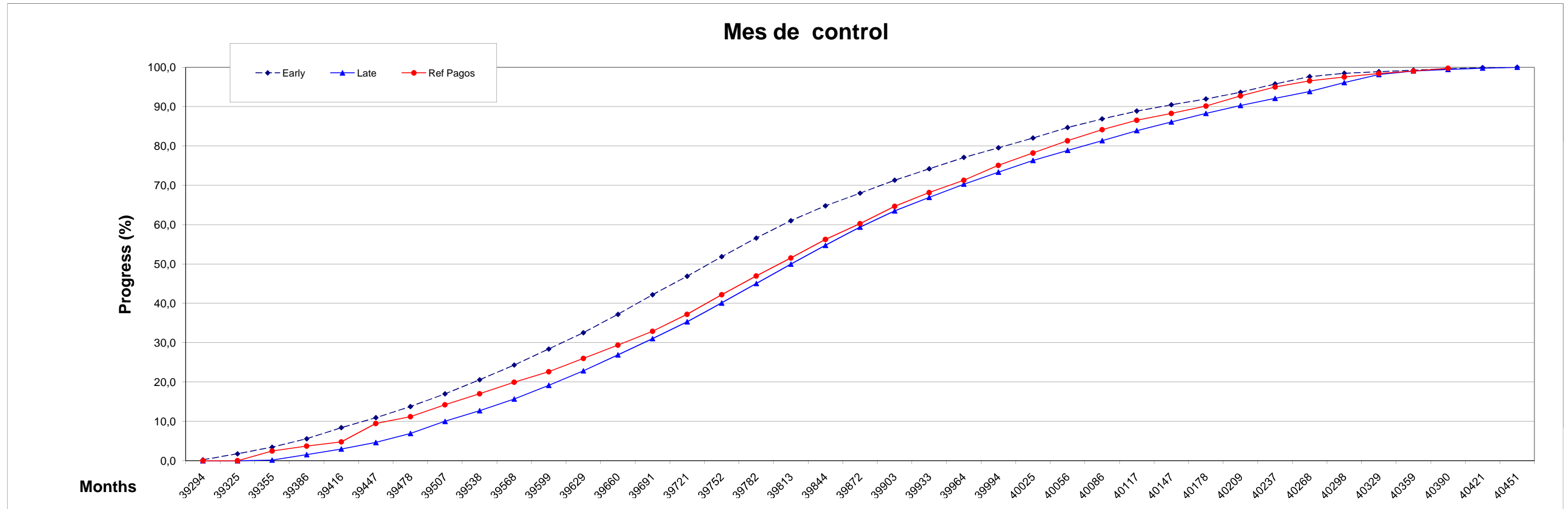
PROJECT

CLIENT:

PROJECT MONTHLY PROGRESS
TOTAL PROGRESS CURVE - PROJECT

PHASE	WEIGHT	2007												2008												2009												2010															
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S													
INGENIERIA	I	7,0	E	0,7	3,9	9,3	20,1	38,7	47,5	56,6	66,5	70,8	75,0	77,4	79,1	82,4	86,8	89,5	91,4	93,0	94,4	96,5	98,6	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0											
			L	0,0	0,0	0,0	0,6	2,5	7,1	18,3	36,5	45,8	55,4	64,4	69,0	74,0	77,1	78,1	81,3	86,3	89,3	91,3	93,0	94,3	96,4	98,5	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0									
			A	0,0	0,0	5,0	9,7	16,8	29,9	34,9	45,0	56,5	61,2	66,8	70,7	76,1	78,5	81,7	84,9	87,5	90,0	92,1	94,4	96,8	98,2	99,0	99,5	99,7	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0								
SUMINISTROS	S	55,0	E	0,3	2,7	5,1	7,6	10,4	13,7	17,5	21,9	27,7	33,6	40,3	47,3	54,6	62,0	68,8	75,4	80,8	86,0	90,2	93,3	96,0	98,0	99,2	99,8	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0								
			L	0,0	0,0	0,3	2,7	5,1	7,5	10,3	13,5	17,0	21,0	26,0	31,8	38,2	45,0	52,1	59,4	66,6	73,3	79,1	84,5	89,4	92,8	95,7	97,9	99,1	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0						
			A	0,0	0,0	3,8	5,5	6,6	13,4	15,8	20,0	23,3	27,7	31,6	36,9	41,8	47,0	53,5	60,4	66,9	73,3	80,5	85,8	91,0	94,4	96,6	98,4	99,1	99,4	99,5	99,7	99,8	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0						
CONSTRUCCIÓN	C	34,2	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,8	1,2	1,7	2,4	2,9	4,0	5,9	8,0	11,7	16,5	20,8	24,6	28,6	33,6	38,9	45,4	51,6	58,6	66,3	72,7	78,6	82,8	85,8	89,1	94,2	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0								
			L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	1,0	1,4	2,0	2,7	3,5	4,9	7,0	9,9	14,1	18,6	22,7	26,7	31,4	36,7	43,3	49,9	56,7	64,0	70,4	76,6	81,7	85,4	89,0	94,2	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0					
			A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,7	1,3	1,7	2,2	3,1	4,5	6,0	8,8	11,8	14,4	16,2	18,9	22,9	27,3	32,8	40,8	48,8	57,4	65,5	72,0	76,6	81,6	88,7	94,1	97,3	99,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0					
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	P	3,8	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7	15,1	30,5	40,1	48,9	59,6	70,3	80,2	90,2	97,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0					
			L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	9,4	22,8	36,4	49,4	63,3	75,3	85,2	93,9	97,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			
			A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,8	5,1	7,4	11,1	21,0	33,9	44,0	60,0	75,7	93,5	98,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0		
Total	100,0	A	E	0,2	1,8	3,4	5,6	8,4	10,9	13,8	17,0	20,6	24,3	28,4	32,5	37,2	42,2	46,9	51,9	56,6	61,0	64,8	68,0	71,3	74,2	77,1	79,5	82,0	84,7	86,9	88,9	90,5	91,9	93,6	95,7	97,6	98,5	98,9	99,2	99,6	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
			L	0,0	0,0	0,2	1,5	3,0	4,6	6,9	10,0	12,7	15,7	19,2	22,8	26,9	31,0	35,3	40,1	45,0	50,0	54,7	59,4	63,5	66,9	70,3	73,3	76,3	78,9	81,3	83,9	86,1	88,3	90,3	92,1	93,8	96,1	98,2	99,1	99,4	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			A	0,0	0,0	2,5	3,7	4,8	9,5	11,2	14,2	17,0	19,9	22,6	26,0	29,4	32,9	37,2	42,2	47,0	51,5	56,3	60,3	64,7	68,2	71,3	75,1	78,2	81,3	84,1	86,5	88,3	90,1	92,7	95,0	96,6	97,5	98,4	99,1	99,7	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	

E : EARLY L: LATE A: ACTUAL



PROJECT MONTHLY PROGRESS
Phase: Engineering
I. INGENIERIA

Table with columns for PHASE, WEIGHT, and monthly progress (J, A, S, O, N, D) for years 2007, 2008, 2009, and 2010. Rows include I.1 Documentos generales de proyecto, I.2 Ingeniería civil, I.3 Ingeniería mecánica y procesos, I.4 Ingeniería eléctrica, I.5 Ingeniería I&C, and a Total row.

PROJECT MONTHLY PROGRESS
Phase: Procurement
S. SUMINISTROS

Table with columns for PHASE, WEIGHT, and monthly progress (J, A, S, O, N, D) for years 2007, 2008, 2009, and 2010. Rows include S.1 Suministros Turbinas, Generadores y HRSG's, S.2 Suministros mecánicos, S.3 Suministros eléctricos, S.4 Suministros I&C, S.5 Suministros construcción civil, and a Total row.

CCC PORT DE BARCELONA

CLIENT: GAS NATURAL

PROJECT MONTHLY PROGRESS

Phase: Construction

C. CONSTRUCCION

PHASE	WEIGHT	2007							2008							2009							2010																				
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
C.1 Montaje Turbinas, Generadores y HRSG's	35,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,4	4,8	11,6	19,5	28,5	37,5	42,7	48,1	53,8	60,3	69,2	83,6	96,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,5	7,3	16,9	25,8	31,7	38,8	45,3	52,5	57,9	64,9	79,3	90,5	95,9	98,1	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0		
C.2 Construcción Civil	26,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0	3,1	4,5	6,6	9,1	11,3	15,3	22,2	30,3	42,9	59,5	74,5	84,2	89,6	92,4	94,5	96,0	97,1	98,4	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	2,6	3,8	5,5	7,8	10,2	13,3	18,8	26,3	36,6	51,2	67,0	79,4	86,9	91,0	93,4	95,2	96,6	97,8	99,1	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	2,7	5,0	6,4	8,3	11,9	17,4	22,9	33,4	44,4	54,4	61,3	69,5	79,2	85,9	89,8	94,0	96,8	97,7	98,5	98,8	99,1	99,4	99,5	99,7	99,8	99,8	99,9	99,9	100,0	100,0	0,0		
C.3 Resto Montaje Mecánico	21,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	1,0	1,2	1,2	2,5	4,7	10,8	15,4	26,4	36,9	48,7	62,6	75,0	83,2	90,1	93,4	96,4	98,9	99,7	100,0
C.4 Montaje Eléctrico	12,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	8,6	16,4	28,8	42,2	52,6	59,2	65,3	74,3	85,5	95,3	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2	2,2	2,2	4,9	38,5	63,0	82,2	89,1	91,5	94,4	96,6	97,6	98,4	99,1	99,6	99,9	100,0	100,0	0,0	
C.5 Montaje I&C	6,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Total	100,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,8	1,2	1,7	2,4	2,9	4,0	5,9	8,0	11,7	16,5	20,8	24,6	28,6	33,6	38,9	45,4	51,6	58,6	66,3	72,7	78,6	82,8	85,8	89,1	94,2	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,7	1,3	1,7	2,2	3,1	4,5	6,0	8,8	11,8	14,4	16,2	18,9	22,9	27,3	32,8	40,8	48,8	57,4	65,5	72,0	76,6	81,6	88,7	94,1	97,3	99,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	

CCC PORT DE BARCELONA

CLIENT: GAS NATURAL

PROJECT MONTHLY PROGRESS

Phase: Commissioning & Start up

P. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

PHASE	WEIGHT	2007							2008							2009							2010																			
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D											
P.1 Comisionado	50,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,3	30,2	60,9	80,3	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,6	10,3	14,7	22,3	42,1	67,8	85,0	94,4	99,9	99,9	100,0	100,0
P.2 Start-up	50,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Total	100,0	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7	15,1	30,5	40,1	48,9	59,6	70,3	80,2	90,2	97,6	100,0	
		L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,8	5,1	7,4	11,1	21,0	33,9	44,0	60,0	75,7	85,2	93,9

Proyecto C.C.C.

PRESUPUESTO		BCWS	2007		2008		2009			2010				
ID	Descripción	PPTO Original	Julio	Agosto	Septiembre	Marzo	Abril	Agosto	Septiembre	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TAREAS	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 9	Mes 10	Mes 26	Mes 27	Mes 38	Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42	
SERVICIOS														
	Ingeniería AAEE	9.578.100,00	95.781,00	167.616,75	445.381,65	421.436,40	354.389,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coordinación Ingeniería y gestión proyecto	9.979.818,33	0,00	0,00	199.596,37	573.839,55	324.344,10	374.243,19	399.192,73	74.848,64	74.848,64	74.848,64	74.848,64	74.848,64
	Supervisión en obra	8.997.703,33	0,00	0,00	179.954,07	517.367,94	292.425,36	337.413,87	359.908,13	67.482,77	67.482,77	67.482,77	67.482,77	67.482,77
	28.555.621,66	95.781,00	167.616,75	824.932,08	1.512.643,90	971.159,15	711.657,06	759.100,87	142.331,41	142.331,41	142.331,41	142.331,41	142.331,41	
SUMINISTROS														
	Equipos Mecánicos	18.510.432,84	0,00	0,00	0,00	249.890,84	472.016,04	64.786,51	9.255,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Material de Tubería	10.010.655,85	0,00	0,00	0,00	135.143,85	255.271,72	35.037,30	5.005,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Equipos Eléctricos	18.718.192,49	0,00	0,00	0,00	514.750,29	720.650,41	65.513,67	37.436,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Material eléctrico	5.941.503,04	0,00	0,00	0,00	163.391,33	228.747,87	20.795,26	11.883,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Material Instrumentación	1.457.802,82	0,00	0,00	0,00	24.782,65	34.258,37	23.324,85	11.662,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lubricantes	120.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Transportes	1.300.000,00	0,00	0,00	0,00	13.000,00	20.800,00	76.050,00	37.700,00	6.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	56.058.587,04	0,00	0,00	0,00	1.100.958,97	1.731.744,41	285.507,59	112.942,36	6.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUBCONTRACIÓN CONTRATISTAS														
	Instalaciones temporales y G.G. Obra	6.008.100,00	0,00	0,00	0,00	237.319,95	225.303,75	180.243,00	246.332,10	180.243,00	180.243,00	180.243,00	150.202,50	60.081,00
	Obra Civil	38.858.278,52	0,00	0,00	0,00	932.598,68	893.740,41	485.728,48	485.728,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Estructuras Metálicas	12.362.662,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	933.381,02	766.485,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Izado línea de potencia	700.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51.450,00	59.150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Turbinas, Generador	8.550.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	675.450,00	769.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Caldera	7.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	543.900,00	625.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tubería	13.800.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.580.100,00	1.386.900,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Eléctrico	9.600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.262.400,00	1.070.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Instrumentación	2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	141.862,50	378.300,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Aislamiento y pintura	4.320.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	585.360,00	527.040,00	198.720,00	36.720,00	0,00
	Soplado y limpieza calderas	1.900.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	342.000,00	119.700,00	16.150,00	0,00	0,00
	105.924.041,08	0,00	0,00	0,00	1.169.918,63	1.119.044,16	5.854.515,00	5.788.095,66	1.107.603,00	826.983,00	395.113,00	186.922,50	60.081,00	
PLANTAS PAQUETE														
	Caldera Auxiliar	1.942.989,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	184.584,00	126.294,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ERM	1.489.157,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	148.915,75	148.915,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Torres Refrigeración	5.955.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	297.750,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Planta tratamiento agua + aguas sanitarias	3.881.502,26	0,00	0,00	0,00	0,00	543.410,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Planta tratamiento efluentes	198.700,00	0,00	0,00	0,00	7.948,00	7.948,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Planta electrocloración	548.371,00	0,00	0,00	0,00	31.805,52	31.805,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sistema de calefacción, ventilación, A.A	1.025.972,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112.857,00	112.857,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sistema PCI + anillo enterrado	1.435.000,00	0,00	0,00	0,00	57.400,00	57.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tanques de Obra	1.697.832,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67.913,31	67.913,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Puentes grúa + polipastos	994.239,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GIS	4.217.570,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23.386.334,61	0,00	0,00	0,00	97.153,52	640.563,83	812.020,06	455.980,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PEM														
	Equipo PEM	2.500.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450.000,00	157.500,00	21.250,00	0,00	0,00

Proyecto C.C.C.

PRESUPUESTO		BCWP	2007				2008					2009				2010				
ID	Descripción	PPTO Original	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TAREAS	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 38	Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42	
SERVICIOS																				
Ingeniería AAEE	9.578.100,00	47.890,50	47.890,50	909.919,50	533.072,12	398.142,90	359.952,42	177.143,55	243.776,54	318.051,41	14.508,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Coordinación Ingeniería y gestión proyecto	9.979.818,33	99.798,18	99.798,18	199.596,37	324.344,10	324.344,10	449.091,82	324.344,10	399.192,73	299.394,55	249.495,46	374.243,19	399.192,73	299.394,55	74.848,64	74.848,64	74.848,64	74.848,64	74.848,64	
Supervisión en obra	8.997.703,33	44.988,52	134.965,55	134.965,55	404.896,65	157.459,81	404.896,65	292.425,36	359.908,13	269.931,10	224.942,58	337.413,87	359.908,13	269.931,10	67.482,77	67.482,77	67.482,77	67.482,77	67.482,77	
	28.555.621,66	192.677,20	282.654,23	1.244.481,42	1.262.312,86	879.946,80	1.213.940,89	793.913,01	1.002.877,40	887.377,06	488.946,51	711.657,06	759.100,87	569.325,65	142.331,41	142.331,41	142.331,41	142.331,41	142.331,41	
SUMINISTROS																				
Equipos Mecánicos	18.510.432,84	0,00	0,00	0,00	0,00	1.742.793,24	1.752.820,06	1.663.274,96	1.549.098,62	1.432.643,78	5.862,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Material de Tubería	10.010.655,85	0,00	0,00	0,00	0,00	465.452,87	606.812,15	797.075,15	874.725,46	942.522,71	346.547,58	181.795,10	105.051,70	39.269,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Equipos Eléctricos	18.718.192,49	0,00	0,00	0,00	0,00	277.653,19	503.831,35	679.314,40	870.395,95	1.240.860,18	1.130.110,87	549.066,98	128.687,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Material eléctrico	5.941.503,04	0,00	0,00	0,00	0,00	75.754,16	205.972,11	317.375,29	478.290,99	668.914,22	248.552,88	89.122,55	19.805,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Material Instrumentación	1.457.802,82	0,00	0,00	0,00	0,00	24.053,75	24.053,75	24.053,75	26.787,13	41.911,83	142.864,68	130.837,80	118.810,93	116.806,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Lubricantes	120.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.780,00	5.580,00	6.720,00	10.860,00	14.460,00	1.860,00	1.680,00	840,00	780,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Transportes	1.300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.700,00	109.850,00	92.300,00	93.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	56.058.587,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2.589.487,21	3.099.069,41	3.487.813,55	3.810.158,16	4.341.312,72	1.978.498,36	1.062.352,43	465.495,22	250.455,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUBCONTRACCIÓN CONTRATISTAS																				
Instalaciones temporales y G.G. Obra	6.008.100,00	0,00	0,00	18.024,30	72.097,20	165.222,75	120.162,00	105.141,75	120.162,00	105.141,75	135.182,25	180.243,00	246.332,10	225.303,75	180.243,00	180.243,00	180.243,00	150.202,50	60.081,00	
Obra Civil	38.858.278,52	0,00	0,00	0,00	0,00	624.725,31	731.137,64	766.062,19	1.226.756,24	1.799.535,21	1.875.640,61	1.089.524,84	686.920,27	607.874,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Estructuras Metálicas	12.362.662,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.270,14	20.526,74	939.916,11	1.263.720,30	1.244.233,51	1.171.051,26	19.471,44	0,00	0,00	0,00	0,00	
Izado línea de potencia	700.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55.207,15	59.138,85	49.761,61	50.488,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Turbinas, Generador	8.550.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	366.553,14	441.069,53	674.315,89	722.338,82	158.175,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Caldera HRSG	7.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	583.618,43	625.182,13	526.051,31	533.733,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tubería	13.800.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.347,93	22.913,27	27.348,10	145.525,71	164.422,50	1.307.202,83	1.200.457,41	1.101.645,77	1.122.363,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Eléctrico	9.600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.115,44	863.805,56	840.132,96	844.444,32	831.083,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Instrumentación I&C	2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	231.497,19	390.150,59	480.574,09	467.141,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Aislamiento y pintura	4.320.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	261.360,00	453.600,00	198.720,00	36.720,00	0,00	
Soplado y limpieza calderas	1.900.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	105.924.041,08	0,00	0,00	18.024,30	72.097,20	800.295,99	874.212,92	898.552,04	1.501.714,09	2.091.741,64	6.358.623,26	6.089.619,61	5.854.278,87	5.731.379,71	635.399,44	633.843,00	378.963,00	186.922,50	60.081,00	
PLANTAS PAQUETE																				
Caldera Auxiliar	1.942.989,50	0,00	0,00	0,00	0,00	155.439,16	155.439,16	155.439,16	155.439,16	155.439,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ERM	1.489.157,48	0,00	0,00	0,00	0,00	141.469,96	156.361,54	171.253,11	163.807,32	141.469,96	22.337,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Torres Refrigeración	5.955.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	208.425,00	59.550,00	0,00	0,00	0,00	
Planta tratamiento agua + aguas sanitarias	3.881.502,26	0,00	0,00	0,00	0,00	38.815,02	194.075,11	194.075,11	194.075,11	194.075,11	194.075,11	194.075,11	194.075,11	194.075,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Planta tratamiento efluentes	198.700,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.987,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	9.935,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Planta electrocloración	548.371,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.483,71	30.160,41	30.160,41	30.160,41	30.160,41	427.729,38	30.160,41	30.160,41	30.160,41	30.160,41	
Sistema de calefacción, ventilación, A.A	1.025.972,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.597,27	82.077,82	82.077,82	20.519,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sistema PCI + anillo enterrado	1.435.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143.500,00	143.500,00	143.500,00	86.100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tanques de Obra	1.697.832,63	0,00	0,00	0,00	0,00	169.783,26	169.783,26	169.783,26	101.869,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Puentes grúa + polipastos	994.239,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	39.769,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
GIS	4.217.570,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	463.932,70	463.932,70	463.932,70	463.932,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	23.386.334,61	0,00	0,00	0,00	0,00	899.188,97	1.077.288,63	1.092.180,21	959.421,11	754.597,50	968.635,14	1.048.895,05	1.028.375,60	1.028.375,60	656.673,83	89.710,41	30.160,41	30.160,41	30.160,41	
PEM																				
Equipo PEM	2.500.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.305,97	50.000,00	25.000,00	12.500,00	0,00	0,00	

Proyecto C.C.C.

PRESUPUESTO

ACWP

			2007			2008				2009				2010			
Descripción		PPTO Original	Julio	Agosto	Septiembre	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Julio	Agosto	Septiembre	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ID	TAREAS	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 38	Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42
SERVICIOS																	
	Ingeniería AAEE	9.578.100,00	47.890,50	47.890,50	909.919,50	398.142,90	359.952,42	177.143,55	243.776,54	14.508,47	102.530,00	96.530,00	64.350,00	64.650,00	62.020,00	60.662,00	0,00
	Coordinación Ingeniería y gestión proyecto	9.979.818,33	0,00	156.550,32	156.550,32	312.944,31	342.694,28	371.824,73	527.707,18	753.874,97	246.597,27	261.632,82	86.336,36	128.202,22	99.154,66	110.793,89	87.245,42
	Supervisión en obra	8.997.703,33	0,00	0,00	18.135,95	117.650,36	94.787,58	123.606,45	295.112,91	424.258,54	430.476,99	433.112,56	144.821,23	119.534,80	106.734,46	67.439,33	55.650,00
		28.555.621,66	47.890,50	204.440,82	1.084.605,77	828.737,57	797.434,28	672.574,73	1.066.596,63	1.192.641,98	779.604,26	791.275,38	295.507,59	312.387,02	267.909,12	238.895,22	142.895,42
SUMINISTROS																	
	Equipos Mecánicos	18.510.432,84	0,00	0,00	0,00	2.142.261,30	0,00	24.716,00	24.716,00	1.845.295,33	2.771.587,15	165.872,34	20.399,24	39.934,95	6.043,72	43.576,12	52.475,19
	Material de Tubería	10.010.655,85	0,00	0,00	0,00	178.608,52	532.918,15	499.757,78	741.074,43	109.258,87	217.857,86	296.965,11	0,00	1.999,94	3.158,96	38.226,57	489.971,55
	Equipos Eléctricos	18.718.192,49	0,00	0,00	0,00	0,00	1.096.580,40	275.209,40	178.958,60	1.061.488,87	686.636,60	960.791,71	79.280,60	282.405,92	48.776,66	290.645,58	513.742,06
	Material eléctrico	5.941.503,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	371.430,92	45.820,00	391.180,00	20.932,80	148.654,00	870,00	10.594,73	242.316,00
	Material Instrumentación	1.457.802,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	279.740,93	37.404,34	244.877,03	76.049,44	1.934,34	0,00	135,46	71.755,41
	Lubricantes	120.000,00											52.000,00				
	Transportes	1.300.000,00							3.104,62	0,00	372.236,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		56.058.587,04	0,00	0,00	0,00	2.320.869,82	1.629.498,55	799.683,18	947.853,65	3.667.214,92	4.131.541,95	2.059.686,19	248.662,08	474.929,15	58.849,34	383.178,46	1.370.260,21
SUBCONTRACIÓN CONTRATISTAS																	
	Instalaciones temporales y G.G. Obra	6.008.100,00	0,00	0,00	0,00	260.554,01	316.984,48	266.984,48	272.322,51	350.777,49	319.653,29	458.878,59	156.577,49	156.577,49	135.804,00	86.447,75	46.346,15
	Obra Civil	38.858.278,52	0,00	0,00	0,00	1.795.903,68	1.557.224,53	1.477.063,28	2.080.266,49	1.139.279,10	3.582.328,01	606.404,23	0,00	225.364,79	0,00	3.764.366,79	939.204,38
	Estructuras Metálicas	12.362.662,56				353.637,39	171.442,50	173.634,87	346.992,55	0,00	0,00	1.134.025,58	34.601,97	0,00	0,00		
	Izado línea de potencia	700.000,00								0,00	0,00	36.723,00					
	Turbinas, Generador	8.550.000,00								831.302,87	0,00	1.606.140,40	0,00	0,00	188.354,93	0,00	0,00
	Caldera HRSG	7.400.000,00								941.133,75	1.601.790,52	470.668,76	263.700,12	0,00			
	Tubería	13.800.000,00								2.708.091,60	1.297.423,40	1.509.770,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1.143.607,86
	Eléctrico	9.600.000,00								288.166,51	400.545,11	548.960,55	0,00	1.279.802,71	0,00	0,00	0,00
	Instrumentación I&C	2.425.000,00															
	Aislamiento y pintura	4.320.000,00											0,00	0,00	615.061,54	59.223,16	353.475,76
	Soplado y limpieza calderas	1.900.000,00											0,00	0,00			
		105.924.041,08	0,00	0,00	0,00	2.410.095,08	2.045.651,51	1.917.682,63	2.699.581,55	6.258.751,32	7.201.740,33	6.371.571,91	454.879,58	1.661.744,99	939.220,47	3.910.037,70	2.482.634,15
PLANTAS PAQUETE																	
	Caldera Auxiliar	1.942.989,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	592.860,00	395.240,00	0,00	0,00	111.709,60		0,00
	ERM	1.489.157,48				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300.782,40	0,00	64.045,60	0,00	0,00	5.985,00
	Torres Refrigeración	5.955.000,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67.257,95	0,00	715.279,05
	Planta tratamiento agua + aguas sanitarias	3.881.502,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	385.760,00	938.424,00		0,00	192.880,00	0,00	0,00	0,00	90.278,00
	Planta tratamiento efluentes	198.700,00								209.055,00				10.762,38	2.335,88	40.242,20	7.973,16
	Planta electrocloración	548.371,00												53.660,00	107.320,00	103.442,00	
	Sistema de calefacción, ventilación, A.A	1.025.972,74										91.899,29		91.899,29		172.764,00	
	Sistema PCI + anillo enterrado	1.435.000,00									209.068,36	62.464,45			17.430,00	94.950,00	
	Tanques de Obra	1.697.832,63					375.000,25		375.000,25								
	Puentes grúa + polipastos	994.239,00	0,00	0,00	0,00							23.563,90					
	GIS	4.217.570,00				198.750,00						1.192.500,00					123.942,02
		23.386.334,61	0,00	0,00	0,00	198.750,00	375.000,25	0,00	760.760,25	1.147.479,00	801.928,36	2.066.450,04	192.880,00	166.707,27	252.393,43	415.276,20	1.046.899,23
PEM																	
	Equipo PEM	2.500.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	530.250,00	245.500,00	121.250,00	65.000,00	45.000,00

PROYECTO:
 CLIENTE:
 SITUACIÓN:

Proyecto Industrial

FECHA DE CIERRE:
 FECHA DE EMISIÓN:
 INFORME
 REV:

Descripción	PPTO. ORIGINAL	EXTRAS	TRANSFERENCIAS	PPTO. ACTUALIZADO	DESVIACIÓN A ORIGEN	PREVISTO	COMPROMETIDO	PENDIENTE	DESVIACIÓN PERIODO
SUMINISTROS									
EQUIPOS MECÁNICOS	37.890.427,66 €	699.309,87 €	1.703.153,77 €	38.894.271,56 €	3.240.087,35 €	35.654.184,21 €	34.562.349,86 €	1.091.834,35 €	- €
EQUIPOS ELECTRICOS	22.935.762,49 €	493.835,00 €	518.181,00 €	23.947.778,49 €	1.826.063,47 €	22.121.715,02 €	21.562.237,05 €	559.477,97 €	15.000,00 €
MATERIAL TUBERIAS	12.010.655,85 €	87.605,70 €	2.633.750,00 €	9.464.511,55 €	1.371.907,09 €	8.092.604,46 €	7.134.935,33 €	957.669,13 €	- €
MATERIAL ELECTRICO	5.941.503,04 €	84.845,00 €	163.783,49 €	6.190.131,53 €	1.529.536,00 €	4.660.595,53 €	4.469.545,79 €	191.049,74 €	65.000,00 €
MATERIAL INSTRUMENTACION	1.457.802,82 €	115.924,00 €	94.544,84 €	1.479.181,98 €	35.768,84 €	1.443.413,14 €	1.370.528,09 €	72.885,05 €	10.000,00 €
OTROS SUMINISTROS	120.000,00 €	- €	- €	120.000,00 €	711.164,26 €	831.164,26 €	625.476,74 €	205.687,52 €	- €
TRANSPORTE	1.300.000,00 €	2.404,86 €	499.000,00 €	803.404,86 €	1.500.000,00 €	2.303.404,86 €	1.703.104,62 €	600.300,24 €	- €
CONTINGENCIA PARA SUMINISTROS	4.000.000,00 €	- €	1.008.822,71 €	2.991.177,29 €	2.468.445,10 €	522.732,19 €	- €	522.732,19 €	78.000,00 €
TOTAL SUMINISTROS	85.656.151,86 €	85.304,69 €	1.850.999,29 €	83.890.457,26 €	8.260.643,59 €	75.629.813,67 €	71.428.177,48 €	4.201.636,19 €	18.000,00 €
SERVICIOS									
INGENIERIA EEA	9.578.100,00 €	- €	13.151,26 €	9.591.251,26 €	1.393.935,45 €	10.985.186,71 €	10.371.707,54 €	613.479,17 €	- €
COORDINACIÓN INGENIERÍA	9.979.818,33 €	58.532,42 €	35.000,00 €	10.073.350,75 €	803.717,86 €	10.877.068,61 €	9.526.382,30 €	1.350.686,31 €	32.000,00 €
SUPERVISIÓN Y P.M.	8.997.703,33 €	- €	- €	8.997.703,33 €	426.102,47 €	9.423.805,80 €	7.588.947,79 €	1.834.858,01 €	50.000,00 €
CONTINGENCIA PARA SERVICIOS	1.000.000,00 €	- €	1.008.822,71 €	2.008.822,71 €	2.008.822,71 €	- €	- €	- €	- €
TOTAL SERVICIOS	29.555.621,66 €	58.532,42 €	1.056.973,97 €	30.671.128,05 €	614.933,07 €	31.286.061,12 €	27.487.037,63 €	3.799.023,49 €	18.000,00 €
SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN									
INSTALACIONES TEMPORALES Y GASTOS OBRA	6.008.100,00 €	115.191,96 €	- €	6.755.233,25 €	756.566,68 €	7.511.799,93 €	6.420.373,63 €	1.091.426,30 €	- €
SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN	103.015.941,08 €	580.783,80 €	794.025,32 €	103.758.808,91 €	2.813.517,95 €	100.945.290,95 €	95.592.341,85 €	5.352.949,10 €	- €
CONTINGENCIA PARA CONSTRUCCIÓN	5.880.000,00 €	- €	- €	5.880.000,00 €	2.705.353,74 €	3.174.646,26 €	- €	3.174.646,26 €	- €
TOTAL SUBCONTRATOS CONSTRUCCIÓN	114.904.041,08 €	695.975,76 €	794.025,32 €	116.394.042,16 €	4.762.305,02 €	111.631.737,14 €	102.012.715,49 €	9.619.021,65 €	- €
MISCELANEOS									
MISCELÁNEOS	1.500.000,00 €	- €	- €	1.500.000,00 €	502.793,85 €	2.002.793,85 €	1.525.996,24 €	476.797,61 €	- €
CONTINGENCIAS PARA MISCELÁNEOS	100.000,00 €	- €	- €	100.000,00 €	15.644,01 €	84.355,99 €	- €	84.355,99 €	- €
CONTINGENCIA PERÍODO GARANTÍA	1.000.000,00 €	- €	- €	1.000.000,00 €	- €	1.000.000,00 €	- €	1.000.000,00 €	- €
TOTAL MISCELANEOS	2.600.000,00 €	- €	- €	2.600.000,00 €	487.149,84 €	3.087.149,84 €	1.525.996,24 €	1.561.153,60 €	- €
TASAS									
TASAS	12.640.400,00 €	8.777,50 €	- €	12.631.622,50 €	- €	12.631.622,50 €	10.576.368,50 €	2.055.254,00 €	- €
TOTAL TASAS	12.640.400,00 €	8.777,50 €	- €	12.631.622,50 €	- €	12.631.622,50 €	10.576.368,50 €	2.055.254,00 €	- €
TOTAL RESUMEN	245.356.214,60 €	831.035,36 €	- €	246.187.249,96 €	11.920.865,70 €	234.266.384,26 €	213.030.295,33 €	21.236.088,92 €	- €