

02-028

## **INCREASED COMPETITIVENESS IN A CONSTRUCTION COMPANY THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE COLLABORATIVE CULTURE AREA**

Santos Fonseca, Salazar (1); Pellicer, Eugenio (1); Augusto, Sergio (2)

(1) Universitat Politècnica de València, (2) Coanfi

In the Spanish construction sector, the interaction around all those interested in a project's consecution is usually characterized by the transactionality surrounding both parts. Whether it is between Property and Constructor, or between Main Contractor and Outsourced, or in the hiring of the Designer, as well as in work relationships in construction companies. This paper presents a methodology so that construction companies can lead a new culture in the construction sector with the implementation of the collaborative culture area in their organization chart. The axes of collaboration proposed by the methodology cover the integration of internal and external agents to the company, starting with the creation of differential value in its internal culture, and spreading it towards clients, suppliers and other technicians in the sector such as designers, and members of the facultative management of the works, thus generating a new need, in which their collaboration is a success differential to minimize variability and increase profitability in construction projects.

Keywords: Collaborative culture; BIM; Lean; Contracts.

## **INCREMENTO DE COMPETITIVIDAD EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DEL ÁREA DE CULTURA COLABORATIVA**

En el sector de la construcción español, la interacción entre los diferentes interesados en la consecución de un proyecto de construcción se caracteriza, tradicionalmente, por la transaccionalidad entre las partes. Sea entre Propiedad o Promotor y Constructor, así como, entre Contratista Principal y Subcontratados, o en la contratación del Proyectista, y relaciones laborales en las empresas de construcción, los contratos suelen reflejar un intercambio de servicios con su contrapartida económica sin más. En este trabajo se presenta una metodología para que las empresas constructoras puedan liderar la cultura colaborativa en el sector de la construcción con la implantación del área de cultura colaborativa en su organigrama. Los ejes de colaboración propuestos por la metodología abarcan la integración de agentes internos y externos a la compañía, empezando por la creación de valor diferencial en su cultura interna, y propagarlo hacia clientes, proveedores y demás técnicos del sector como proyectistas, e integrantes de la dirección facultativa de las obras, generando así, una nueva necesidad, en que su colaboración sea un diferencial de éxito para minimizar la variabilidad e incrementar la rentabilidad en los proyectos de construcción.

Palabras clave: Cultura colaborativa; BIM; Lean; Contratos

Correspondencia: Salazar Santos. Correo: salazarsantofonseca@gmail.com



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

El éxito de la ejecución de un proyecto se mide con el grado de cumplimiento de los objetivos económicos, temporales y cualitativos del mismo (Pellicer et al. 2004). La gestión de la ejecución de obras de construcción suele estar protagonizada por el alto grado de variabilidad que están sometidos, tanto los procesos constructivos, como los procesos de gestión, 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 objetivo (Alarcón 2014).

El desarrollo de nuevos modelos de estructuración de la información, y su implementación a través de herramientas informáticas para el sector de la construcción ofrecen una oportunidad de mejora en la gestión de proyectos constructivos (Hosseini et al 2021). Eso es un aliciente para motivar el desarrollo de aplicaciones que automaticen los procesos de programación operativa y seguimiento de las actividades de producción en los proyectos constructivos. Incluso, se puede decir que es vital para las empresas constructoras asumir el reto de adaptarse a los constantes cambios tecnológicos para mantenerse competitivas (Vicedo et al 2003). Por otro lado, hoy día, las principales causas de la baja permeabilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sector de la construcción aún son objeto de algunas investigaciones (Hosseini et al 2021). Las herramientas disponibles para el sector suelen presentar soluciones parciales de aplicación exclusiva a un proceso y no al conjunto del proyecto, siendo esta, la principal razón que se detecta una falta de integración en las herramientas de gestión existentes en la gestión de proyectos en el sector de la construcción (Botta-Genoulaz et al 2006). Se hace necesario la transformación de las nuevas tecnologías en herramientas de utilidad (Jovanovic et al 2006) para consolidar la competitividad de las empresas (Torrentet al 2008).

La metodología “Building Information Modeling” (BIM) y la filosofía “Lean”, que han sido desarrolladas de forma separadas, y se presentan, en la actualidad, como dos herramientas complementarias para lidiar con la complejidad del producto y del proceso en el sector AECO (“Architecture, Engineering, Construction & Operations”), en español, Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones. En investigaciones recientes se han identificado diversas interacciones únicas entre las funcionalidades del BIM y los procesos “Lean” (Sacks et al 2010). La filosofía “Lean” también se complementa con el Sistema de Gestión Basado en la Localización (LBMS – “Location-Based Management System”) que es la última generación de la programación por áreas (Seppänen 2014), y su énfasis general es la planificación de la productividad (Shankar et al 2013). Sus implementaciones requieren cambios en las formas de trabajar, y eso es más difícil que simplemente implementar una nueva tecnología. Los cambios sustanciales exigen esfuerzos a largo plazo y un entorno de negocios y de trabajo estable.

Tradicionalmente, la propiedad, o promotor de un emprendimiento, en el sector de la construcción, realiza la contratación separando diseño y construcción. Primero se contrata al proyectista, y tras la finalización de la redacción del proyecto se procede a su licitación para la contratación de la empresa constructora para la ejecución material del proyecto. Todo en una secuencia lineal, o sea, hay que sumar el plazo de redacción del proyecto, el de la obtención de las licencias y permisos pertinentes, y el plazo del proceso de licitación. Para llegar a la adjudicación de una empresa constructora, el proceso demanda tiempo para que las empresas licitadoras analicen el proyecto redactado y luego, un periodo posterior de negociación hasta la firma del contrato. Luego, en la ejecución del contrato, existe un alto grado de variabilidad por la identificación de indefiniciones, incoherencias en el proyecto en

su reestudio por el equipo de obra, en general, una forma de contratar que genera sobrecostes y alarga los plazos (Alarcón et al 2009), y además provoca tensiones entre todos los agentes.

Se han desarrollado distintas alternativas contractuales para evitar las desviaciones de coste, plazo y calidad en la ejecución de los contratos, tanto por el lado de intentar acotar el coste, como en la estrategia de coordinación. Contratos que, en muchas veces, generan más tensiones por exigir que la empresa constructora se responsabilice por la variabilidad resultante de la omisión, indefinición, o incoherencia en el proyecto a través de un contrato que impone un importe de adjudicación cerrado. Con relación a las estrategias de diferentes tipologías de coordinación, Contratación por Lotes, Llaves en Mano, Dirección Integrada de Proyecto, el "Project Management", Promotor Delegado, etc, todavía siguen existiendo las dificultades en la integración y colaboración que penalizan el cumplimiento de los objetivos de coste, plazo y calidad del proyecto.

Si se analiza la complejidad de la integración con relación al ecosistema, se podría considerar los dos tipos extremos, uno todo bajo el mismo paraguas, o sea, una misma empresa asume los papeles de Promotor, Proyectista, Constructor, Comercializador, mientras, en el segundo, estaría el totalmente segmentado, cada actividad lo desarrolla un actor distinto. En los proyectos de construcción desarrollados integralmente por una única empresa las interacciones entre los actores se ven sensiblemente simplificadas, pero está el reto de solucionar una adecuada estructuración de la información basada en el dato único, su flujo de comunicación que facilite su propagación y acceso, integrado, en tiempo real, con amplia cobertura funcional, y adaptable a todos los integrantes del ecosistema que se considere (Argibay 1999). En el caso de los que cada actividad se responsabiliza una empresa diferente, sea cual sea la casuística contractual, además del reto de la integración de la información, está la complejidad solucionar la interoperabilidad entre los sistemas de distintas empresas.

## **2. Identificación de la necesidad**

En las empresas constructoras, la recepción de una invitación, o la identificación de una oportunidad, para presentar una oferta en un proceso de licitación de contratación de ejecución de obra, desencadena una serie de procesos que culminan en la presentación de una oferta que posibilita vender sus servicios desde la ejecución material del proyecto hasta la postventa. Con diferencia de otros sectores, la concientización sobre la necesidad de orientación a la venta en las empresas de construcción es muy escasa, sino nula, y la falta de cultura comercial prima por su ausencia en todos los procesos, empezando por la propia generación de una oferta, que además de la componente técnica debería haber también un envoltorio comercial de venta de marca. Además, la cultura de "venta" debería seguir a lo largo de los procesos de producción, pero las exigencias por resultados sobre los interlocutores, de las empresas contratante (Promotor), y contratada (Constructor), los suelen colocar en continuo enfrentamiento de objetivos que dificultan establecer una relación, prevaleciendo tan apenas la transaccionalidad formal.

La forma con que, en una empresa, los distintos colaboradores se vuelcan para atender las necesidades de los clientes, sean internos, o externos, está muy condicionada por la existencia de una estrategia empresarial que la fomente, y por el conocimiento que tengan con relación a las demás áreas de la compañía, además se necesita de una comprensión y concienciación de su contribución individual en la consecución de los objetivos estratégicos, y la claridad del procedimiento a seguir en cada situación. El despliegue de la estrategia de la organización a través de procesos integrados en un mapa global, y el fortalecimiento de una cultura común, favorece que todos los colaboradores puedan desarrollar sus actividades acordes a los objetivos de definidos por la empresa. La implantación y diseminación de una cultura propia en la empresa posibilita que todos compartan un conjunto de ideas, prácticas y valores en común, aspectos necesarios para alinear la estrategia de la empresa en todas sus áreas. La implantación de una cultura colaborativa entre las distintas áreas de una

empresa está muy relacionada con la empatía entre las distintas ramas del conocimiento, pues es fundamental comprender las necesidades existentes, además de las propias, para realizar entregas que den respuesta a las expectativas del receptor, o sea, su cliente, la literatura científica muestra cómo el desarrollo de la empatía es importante en los equipos de trabajo (Akgün et al 2014).

La necesidad de interacción entre agentes de diferentes organizaciones añade un grado más de complejidad al desafío de establecer la colaboración. El simple objetivo de establecer una fluidez en el intercambio de información puede verse comprometido, tan apenas, por los problemas de interoperabilidad entre sistemas, aunque sería el menor de los obstáculos, ya que es cuestión de buscar una solución tecnológica, pero es mucho más difícil crear empatía entre las distintas compañías, sobre todo, si cada una de ellas todavía no la tiene desarrollada de forma interna. El éxito en la implantación de la metodología BIM, así como de las herramientas El Ultimo Planificador (“Last Planner System”), o Contratos Colaborativos (“Integrated Project Delivery”) en el marco de la Construcción Sin Perdidas (“Lean Construction”), depende del grado de colaboración entre los agentes y un ambiente de transparencia y confianza.

De forma natural, se espera que el agente impulsor de un emprendimiento, el Promotor, se transforme en el actor principal del proceso de transformación de los formatos de contratos entre agentes existentes en el sector de la construcción. Sin embargo, además de que el coste de construcción tenga un peso importante en la formación del coste global de los proyectos de construcción, son gestionados por el contratista principal, en general una empresa constructora, y es donde se concentran las oportunidades de mejora de competitividad económica de un proyecto frente a los demás, y coincide también con el que mayor margen de mejora posee por el elevado desperdicio de sus procesos. La forma de mejorar la productividad y optimizar el flujo de actividades para lograr una mejor gestión del consumo de recursos, en la consecución de los proyectos de construcción, depende de una mayor integración de las fases de diseño y construcción para orientar la toma de decisión sobre la definición del producto a las demandas del mercado, y a la repercusión económica de los sistemas constructivos definidos.

En algunas empresas del sector, conviven bajo el mismo paraguas las actividades de Promoción, Diseño, Construcción y Comercialización, aunque no sea lo más habitual y, además, en algunos casos, imposible alcanzar, como en la inversión pública. Sin embargo, reunir todas las actividades en una misma empresa no garantiza, por sí solo, la coordinación del flujo y transmisión del conocimiento por las distintas áreas, pero sí, reduce la complejidad del ecosistema. El Promotor, ni siempre, es un actor con experiencia en el sector de la construcción, y en muchos casos, tan apenas un agente inversor del proyecto, así que no se puede esperar que desde la concepción del emprendimiento se garantice el despliegue de una estrategia de integración entre agentes. En el caso de las empresas Promotoras profesionales, con sólidos conocimientos del sector, suelen apostar por exprimir los costes de construcción a través de una licitación que estipula el presupuesto máximo de ejecución material. Los despachos de Arquitectura e Ingeniería, por su lado, poseen el conocimiento técnico, y se postulan en buena posición para proponer la acción transformadora, pero además de que sean agentes pasivos, pues dependen de un agente promotor del emprendimiento, también necesitan apoyarse en la experiencia de las empresas constructoras que posean sistemas de información apropiados para que se dé una colaboración efectiva en la fase de redacción del proyecto, pues es fundamental contar con los datos reales de ejecución en la toma de decisión para la definición de los sistemas constructivos. Las empresas de Construcción, con relación a un nuevo emprendimiento, son actores que reaccionan también, o se acoplan a la iniciativa, y no impulsores, pero el peso económico de su contrato en la distribución de los costes total, les posibilita crear la necesidad de que su participación desde el momento cero, o en fases muy tempranas sean decisivas para la mayor competitividad del proyecto, siempre y cuando tengan la debida capacidad de retener el conocimiento de las obras ejecutadas y un buen sistema para acceder a la

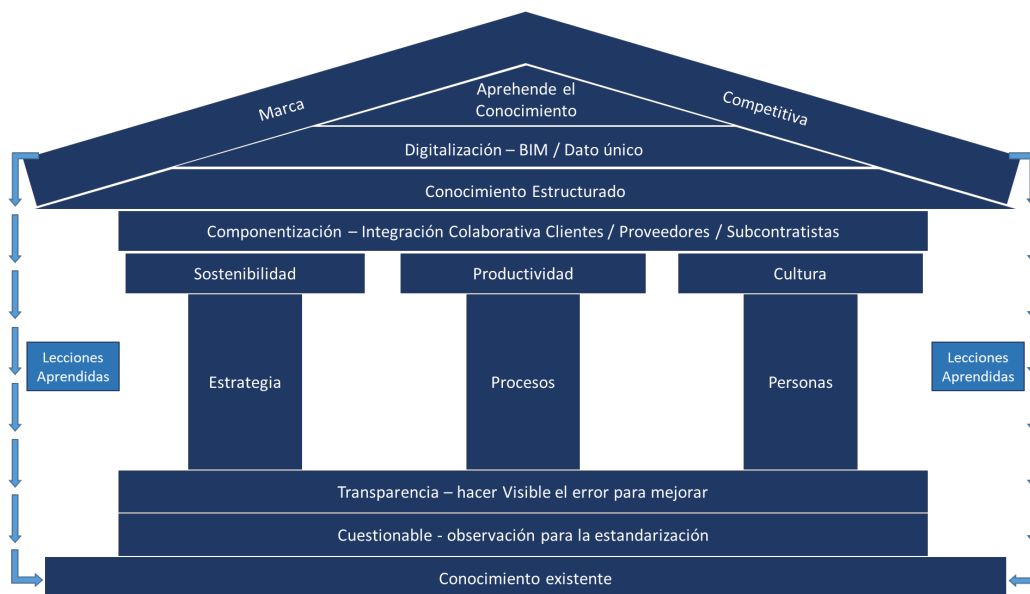
información de forma transversal para comparar soluciones empleadas en los distintos proyectos ejecutados.

Para que las empresas constructoras puedan postularse a liderar la transformación del modelo de interacción entre los actores del sector AECO, se propone esta metodología que coloca la colaboración basada en la transparencia y la confianza como base de la cultura en la empresa para que pueda expandirse, como una filosofía natural de su modelo de trabajo, a todos los demás agentes externos involucrado en el proyecto.

#### 4. Pilares y Objetivos de la Metodología

La metodología se ha planteado sobre 03 pilares principales: Estrategia, Procesos y Personas. Estos elementos se complementan y establecen una coherencia transversal en toda la organización, pues, la Estrategia define un cometido común, que se despliega a través de los Procesos que facilitan un guion para que las Personas, que integran, representan y forman la Cultura de la empresa, puedan desarrollar sus actividades orientadas a la máxima Productividad a través de la optimización del uso de los recursos para lograr la Sostenibilidad de la empresa a lo largo del tiempo.

Figura 1: La Casa de Coanfi (Autoría propia)



En la figura 1, se puede observar un símil del esquema del Sistema de Producción de Toyota, que en este caso representa La Casa de Coanfi, definida en el marco del Método Coanfi, nombre de la metodología adoptado en la empresa constructora en que se desarrolla la investigación acción. En esta figura se puede observar cómo los 03 pilares se apoyan sobre el conocimiento existente en la compañía, que se encuentra en constante cuestionamiento a través de la observación crítica para identificar oportunidades de mejora y optimizar el uso de recursos, siempre en un entorno de confianza y transparencia para que los errores se hagan visibles, y así posibilitar la investigación de sus causas y la consecuente corrección de los procedimientos que los hayan posibilitados, en una clara aplicación de conceptos de la filosofía "Lean". Estos pilares sustentan la Sostenibilidad, la Productividad, y la Cultura, que, a su vez, dan soporte a los objetivos de la Metodología.

Para lograr que la empresa constructora se transforme en una Marca Competitiva, se proponen los objetivos de desarrollar la Componentización – Integración Colaborativa, la Estructuración del Conocimiento, y la implantación de la Filosofía Dato Único para retener en conocimiento en la organización. Para edificar la Casa de Coanfi hay que generar una cultura

colaborativa en el cimiento de la compañía a través de talleres para el fomento del uso de herramientas “Lean”, para el diseño colaborativo de los procesos, así como para una mayor cooperación entre áreas del conocimiento, y luego propagar esta cultura a clientes y proveedores a través del contagio de una cultura natural y propia.

## **5. Objetivos en la implantación de la metodología**

Como en todo proyecto de construcción, los cimientos son fundamentales para la edificación de cualquier estructura que se desee perdurar a lo largo del tiempo. Además, en un paralelo a los procesos constructivos, la ejecución de una cimentación implica en remover la base existente, el terreno, para introducir nuevos elementos para que pueda soportar la construcción, y de la misma forma, al Conocimiento Existente en una organización, que es la base existente, hay que revolverla para que se puedan asentar nuevos conceptos que darán el correcto soporte a los Pilares de la Metodología. Así que es fundamental la definición de un proceso de integración entre las distintas áreas de la empresa para generar transparencia, confianza, y empatía organizacional para poder cuestionar de manera saludable, pero firme, la forma cómo se trabaja actualmente. Por otro lado, no se debe perder de vista que los cimientos deben ser acordes con la magnitud de la carga, o sea compatible con el alcance del proyecto, así que debemos empezar a dimensionar la casa por el tejado, o sea, cuáles son los objetivos estratégicos de la empresa, y definir una clara táctica que posibilite alcanzarlo, desglosándola en hitos parciales temporales para establecer correctamente la dimensión de los cimientos necesarios.

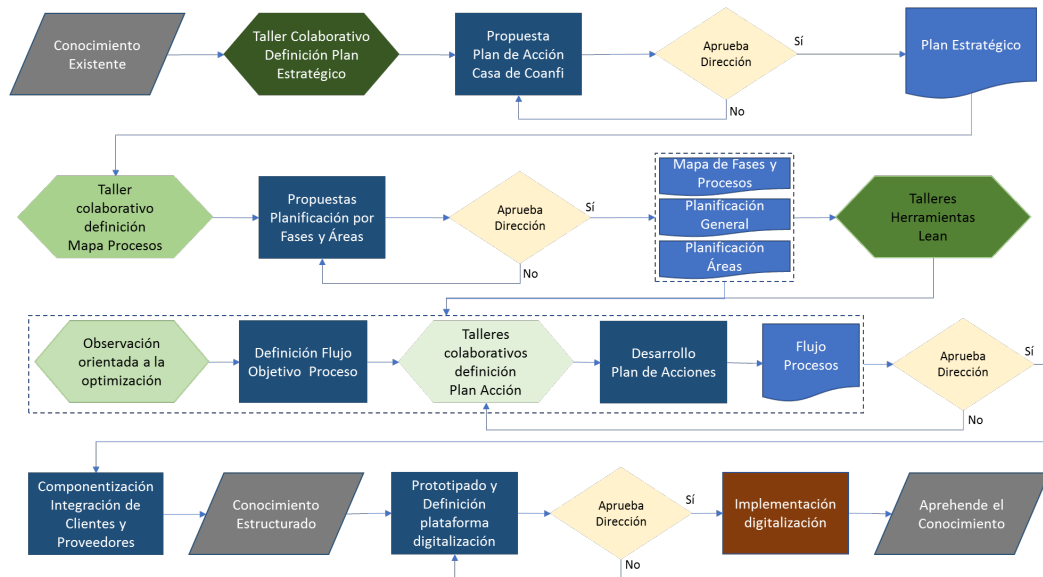
En la figura 2 se puede observar el flujo de actividades para lograr la implantación de la metodología en la empresa. En el flujo se reflejan 05 objetivos que se buscan alcanzar en la implantación de la metodología. En el primero se busca, de forma transversal en todo el flujo, asentar un modelo de actividades participativas con una orientación colaborativa en un espacio de discusión en que se promueva la integración, y se refuercen los conceptos de transparencia y confianza a través de distintos talleres transversales a lo largo de toda la implantación de la metodología.

En el segundo se plantea definir el alcance de la implantación a través de un Taller Colaborativo de Planificación Estratégica y otro para la obtención del Mapa de Fases y Procesos con su respectiva planificación. La planificación debe reflejar el desarrollo de los procesos en cada una de las áreas del conocimiento reflejados en los documentos de Planificación General y Planificación por Áreas.

El tercer objetivo, que se desarrolla desde los Talleres de Herramientas “Lean” hasta la obtención por áreas, del Flujo de Procesos a través de la secuencia repetitiva que se aplica a cada una. Esta secuencia está compuesta por la Observación orientada a la optimización, Definición flujo objetivo proceso, Talleres colaborativos definición planes de acción, Desarrollo Planes de Acción, y Obtención del Flujo del Proceso, por lo que se planea cimentar las bases de los procesos, y establecer una secuencia de desarrollo / implantación. Se buscará así, favorecer el trabajo colaborativo entre clientes y proveedores internos en la organización, o sea, entre las distintas áreas de la empresa. Por otro lado, fomentar la autonomía a través del empoderamiento de grupos de personas por áreas, para que, una vez

formados, puedan seguir aplicando la metodología de forma a cuestionar y mejorar sus procesos de trabajo de forma continuada.

**Figura 2: Flujo de implantación de la Metodología**



Para la consecución del Cuarto objetivo es fundamental haber desarrollado los tres pilares principales, o sea, la Estrategia, su despliegue a través de los Procesos, y con el debido entorno colaborativo. Es esencial lograr la implicación de las Personas, para generar así una base Sostenible, Productiva, y una Cultura propia colaborativa. En esta fase final de la metodología, el cuarto objetivo consiste la búsqueda por consolidar la estructuración del conocimiento con la integración de agentes externos a la compañía. Un llamado a clientes y proveedores a participar en la Componentización.

La obtención del Conocimiento Estructurado permite la implementación del quinto objetivo, que es la completa Digitalización del ecosistema para facilitar herramientas de acceso a información en tiempo y forma necesarios para los procesos decisorios internos de la empresa y transparentes a los demás agentes externos involucrados en el proyecto, así como la consiguiente retención del conocimiento como activo de una organización más Competitiva.

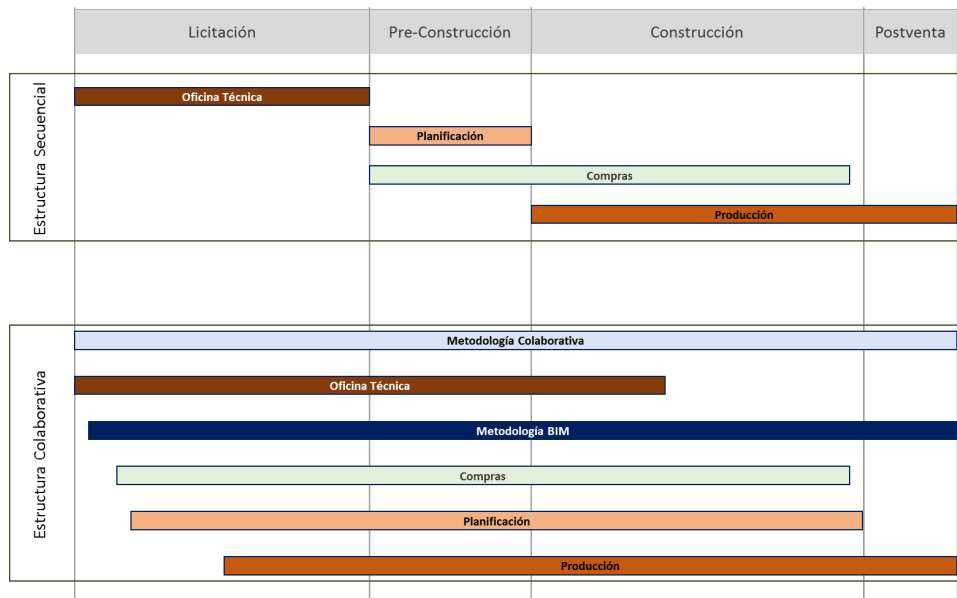
## 6. Área de cultura colaborativa

La estructura tradicional de gestión de las empresas constructoras está basada en departamentos, y suele contribuir para una importante estancamiento del flujo de información entre las áreas de conocimiento de la empresa, con la perversa consecuencia de generación de retrabajo, pues hay que volver a forjar la información que no fluye. Las empresas carecen de una perspectiva holística y se suelen repetir las mismas tareas para generar documentación similar, o sea, los distintos departamentos que manejan el proyecto en sus fases de estudios, oficina técnica, compras, y producción necesitan extraer información del proyecto, y para ello, desarrollan procedimientos y formatos propios, generando así, una asignación de horas totales dedicadas al proyecto completamente innecesarias. Para la creación de una estructura organizativa basada en la colaboración se plantea desdibujar las fronteras entre departamentos y fases del proyecto para dar protagonismo a las áreas de conocimiento y la interacción entre ellas.

En la figura 3 se observan las diferencias entre una estructura organizativa más secuencial y una otra colaborativa. En la estructura colaborativa aparecen tres elementos diferenciadores, la adopción de una metodología colaborativa que define de forma holística los roles de cada

área del conocimiento en cada fase, el uso de la metodología BIM como plataforma transversal que favorece el intercambio de información, y una mayor superposición entre áreas del conocimiento en las fases en un formato de trabajo colaborativo para obtener generar la documentación necesaria.

**Figura 3: Diferencias entre estructuras organizativas tradicional y colaborativa (Autoría propia).**



Analizando de forma aislada la fase de Licitación, en la estructura secuencial un único departamento tendría que generar la oferta. Este departamento tendría que asumir las actividades de estudiar el proyecto para realizar una memoria técnica, comprobar el estado de mediciones, planificar, y contactar con proveedores para definir el coste del proyecto. Luego si adjudicado el contrato, y aunque se establezcan mecanismos de transmisión de la información, los departamentos que necesitan planificar, comprar y ejecutar el proyecto (producción), volverán a estudiar y realizar las mismas actividades. Al implementar una estructura colaborativa, se genera una oferta de mejor calidad al contar con las distintas áreas del conocimiento para aportar su experiencia especializada, y además, si adjudicado el contrato, cada área del conocimiento ya tiene la información necesaria para realizar sus actividades en las fases sucesoras de ejecución del proyecto.

La metodología colaborativa se transforma en sí misma, en una nueva área del conocimiento en la organización que tiene el principal objetivo de asegurar la aplicación de la metodología. Un área de la empresa que pasa a garantizar que todos los procesos definidos sigan en constante observación crítica en la búsqueda de la mejora continua a través de grupos de personas entrenadas en herramientas en el marco de la filosofía Lean para este propósito.

## 7. Enfoque en la componentización

La componentización propone actuaciones en dos sentidos contrarios, uno hacia el proyecto, y otro hacia la subcontratación, pero necesarias para conformar un proceso constructivo estandarizado e integrado sin la previa participación en fase de diseño, y es importante esta diferenciación porque la estructura de interacción entre los distintos agentes es más sencilla en los ecosistemas que contemplan el desarrollo del diseño y pueden promover la estandarización de los sistemas constructivos con mayor facilidad porque todas las áreas del conocimiento tienen fácil acceso para intervenir en la fase de diseño y el proyecto nace

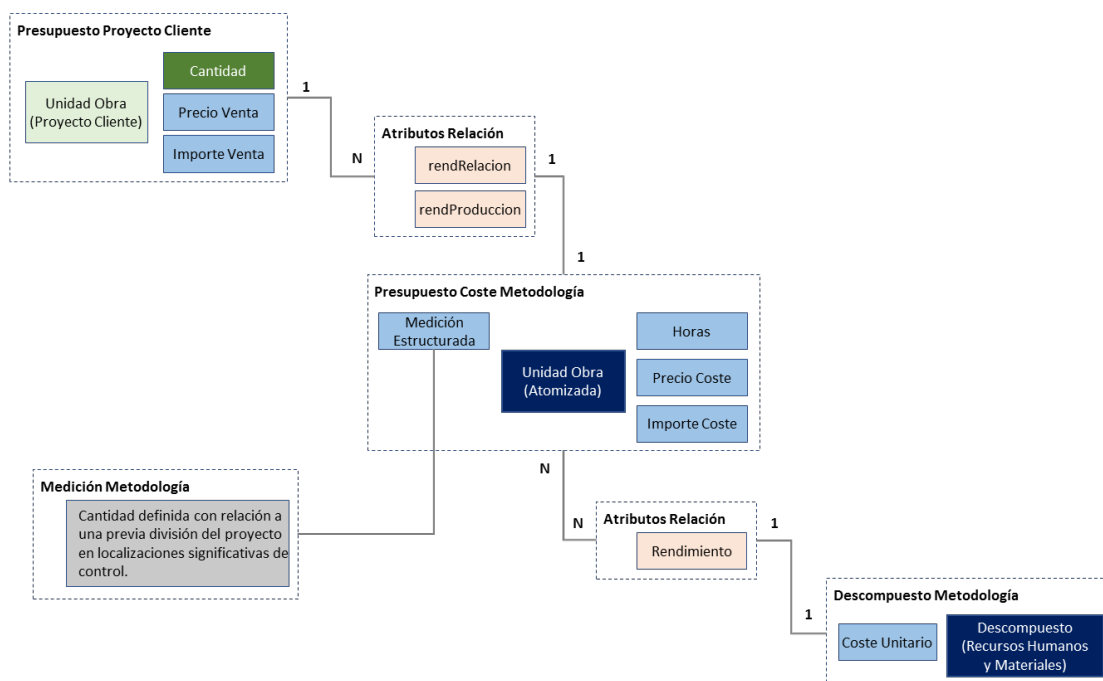


con una estructura de información común para la gestión de la venta/producción, las actividades de subcontratación, y del coste / proformas de proveedores.

La definición de un sistema de integración entre los distintos agentes en un formato colaborativo permite eliminar tareas tradicionales en la ejecución de las obras que no agregan valor al producto incluso, todo lo contrario, generan costes innecesarios a la luz de la metodología propuesta. La gestión de la consecución de los objetivos de calidad, plazo y coste en la ejecución del proyecto se transforma en una misión compleja por la alta variabilidad de muchos conceptos a gestionar, destacando entre ellos el estado de mediciones de las unidades de obra del proyecto y las cantidades reales ejecutadas, el uso de los recursos humanos y materiales previstos en los descompuestos de las unidades de obra y su coherencia con los obtenidos tras el proceso de compras, las diferencias entre los distintos criterios de medición de venta, de contratación y luego de lo que se factura, todo ello resultante de una inexistente estructuración de la información en los proyectos. Además, para eliminar la variabilidad se hace necesario cambiar el modelo transaccional entre las partes interesadas a un modelo relacional basado en la transparencia y la confianza.

El primer sentido de aplicación de la componentización es con relación al proyecto redactado, o sea, hacia el cliente, se plantea la elaboración de una base de datos de unidades de obra agrupadas por capítulos, o por subcapítulos en su caso, con una máxima atomización de las unidades de obra. La fragmentación de las unidades de obra permite que se cree una colección de componentes a través de los cuales se pueda montar el alcance de cualquier proyecto que se presente para ofertar por la empresa, y en el caso de que el alcance del proyecto contemple un elemento que no exista en la colección, se providencia el alta de los componentes necesarios en el grupo (capítulo / subcapítulo) adecuado para luego utilizarlo en el montaje del alcance.

**Figura 4: Diagrama de relación entre las Unidades de Obra del Proyecto del Cliente con las Unidades de Obra definidas en I metodología (Autoría propia).**

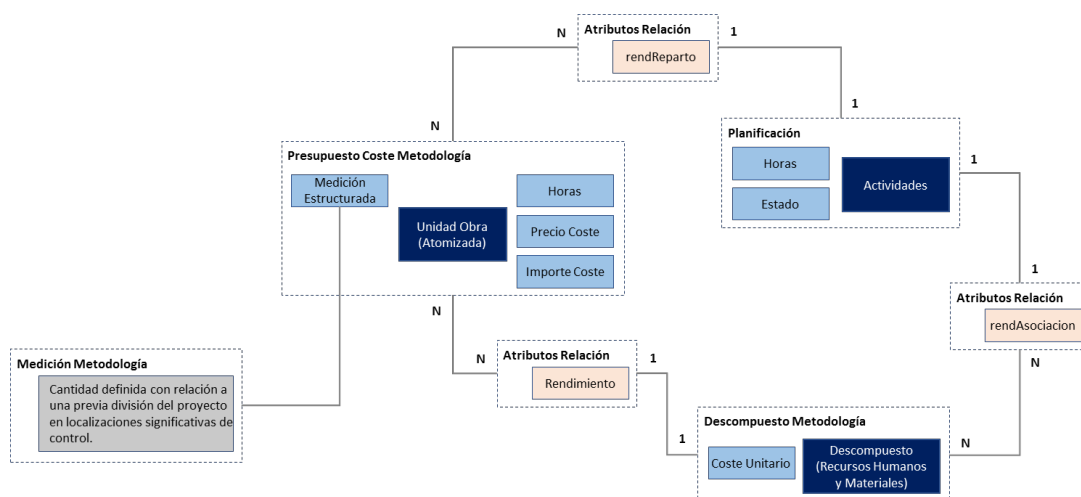


En la figura 4 se observa que para cada Unidad de Obra del Proyecto del Cliente existe una relación de uno a muchos con las Unidades de Obra definidas por la empresa constructora en su base de datos tras la implantación de la metodología. Los atributos necesarios de las Unidades de Obra del Proyecto del Cliente son la descripción de la propia Unidad de Obra, y la Cantidad asociada, o sea define el alcance de qué debe ser ejecutado. A partir de esta

información, la empresa constructora ofertante, definirá, tras el estudio de la documentación recibida, cuáles son las Unidades de Obra atomizadas de su método que definen el alcance de cada Unidad de Obra del Proyecto, y para cada una de las Unidades de Obra de su sistema se asocian, la Medición Estructurada correcta a ejecutar, los Recursos Humanos y Materiales necesarios con su Rendimiento y Coste Unitario para, en función de estos atributos, calcular el Precio Coste por Unidad de Obra, y el Importe del Coste total de su ejecución, para tras traducir el proyecto recibido a su método estandarizado de ejecución, definir, entre las Unidades de Obra del Cliente y del método enlazadas anteriormente, obteniendo así, el Precio e Importe de Venta de cada una, así como el monto total con la inclusión de los demás conceptos estandarizados en la metodología, de costes indirectos, gastos generales y beneficio industrial.

Con relación a la Medición Estructurada, su significado corresponde a reflejar la cantidad total de una Unidad de Obra a través del sumatorio de las cantidades parciales a ejecutar en cada una de las localizaciones significativas que se haya estructurado previamente el Proyecto para facilitar su gestión. Con relación con los rendimientos de Relación y Producción (rendRelacion y rendProduccion respectivamente), estos definen la proporción que la producción de una Unidad de Obra de la metodología genera el derecho de Certificación en la Unidad de Obra contractual.

**Figura 5: Diagrama de relaciones entre Unidades de Obra y Actividades (Autoría propia).**



En el sentido contrario, la componentización se emplea en la contratación, hacia el proveedor, en este caso se la utiliza como referencia para ayudar en la creación de una cadena de suministros. Al disponer de una colección de componentes atomizados, se busca agrupar estos elementos en actividades. Con el objetivo de ir a un modelo de contratos relacionales entre la empresa constructora y sus subcontratistas. El principal objetivo es el establecimiento de cadenas sucesivas de contratación, o sea se produce una disminución del número de empresas contratadas directamente por la empresa constructora, pero no con el objetivo de aumentar, o fomentar la subcontratación en obra, y es importante este matiz, pero sí, para introducir el concepto de preparación de paquetes de montaje fuera de la obra para lograr una mayor estandarización y la disminución de los plazos de ejecución por el paralelismo en la ejecución entre actividades en el centro de producción con las ejecutadas en los talleres para posterior ensamblado en obra, en las que se integran los suministros encadenados. Para lograr esta integración, y estandarización, la definición de las Actividades deben ser realizadas de forma conjunta con el grupo de empresas en el primer nivel de la cadena de suministros sobre la colección de componentes atomizada de la empresa constructora, y así poder investigar, desarrollar e innovar a través de soluciones constructivas consensuadas en

cuanto a coste, tiempo, predecesoras y sucesoras, así como los criterios de mediciones. En la figura 5 se observan las relaciones que deben ser creadas entre las Unidades de Obra, las Actividades, y los recursos humanos y materiales para posibilitar la vinculación estructurada entre los conceptos previstos, contratados, consumidos y facturados.

## 8. Digitalización

Tras la definición del Mapa de Procesos, el desarrollo de cada uno de sus flujos, y de propagar la cultura colaborativa interna a los agentes externos con la Componentización, se obtiene en la empresa un Conocimiento Estructurado que es la base para la Digitalización. La implantación de la Digitalización se apoya fundamentalmente en dos conceptos principales: la filosofía del dato único y el uso de modelos digitales BIM orientados a objetos conectados a una base de datos para intercambio de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Como dato único se entiende que solo se introduce el dato una única vez en el ecosistema, a partir de esta introducción, el dato se propaga a donde se le necesite, y en el caso de utilización de distintas plataformas, las mismas deben poseer un proceso que solucione la interoperabilidad, o sea, la transmisión / recepción del dato sin manipulación manual. Incluso en los intercambios con actores externos a la organización se debe evitar la reintroducción del dato, y sí, facilitar su propagación, como en el caso de facturas de proveedores, que se debe implementar su entrada en el sistema a través de lectura automatizada de los datos necesarios para su tramitación.

La Digitalización juega un papel fundamental en el intercambio de información técnica entre los agentes externos, sea con proveedores, técnicos, o clientes, pues toda la información facilitada debe ser generada de forma automática a partir del modelo BIM. La aplicación de usos BIM adecuados a cada etapa BIM que, evita la subjetividad y estandariza el resultado de las acciones de los técnicos. Por ejemplo, en la generación del Estado de Mediciones, que, de forma tradicional, cada técnico genera un informe con valores diferentes, aún que siguiendo los mismos criterios, con el BIM se cuenta con un informe estandarizado en la organización basado en la Medición Estructurada definida en la Componentización. Para ello, se debe desarrollar una biblioteca de objetos BIM que, además de facilitar y agilizar el proceso de modelado, garantiza la utilización de objetos previamente testeados que devuelven la correcta magnitud de la unidad de obra que representan. Todo ello, sumado a una correcta estructuración de la información, se potencializa el intercambio de información en las distintas fases del proyecto. Desde la obtención del PEM, Presupuesto de Ejecución Material, a través del diseño orientado al coste, pues se forma de manera progresiva a la par que se está modelando para obtener el Proyecto de Ejecución. Ya en la fase Pre-Construcción se detalla más la granulometría del modelo para ajustar los objetos a las dimensiones que permitan reflejar la Planificación de forma más detallada, y partir de ella un informe que facilite información precisa para diseñar la logística del centro de producción a la par que se ejecuta la contratación.

En el proceso de contratación de recursos, uno de los beneficios de la estructuración de la información, es la asociación de cada actividad al subcontratista contratado responsable por su ejecución a través de la previa relación de recurso con actividad en una clara sinergia entre BIM y Lean para la aplicación del Último Planificador en la gestión de la ejecución. Todo ello establece un flujo continuo de la información que está accesible de forma interna, pero

también abierta a los demás grupos de interesados en el proyecto. En la figura 6 se observa este flujo continuo, y la accesibilidad a la información.

**Figura 6: Flujo continuo de información y su accesibilidad (Autoría propia).**



La Digitalización integra 03 plataformas básicas: la de gestión de los procesos, la de intercambio de información con el modelo BIM, y la del ERP (“Enterprise Resource Planning”). Todas las plataformas están integradas a través de las distintas bases de datos y el flujo de datos se realiza de forma subyacente al nivel de usuario. En la plataforma de intercambio de información con el modelo BIM se extrae de los objetos la unidad de obra que representan, y la cantidad a ejecutar, y en que localización debe ser ejecutada. En la figura 7 se presenta la ventana de la plataforma que extrae y agrupa la información de los objetos para generar el presupuesto de ejecución material y su estado de mediciones estructuradas.

Desde la plataforma BIM se logra manejar el flujo de información a partir del presupuesto, incluyendo la planificación, y el seguimiento semanal de la producción generando de forma automática las proformas que deben ser abonadas a los proveedores, así como el derecho a cobro con la certificación correspondiente, todo ello para un determinado periodo.

**Figura 7: Pantalla del presupuesto de la plataforma BIM (Autoría propia).**

Capítulo	Importe	CodPart	udPart	Partida	CanPart	PrecUnitPart	ImpPart	Zonificacion	CanPart
OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURA	109.711,11	040101	FAB 1/2P. LCV 5 CMS FACHADAS GRIS ANTRACITA	m2	3.419,44	48,93	167.325,33	P01J01E01VA	23,46
CIMENTACIONES	157.471,73	040102	FAB 1/2P. LCV 5 CMS FACHADAS GRIS 4 CVISTA.SEP TERRAZAS	m2	276,26	40,34	11.143,83	P01J01E01VB	7,27
ESTRUCTURAS	1.171.912,07	040103	FAB 1/2P. LCV 5 CMS FACHADAS BLANCO ESMALTADO MATE	m2	4.746,47	44,20	209.794,02	P01J01E01VC	10,45
ALBAÑILERIA, CERRAMIENTOS Y PARTICIONES	1.021.303,33	040105	FAB 1/2 LCV/Mufor ANTEPECHO BLANCO	m2	1.448,82	42,82	62.075,62	P01J01E01VD	9,77
CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES	132.846,80	040106	FAB 1/2P L.GERO HORMIGÓN	m2	5.679,44	20,19	114.665,61	P01J02E02VA	25,67
AISLMIENTOS	116.003,97	040107	TABIQUE GRAN FORMATO DE 7 CM CON BANDAS PERIMETRALES SEP. VIVS.	m2	3.971,45	8,36	33.201,36	P01J02E02VB	25,97
REVESTIMIENTOS, ALICATADOS Y FALSOS TECHOS	596.124,13	040108	TRASDOSADO GRAN FORMATO DE 7 CM CON BANDAS PERIMETRALES. FACHADA	m2	5.418,17	17,99	97.483,79	P01J02E02VC	10,32
CARPINTERIA EXTERIOR	380.170,49	040109	TABIQUE GRAN FORMATO DE 7 CM CON BANDAS EN PARTE INFERIOR	m2	13.958,87	10,82	151.090,83	P01J02E02VD	11,98
CARPINTERIA INTERIOR	587.006,24							P01J03E03VA	25,67
CERRAJERIA	321.691,57							P01J03E03VB	25,97
SUELOS Y PAVIMENTOS	88.902,13	50VA15AB510P	P_Material_Mortero Incremento Hidroflujo	m3	0,0200	6,40	173,21	P01J03E03VC	10,32
INSTALACION DE FONTANERIA	201.499,30	40AB90AA010S	S_CAluminio_Remate Aluminio	ud.	0,0800	4,40	476,34	P01J03E03VD	11,98
VARIOS	312.967,20	50CA05AA0300	O_Revest_Mortero Enfoscado a Buena Vista	m2	1,0000	2,40	3.247,76	P01J04E04VA	23,46
		50VA15AB110P	P_Material_Mortero Central M-5 GRIS Portland+arena	m3	0,0200	59,52	1.610,89	P01J04E04VB	9,76

CodRec	udRec	Recurso	RendRec	PrecioRec	ImpUnitPart	Imp TotPart	CanRecP
50VA15AB510P	m3	P_Material_Mortero Incremento Hidroflujo	0,0200	6,40	0,13	173,21	-
40AB90AA010S	ud.	S_CAluminio_Remate Aluminio	0,0800	4,40	0,35	476,34	-
50CA05AA0300	m2	O_Revest_Mortero Enfoscado a Buena Vista	1,0000	2,40	2,40	3.247,76	1,1
50VA15AB110P	m3	P_Material_Mortero Central M-5 GRIS Portland+arena	0,0200	59,52	1,19	1.610,89	-

Visualizar en una Ventana

Ver Información Objetos Seleccionados

Exporta Presupuesto

Importa Presupuesto

## 9. Conclusiones

La metodología presentada supone a las empresas constructoras una importante transformación en su cultura de gestión de proyectos constructivos, de forma interna, pero

también un cambio significativo de la mentalidad para construir relaciones duraderas con los demás agentes, principalmente clientes, proveedores y demás técnicos involucrados en el proyecto.

La construcción de relaciones colaborativas basadas en la transparencia y confianza con actores externos implica en establecer reglas claras para que la información generada en el ámbito interno esté abierta y accesible a red colaborativa para consulta de los datos que les interesa, o sea, esta información se construye de forma continua a cada semana.

Los principios de transparencia y confianza, como base de un proceso de integración que vislumbra empoderar el Mapa de Flujo del Valor a favor de las relaciones entre las partes, tradicionalmente enfrentadas, y con una excesiva carga de superposición de trabajos de comprobación del ajuste de la información a la realidad, es más que necesaria, sino fundamental para lograr un sector más competitivo.

## 7. Referencias

- Akgün A.E.; Keskin, H.; Cebecioglu, A.Y. & Dogan, D. (2014). "Antecedents and consequences of collective empathy in software development project teams." *Information & Management*, 52, 247–259.
- Alarcón, L. F. (2014). "Using Last Planner Indicators to Identify Early signs of Project Performance". *Proceedings IGLC-22, Oslo, Norway*.
- Alarcón, L. F., y Pellicer, E. (2009). "A new management focus: Lean Construction." *Revista de Obras Públicas*, 156(3496), 45-52, España.
- Argibay, J.A. (1999). "La paradoja del dato único y el éxito de los sistemas ERP." *Anales de mecánica y electricidad*, ISSN 0003-2506, Vol. 76, Fasc. 5, 1999, págs. 48-55
- Botta-Genoulaz, V., Millet, P.A. (2006). An investigation into the use of erp systems in the service sector. *International Journal of Production Economics*, 99, 202-21.
- 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.
- Hosseini, M.R., Chileshe, N., Zuo, J. and Baroudi, B. (2012). "Approaches for implementing ICT technologies within construction industry." *Australian Journal of Construction Economics and Building, Conference Series*, 1(2) 1-12.
- Jovanovic, B. y Rousseau, P.L. (2006), "General Purpose Technologies" en Aghion, P. y Durlauf, S.N. (eds.). *Handbook of Economic Growth*, Elsevier North-Holland, Amsterdam, 1182-1226.
- Sacks, Rafael, Milan Radosavljevic and Ronen Barak (2010). "Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction." *Automation in Construction* 19(5): 641-655.
- Seppänen, O. (2014). "A Comparison of taky time and LBMS planning methods." *Proceedings IGLC-22, Oslo, Norway*.
- 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*.
- Torrent, J. et ál. (2008). *La empresa red. Tecnologías de la información y la comunicación, productividad y competitividad*, Ariel, Barcelona, España
- Vicedo, J.C., Pérez, A.H. (2003), Esteban, F.C.L. 2003. "Análisis de adaptación al sector de la construcción de estructuras organizativas y de producción existentes en el sector automóvil." *V Congreso de Ingeniería de Organización*, Valladolid, Burgos.



**Communication aligned with Sustainable  
Development Goals**