

Caracterización del proceso de planificación colaborativa de una cadena de suministro del sector cerámico*

MME Alemany¹, F Alarcón², FC Lario³, JJ Boj⁴

^{1, 2, 3, 4} Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP), Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, Valencia 46022. ¹mareva@omp.upv.es

Palabras clave: Planificación Colaborativa, Sector Cerámico, Caso de Estudio

1. Introducción

La Planificación Colaborativa (PC) puede definirse como un proceso de toma de decisiones conjunto de los diferentes miembros de la Cadena de Suministro (CdS) con el fin de alinear sus planes para lograr un determinado grado de coordinación (Stadtler, 2009). En el campo de la PC, son numerosos los trabajos que proponen modelos de programación matemática como herramientas de ayuda a la toma de decisiones y escasos aquellos que intentan analizar el proceso de PC desde una perspectiva conceptual (Stadtler, 2009). Aunque la mayoría de los trabajos presentan modelos de programación matemática centralizados (un decisor) son cada vez más los que tratan de modelar situaciones más comunes y realistas a través de una toma de decisiones distribuida (varios decisores). Este último caso intenta reflejar la existencia de varios miembros en la CdS que toman sus decisiones basándose en información diferente (asimetría de la información) y que persiguen sus propios objetivos, en ocasiones conflictivos con los de otros miembros de la CdS. Sin embargo, los anteriores trabajos se centran fundamentalmente en el carácter decisional del proceso de PC sin describir explícitamente el análisis previo de la CdS que les ha llevado a plantear dichos modelos (decisiones, objetivos y restricciones) y no otros diferentes.

La PC en contextos de CdS presenta una complejidad muy elevada que hace necesario su análisis de forma estructurada. Si además, los objetivos de los miembros implicados en la PC no se reducen a una coordinación de los flujos, sino que se busca el óptimo de la CdS o una solución satisfactoria, la formulación de modelos de programación matemática de ayuda a la toma de decisiones cobra una especial relevancia. El presente artículo describe un caso de estudio en el que se realiza un análisis del proceso actual (AS-IS) de PC para una CdS del sector cerámico español. La principal contribución consiste en mostrar cómo a través de una descripción estructurada de la PC es posible llegar a la caracterización y definición de aquellos elementos de relevancia para una adecuada toma de decisiones en dicho contexto. El resultado es la caracterización del proceso de PC para una CdS del sector cerámico español y la identificación de aquellos aspectos relevantes para la toma de decisiones del líder de la CdS. A través del análisis del proceso actual (AS-IS) de PC ha sido posible detectar ineficiencias y proponer posibles mejoras (proceso de PC TO-BE) como un paso previo al desarrollo de modelos matemáticos de ayuda a la toma de decisiones que consideren las

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia con referencia PSE-370000-2008-8, titulado "Potenciación de la competitividad del tejido empresarial español a través de la Logística como factor estratégico en un entorno global".

relaciones de interdependencia entre los diferentes miembros. El análisis estructurado del proceso de PC descrito en el presente caso de estudio puede servir de referencia para realizar estudios similares en otras CdS y para el desarrollo de herramientas de soporte a la toma de decisiones basadas en programación matemática.

2. Antecedentes

El proceso de PC se considera fundamentalmente como un proceso de toma de decisiones, ya que la mayoría de las actividades implicadas son de carácter decisional. A pesar de lo anterior, no hay que olvidar que dichas decisiones (Vista Decisional) se llevan a cabo según una determinada secuencia (Vista Funcional) sobre ítems y recursos físicos y humanos (Vista Física), los cuales se encuentran organizados de una determinada manera (Vista Organizacional) y que para una adecuada toma de decisiones es necesario disponer de la información correcta y actualizada en el momento idóneo (Vista Informacional).

El marco conceptual del proceso de PC propuesto por Alarcón et al. (2007) para la PC considera que la caracterización de cualquier proceso de PC puede realizarse a través de cinco vistas (Física, Organizacional, Decisional, Informacional y Funcional) y establece la relación existente entre ellas. A partir de la definición de dicho marco conceptual, Lario et al. (2007) proponen una metodología paso a paso para llegar al desarrollo de modelos analíticos de ayuda a la toma de decisiones. En base al anterior marco conceptual y metodología se ha diseñado una aplicación informática (Alemany et al., 2009a) que permite la recopilación de la información necesaria de cada una de las anteriores vistas para la adecuada caracterización del proceso de PC. Esta herramienta informática guía al usuario paso a paso en la definición de cada una de las vistas de una manera estructurada, intuitiva y amigable, hasta llegar a la definición de los modelos de programación matemática para cada uno de los decisores de la CdS. En la siguiente sección se describen los resultados obtenidos de la aplicación del marco conceptual para el proceso de PC propuesto por Alarcón et al. (2007) a la PC actual (AS-IS) de una CdS del sector cerámico español y la identificación de posibles mejoras que darán lugar a una situación mejorada (TO-BE).

3. Caso de Estudio

La industria cerámica española es una de las más importantes a nivel nacional e internacional. Prueba de ello es que en 2006 la producción española supuso un 38.5% de la producción de la UE y un 7.8% de la producción global, posicionándose como el segundo fabricante mundial después de China (ASCER, 2008). Una de las principales características del sector cerámico español es la elevada concentración industrial en la provincia de Castellón. La producción media de una empresa en esta región es de 3 millones de m² anuales, mientras que fuera de la misma, la producción desciende a una media de 700.000 m² anuales. La globalización, la creciente presión de otras industrias tan distantes como la China, los cambios en los gustos de los consumidores y la época de crisis en la que nos encontramos, hacen de la satisfacción del cliente en precio, cumplimiento de fechas de entrega y calidad del producto las principales claves para un futuro exitoso del sector cerámico. En épocas de crisis, unos precios competitivos resultan imprescindibles para sobrevivir en el mercado, y, para alcanzarlos, se hace más necesario que nunca la minimización de costes. Uno de los procesos clave para lograr un elevado nivel de satisfacción del cliente con respecto a las fechas de entrega así como para minimizar los costes de operación de la CdS es anticiparse a la demanda de los clientes a través de correcta planificación de operaciones de la CdS. Además, cuando se pretenden optimizar resultados y especialmente, la minimización de costes, es apropiado el desarrollo de modelos de programación matemática.

El caso de estudio descrito en el presente artículo se ha desarrollado sobre una CdS de un Grupo Industrial (GI) español emplazado en la provincia de Castellón dedicado, desde 1975,

al diseño, fabricación, comercialización y distribución de dos marcas comerciales de pavimentos y de revestimientos. El objetivo del GI ha sido definir el actual proceso de PC en el que se encuentran implicados tanto compañías pertenecientes al GI como diferentes proveedores y aliados. Para lograr este objetivo, el primer paso fue la recolección de la información relevante relacionada con la definición del proceso de PC de la CdS. Para ello, se utilizó una aplicación informática (Alemany et al., 2009a) que permite la recopilación de la información necesaria de cada una de las anteriores vistas para la adecuada caracterización del proceso de PC. La descripción de cada una de estas vistas aparece a continuación.

3.1. Vista Física

La Vista Física (Alemany et al. 2008) se encuentra integrada por dos dimensiones: la Vista “Macro-Física” que muestra cómo está configurada la red y cuáles son los flujos de materiales que circulan a través de ella y la Vista “Micro-Física” que detalla cómo están estructurados internamente los recursos de cada nodo y cuál es la composición de los arcos (modos de transporte) que unen dos nodos diferentes de la red.

En la Figura 1 aparece una representación gráfica de la Vista Física de la CdS cerámica, en la que aparecen las instalaciones (nodos) y las posibilidades de transporte entre ellos (arcos), sobre los que se van a implementar las decisiones fruto de dicho proceso. Los nodos de la Figura 1 no son todos los nodos de la CdS sino aquellos que pretenden colaborar en el proceso de planificación de operaciones de la CdS. Los nodos sombreados de la Vista Macro-Física en la Figura 1 pertenecen al GI mientras que el resto pertenecen a otras compañías u organizaciones.

Hay solo un nodo en la etapa de proveedores (Pr-Kf) perteneciente al GI y constituye el principal proveedor de esmaltes y fritas. Los arcos de salida de este nodo indican posibilidades de transporte de materia prima hacia los nodos de la etapa de fabricación-ensamblaje. Se han identificado cuatro nodos en la etapa de fabricación-ensamblaje: el nodo (Pf-Cw) representa el principal proveedor de azulejos de pasta roja. Este nodo envía los productos finales subcontratados por el GI a dos almacenes (Al-Kb, Al-Mp) situados en la etapa de distribución. Los tres nodos restantes de la etapa de fabricación/montaje son las plantas de fabricación pertenecientes al GI (Pf-K1, Pf-K2, Pf-K3). Cada planta se encuentra dedicada a la producción de un cierto tipo de productos. Por ejemplo, en la planta (Pf-K1) se fabrica todos los productos clasificados como pavimentos cerámicos en el catalogo comercial de la principal marca del GI, y entre el resto de plantas se distribuyen el resto de productos fabricados y comercializado por el GI.

Todas las plantas productivas envían los productos finales a dos almacenes pertenecientes a la etapa de distribución. El GI es el propietario del canal de distribución nacional integrado por los dos anteriores almacenes, tres centros logísticos localizados en las principales regiones del país y una red de tiendas propias. En el presente caso, sólo se han considerado seis de las anteriores tiendas (Td-T1, a la Td-T6) que se dedican a la venta de la principal marca comercial. En la Figura 1 se muestra cómo los dos almacenes abastecen de productos finales a los centros logísticos y cómo éstos sirven de conexión con las diferentes tiendas.

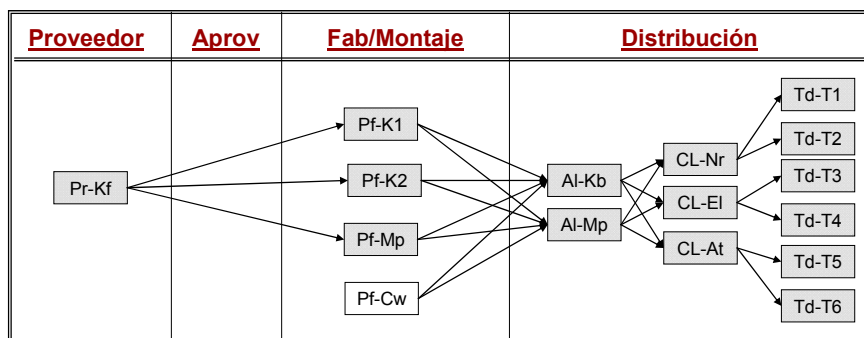


Figura 1. Vista Macro-Física de la CdS del Sector Cerámico

En relación a la Vista Micro-Física cabe destacar que la configuración de las plantas productivas del líder de la CdS puede clasificarse como un taller de flujo híbrido conformado por varias etapas (prensas-líneas de esmaltado, hornos, clasificación-embalaje) con almacenes intermedios y que fabrican según una estrategia contra almacén. La etapa de hornos es la etapa cuello de botella y debido a su alto consumo y coste energético, las decisiones acerca de su activación/desactivación son cruciales para optimizar costes. Cada etapa está integrada por máquinas en paralelo. El hecho de pasar a producir un artículo a otro diferente en la misma máquina (especialmente en la sección de prensas-líneas de esmaltado) conlleva unos tiempos de cambio de partida dependientes de la secuencia muy elevados, razón por la que los artículos se agrupan en familias productivas con objeto de reducir el número de lanzamientos. Debido a los elevados tiempos de cambio y otras cuestiones tecnológicas relacionadas con la calidad, se establecen unos tamaños de lote mínimos para las familias y para los artículos.

3.2. Vista Organizacional

En la Vista Organizacional (Alemany et al. 2008) se distinguen diferentes Niveles Organizacionales (NO) que, en el caso de PC, se englobarían dentro de los Niveles Táctico y Operativo. En cada NO pueden existir uno o varios Centros Organizacionales (COs). Los COs son entidades con una función determinada, formados por personas/recursos que realizan tareas diferenciadas y coordinadas que contribuyen a los objetivos de la organización. Se supone que los recursos están vinculados mediante la función que desempeñan y que esta función es coordinada a través de un centro responsable, llamado CO. También se asume que existen relaciones de interdependencia entre los COs pertenecientes al mismo NO (integración espacial) o a distintos NO (integración temporal). Los Centros Inter-Organi- zacionales (CIOs) son unidades con una determinada función que actúan como responsables de diferentes COs y/o CIOs. Al mismo tiempo, estos CIOs pueden mantener relaciones de interdependencia con COs y/o CIOs de niveles temporales o espaciales jerárquicamente superiores. Esta vista debe establecer las relaciones de interdependencia y el reparto del poder entre los COs y/o CIOs pertenecientes a un mismo NO (jerarquía espacial) o entre los COs y/o CIOs que pertenecen a diferentes NO (jerarquía temporal).

En la Figura 2 aparece cómo se encuentran organizados los recursos físicos de la CdS del sector cerámico, descritos anteriormente, a través de la definición de los COs y CIOs responsables de estos. Se han identificado dos NO: táctico (planificación agregada) y operativo (planificación maestra). Tal y como se muestra en la Figura 2, a nivel operativo existe un CO (COOKr, COOCw, COOGk1, COOGk2 y COOGk3) por cada nodo perteneciente a las etapas de proveedores y de fabricación-ensamblaje, un CIO (CIOOGA) para los almacenes de la etapa de distribución y otro CIO (CIOOGD) encargado de los centros logísticos y de las tiendas. A nivel táctico, se identifican dos CIOs (CIOTGk, CIOTGAD) y dos COs (COTKr, COTCw). El CIO denominado CIOTGk es responsable de los COs (COOGk1, COOGk2 y COOGk3) a su vez encargados de las plantas productivas del

Antes de describir la Vista Micro-Decisional del líder de la CdS (CDTGk y CDOGk), se pasa en los siguientes párrafos a la descripción de la Vista Funcional e Informacional.

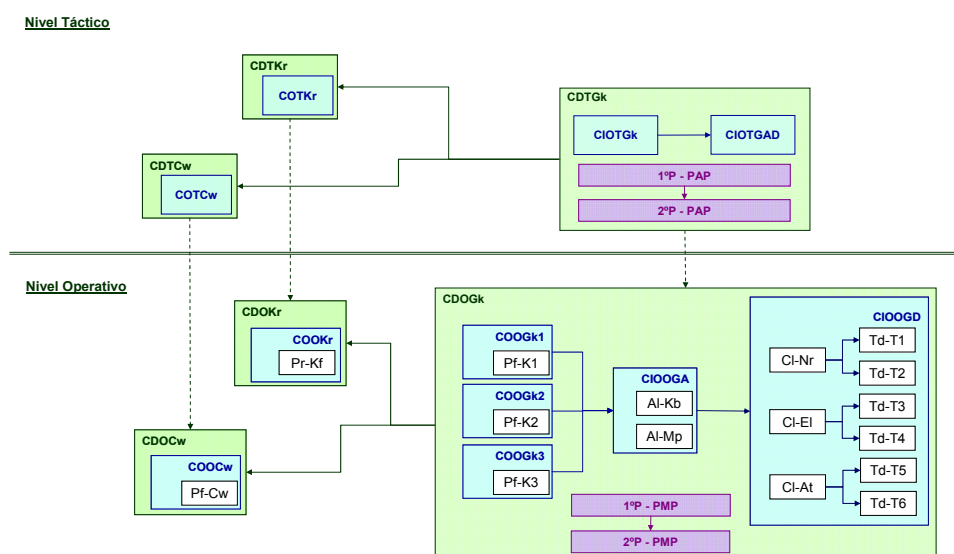


Figura 3. Vista Macro-Decisional y su relación con la Vista Macro-Organizacional

3.4. Vista Funcional y Vista Informacional

Con objeto de comprender las esenciales relaciones de interdependencia entre los CDs en PC, es necesario describir el proceso de PC detallando la secuencia de ejecución de cada una de las actividades decisionales de cada CD. Como estas relaciones de interdependencia, conllevan intercambio de información entre los CDs involucrados, por cuestiones de brevedad en la exposición, se muestran conjuntamente la Vista Funcional e Informacional (Figura 4). Cabe resaltar que, para que ambas quedaran completadas sería necesario por un lado, llevar a cabo un modelo del proceso de PC, y por otro lado, analizar no sólo la información intercambiada entre los CDs (información global) sino también aquella que es privada para cada CD (información local).

El proceso de PC de la CdS del Sector Cerámico comienza a nivel táctico cuando el CDTGk establece el Plan Agregado de Producción (PAP) de las familias de productos (FPs) de las dos marcas que comercializa el GI a través de dos pasos (Jerarquía Constructiva). En el primer paso se decide la cantidad de m^2 a fabricar de las FPs en las tres plantas productivas del GI, la cantidad de m^2 a subcontratar a los proveedores de Capacidad Suplementaria de Fabricación de Productos Finales (PFs) y las cantidades de Materias Primas, Componentes e Ítems necesarias. El objetivo consiste en minimizar las desviaciones con respecto al Presupuesto de Producción (que considera implícitamente la capacidad productiva) establecido por la Dirección (integración temporal). En el segundo paso para la definición del PAP por parte del CDTGk se decide sobre la asignación de cada FPs a cada línea de fabricación de cada planta productiva del GI.

A nivel táctico y antes de pasar al segundo paso del PAP, el CDTGk transmite sus necesidades de capacidad suplementaria de fabricación para cada FPs al CD del proveedor correspondiente (CDTCw) (integración espacial). Se confirma si CDTCw puede hacer frente a las cantidades demandadas, en caso contrario se inicia un proceso de negociación mediante el cual se llevan a cabo, en función de diferentes criterios, modificaciones sobre las cantidades solicitadas. Finalmente, la diferencia entre las cantidades inicialmente solicitadas al CDTCw y las finalmente comprometidas con éste se fabrican en las plantas productivas del GI. Una vez determinada la cantidad a fabricar en las plantas del GI, el CDTGk transmite al proveedor de fritas y esmaltes (CDTKr) pertenecientes al GI (integración espacial) las cantidades

anuales de las anteriores materias primas. Se establece un proceso de negociación que no afecta a las cantidades a comprar sino a los precios, ya que este proveedor siempre ha cumplido con las cantidades demandadas y se considera que dispone de la capacidad suficiente para cumplir con la demanda solicitada. Al nivel táctico, el CDTcW y el CDTKr toman decisiones relacionadas con el dimensionado de su capacidad anual de producción en función de los requerimientos de CDTGk y la demanda del resto de sus clientes.

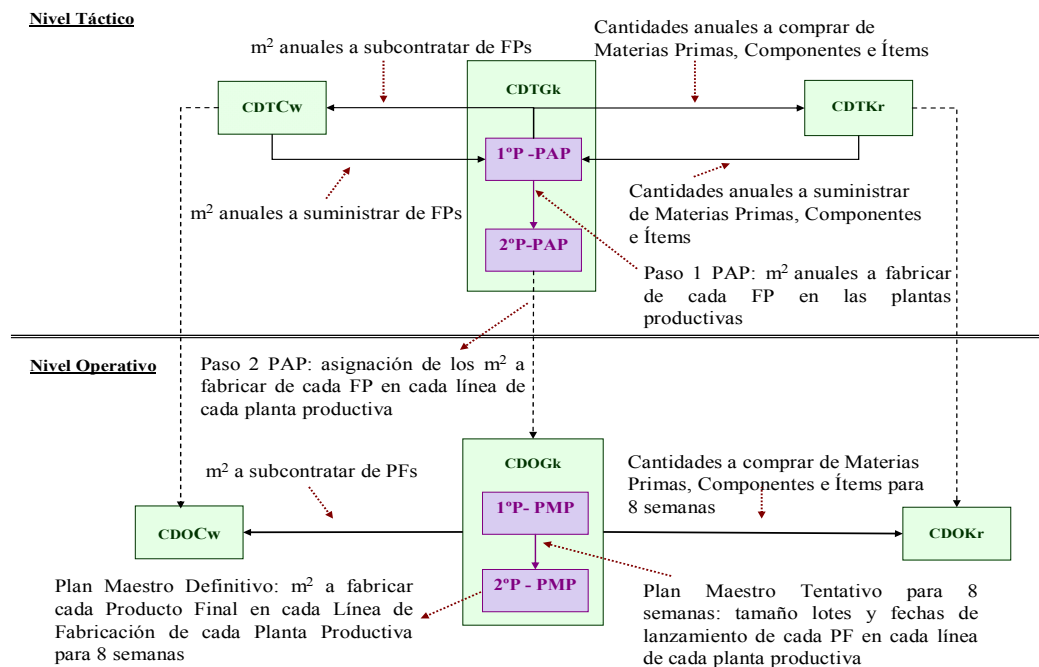


Figura 4. Actividades decisionales e información intercambiada

A nivel operativo, el CDOGk establece el Programa Maestro de Producción (PMP) en el que se calculan las cantidades (m2) semanales que deben ser producidas en cada línea de fabricación de cada planta del GI respetando la asignación previa de FPs a líneas definidas por el CDTGk (integración temporal) y de acuerdo a la previsión de demanda y pedidos comprometidos del GI en almacenes y tiendas. El PMP también se lleva a cabo en dos pasos: un PMP tentativo a capacidad infinita que considera las políticas sobre lotificación de PFs con el único objetivo de cumplir con la demanda y un PMP definitivo que modifica el PMP tentativo con el objetivo de disminuir costes de cambio de partida, asegurar la factibilidad desde el punto de vista de capacidad y maximizar el nivel de servicio al cliente. El CDOcW y el CDOKr, situados a nivel operacional, toman sus decisiones sobre su propio PMP considerando las cantidades solicitadas por el CDOGk (integración espacial) y las restricciones en términos de aprovisionamiento de capacidad proporcionada por sus correspondientes DCs a nivel táctico (integración temporal).

3.5. Vista Micro-Decisional

En esta Vista se detallan los aspectos que caracterizan internamente el proceso de toma de decisiones de cada CD y las relaciones de interdependencia con otros CDs, ambos de especial relevancia para la posterior formulación de modelos de programación matemática (MPMs).

PAP (AS-IS)		
Alcance Físico	Pf-K1, Pf-K2, Pf-K3, Al-Kb, Al-Mp, CL-Nr, CL-El, CL-At Td-T1, Td-T2, Td-T3, Td-T4, Td-T5, Td-T6	
Características Temporales	Horizonte: 1año, Periodo: 1año, Periodo Revisión: 1 trimestre	
Nivel Agregación Referencias	Familias: conjunto de artículos con el mismo uso (pavimento, revestimiento), formato/pasta y en algún caso (rectificado/pulido)	
Nivel Agregación Recursos	Plantas productivas (sección prensas y líneas esmaltado) y almacenes	
	PASO 1 PAP	PASO 2 PAP
Decisiones	Cantidad a producir y a subcontratar (m ² /año), cantidad anual a comprar de materias primas y desviación de cada familia con respecto al presupuesto producción.	Asignación de Familias a líneas productivas Cantidad a fabricar (m ² /año) de cada Familia en cada línea productiva Número de Lanzamientos de las Familias de Producto en cada línea productiva
Objetivos	Minimizar desviaciones presupuesto producción, costes de demanda diferida e inventario.	Minimizar costes de producción, cambios de partida y de asignación de familias de productos a líneas.
Restricciones	Locales Cálculo incremento de inventario para cumplir con ROT familia Ecuación de Balance de Inventario	Locales Tiempo fabricación mínimo de una familia (tamaño mínimo lotes) Asignación de Familias a Líneas Consumo de capacidad productiva en líneas.
	Globales <i>Integración Espacial</i> Cálculo necesidades de materias primas Limitación máxima y mínima de cantidades a subcontratar de familias <i>Integración Temporal</i> Cálculo Desviación Presupuesto Producción	Globales <i>Integración Espacial</i> No existen <i>Integración Temporal</i> Cumplimiento de las cantidades a fabricar de cada familia en el PASO 1 del PAP
Herramienta	Hoja Excel	Hoja Excel

Figura 4. Vista Micro-Decisional CDTGk: definición en dos pasos del PAP

PMP (AS-IS)		
Alcance Físico	Pf-K1, Pf-K2, Pf-K3, Al-Kb, Al-Mp, CL-Nr, CL-El, CL-At Td-T1, Td-T2, Td-T3, Td-T4, Td-T5, Td-T6	
Características Temporales	Horizonte: 8 semanas, Periodo: 1 semana, Periodo Revisión: 1 semana	
Nivel Agregación Referencias	Artículos finales	
Nivel Agregación Recursos	Plantas productivas (sección prensas-líneas de esmaltado), almacenes	
	PASO 1: PMP TENTATIVO	PASO 2: PMP DEFINITIVO
Decisiones	Cantidad provisional a fabricar y subcontratar de cada Producto Final en cada Línea de Producción y fecha de lanzamiento provisional	Cantidad definitiva a fabricar y subcontratar de cada Producto Final en cada Línea de Producción y fecha de lanzamiento definitiva
Objetivos	Cumplir con las previsiones de demanda	Minimizar costes: de setup de familias y de artículos, de inventario y demanda diferida
Restricciones	Locales Cumplir con las políticas de lotificación de los artículos planificados según frecuencia fija y lote fijo	Locales Consumo de capacidad disponible en líneas de fabricación Ecuación de balance de inventario Cálculo setups de artículos y de familias de productos
	Globales <i>Integración Espacial</i> No existen <i>Integración Temporal</i> Número de lanzamientos/año por producto final (relacionado con el número de lanzamientos/año de la familia a la que pertenecen)	Globales <i>Integración Espacial</i> Cálculo de materia prima necesaria Cálculo de cantidades a subcontratar <i>Integración Temporal</i> Capacidades productivas (Número de Turnos y Horas Extra en Líneas) Cumplir el N° de Lanzamientos de cada artículo en función ROT Tamaños de Lote y Fechas de Lanzamiento tentativos
Herramienta	Herramienta Previsión-Planificación	Hoja Excel

Figura 5. Vista Micro-Decisional CDOGk: definición en dos pasos del PMP

Toda la información contenida en esta Vista (decisiones, objetivos, restricciones locales) junto con las interdependencias entre los CDs (restricciones globales relativas a la integración espacial y temporal) constituyen la base para el desarrollo de los MPMs de ayuda a la toma de decisiones de cada CD. Es esencial modelar correctamente las relaciones de interdependencia puesto que representan los mecanismos de coordinación, cruciales en las relaciones de colaboración. Su modelado puede afectar tanto a las restricciones como a la función objetivo de los MPMs de los diferentes CDs. En las Figuras 4 y 5 se presentan las principales

características de la Vista Micro-Decisional del CDTGk (PAP) y del CDOGk (PMP) del GI en el momento actual (AS-IS).

4. Identificación de posibles mejoras (TO-BE)

El análisis de la Vista Micro-Decisional del CDTGk a nivel táctico y del CDOGk a nivel operativo lleva a plantear las siguientes mejoras.

4.1. Mejoras en la definición del PAP por el CDTGk

Con respecto a las características temporales del PAP, se considera conveniente mantener un horizonte de 1 año pero con un periodo mensual (en lugar de anual) que permite un mayor número de puntos decisionales y una mayor aproximación a la realidad. Las decisiones sobre fabricar o subcontratar se encuentran estrechamente vinculadas entre sí y con el dimensionado de la capacidad productiva. Por esta razón, se recomienda obtener el PAP en un solo paso que considere simultáneamente estas decisiones en función de la capacidad productiva de las plantas y sus costes asociados. En la definición actual del PAP, el dimensionado de la capacidad productiva de las plantas se considera implícitamente a través del presupuesto anual proporcionado por la Alta Dirección. Sin embargo, por las razones anteriormente señaladas se cree conveniente incorporar en la definición del PAP decisiones sobre el dimensionado de capacidad: número de turnos y horas extra de cada línea de producción y decisiones sobre activación/desactivación de hornos. La definición de un periodo de planificación mensual también permitirá reflejar con mayor exactitud los cambios de partida de familias de productos y, por tanto, una mejor estimación de la capacidad necesaria y de los costes. El PAP actual no evalúa la etapa de distribución ya que la considera con capacidad infinita. Sin embargo, si se quieren reducir costes, es necesario contemplar también esta etapa. Por otro lado, sería conveniente el modelado explícito de los mecanismos de coordinación con los proveedores de materias primas y de producto final (integración espacial) a través de restricciones. A través de estas restricciones se podría permitir un cierto grado de desviación con respecto a las cantidades proporcionadas por los anteriores proveedores y su penalización en la función objetivo del CDTGk. Todas estas mejoras se han implementado en un MILP (Alemany et al, 2009b).

4.2. Mejoras en la definición del PMP por el CDOGk

De la misma manera que en el PAP, la definición del PMP en un solo paso, permitiría tener en cuenta simultáneamente las restricciones de capacidad impuestas por el PAP y maximizar los beneficios teniendo en cuenta no sólo los costes productivos, sino también los costes de distribución. Se considera necesario el modelado explícito de los cambios de partida de los artículos en las líneas para optimizar costes y consumo de capacidad. Además, se deben tener en cuenta las restricciones sobre cantidades mínimas y máximas previamente pactadas con los proveedores. Todas estas mejoras se han modelado a través de un MILP (Alemany et al., 2009c).

5. Conclusiones

Muchas empresas del sector cerámico trabajan únicamente con herramientas de ayuda a la toma de decisiones basadas en Hojas de Cálculo. Sin embargo, dada la creciente complejidad en los catálogos de productos y la presión del mercado por reducir los tiempos de suministro y costes, son necesarios métodos más rigurosos para optimizar las operaciones de la CdS. La minimización de costes se convierte en un objetivo de especial relevancia para incrementar o mantener los márgenes, especialmente en situaciones de crisis como la actual, en la que un incremento en los ingresos parece un objetivo más que imposible. Los MILP propuestos permiten minimizar los costes no sólo productivos (especialmente debidos al dimensionado de capacidad y los cambios de partida) sino también de distribución. Los modelos pueden

asistir a los decisores en la evaluación del impacto económico de la modificación de ciertos datos como lotes mínimos de fabricación, número de lanzamientos, etc. Además el modelado e implementación del AS-IS y del TO-BE puede servir para evaluar las mejoras alcanzadas.

Referencias

Alarcón-Valero, F.; Lario-Esteban, F.C.; Bozá-García, A.; Pérez-Perales, D. (2007). Propuesta de marco conceptual para el modelado del proceso de planificación colaborativa de operaciones en contextos de redes de suministro/distribución (RdS/D). Congreso de Ingeniería de Organización, Madrid, 5-7 de septiembre de 2007.

Alemaný, M.M.E.; Pérez, D.; Alarcón, F.; Ortiz, A.; Boza, A. (2007). Planificación colaborativa en cadenas de suministro mediante programación matemática en entornos distribuidos. I International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (ICIEIM), Madrid, September 5-7 de septiembre de 2007.

Alemaný, M.M.E.; Verdecho, M.J.; Alarcón, F. (2008). Graphical modelling of the physical-organization view for the collaborative planning process, II ICIEIM, Burgos, 3-5 de septiembre de 2008.

Alemaný, M.M.E.; Boj, J.J.; Alarcon, F.; Lario, F.C. (2009a). Herramienta informática para el proceso de planificación colaborativa en cadenas de suministro. Pendiente publicación en DYNA.

Alemaný, M.M.E.; Boj, J.J.; Alarcon, F.; Lario, F.C. (2009b). Planificación Agregada en Cadenas de Suministro del Sector Cerámico. III ICIEIM, 2-4 de septiembre de 2009.

Alemaný, M.M.E.; Boj, J.J.; Mula, J.; Lario, F.C. (2009c). Mathematical programming model for centralised master planning in ceramic tile supply chains. IJPR (Enviado para publicar)

ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y de Pavimentos Cerámicos). Datos del sector de fabricación de baldosas cerámicas en 2007. Disponible en: <http://www.spaintiles.info/documentos/inf2007.pdf>. Consultado: 1 de Noviembre de 2008.

Lario-Esteban, F.C.; Pérez-Perales, D.; Alemany-Díaz, M.M.E.; Alarcón-Valero, F. (2007). Metodología para la determinación del Entorno Decisional de un Centro de Decisión genérico en un contexto jerárquico de Planificación colaborativa de una Red de Suministro/Distribución (RdS/D). I ICIEIM, Madrid, 5-7 de septiembre de 2007.

Stadtler, H. (2009). A framework for collaborative planning and state-of-the-art. OR Spectrum, Vol. 31, No. 1, pp.5-30