

DEFINITION OF A METHODOLOGY THAT INTEGRATES THE COST OF THE PROCESS, PROCUREMENT AND PLANNING TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION.

Santos Fonseca, Salazar ¹; Pellicer, Eugenio ¹; Alarcón, Luis Fernando ²

¹ Universitat Politècnica de València, ² Pontificia Universidad Católica de Chile

The aim of this paper is to show a methodology to control construction projects with high level of outsourcing proving a multidimensional perspective that enable a view for the cost in a traditional budget structure, and other one to the term control toward a structure activities and the programmable resources according to the distinct building processes. The methodology was developed using the good practices to control cost in the construction sector and integrating them with the procurement and planning processes. In this development were applied innovative techniques of planning and control, like an interpretation of the Last Planner System, with common software in the construction sector, like PRESTO, accounting software and Microsoft Office, among others. As a result, it was obtained a tool to elaborate PLANNING PROJECT that provides an INDUSTRIALIZATION MANAGEMENT WORK. It has been achieved an integrated collaboration between the distinct knowledge's areas of the company for the optimization of the building processes improving the logistic to implementation of activities on site, besides knowing the correct information about status of physical progress and economic data of project.

Keywords: Project Management; Management Systems; Cost Control; Procurement Processes; Building Planning; Construction

DEFINICIÓN DE UNA METODOLOGÍA QUE INTEGRA LOS PROCESOS DE COSTES, CONTRATACIÓN Y PLANIFICACIÓN PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN.

El objetivo del trabajo es presentar una metodología para el control de proyectos de construcción con alto grado de subcontratación, facilitando una perspectiva multidimensional que posibilite una vista para el control de costes del proyecto en una estructura tradicional de presupuesto y otra para el control de plazos a través de una estructura de actividades y recursos programables según los distintos procesos constructivos.

La metodología fue desarrollada aprovechando la buena práctica existente en el control de costes e integrándola a los procesos de contratación y planificación. En este desarrollo se aplicaron novedosos conceptos de planificación, como una interpretación del SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR, con aplicaciones típicas del sector, como PRESTO, softwares contables y Microsoft OFFICE entre otras.

Como resultado se obtuvo una herramienta para la redacción del PROYECTO DE PLANIFICACIÓN que proporciona una INDUSTRIALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE OBRA. Se ha logrado una COLABORACIÓN INTEGRADA entre las distintas áreas de conocimiento de la empresa para la optimización de los procesos construcción, mejorando la logística para la ejecución de las actividades en obra, y además disponer de una correcta información sobre el estado del avance físico y económico del proyecto.

Palabras clave: Dirección de Proyectos; Sistemas de Gestión; Control de Costes; Procesos de Contratación; Planificación de obras; Construcción

Correspondencia: Salazar Santos Fonseca - salazarsantosfonseca@gmail.com

1. Introducción

La gestión de la ejecución de obras de construcción suele estar protagonizada por el alto grado de variabilidad que están sometidos los procesos constructivos, alojando así una extrema complejidad al acoplamiento entre planificado y realizado, una vez que, en contextos de incertidumbre, se incrementa el riesgo de distanciamiento entre el resultado real y el planificado (Alarcon et al. 2014). Para el éxito de la gestión de un proyecto, esta debe poseer mecanismos que faciliten el cumplimiento de los objetivos económicos, temporales y cualitativos del mismo (Picornell 2003, Pellicer et al. 2004).

Este trabajo de investigación busca dar respuesta a tres cuestiones transversales en el proceso de gestión de la ejecución de obras de construcción:

- ¿Cómo plasmar partidas presupuestarias en actividades de planificación?
- ¿Cómo enlazar el proceso de contratación con la disminución de la variabilidad?
- ¿Cómo mejorar la productividad a través de los subcontratistas?

La principal finalidad de esta comunicación es presentar una metodología de fácil implementación y eminentemente práctica. Como resultado se ha logrado limitarse al uso de los recursos que se encuentran de forma habitual en las empresas constructoras para la consecución de la metodología.

2. Metodología de Investigación

La presente investigación emplea el enfoque de investigación en acción (action research) (Azhar et al. 2010). En la práctica es la simultaneidad de la resolución del problema real a la vez que se amplía el conocimiento científico, así como proporciona la mejora de las competencias de los actores involucrados. Genera un entorno colaborativo en constante retroalimentación que facilita la comprensión de los procesos de cambio del sistema social en un aceptable marco ético (Hult and Lennung 1980).

La ingeniería de construcción y de gestión necesita claramente de un enfoque de investigación que combine los objetivos de la investigación tanto aplicada como básica, contribuyendo a la solución de problemas prácticos y a la creación de nuevos conocimientos teóricos a la vez. La investigación-acción cumple estos criterios pues el investigador analiza la situación actual, identifica el problema, se involucra en la introducción de algunos cambios para mejorar la situación actual, y evalúa el efecto de esos cambios, y reflexiona sobre el proceso y el resultado para generar nuevos conocimientos (Baskerville 1997, 1999, Hult y Lennung 1980; Naoum 2001).

3. Estructuras de Costes Basadas en Unidades de Obra

El control de costes se realiza con referencia al presupuesto de ejecución material, un documento que se detalla, como mínimo, con el cuadro de precios de las unidades de obra, el estado de mediciones, y el cuadro de descompuesto de las partidas. Las unidades de obra, o partidas, deben contemplar una subdivisión de la obra lo suficientemente pequeña para que se puedan analizar sus costes de ejecución y que posean una magnitud relativamente susceptible de reflejarse como parte del importe total. El control de costes se realiza a través de programas informáticos, entendiéndose por ello desde potentes softwares comerciales hasta sencillas hojas de cálculo propias de una empresa. Los distintos programas informáticos comerciales, presentes en España, plantean unas estructuras similares para el control del presupuesto.

Las distintas estructuras del presupuesto vienen marcadas por la cultura predominante en el sector, como pueden ser: la documentación que los Colegios Profesionales exigen para el visado de proyectos; las exigencias de la Administración Pública en cuanto a la presentación de la justificación de la oferta económica en un proceso de licitación para la adjudicación de un contrato, así como en la presentación del documento que refleja el importe de las unidades de obra ejecutadas en las certificaciones. En el mercado español se pueden encontrar algunos programas informáticos al efecto que afianzan y ayudan a consolidar el manejo de estas estructuras. Inclusive, existe un formato de intercambio estándar de bases de datos de construcción, abreviado como FIEBDC, que es el formato estándar adoptado tanto por los creadores de bases de datos de construcción como por los de programas de mediciones y presupuestos para compartir datos entre los distintos programas y de esta forma tener interoperabilidad entre los usuarios que elijan una de las distintas opciones.

La estructura mínima necesaria de un presupuesto sería la que contempla una estructura de presupuesto de ventas y la de certificaciones. que suele ampliarse para contemplar una estructura de objetivo de coste y otra para el coste de la producción, o coste real. Así que solemos encontrar en las empresas constructoras españolas unas estructuras de presupuesto identificadas por la relación entre:

- presupuesto de venta vs certificaciones
- presupuesto objetivo de coste vs producción

Una quinta estructura de costes, más avanzada, es la de planificación, que viene a ser la introducción una periodificación del presupuesto objetivo de costes. Según el grado de madurez en gestión técnica de la empresa constructora, o de su porte, la gestión de costes puede ir incrementándose con la inclusión del proceso de contratación, y la gestión del plazo, de la calidad, del riesgo, del alcance, de la comunicación, de integración y de recursos humanos. En los casos de lograr la realización de una gestión sobre las nueve áreas del conocimiento a las que se ha referido, se suele caracterizar por empresas con una alta capacidad técnica de gestión y con la aplicación de los fundamentos para la Dirección de Proyectos propuestos por la Guía PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), aún que poco usual entre las empresas del sector.

4. Actividad Programable y Sistema de Codificación

Para lograr un buen control de costes es esencial plasmar en el tiempo las estructuras del presupuesto y de certificaciones para conocer, con carácter previo, el capital necesario para acometer el proyecto, la necesidad de recursos en cada fase de ejecución, y, entre otros, definir la repercusión de los costes indirectos en el proyecto.

El presupuesto está pensado para definir el coste total de ejecución como siendo la suma de todas las unidades de obra que componen el proyecto. Teniéndose en cuenta que para la ejecución de una partida son necesarios unos recursos que ni siempre se aplican a la vez en el tiempo y, además, no necesariamente en una secuencia continua en el tiempo, sino que puede ser distribuida de forma discreta, o sea, con vacíos entre la utilización de los recursos necesarios, suele ser común que el concepto de unidad de obra (partida), que se empleó para redactar el presupuesto, no sea el más idóneo para trasladar a una escala temporal.

Las unidades de obra, que se reflejan el presupuesto total del proyecto, son reflejo de una necesidad de conocer el proceso de formación del presupuesto por parte del promotor. En el caso del constructor, además de la necesidad de conocer en detalle la formación del presupuesto, tiene necesidad de vincular el coste a los procesos constructivos. Es natural que existan perspectivas diferentes para cada agente del proceso, y que los conceptos de unidad de obra/partida se difiere de actividad. El constructor acaba necesitando controlar el coste del proyecto por las dos perspectivas,

una atendiendo al criterio del promotor (cliente) contra las cuales se justificarán las cantidades ejecutadas para el cobro, y otra para mejor reflejar los procesos constructivos y su coste repartido en el periodo de ejecución del proyecto. La definición de actividad programable, que mejor posibilite la organización del flujo de entrada de recursos por la perspectiva del constructor, se precisa para el cumplimiento de los supuestos que se indican a continuación:

- concurrencia de los mismos recursos humanos y materiales aplicados a lo largo del tiempo de su ejecución;
- concurrencia de un equipo humano a lo largo del tiempo de su ejecución que aplica distintos recursos materiales en una secuencia continua;

Para que el presupuesto redactado posea elementos clasificables que permitan su análisis de forma transversal, así como facilitar la tarea de análisis y comparación entre presupuestos de distintos proyectos es necesaria la adopción de un sistema de clasificación aplicado a los distintos conceptos que integran el presupuesto. En el mercado español existen bases de datos de precios que proponen su propia clasificación que pueden ser directamente incorporadas por las constructoras, pudiendo también adoptar alguno de los sistemas de codificaciones internacionales estandarizados disponibles, o mismo, el desarrollo por parte de las empresas de los suyos propios.

Una de las principales características de un sistema de codificación está en la capacidad de crear grupos de conceptos afines a partir de una extensión reducida de los caracteres (de izquierda a derecha), del total de su longitud, que identifica inequívocamente un determinado concepto.

5. Objetivos

Desarrollar una metodología que se ajuste a las singularidades del sector de la construcción en España para ofrecer una herramienta de fácil implantación y de aplicación directa en las empresas constructoras para facilitar la consecución de uno de sus cometidos: la optimización de la asignación de recursos humanos y materiales a la obra buscando disminuir la variabilidad de los procesos constructivos y aumentar la productividad para lograr los objetivos de ejecución en tiempo, calidad y rentabilidad previstos (Llorca y Fernández, 2006).

6. Desarrollo de la Metodología

6.1. Contexto de desarrollo

Para el desarrollo de la metodología se ha partido de un presupuesto redactado en PRESTO. El presupuesto contractual se define por dos vías en el entorno de investigación: redacción propia (la empresa ejerce de promotor y constructor), redacción externa (la empresa ejerce de contratista principal). Las fases de redacción del presupuesto vienen marcadas, en cada uno de los dos casos, por unas necesidades específicas y un estado de maduración distinto del presupuesto redactado.

En la figura 1 podemos observar las distintas fases de un proyecto de promoción inmobiliaria, y las distintas responsabilidades entre promotor y contratista principal en un esquema que refleja las relaciones habituales entre ambos agentes. Los procesos son: Gestión de adquisición de suelos, Gestión de oferta de obras, Gestión del Proyecto Básico y de Ejecución y Licencia de Obra, Gestión del contrato de ejecución de obras, Gestión de la Financiación, Gestión del Presupuesto, Gestión de la logística de inicio de obra, Gestión de la obra, Gestión del fin de obra, Gestión de la entrega de obra, Gestión de la posventa.

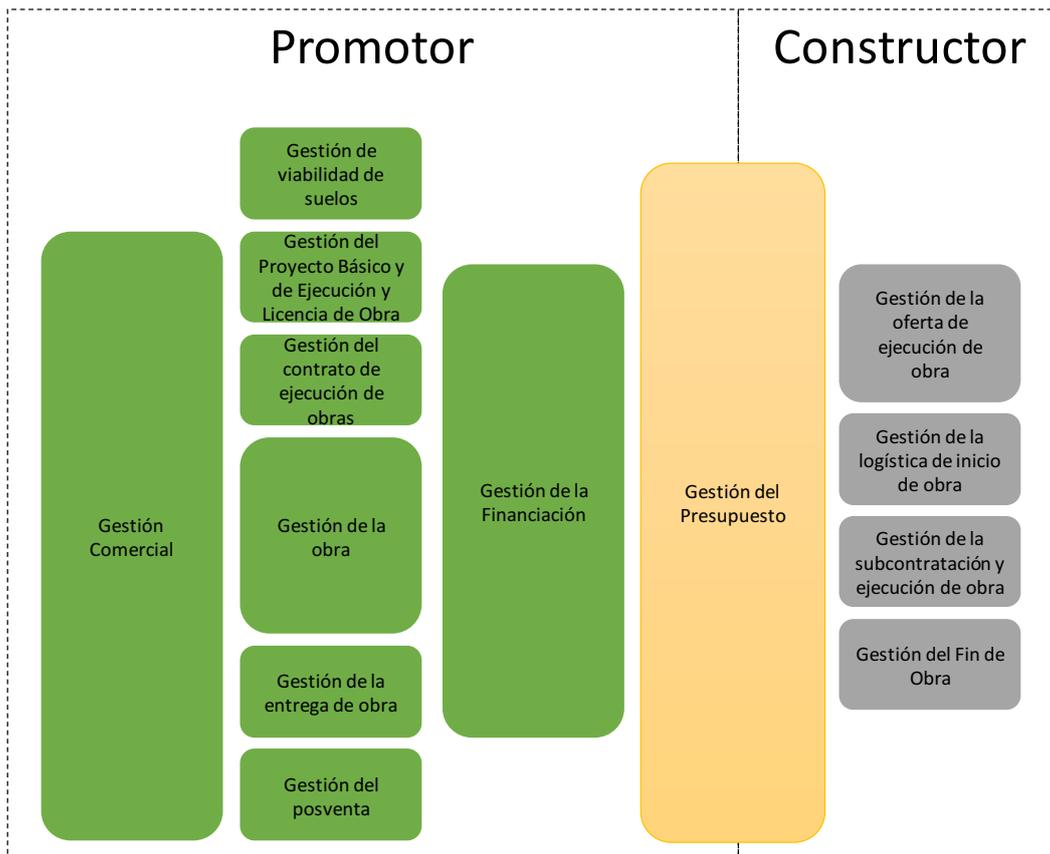


Figura 1 - Fases de un proyecto de promoción inmobiliaria, y las distintas responsabilidades entre promotor y contratista principal

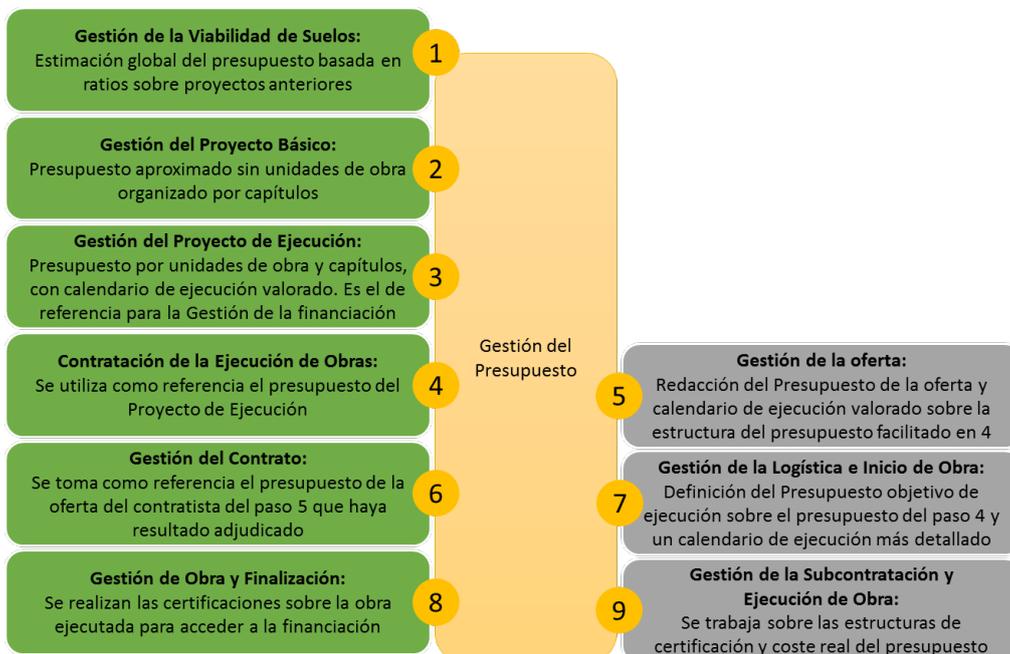


Figura 2 - Las distintas fases del desarrollo de una promoción inmobiliaria desde la perspectiva del presupuesto

En la figura 2, poniendo el foco en las distintas fases del desarrollo de una promoción inmobiliaria desde la perspectiva del presupuesto, se puede comprobar que se necesitan distintos niveles de información referente al mismo, desde una primera aproximación en el estudio de viabilidad inicial hasta una compleja interacción entre

presupuesto, planificación y estado real del uso de los recursos que componen el presupuesto en la fase de ejecución de obra.

La manipulación de los archivos del presupuesto por distintas empresas supone una dificultad añadida para la introducción temprana de un sistema de codificación, aunque en las empresas promotoras constructoras, eso se transforma en una gran optimización de recursos para todo el proceso, pues se puede iniciar la redacción inicial del presupuesto, en fase de Proyecto Básico, con la estructura y codificación deseada. Acorde a estos procesos reales de redacción del presupuesto se ha planteado una forma de agregar valor a la práctica existente a través de la incorporación de mecanismos que faciliten la introducción y extracción de información por parte de los agentes responsables de estos procesos.

En la empresa en que se ha desarrollado la investigación, ya se redactaban los presupuestos aplicando una codificación a los conceptos que componen el presupuesto y lo utilizaban en el proceso de contratación. Una buena práctica en la que se ha apoyado la metodología mediante la introducción de pequeños ajustes.

En el proceso de planificación del proyecto se ha decidido por la implantación de una interpretación del Sistema del Último Planificador (LPS – “Last Planner System”), pero aplicando sus principales conceptos, que son:

- Facilitar un compromiso entre los actores implicados a través de la colaboración para obtener una programación conjunta y generar así, el máximo valor al cliente (Alarcon 2001);
- Planificar y controlar las actividades a través de la definición de un plan maestro global que defina lo que debe ser hecho, de una vista anticipada a corto plazo que permita una gestión operativa de los recursos para liberar actividades que pueden ser ejecutadas y de una programación semanal que represente un compromiso entre los implicados para definir lo que se hará (Alarcon 2001).

Es importante que la programación semanal facilite información inequívoca sobre los trabajos que se harán, incorporando, para ello, el qué, el dónde, el cuanto, el cuándo, el cómo y el quién los harán. La componente de espacialidad de la actividad, además de precisar donde se hará, agrega una mayor facilidad en el control de lo que se ha hecho. Para mantener la coherencia y consistencia del flujo de información entre los procesos se considera relevante que esta se propague considerando el binomio: qué y dónde. A la concatenación entre actividad (el qué) y espacialidad (el dónde) se le ha definido como Módulo de Control.

6.2. Estructuración de los datos

La evolución del presupuesto, en relación a los distintos procesos de la actividad de promoción inmobiliaria, se realiza sobre una única estructura y se da de forma muy natural, desarrollándose desde una estimación global hasta una definición organizada en unidades de obra distribuida por capítulos. Por parte del constructor las transformaciones que se necesitan realizar en el presupuesto son más complejas y abarcan más de una estructura. El constructor recibe un archivo al que debe respetar la estructura capítulos y partidas sobre las que debe definir un importe de su oferta que incluye el presupuesto de ejecución material añadido de la repercusión de gastos generales de empresa y del beneficio industrial. Este presupuesto de la oferta, una vez aceptado por el promotor será el de referencia para realizar las certificaciones. Una vez contratado, el constructor definirá el presupuesto objetivo de coste que será utilizado para controlar la ejecución de la obra. El software utilizado para la gestión del presupuesto posee una estructura para reflejar la estructura de costes de la oferta y también una segunda estructura para plasmar el coste objetivo de ejecución. Aunque se haya facilitado junto con la oferta un programa de trabajo valorado, en alusión a las

partidas del presupuesto, en el desarrollo del proceso de gestión de logística e inicio de obra se hace necesario una planificación de la ejecución del proyecto para facilitar su posterior ejecución.

Para obtener una programación lo más acorde posible a los procesos constructivos se propone el desarrollo una estructuración de los datos que permita en cada momento de la ejecución reconocer:

- El **Que se debe hacer** que se relaciona con las actividades que se obtendrán de las unidades de obra. La nueva estructura del coste basada en actividades será reflejada en un archivo distinto al que se encuentran las unidades de obras organizadas por partidas con dos estructuras de coste para la oferta y el objetivo;
- El **Dónde se debe hacer** que saldrá del análisis del proyecto que definirá un esquema de descripción esquemático del proyecto basado en la subdivisión del proyecto en zonas de control;
- El **Quién lo debe hacer** que será definido por el proceso de contratación;
- El **Cuándo se debe hacer** que será definido por la programación del proyecto en una perspectiva de actividades y zonas de control;
- El **Por cuanto se debe hacer** se obtendrá a través de la relación existentes entre las unidades de obra y las actividades.

El cómo se debe hacer no ha sido considerado en la estructuración de datos porque se considera que pertenece a los procesos de calidad que estandarizan el cómo se debe ejecutar una determinada actividad. En la figura 3 se puede comprobar cómo están conectados los datos en función de propuesta de estructuración previamente descrita.

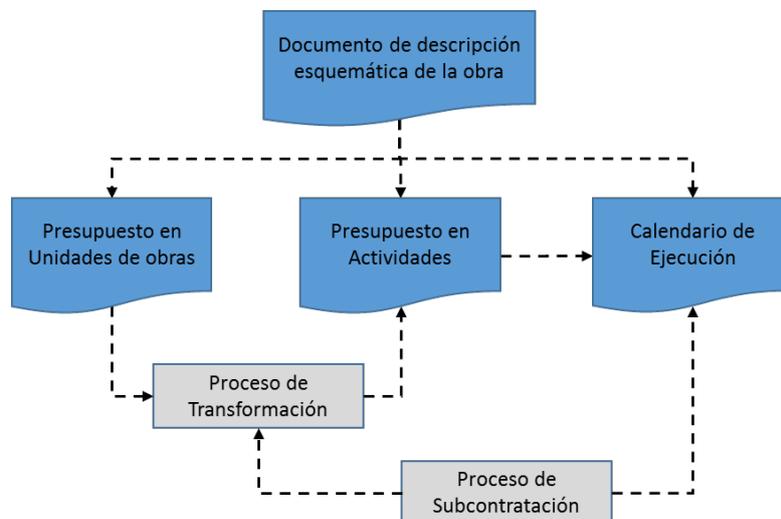


Figura 3 – Estructura y conexión de datos

6.3. Procesos y Herramientas facilitadores del flujo de datos

En el proceso de definición de las zonas de control se realizará un análisis de la geometría del proyecto para definir las zonas de control. Estas zonas de control deben ser definidas de tal manera que en la planificación solo se considere la ejecución de una actividad de cada vez, en este proceso es conveniente la participación de los redactores de presupuestos, planificadores y jefes de obra para lograr una visión transversal de los trabajos que serán ejecutados en cada una de las zonas de control. Una vez definido el documento de descripción esquemática de la obra, deben reflejarse las cantidades de las unidades de obra en función de las zonas de control.

El proceso de transformación de las unidades de obra en actividades debe contar con la participación de los subcontratistas estratégicos de la obra. Para definir cuáles son considerados subcontratistas estratégicos hay que profundizar en el análisis de la subcontratación. Los contratos de obra pueden ser definidos en 03 grupos: Contratos de acciones específicas (cuando el subcontratista interviene una única solo vez en cada zona de control recibiendo una única vez y entregando su trabajo una única vez), Contratos de intervenciones transversales (cuando un subcontratista interviene más de una vez en una misma zona de control recibiendo y entregando trabajos más de una vez), Contratos singulares (cuando el contrato se refiere a elementos con alta dificultad de ejecución o con la necesidad de un largo tiempo de fabricación). Los subcontratistas con contratos de intervenciones transversales, o singulares son considerados estratégicos, estos deben ser contratados antes del inicio de la obra para que puedan participar en el proceso de transformación de unidades de obra en actividades. Este proceso de transformación consiste en descomponer las unidades de obra de la estructura de coste del presupuesto, que suelen contener recursos que no se aplican de forma continua ni simultánea en el tiempo, en actividades que poseen recursos que se aplican de forma simultanea e continua. El mejor conocimiento de las unidades de obra que ejecutarán los subcontratistas estratégicos les convierten en agentes claves en el análisis y definición de las actividades en el proceso de transformación. Las unidades de obra que serán contratadas a los demás subcontratistas son más sencillas y su transformación en actividades puede ser realizada por el propio constructor. En el caso de las unidades de obra, de la estructura de coste del presupuesto, que solo posean recursos que se aplican de forma simultánea y continua en el tiempo pueden considerarse actividades directamente.

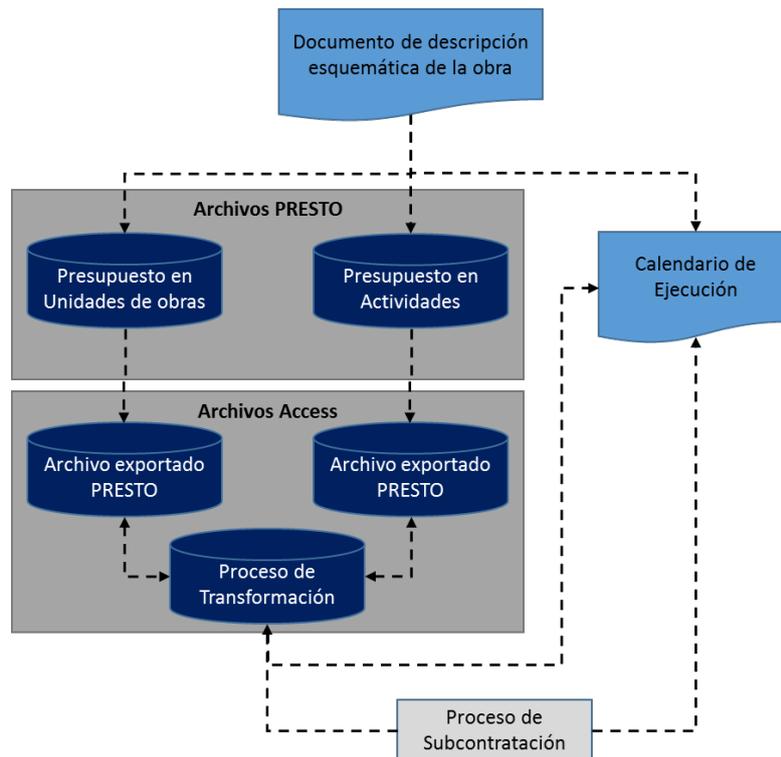


Figura 4 – Herramientas utilizadas

Con la definición de las actividades, y de forma inmediata, se procede a definir la programación de las mismas. Este proceso de planificación consiste en secuenciar las actividades en cada una de las zonas de control definiéndose los criterios de aceptación de los trabajos que se entregan. Los subcontratistas son llamados a involucrarse en la aceptación de las actividades predecesoras para garantizar que la calidad de ejecución se mantiene a lo largo de la ejecución de actividades en una zona de control. La

programación sobre de las actividades define la agenda de contratación de los subcontratistas con contratos de acciones específicas.

El proceso de transformación de las unidades de obra en actividades, que están en dos archivos distintos de PRESTO son correlacionados, para aprovechar los datos de la estructura de costes del presupuesto de la oferta, a través de MS Access. Desde PRESTO se exportan tanto el archivo de la oferta como en que contiene las actividades y el proceso de transformación se da a través de un tercero archivo de MS Access. En la figura 4 se puede ver las herramientas utilizadas y un esquema de su interconexión.

El proceso de subcontratación se complementa con la vinculación de los recursos contratados a cada uno de los subcontratistas. Esta vinculación permite generar una programación de las actividades vinculada con los responsables por su ejecución. El proceso de programación se realiza a través de la definición del ritmo de ejecución deseado de la actividad. El ritmo de ejecución asociado al rendimiento teórico de los recursos humanos, o de la maquinaria necesaria, definen a necesidad de recursos que deben ser adscriptos para cumplir lo programado.

6.4. LPS* una interpretación del Último Planificador

El Sistema del Último Planificador (LPS – “Last Planner System”) posibilita llevar la planificación al nivel de producción operativa. Este acercamiento entre planificación y producción inhibe la improvisación y fomenta la colaboración entre los agentes implicados en las actividades productivas y por ende en el resultado del proyecto. La planificación en cascada se obtiene a partir de un primer nivel estratégico, de plazo total, pero somero en detalles, hasta llegar al nivel más operacional, a corto plazo, pero rico en detalles. Cuando el planteamiento de la planificación en cascada se realiza siempre de forma analítica desde el nivel estratégico, o sea, que la duración de ejecución de cada actividad en un módulo de control siempre se obtenga a través de los rendimientos teóricos, y en el nivel más cercano al operativo se profundice en el análisis de la planificación a través del incremento de las vinculaciones entre actividades, pero manteniendo su origen analítica del nivel superior, ofrece una vinculación fundamental para un seguimiento dinámico del avance del proyecto.

La sencillez que se busca en la acción de planificar a través de la secuenciación de actividades en una zona de control permite generar una planificación maestra que contemple todas las actividades del proyecto plasmadas en cada uno de las zonas de control definidos en el documento de descripción esquemática de la obra. En la interpretación del LPS, el LPS*, la planificación maestra deja de ser una referencia de hitos, para transformarse en una planificación completamente analítica y base de la que será la planificación intermedia.

La liberación de restricciones es una etapa clave en la consolidación del uso del LPS, y en LPS* también se ha hecho una adaptación para incorporar la integración de la liberación de restricción de los recursos humanos y materiales con el proceso de subcontratación o de adquisición de materiales. Se ha definido un plazo de subcontratación estandarizado para los contratos de acciones específicas, y otro para los suministros, necesarios para disponer de los recursos a pie de obra. Se considera ordinario el plazo de 45 días para los contratos de acciones específicas y de 15 días para los suministros, de tal manera que la vista anticipada de seis semanas es suficiente para gestionar la liberalización de restricciones de disponibilidad de recursos, pero si alguna actividad posee un recurso con plazo de contratación superior, se le añade una marca, y la actividad se incorpora a la gestión de ejecutables con la anticipación necesaria.

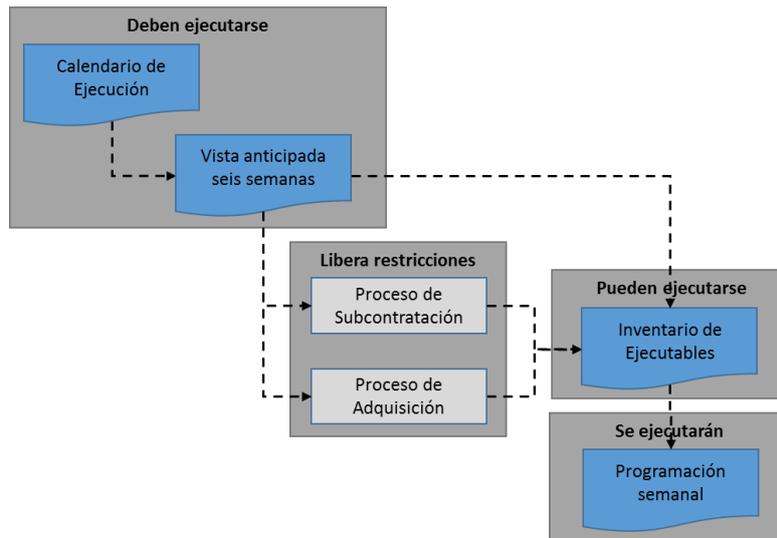


Figura 5 - Esquema LPS* en la gestión de la obra.

En la figura 5 se presenta el esquema del LPS* en que se puede ver los documentos que reflejan la programación inicial del proyecto completo de la que se extrae la vista anticipada de seis semanas (más la inclusión de recursos o actividades que necesiten más de seis semanas para su subcontratación o adquisición), que se refieren al nivel de lo que debe ejecutarse. Sobre las actividades que constan en la vista anticipada se gestiona la liberación de actividades para obtener el inventario de ejecutables que se refiere a las actividades que pueden ejecutarse. Sobre el listado de actividades del inventario de ejecutables se define la programación semanal que son las actividades que se ejecutarán.

7. Resultados

La implementación efectiva de la programación semanal nos es el objetivo en si de la presentación de este artículo, pero si, el principal instrumento de acercamiento entre los objetivos de planificación inicial y el proceso operativo de ejecución del proyecto. Como resultado significativo se presenta en la figura 6 un extracto de la programación semanal implementada, en que se puede observar la efectiva programación de actividades para la ejecución de la obra.

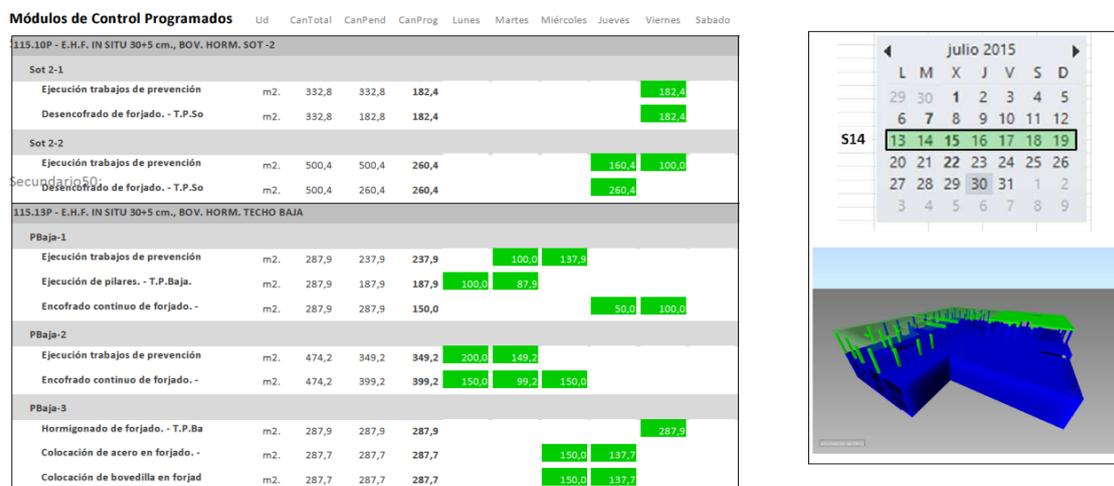


Figura 6 – Extracto del documento de programación semanal

Otro resultado importante fue la asunción de rango al proceso de planificación, que deja ser la mera elaboración de un documento para transformarse en un proyecto de planificación con una estructura propia y que trabaja en colaboración, principalmente,

con oficina técnica y producción. A la gestión y control del proyecto se han incorporado procesos integrados que proporciona una cierta industrialización de la gestión puesto que se realiza de forma integrada entre distintas áreas del conocimiento y en tiempo real de ejecución.

8. Conclusiones

En relación a los supuestos planteados en este trabajo se ha logrado plasmar las partidas de la estructura de coste del presupuesto de la oferta en actividades de planificación. La metodología se ha mostrado muy efectiva como respuesta a esta dificultad muy común en el sector.

En cuanto a enlazar el proceso de contratación con la disminución de la variabilidad, es cierto que se ha logrado consensuar con los principales subcontratistas una secuenciación de actividades en las zonas de control que facilita la planificación previa de los subcontratistas para afrontar la ejecución de las actividades, y que la variabilidad ha disminuido, pero se necesita la finalización completa de un proyecto, y la repetición de la misma actividad en muchas zonas de control para una conclusión más concreta.

Por otro lado, se ha visto que antes de proponer una mejora de la productividad a través de los subcontratistas se necesita conocer la productividad de referencia. Lo que se ha visto es que la productividad teórica que se ha utilizado como referencia a ser mejorada se ha mostrada muy distante de la real. Hace falta que los propios subcontratistas conozcan mejor su productividad objetiva para la proposición de mejoras, pero es cierto que el sistema de control está ayudando a conocer la productividad actual.

Se ha visto que los distintos interesados se sienten más integrados, que la perspectiva de cada grupo a sido respetada, y en vez de elegir una, se buscado, partiendo de una misma base de datos, facilitar las perspectivas que cada grupo de colaboradores en el desarrollo del proyecto necesitaba.

9. Referencias

- Alarcón, L.F., Pellicer, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obras Públicas*, 3496, 45-52.
- Alarcón, L.F. (2014). "Using Last Planner Indicators to Identify Early signs of Project Performance". *Proceedings IGLC-22, Oslo, Norway*.
- Arjonilla, S.J. (2007). *La gestión de los sistemas de información en la empresa*. Ed Pirámide.
- Azhar, S., Ahmad, I., Sein, M. (2010). Action Research as a Proactive Research Method for Construction Engineering and Management." *Journal of Construction Engineering and Management*, 136, Special Issue: Research Methodologies in Construction Engineering and Management, 87–98.
- Ballard, H.G. (2000). Phase Scheduling. LCI White Paper-7. (available at: http://leanconstruction.dk/media/18435/Phase_Scheduling_.pdf).
- Ballard, H.G. (2000). The Last Planner System Production Control. (available at: <http://www.leanconstruction.org/media/docs/ballard2000-dissertation.pdf>).
- Christensen, D.S. (1998). The Cost and Benefits of the earned Value Management Process". *Acquisition Review Quarterly*.
- Davenport, T.H., Prusak, L. (2000). *Working Knowledge: how organizations manage what they know*. Boston: HBS Press,
- Heroelen W. (2005) *Project Scheduling – Theory and Praticce Production and Operations Management*, Vol. 14 N°4, Winter 2005 p. 413-432

- Holm, H.T. (2015). Case Bergen Academy of Art and Design, presented in Lean in Public Sector Construction Conference 2015, Barcelona
- Howell, G.B. (2003). An Update on Last Planner. (available at: <http://www.leanconstruction.org/media/docs/Mossman-Last-Planner>).
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. (available at: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2000/P408.pdf>).
- Hult, M., and Lennung, S. (1980). "Towards a Definition of Action Research: A Note and Bibliography," *Journal of Management Studies* (17:2), 1pp. 242-250.
- Pellicer, E., Sanz, M.A., Catalá, J. (2004). "El proceso proyecto-construcción" (The infrastructure life cycle). Universidad Politécnica de Valencia (ISBN-84-9705-533-0), 486 pp.
- Pellicer, E., Pellicer, T.M., Catalá, J. (2009). "An integrated control system for SMEs in the construction industry". *Revista de la Construcción*, 8(2), 4-17.
- Shankar, A., Varghese, K. (2013). Evaluation of location based management system in the construction of power transmission and distribution projects. Indian Institute of Technology, Madras, Chennai, India.
- Seppänen, O., Ballard G., Pesonen S. (2010). The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. *Lean Construction Journal* pp 43-54. 2010
- Seppänen, O. (2014). A Comparison of taky time and LBMS planning methods. *Proceedings IGLC-22*, Oslo, Norway.
- Vargas, R. (2000) PMBOK – Project management Body of Knowledge – Português (Traducción Libre no Oficial). Brasil: AEC, 2000 – www.aec.com.br
- Viñedo, J.C., Carbó, G.T. (2004). "Gestión del conocimiento en la construcción". *Publicación en Directivos Construcción* nº 167, pág. 41. Mayo de 2004.