

# ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA ESTRATEGIA DE AGILIDAD DE LAS FÁBRICAS ESPAÑOLAS

**Daniel Vázquez Bustelo**

**Lucía Avella Camarero**

*Universidad de Oviedo*

Los cambios que se han venido observando en los últimos años en el entorno de negocio –globalización económica e intensificación de la competencia, fragmentación de los mercados, cambios en los gustos y deseos de los consumidores con un incremento en la demanda de productos personalizados, utilización intensiva de las nuevas tecnologías de la información y creciente automatización de actividades, constante reducción del ciclo de vida de los productos, cambios en los valores y presiones sociales, mayor dinamismo de los ciclos de innovación, etc.– están conduciendo a las empresas a adoptar un nuevo modelo de producción denominado *fabricación ágil*, que rompe con el tradicional paradigma de producción en masa. La fabricación ágil representa un modelo de producción que integra la tecnología, los recursos humanos y los factores organizativos a través de una infraestructura informativa y de comunicación que otorga a las empresas flexibilidad, rapidez, calidad, servicio y eficiencia y les permite responder de forma rápida, proactiva, efectiva y coordinada a los cambios imprevistos o no anticipados en el entorno de negocio. El objetivo de este trabajo es presentar una primera aproximación a la realidad de la fabricación ágil en España, a través de un estudio de casos que identifica las iniciativas adoptadas en cinco plantas productivas en la implantación de los sistemas, políticas y prácticas relacionadas con la fabricación ágil. Los casos estudiados reflejan tendencias similares entre las plantas productivas en el desarrollo del modelo de agilidad, y ello a pesar de las diferencias existentes en cuanto a las características de su actividad, los productos fabricados y los procesos productivos utilizados. Las conclusiones derivadas de este estudio ofrecen posibles vías para futuras investigaciones acerca de la implantación de la fabricación ágil en España.

*Palabras clave:* fabricación ágil, nuevo paradigma de producción, estrategias de fabricación, estudio de casos.

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de fabricación ágil, originalmente introducido en 1991 en el informe “*21<sup>st</sup> Century Manufacturing Enterprise Strategy*” (Goldman y Nagel, 1991), publicado por el Iacocca Institute de la Universidad de Lehigh, ha sido adoptado y está siendo utilizado por un gran número de investigadores, directivos y consultores que lo consideran la última de las etapas en la evolución de los modelos de producción. La fabricación ágil fue propuesta como una opción para gestionar las empresas en un mundo dinámico y representa un nuevo modelo de producción que integra la tecnología, los recursos humanos y los factores organizativos a través de una infraestructura informativa y de comunicación que otorga a las empresas flexibilidad, rapidez, calidad, servicio y eficiencia y les permite responder de forma deliberada, efectiva y coordinada a los cambios en el entorno.

Pese a lo expuesto, el concepto de fabricación ágil se ha visto rodeado de una notable confusión teórica y conceptual, lo cual ha motivado que no siempre se esté utilizando de forma rigurosa. El hecho de que la fabricación ágil sea un concepto multidimensional y con diferentes facetas ha motivado que hayan aparecido numerosas definiciones de la misma por parte de diversos autores, cada una de las cuales trata de enfatizar una dimensión o aspecto particular. Por tal motivo se puede apreciar una variedad de visiones en la literatura sobre lo que es la fabricación ágil. De hecho, el término está siendo erróneamente utilizado para referirse a otros conceptos de naturaleza distinta tales como la fabricación flexible, la fabricación ajustada (*lean production*) o la personalización en masa (*mass customization*). Dicha confusión es debida, sobre todo, a la escasa literatura que trata de clarificar las relaciones, similitudes, o diferencias entre estos conceptos (Avella y Vázquez, 2005).

Asimismo, también se observa que se ha divulgado notablemente el interés que la fabricación ágil tiene para las empresas pero apenas ha sido validada empíricamente su relación con los resultados. Por el momento, existen escasos trabajos empíricos (más aún en el caso de España) que analicen la influencia de la fabricación ágil –como un modelo de producción global e integrador– sobre los resultados empresariales. A excepción de algunos trabajos pioneros en este campo, como los realizados por Sharifi y Zhang (2001), Yusuf y Adeleye (2002) y Ren *et al.* (2003), la mayoría de estudios se han centrado en analizar la influencia que determinadas prácticas de fabricación ágil ejercen de forma individual sobre los resultados del negocio.

Por ello, en este estudio se pretende profundizar en el análisis de la fabricación ágil, tratando de clarificar este concepto y aportar evidencia empírica de su aplicación en España. Para ello se ha llevado a cabo una investigación exploratoria, basada en la metodología del estudio de casos, analizando el grado de aplicación práctica de la fabricación ágil en cinco fábricas instaladas en España. En concreto, se analizan los principales factores determinantes de la necesidad de agilidad en las plantas de producción, así como las prácticas y herramientas que éstas están utilizando con el fin de incrementar su capacidad de adaptación al entorno y, por tanto, su grado de competitividad.

Este trabajo sigue la línea de otras investigaciones –desarrolladas principalmente en Estados Unidos y Reino Unido– que pretenden estudiar a nivel nacional qué políticas, prácticas, sistemas y herramientas de fabricación ágil están siendo utilizadas por las empresas industriales para adaptarse a entornos de negocio cada vez más turbulentos, permitiéndoles obtener resultados superiores y una ventaja sostenible frente a sus competidores. Por tanto, este trabajo, de carácter exploratorio, pretende realizar, por un lado, una contribución importante a la literatura sobre el tema en la medida en que constituye una primera aproximación a la realidad de la fabricación ágil en España. Además, conduce a la obtención de conclusiones generales que pueden servir de base a los investigadores para el desarrollo de un modelo integrador acerca de la fabricación ágil en España. Por otro lado, los directivos de las empresas españolas pueden encontrar en este trabajo una guía acerca del comportamiento empresarial en su desplazamiento hacia la fabricación ágil, proporcionándoles herramientas útiles para adaptarse con éxito a entornos turbulentos.

El trabajo se estructura del siguiente modo. Tras esta introducción, la primera sección identifica las características del modelo de fabricación ágil (concepto, factores determinantes de su implementación, prácticas o políticas y resultados); en la segunda sección se presenta la metodología de la investigación empírica realizada: análisis de casos en cinco plantas productivas pertenecientes a cinco multinacionales localizadas en España (Alcoa, Opel, 3M, John Deere y Airbus); en la tercera sección se presentan los principales resultados del estudio de casos, analizando, en primer lugar, la experiencia de cada fábrica en relación con la agilidad y, efectuando, en segundo lugar, un análisis comparativo de las cinco fábricas estudiadas. Finalmente, se presentan las principales conclusiones de este estudio.

## 2. FABRICACIÓN ÁGIL: BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la última década el entorno industrial ha experimentando cambios sustanciales caracterizados no sólo por su amplitud y profundidad, sino también por su rapidez. En dicho contexto, las empresas en general, y las dedicadas a la fabricación de forma particular, encuentran más difícil lograr una ventaja competitiva sostenible o incluso asegurar su propia supervivencia debido a los elevados niveles de complejidad, competitividad, dinamismo e incertidumbre a los que se enfrentan. Esta situación crítica ha obligado a las empresas a llevar a cabo una revisión de sus prioridades competitivas, desencadenando un proceso de transición que las está forzando a abandonar los tradicionales modelos productivos en favor de nuevas formas organizativas, nuevas prácticas directivas y nuevas estrategias en todos los niveles. En este sentido, se ha observado una transformación de los denominados modelos productivos tradicionales que ha culminado con la aparición de un nuevo paradigma de producción vinculado a la agilidad. La agilidad, como concepto organizativo, se ha identificado con la habilidad para sobrevivir y prosperar en un entorno competitivo sometido al cambio continuo e impredecible y responder de

forma rápida y efectiva a los mercados cambiantes dirigidos por productos y servicios diseñados por los clientes (Cho *et al.*, 1996; Gunasekaran, 1998, 1999a, 1999b; Yusuf *et al.*, 1999, 2001; Gunasekaran y Yusuf, 2002). Asimismo, se ha asimilado a la habilidad para hacer frente a los cambios inesperados, sobrevivir a las amenazas imprevistas del entorno de negocio y lograr una ventaja derivada de las oportunidades que ofrecen los cambios (Sharifi y Zhang, 1999, 2001).

Con el desplazamiento empresarial hacia un nuevo paradigma basado en la agilidad, ha surgido el término "*fabricación ágil*", concepto que (en la última década) ha sido utilizado de forma creciente en la literatura sobre dirección de operaciones y dirección de empresas para denominar un modelo de producción flexible, capaz de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno y con capacidad para introducir una elevada variedad de productos en el mercado con objeto de satisfacer las necesidades de unos clientes cada vez más exigentes e informados (Goldman *et al.*, 1995; Kidd, 1995; Gunasekaran, 1999a; Sharifi y Zhang, 1999; Gunasekaran *et al.*, 2002). Este paradigma emergente, cuya filosofía plantea un nuevo posicionamiento estratégico en fabricación y exige una visión global de la empresa (Roth, 1996), rompe con las directrices del tradicional modelo de producción en masa, poniendo especial énfasis en la adaptación proactiva al cambio (Yusuf *et al.*, 1999). Para ello destaca el desarrollo de capacidades dinámicas, la utilización estratégica de las nuevas tecnologías, la integración de las estrategias y las operaciones, la satisfacción del cliente mediante nuevas formas de cooperación entre empresas y la gestión del conocimiento (Gunasekaran y Yusuf, 2002).

La confusión terminológica existente en la literatura relativa a los nuevos modelos, sistemas o prácticas de producción ha propiciado que la fabricación ágil se haya identificado con otros conceptos, tales como la fabricación flexible, la producción ajustada o la personalización en masa. En parte, dicha confusión ha venido motivada por el hecho de que la fabricación ágil ha heredado o asimilado diversas prácticas tradicionalmente implantadas en los sistemas de producción ajustada o producción flexible. Sin embargo, en este trabajo se adopta una postura crítica respecto al uso indiscriminado de la fabricación ágil como sinónimo del resto de conceptos.

La fabricación ágil considera la flexibilidad como una de sus principales prioridades competitivas; sin embargo, la diferencia entre ambos conceptos parte de la naturaleza de su definición. Ágil se define como rápido, ligero, activo o expedito, que no es lo mismo que flexible, y que implica, desde una perspectiva manufacturera, adaptabilidad y versatilidad. Por este motivo, la flexibilidad ha de ser considerada como una condición necesaria de la agilidad, pero no puede considerarse como sinónimo de la misma (Kidd, 1995). Por otro lado, los sistemas de fabricación flexible son sistemas orientados a la adaptación reactiva y los sistemas de fabricación ágil son sistemas de adaptación proactiva (Sánchez y Nagi, 2001). Además, la fabricación flexible se vincula con la habilidad para responder de forma planificada a los cambios anticipados, mientras que la fabricación ágil minimiza las inhibiciones al cambio no anticipado en cualquier dirección (Meade y Rogers, 1997).

En cuanto a las diferencias con la producción ajustada, ésta se ha visto como una simple mejora de los métodos de producción en masa, mientras que la fabricación ágil propicia una ruptura respecto a la producción en masa al fabricar productos altamente personalizados cuando el cliente los necesita y en la cantidad que los precisa. Por otro lado, la producción ajustada se identifica con un modelo de producción capaz de operar de forma efectiva cuando las condiciones de mercado se caracterizan por su estabilidad mientras que, por el contrario, la fabricación ágil resulta más adecuada para hacer frente a situaciones de turbulencia, dado que se caracteriza por su capacidad de respuesta tanto operativa como estratégica. Otro aspecto respecto al cual se han identificado diferencias relevantes entre estos modelos de producción tiene que ver con los objetivos perseguidos por uno y otro. Mientras que la producción ajustada subordina la capacidad de respuesta a la consecución de la máxima eficiencia y productividad (a través de la eliminación del despilfarro), la fabricación ágil concede igual importancia a la eficiencia y a la capacidad de respuesta (Yusuf *et al.*, 1999). Por todo ello, se puede considerar que la fabricación ágil ha surgido como un nuevo modelo de producción que trata de paliar las limitaciones de la producción ajustada, existiendo muchas similitudes pero también diferencias entre ambos modelos productivos.

La fabricación ágil y la personalización en masa son los dos modelos más próximos entre sí teniendo en cuenta: a) la orientación al mercado (dimensión del entorno competitivo), b) los productos y su diseño (elevada variedad y diseño colaborativo), c) el volumen de producción (cualquier nivel), d) las operaciones y los procesos (procesos flexibles y tecnologías avanzadas), e) la gestión de la calidad (énfasis en calidad total), f) la estructura organizativa (poco jerárquica, descentralizada y orgánica) y g) la gestión de los recursos humanos (*empowerment* y trabajo en equipo). La proximidad existente entre ambos modelos se deriva del hecho de que la personalización en masa, más que un modelo de producción en sí mismo, debe ser considerada una estrategia de negocio específica de la fabricación ágil. En este sentido, el desarrollo de un modelo de fabricación ágil se considera una condición necesaria para el desarrollo de una estrategia de personalización en masa por parte de la empresa. Sin embargo, no ocurre igual en caso contrario: un fabricante ágil puede decantarse por estrategias de negocio alternativas o distintas a la personalización en masa.

La implantación del modelo de fabricación ágil, considerado la última de las etapas en la evolución de los sistemas de producción (Esmail y Saggi, 1996), se ha contemplado como una solución a los problemas derivados de entornos de negocio turbulentos. Mediante la integración y el uso bajo un nuevo enfoque de nuevas prácticas y herramientas –muchas de ellas aún en proceso de desarrollo– con prácticas ya utilizadas en el pasado –y atribuidas a otros sistemas productivos–, la fabricación ágil puede convertirse en una poderosa arma competitiva para las empresas.

Tras la revisión de diversos trabajos (Goldman y Nagel, 1993; Burgess, 1994; Goldman *et al.*, 1995; Montgomery y Levine, 1996; Flidner y Vokurka, 1997; Gunasekaran, 1998, 1999a, 1999b; Goranson, 1999; Meade y Sar-

kis, 1999; Sharifi y Zhang, 1999, 2001; Sharp *et al.*, 1999; Yusuf *et al.*, 1999; Dove, 2001; Coronado *et al.*, 2002; Gunasekaran y Yusuf, 2002; Gunasekaran *et al.*, 2002), se han identificado tres elementos fundamentales en la implementación y desarrollo de la fabricación ágil: motivadores, facilitadores y resultados.

El entorno de negocio –y concretamente sus características en cuanto a dinamismo y hostilidad–, como fuente de cambio y generador de incertidumbre, ha sido considerado el principal *motivador* o desencadenante de la búsqueda de agilidad por parte de las empresas. De hecho, la agilidad se ha identificado como una respuesta comprehensiva al nuevo entorno competitivo que ha sido moldeado por fuerzas que han dinamitado la dominancia del sistema de producción en masa (Gunasekaran *et al.*, 2001). Tales fuerzas y cambios son, entre otros, la globalización económica, las crecientes exigencias y cambios en las expectativas y deseos de los consumidores, la intensificación de la competencia desde el ámbito nacional a escala global, los cambios en los valores y presiones sociales, la fragmentación de los mercados de masas en nichos de mercado, las innovaciones en la tecnología y los sistemas de gestión, la reducción del ciclo de vida de los productos, el incremento de la variedad de productos o la dinámica de los ciclos de innovación. Estos cambios han generado un entorno caracterizado por su turbulencia, característica que puede considerarse la peor de las situaciones posibles para la supervivencia organizativa de las empresas. Aquellas empresas que operan con éxito en entornos turbulentos deberían exhibir elevados niveles de agilidad para adaptarse de forma efectiva a: a) mercados altamente competitivos con uno o más recursos críticos o escasos (alta hostilidad o baja munificencia), b) cambios relativamente impredecibles en el entorno (elevado dinamismo e incertidumbre) y c) una gran heterogeneidad y variedad de actividades (elevada complejidad). No solamente estas condiciones de hostilidad, dinamismo y complejidad deben existir, sino que la dirección de la empresa debe percibir las como tales. De este modo se puede asumir que las empresas que compiten en entornos competitivos, complejos y dinámicos requieren la implantación de la fabricación ágil para alcanzar el éxito.

El camino para el desarrollo de la fabricación ágil y, por tanto, la creación de capacidades que permitan a la empresa sobrevivir y prosperar en un entorno sometido a estos cambios continuos e impredecibles, pasa por la implantación de ciertas prácticas denominadas *facilitadores* de agilidad. A pesar de que en los últimos años ha proliferado la literatura que identifica y analiza dichas prácticas, en gran parte de los trabajos publicados éstas se tienden a presentar de forma aislada o desconectada (Gunasekaran, 1999a, 1999b). Contrariamente, la esencia de la fabricación ágil radica en la integración de todas ellas configurando un sistema coordinado e interdependiente. Resulta fundamental, por tanto, desarrollar una visión de la fabricación ágil como un sistema (Yusuf *et al.*, 1999) o como una respuesta global o comprehensiva de la organización ante entornos cada vez más turbulentos (Gunasekaran, 1998).

La fabricación ágil se considera un concepto que integra organizaciones, personas y tecnologías en una unidad con significado gracias al des-

pliegue de tecnologías de información avanzadas y estructuras organizativas que potencian el desarrollo de habilidades creativas de la dirección y la fuerza de trabajo y la cooperación intra e inter-empresarial. De hecho, la fabricación ágil se logra integrando en una organización con una estructura de gestión innovadora una base de trabajadores altamente formados, motivados y con poder de decisión, que realizan su trabajo en equipo, con el apoyo de tecnologías flexibles e inteligentes y sistemas para la correcta gestión del conocimiento y el aprendizaje (Kidd, 1995). Por todo ello, un elemento fundamental de la fabricación ágil es su alejamiento de la producción en masa: la fabricación ágil implica la ruptura con los moldes de la producción en masa para fabricar productos más personalizados en el momento y lugar en que el consumidor los demanda (Sheridan, 1993).

Si bien la literatura resulta hasta el momento bastante heterogénea, su análisis permite concluir que la fabricación ágil puede lograrse mediante la integración de prácticas y políticas que atañen a los siguientes campos: 1) recursos humanos (personas altamente formadas, motivadas y trabajando en equipo), 2) tecnologías (sistemas y tecnologías de diseño, fabricación y administración avanzadas plenamente integradas), 3) organización interna y relaciones externas (mecanismos de integración y coordinación de la cadena de valor basados en la cooperación interfuncional y en la integración real o virtual con agentes externos, tales como proveedores, clientes, aliados, grupos de interés, etc., así como acuerdos de cooperación o alianzas estratégicas), 4) organización para el diseño y desarrollo de nuevos productos (ingeniería concurrente o simultánea) y 5) prácticas y procesos orientados a la gestión del conocimiento y el aprendizaje (organizaciones de aprendizaje). Así, la fabricación ágil se identifica con la integración sistemática de un planteamiento flexible hacia la cooperación inter-organizativa y la explotación de las capacidades humanas con el apoyo de tecnologías de diseño, fabricación y comunicación avanzadas capaces de conformar una organización altamente adaptada, competitiva e innovadora.

Lo realmente novedoso del concepto de fabricación ágil es la integración en una estructura compacta y orientada de las técnicas, filosofías y herramientas que se han venido desarrollando a lo largo de los últimos treinta años junto con nuevas tecnologías y herramientas de gestión, alcanzando niveles superiores en todos los objetivos o prioridades competitivas de fabricación: coste, calidad, flexibilidad, entregas y servicio. Respecto a estos resultados, la fabricación ágil no sólo se basa en la flexibilidad y la capacidad de respuesta al cliente, sino que también considera prioritarios la reducción del coste, la calidad de los productos y la prestación de los servicios demandados por los consumidores (Gunasekaran, 1999a; Gunasekaran y Yusuf, 2002). De este modo, los fabricantes ágiles son fabricantes flexibles, capaces de ofrecer productos de alta calidad a un coste reducido, con un servicio superior y mejores condiciones de entrega (Jain y Jain, 2001). En consecuencia, la fabricación ágil supone una ruptura clara con el modelo de *trade-offs* o incompatibilidades entre los diferentes objetivos o prioridades competitivas de fabricación –coste, calidad, flexibilidad, entregas y servicio–, al facilitar el desarrollo simultáneo de capacidades o fortalezas en todos ellos, lo que redundará en



la obtención de mejores *resultados* en entornos turbulentos y posibilita la obtención de una ventaja competitiva frente a los competidores menos ágiles.

En definitiva, la fabricación ágil se puede considerar un modelo de producción que integra la tecnología, los recursos humanos y la organización a través de una infraestructura informativa y de comunicación que otorga eficiencia, calidad, flexibilidad, rapidez y fiabilidad de las entregas y servicio al cliente y permite responder de forma deliberada, efectiva y coordinada ante cambios en el entorno.

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO DE CASOS

Tras la identificación de los elementos clave en el modelo de fabricación ágil, el principal objetivo del trabajo que se presenta es el análisis exploratorio de la aplicación de dicho modelo en España. En concreto, pretende, por un lado, analizar, reflexionar y extraer conclusiones relevantes acerca de la experiencia particular de las empresas españolas estudiadas en relación con la implantación y el desarrollo de la fabricación ágil y, por otro, verificar si la realidad de dichas empresas apoya los argumentos teóricos expuestos respecto al modelo de fabricación ágil recogidos en la literatura.

Recientes estudios han mostrado la importancia de la investigación basada en el análisis de casos como herramienta metodológica para el análisis empírico en dirección de operaciones (Barnes, 2001; Voss *et al.*, 2002). En este sentido, muchos de los importantes avances en los conceptos y teorías de dirección de operaciones, desde la producción ajustada a la estrategia de fabricación, han sido desarrollados a través de estudio de casos. Por todo ello, han sido múltiples los trabajos que hacen una llamada al incremento de las investigaciones empíricas apoyadas en esta metodología, entre ellos, por ejemplo, Meredith *et al.* (1989), Ebert (1991), McCutcheon y Meredith (1993), Samson y Terziovski (1999), Meredith y Samson (2001) y Stuart *et al.* (2002).

El estudio de casos es una metodología de investigación enfocada a entender de forma objetiva la dinámica de un proceso real, evaluándolo profundamente en su contexto natural, mediante la utilización de múltiples fuentes de información por parte de un investigador que tiene un control reducido o limitado sobre los eventos. Dada su naturaleza, la metodología del caso es sumamente apropiada en las primeras etapas de la investigación de un fenómeno (Eisenhardt, 1989) o cuando el investigador se enfrenta a situaciones poco familiares o sobre las que no existe una base teórica consolidada (Yin, 1989); ante tal hecho, es factible que el investigador no pueda conocer qué condiciones son relevantes y/o se enfrente con que existen muy pocos ejemplos a estudiar. Por estas razones, el estudio de casos se utiliza habitualmente en las primeras etapas del desarrollo de una nueva teoría, aunque también pueden ser utilizados para apoyar, extender o ampliar teorías existentes o para generar preguntas y dudas sobre ellas.



Teniendo en cuenta los objetivos perseguidos con esta investigación y el estado de la cuestión del tema objeto de estudio, se ha considerado adecuado el uso de la metodología del caso con el fin de comprender y describir la realidad de la implementación de la fabricación ágil en España. En concreto, se ha considerado oportuno analizar en detalle –a través de visitas in situ, mediante entrevistas con directivos y empleados (con base en un cuestionario estructurado) y el análisis de documentación disponible– la experiencia de cinco plantas productivas de tamaño mediano y grande, pertenecientes a cinco multinacionales: Alcoa, Opel, 3M, John Deere y Airbus. La elección de estas cinco fábricas se ha realizado con base en los siguientes criterios: a) se trata de fábricas instaladas en España pertenecientes a multinacionales de éxito, b) se consideró probable que todas ellas presentasen un cierto nivel de agilidad en fabricación con base en la información recopilada a través de artículos de prensa y estudios previamente publicados, c) se trató de seleccionar fábricas que cubriesen un abanico de entornos de negocio, productos y procesos diversos y (d) del conjunto de fábricas seleccionadas inicialmente para el estudio, las cinco analizadas presentaron gran interés por su participación en el mismo, lo que se interpretó como un indicador de su preocupación por avanzar hacia la agilidad. El trabajo de campo se realizó en diferentes etapas durante los meses comprendidos entre febrero y septiembre de 2003.

#### 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CASOS

En esta sección se presentan los principales resultados de la investigación empírica realizada, analizando, por un lado, las principales características de cada una de las plantas productivas objeto de estudio y presentando, en segundo lugar, un análisis comparativo de las mismas.

##### *4.1. Principales características de la fabricación ágil en cada fábrica objeto de estudio*

A continuación se presentan las principales características de cada una de las cinco plantas productivas objeto de estudio, haciendo referencia a características generales de la fábrica, las características del entorno en el que desarrolla su actividad, las prácticas de fabricación ágil implementadas y los resultados conseguidos.

##### *4.1.1. Fabricación ágil en Alcoa - Planta de Avilés (Asturias)*

La fábrica que Alcoa posee en Avilés (Asturias) es uno de los trece centros operativos que la multinacional tiene instalados en España. La planta, que emplea a un total de 450 trabajadores, está especializada íntegramente en la producción de aluminio primario a partir del mineral de bauxita, mediante un proceso de electrólisis en flujo semi-continuo a altas temperaturas.

Su entorno de negocio se caracteriza por su reducido dinamismo, la escasa diversidad y la elevada hostilidad o competencia. Los cambios en

este entorno suelen ser predecibles y no generan grandes incertidumbres que motiven la necesidad inmediata de alcanzar elevados niveles de agilidad. En parte, ello es debido a la naturaleza del producto que fabrican, tratándose éste de una materia prima o material semiterminado cuyo fin es su transformación posterior, bien como componente para la incorporación en otros productos, o como producto esencialmente terminado. Paralelamente, la utilización de un proceso productivo semi-continuo e intensivo en capital limita notablemente las alternativas estratégicas de la planta a la vez que descarta el posible uso de la modularidad en los productos.

A pesar de que la planta no sufre una presión por parte del entorno de negocio que le exija un elevado nivel de agilidad, ha adoptado proactivamente una serie de iniciativas que la colocan en el camino hacia la fabricación ágil. En muchos casos, el desarrollo de esas políticas ha venido condicionado por decisiones directivas a nivel corporativo que se escapan del ámbito de control de la propia dirección de la planta. Esto es debido a la existencia de procesos de transferencia de las mejores prácticas a tres niveles dentro de la corporación: entre distintos centros o plantas de producción, entre las distintas divisiones de negocio y entre la propia corporación y otras entidades externas.

Debido a las características de su entorno de negocio, del producto que fabrica y el proceso que utiliza, la fábrica se centra en los objetivos de calidad, coste, servicio y EHS (medioambiente, salud y seguridad). Quedan en un segundo plano objetivos como la flexibilidad o la innovación del producto al nivel de planta, estando esta última actividad centralizada en los laboratorios que la multinacional mantiene en Pittsburgh, Pennsylvania. En relación con los objetivos de fabricación, destaca la creciente importancia que la dirección está otorgando a los aspectos medioambientales, de salud y seguridad. Con respecto a ellos, la planta no sólo trata de cumplir la legislación vigente a nivel nacional, sino que pretende su superación cumpliendo con la legislación más restrictiva a nivel internacional. Todo ello está enmarcado en la estrategia corporativa de convertir a la compañía en un líder industrial en la materia, que sirva de referente para la sociedad en su conjunto.

Entre las iniciativas emprendidas para la implementación de las prácticas de agilidad en la planta de Alcoa destacan las siguientes:

- La creciente orientación al mercado ha hecho migrar el foco de atención de la planta desde una visión centrada en las operaciones a una visión centrada en la satisfacción de las necesidades de los clientes. Este cambio de perspectiva se ha visto reforzado por la existencia de una visión, misión, objetivos y principios de actuación formales que orientan a las personas que componen la organización en la adopción de cualquier decisión. La existencia de objetivos formales conocidos por todo el personal se revela como un elemento condicionante de la mejora continua en la empresa.

- Se está desarrollando un modelo de negocio basado en los principios del Sistema de Producción Toyota. Dicho modelo se identifica con la

filosofía de *lean production*. Principios como el de la mejora continua a través de la eliminación del despilfarro se encuentran en la base de la agilidad de esta fábrica, siendo uno de sus pilares fundamentales.

- Los recursos humanos se consagran como una pieza clave del sistema de negocio; por consiguiente, el despliegue de políticas infraestructurales relacionadas con la formación, la motivación, la delegación de poder y el trabajo en equipo se establecen como instrumentos básicos para potenciar o “apalancar” a las personas y sus capacidades en la organización.

- La planta se ha sometido a una reestructuración organizativa que persigue “aplanar” la cadena jerárquica de mando para trasladar la gestión al punto más bajo de la estructura organizativa. De forma paralela, se está persiguiendo un cambio en el papel ejercido por los supervisores o directivos de línea (*middle-line managers*). En este sentido, se pretenden sustituir las cadenas jerárquicas de mando por “cadenas de ayuda”, las cuales conllevan una descentralización del poder de decisión y la correspondiente delegación de responsabilidades en los trabajadores.

- La integración y la cooperación entre los distintos agentes que integran la cadena de valor es una importante área de mejora para la organización. En dichas relaciones comienzan a tener una importancia incipiente las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como herramientas que facilitan los procesos de interacción entre los distintos actores.

El elevado grado de sindicación en la planta y el peso y poder que en ella ostentan los sindicatos, debido en parte a la herencia sindical histórica de la región en la que se ubica, parece ser un elemento que limita notablemente la flexibilización de la mano de obra y la fabricación. Por lo tanto, la presencia de una fuerza sindical influyente en la fábrica puede llegar a constituir un freno a la agilidad, y ello en la medida en que sus reticencias a la flexibilización laboral pueden restringir el grado de flexibilidad en la fabricación.

Con todo ello, la fábrica de Alcoa en Avilés (Asturias) ha comenzado su viaje hacia la fabricación ágil sentando como pilares la producción ajustada y la mejora continua, y lo ha hecho más por iniciativa de la dirección corporativa que por una necesidad real de la fábrica. Esta situación refleja una actitud proactiva que puede colocar a la planta productiva en una posición competitiva favorable ante un eventual cambio en las condiciones del entorno en el que opera. En la actualidad la dirección de la fábrica reconoce haber alcanzado importantes fortalezas competitivas en cuanto a entregas, servicio y EHS; asimismo, la productividad de su mano de obra y la rentabilidad económica son considerablemente superiores a la media del sector, habiendo experimentado una notable mejora en dichos indicadores en los dos últimos años.

#### 4.1.2. Fabricación ágil en Opel España

Opel España es una subsidiaria de General Motors (GM) que cuenta en España con una planta de producción en Zaragoza, donde se fabrican

en la actualidad los modelos Corsa y Meriva. La fábrica da empleo directo a 8.200 personas y constituye un pilar básico de la economía de la región aragonesa.

La fabricación de los coches en esta factoría sigue un proceso de flujo en línea acompañado por el equipo que tiene lugar en cuatro áreas diferentes: prensas, carrocerías, pintura y montaje y acabado final. Del proceso productivo es preciso destacar que las tres primeras fases son altamente intensivas en capital mientras que, por el contrario, la etapa de montaje y acabado final es intensiva en mano de obra.

Como subsidiaria de General Motors, Opel España ha adoptado los mismos principios del sistema de producción que GM ha desplegado por todos sus centros en el mundo. Dichos principios se apoyan en cuatro bases: a) personas involucradas, b) mejora continua, c) estandarización y d) calidad.

Desde un punto de vista estratégico la función de producción juega para Opel un papel trascendental. Ello es debido a que la empresa se ha dado cuenta de las posibilidades que presentan los nuevos métodos y técnicas de fabricación, otorgando la misma importancia a las políticas estructurales (instalaciones y equipos) que a las infraestructurales (normas y procedimientos de producción) como posibles medios de mejora continua y de logro de una ventaja competitiva. Bajo este prisma, la empresa trata de conseguir una ventaja competitiva basada en la fabricación, considerando fundamental que el área de producción esté presente en las principales decisiones de comercialización e ingeniería y trate de anticipar el potencial de las nuevas políticas y tecnologías de fabricación que permiten adquirir capacidades de producción antes que los competidores.

En la actualidad la planta se enfrenta a un entorno de negocio caracterizado por su nivel medio de dinamismo y diversidad y por su elevado grado de hostilidad y competencia. Por este motivo, a pesar de que la empresa trata de conseguir simultáneamente varios objetivos de fabricación relacionados con el coste, la calidad, el servicio, las entregas, la flexibilidad, la innovación y el medio ambiente, considera que los tres primeros (el coste, la calidad y el servicio) son sus principales objetivos competitivos.

En su desplazamiento hacia la agilidad esta planta productiva se ha centrado en el desarrollo de ciertas políticas de fabricación. Respecto a las mismas cabe señalar las siguientes consideraciones:

- La dirección de la planta considera que el desarrollo de políticas infraestructurales que persiguen la descentralización de responsabilidades y la delegación de capacidad de decisión hacia los trabajadores, así como su implicación y motivación, son elementos clave para lograr mayores niveles de agilidad en fabricación. Dichas políticas se han materializado en un sistema de trabajo en equipo, en prácticas de contratación y formación avanzadas, en un sistema de sugerencias efectivo y en estructuras organizativas que favorecen la mejora continua y la gestión

del conocimiento. Asimismo, la flexibilidad temporal de la mano de obra<sup>1</sup> ha permitido adaptar el nivel de producción a la demanda real de la fábrica, lo que favorece la capacidad de respuesta de la compañía. En la misma dirección, el trabajo en equipo ha agilizado las operaciones y ha permitido reaccionar de forma flexible, rápida y con notables niveles de calidad ante cambios o alteraciones en las condiciones competitivas comprendidas dentro de un rango limitado.

- La paulatina incorporación de sistemas de fabricación flexible en el área de producción (conjuntos de máquinas-herramientas con controles automáticos CNC o DCN, interconectados por un sistema automático de manejo de materiales y gobernados mediante un sistema de planificación y control) ha permitido mejorar la rapidez y flexibilidad del proceso, incrementando la variedad de producción sin perjudicar la eficiencia.

- La externalización de algunos procesos productivos ha permitido a la fábrica centrarse en sus competencias esenciales. Esta estrategia ha llevado a la adquisición de subconjuntos completos del vehículo en lugar de limitarse al simple suministro de pequeñas piezas. Sin embargo, ha exigido un mayor nivel de confianza y delegación de responsabilidad hacia los proveedores de primer nivel. En este sentido, la integración de los proveedores con la fábrica ha permitido mejorar la capacidad de respuesta y la resolución de problemas operativos. En el caso de Opel España, el grado de integración se ha materializado, por ejemplo, en la ubicación de empresas proveedoras dentro de sus propias instalaciones productivas, en la incorporación de los proveedores en las etapas tempranas del proceso de desarrollo de nuevos productos y en la interconexión de los sistemas de aprovisionamiento y gestión entre ambos; dichas políticas han demostrado su eficacia para mejorar la respuesta "justo a tiempo" de la fábrica.

- La concurrencia o simultaneidad de operaciones ha demostrado ser un elemento fundamental en la reducción del tiempo de desarrollo y lanzamiento de nuevos productos. La correcta gestión de esos procesos ha permitido a la planta española lanzar al mercado un nuevo modelo de vehículo en el menor tiempo en la historia de GM Europa.

- La dirección ha considerado que la mejora de la agilidad en fabricación requiere la orientación de la planta al cliente y conlleva la necesidad de acortar los actuales vínculos entre las fábricas y los propios clientes finales. Esta necesidad se enmarca dentro de una tendencia hacia la personalización, factor cada vez más determinante en la decisión de compra. Para satisfacer esa necesidad de personalización, la fábrica de Opel utiliza un concepto de modularidad basado en la combinación o ensamblaje

---

(1) Tras una larga negociación con los sindicatos Opel ha incorporado nuevos instrumentos de flexibilidad laboral que se han materializado fundamentalmente en la distribución irregular de la jornada laboral; mediante este acuerdo, la jornada laboral puede oscilar entre 30 y 40 horas semanales, con una media de 35 horas y cada empleado puede trabajar hasta quince sábados al año.

de componentes estandarizados que permiten al cliente la elección entre un conjunto variado de “opciones”.

- La formación de alianzas temporales (incluso con competidores) para compartir recursos o información complementarios tiene cada vez más importancia como elemento que favorece la agilidad. En el caso de Opel este tipo de acuerdos se ha relacionado con aspectos tanto de diseño y desarrollo como de fabricación propiamente dicha. No obstante, ésta es un área en crecimiento que requiere nuevos modelos o herramientas de gestión que aún no han sido desarrollados.

Con todo ello, la factoría de Opel España ha sentado las bases para progresar en la adopción de un modelo de fabricación ágil. En este sentido, ha sido importante que la factoría ya contara con prácticas propias de un sistema de producción ajustada que ha sabido complementar con una visión integradora de la organización, nuevas tecnologías de fabricación e información y nuevos planteamientos hacia la cooperación inter-empresarial. Ese esfuerzo le ha servido para lograr fortalezas o ventajas competitivas en calidad, innovación, servicio y flexibilidad que se han materializado, principalmente, en un mayor éxito en el lanzamiento de nuevos productos y mejoras de la productividad de los trabajadores.

#### 4.1.3. Fabricación ágil en 3M España – Planta de Rivas (Madrid)

3M es una compañía global con una vocación claramente innovadora que le ha permitido convertirse en una de las compañías más diversificadas de nuestros días. La compañía desarrolla en España actividades tanto comerciales como productivas, éstas últimas gracias a la localización de varios centros de producción. El más importante de ellos es el complejo fabril de Rivas (Madrid), que viene desarrollando su actividad desde 1958. Dentro de dicho complejo destacan las actividades desarrolladas por el Laboratorio Europeo de Productos para el Hogar de 3M y la fábrica de productos para el cuidado del hogar y la salud, que emplea a un total de 120 trabajadores.

La fábrica de productos para el cuidado del hogar y la salud es una fábrica multiproducto basada principalmente en la tecnología de la fibra abrasiva *Scotch Brite*. Por el tipo de producto que fabrica está expuesta a un entorno de negocio con un nivel medio-bajo de dinamismo y un elevado grado de competencia. Elabora una gran variedad de artículos dentro de su misma línea, básicamente estandarizados, aunque con posibilidades de personalización a través de la incorporación de las especificaciones del cliente en la fase de diseño del producto.

El proceso de producción utilizado en la obtención de los principales productos de la fábrica se divide básicamente en dos fases. La primera fase es intensiva en capital y se encarga de la fabricación de la fibra *Scotch Brite*. La segunda fase es más intensiva en mano de obra y está formada por un conjunto de células de fabricación en las que operan equipos de trabajadores que se encargan de la conversión definitiva de la fibra en los diversos productos finales.

Dentro de la empresa, el área de fabricación, junto con el departamento de investigación y desarrollo, juegan papeles de notable relevancia. No obstante, la dirección considera imprescindible que todos los departamentos trabajen en conjunto y de forma integrada para lograr una ventaja competitiva sostenible. De este modo, la estrategia de la empresa depende, en un grado considerable, de la innovación y las capacidades de fabricación, aunque surge del esfuerzo coordinado de las distintas áreas en que se divide la empresa.

La innovación es el motor de crecimiento de 3M. Su éxito se ha identificado con su capacidad para inventar productos totalmente nuevos y muy distintos entre sí a partir de un conjunto de plataformas tecnológicas que van desde los adhesivos hasta los más recientes adelantos en fibra óptica, manejo de la luz, farmacología, cogeneración y nanotecnología, pasando por los tradicionales abrasivos y recubrimientos de precisión. La dirección general de 3M ha puesto en marcha a escala mundial varias iniciativas importantes que tienen como objetivos fundamentales: a) incrementar el número de innovaciones, b) agilizar el proceso de desarrollo de nuevos productos y su introducción en el mercado y c) mejorar el rigor en el desarrollo de nuevos productos. Estas iniciativas no sólo ponen de manifiesto la necesidad de innovar para mantener la posición de mercado, sino que también destacan la creciente importancia de la competencia con base en el tiempo como elemento básico de la fabricación ágil. Con respecto a esta última característica, el hecho de que la planta de Rivas (Madrid) disponga de un laboratorio que realiza actividades de investigación y desarrollo dentro de las propias instalaciones de la factoría y en contacto diario con fabricación es un factor que otorga una mayor rapidez, flexibilidad y eficacia al proceso de diseño, desarrollo y fabricación de los nuevos productos.

3M España desarrolla en la fábrica de Rivas (Madrid) otras políticas que incrementan su capacidad de respuesta a las necesidades y exigencias de los clientes, entre las que cabe citar las siguientes:

- El desarrollo de un modelo organizativo basado en la gestión por procesos que, a su vez, está evolucionando a un sistema de gestión por proyectos. Esta iniciativa persigue el estrechamiento de los vínculos departamentales, favoreciendo la coordinación y concurrencia en actividades necesarias para dar una respuesta flexible y en tiempo a las situaciones cambiantes del mercado.

- El desarrollo de iniciativas o acciones que persiguen facilitar e incentivar la comunicación interna: política de "puertas abiertas", acciones formativas para potenciar las habilidades sociales, reuniones periódicas a todos los niveles para favorecer el intercambio de ideas y conocimientos y facilitar que las mejores prácticas sean compartidas por toda la organización y herramientas para la transmisión de información.

- Desarrollo de una cultura basada en la innovación y en la orientación al mercado como medio para satisfacer las nuevas necesidades de los clientes.



- La creación de varias líneas de producción gemelas, pequeñas y flexibles que favorecen la fabricación simultánea y la versatilidad en fabricación.
- La implantación de células de trabajo en las que operan personas formadas y flexibles, con mayor responsabilidad y control sobre la gestión de su propio trabajo.
- La ubicación de las zonas de almacenamiento de inventarios cerca de las áreas de producción que utilizan o producen esos inventarios, unido a la descentralización de su gestión. Esta política ha favorecido una gestión más eficiente y un mayor control de los inventarios.
- El despliegue de una política que persigue la externalización de todas las actividades no esenciales y que permite a la empresa centrarse en sus competencias distintivas. De acuerdo con esta estrategia es de destacar la creciente importancia que está teniendo el área de *outsourcing* en el establecimiento de una red eficiente y eficaz de subcontratistas y colaboradores que se hagan cargo de actividades no esenciales, actividades operativas intensivas en mano de obra, o de productos con tecnologías que 3M no posee o no desea desarrollar internamente.
- El establecimiento de acuerdos de colaboración, incluso con competidores directos o potenciales, para acceder a determinados segmentos de mercado o nuevos nichos de mercado de forma más rápida, eficaz y eficiente que de forma individual.

Todas estas iniciativas muestran la preocupación de la dirección de 3M España por incorporar elementos esenciales que incrementan la capacidad de la empresa para reaccionar ante cambios en las condiciones competitivas. Si bien en el ámbito estratégico 3M España otorga una notable importancia a todos los objetivos de fabricación (coste, flexibilidad, calidad, entregas, innovación, servicio y medio ambiente) de forma simultánea, ha conseguido alcanzar mayores fortalezas respecto a calidad, innovación, medio ambiente y servicio al cliente. Dichas fortalezas han favorecido que la planta presente mejores resultados económico-financieros y de mercado que la media del sector, apreciándose una evolución positiva de sus múltiples indicadores de desempeño en los últimos dos años.

#### *4.1.4. Fabricación ágil en John Deere Ibérica*

John Deere Ibérica es la filial consolidada de John Deere en España y Portugal, perteneciente a la unidad de negocio agrícola. La empresa cuenta con una única planta de producción en Getafe (Madrid) dedicada a la fabricación de componentes de maquinaria agrícola, principalmente transmisiones, siendo el mayor suministrador de estos equipos en el mercado nacional.

La planta se enfrenta a un entorno de negocio caracterizado por un grado medio-alto de dinamismo y notables niveles de hostilidad y diversidad. Destacan entre el conjunto de características de su entorno de negocio la gran estacionalidad de su demanda y la necesidad de perso-

nalización de sus productos. Estas condiciones competitivas demandan elevadas dosis de agilidad en fabricación que condicionan de forma importante las operaciones.

La función o área de producción juega un papel fundamental en la estrategia competitiva de la empresa, de tal forma que las capacidades de fabricación le proporcionan importantes ventajas frente a los competidores. En la configuración organizativa de la empresa, se ha venido observando en los últimos años una reestructuración que tiende a aligerar la estructura de la misma y que ha favorecido la asimilación por parte de fabricación, de funciones como la comercialización y el control de calidad de sus productos. Esa integración de actividades de apoyo a la fabricación en la propia área de producción ha permitido un mayor nivel de alineación organizativa que ha reducido los tradicionales conflictos departamentales y ha eliminado ciertas rigideces operativas.

Entre sus principales objetivos de fabricación cabe destacar el coste, la calidad y las entregas. No obstante, otros objetivos como la flexibilidad, el servicio, la innovación y el medioambiente se consideran también importantes y complementarios. De entre estos últimos destaca especialmente la creciente relevancia que están teniendo la flexibilidad y el medio ambiente.

La fábrica ha puesto en marcha una serie de iniciativas o ha continuado desarrollando algunas que ya venía implementando en el pasado, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Desde un punto de vista operativo, la planta ha sufrido un proceso de desintegración vertical que la ha llevado a abandonar la fabricación completa de tractores para centrarse en la producción de determinados componentes mecánicos (considerados sus competencias distintivas) los cuales, una vez terminados, son exportados a otras fábricas de la compañía para ser incorporados en los productos finales. A pesar de ello, en la actualidad en la planta se producen en serie cuatro líneas de producto distintas: cajas pesadas de transmisión, cajas ligeras de transmisión, enganches tripuntales y ejes y engranajes. Cada unidad presenta un elevado nivel de orientación al cliente, lo cual, no sólo ha condicionado la distribución en planta, sino que también ha determinado los diseños y configuraciones de los productos que, en la actualidad, presentan un grado de personalización muy elevado.

- Gracias a su conocimiento acumulado, la planta se ha especializado en un conjunto reducido de competencias esenciales relacionadas principalmente con el mecanizado, la soldadura y la pintura de los componentes mecánicos que fabrica. Este proceso se ha acompañado de procesos de reingeniería tendentes a eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor al producto. Con ello, la planta se ha convertido en un centro de excelencia en la fabricación de determinados componentes mecánicos.

- Se está perfeccionando el proceso de desarrollo de nuevos productos, potenciando la simultaneidad o concurrencia de las operaciones y funciones que intervienen en el mismo. Ello ha implicado una intensificación de las relaciones entre la fábrica y sus clientes y la cada vez más

necesaria incorporación e integración de los proveedores en el propio proceso de desarrollo. Los resultados más importantes derivados de esta iniciativa se reflejan en la reducción de los tiempos de desarrollo, la mejor adecuación del producto a las necesidades específicas del cliente y la mejora de la manufacturabilidad del producto.

- Al objeto de lograr mayores niveles de agilidad se están incrementando los esfuerzos en la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas y la polivalencia de los empleados. En este sentido, los recursos humanos se consideran un elemento determinante del grado de agilidad de la planta. Para potenciar sus resultados se sigue incidiendo en su capacitación, en la flexibilización de su jornada y calendario laboral y en la atribución de mayores niveles de responsabilidad sobre las tareas que realizan. De igual modo, el trabajo en equipo se ha implantado como un elemento necesario para mejorar la capacidad de respuesta de la empresa ante variaciones en las condiciones de mercado a medio y largo plazo. En su implantación se están tomando como referencia modelos que ya han demostrado sus resultados en otras plantas de la propia multinacional, con las pertinentes adaptaciones a las particularidades de la fábrica de Madrid. Para su correcta implantación se ha considerado necesario el desarrollo de un conjunto de políticas de recursos humanos que persiguen: a) ampliar los puestos de trabajo, b) incrementar la polivalencia, responsabilidad y capacidad de decisión del trabajador y c) favorecer los procesos de autogestión de los equipos y los trabajadores. Además, se está perfeccionando y adaptando el sistema retributivo a la nueva forma de organización del trabajo y, paralelamente, se ha observado la necesidad de reforzar los incentivos que motiven al trabajador y le inculquen una mayor preocupación por la mejora continua. Con respecto a este último factor, resulta determinante la postura y el papel que adopte la dirección. El estilo de dirección debe cambiar su rol de supervisión-control y evolucionar al de guía-motivador. Esta postura debe perseguir la participación del trabajador en la empresa, que se ve favorecida por el establecimiento de un diálogo constante con los trabajadores y las fuerzas sindicales en la toma de decisiones organizativas relevantes.

- La fábrica ha abandonado la distribución en planta funcional para implantar un modelo de fabricación celular. Dicho cambio ha sido considerado por la dirección una condición necesaria para lograr el éxito en la fabricación de la gran variedad de componentes que integran su actual cartera de productos. Este tipo de distribución en planta ha favorecido la realización de cambios rápidos en los productos a fabricar.

- Se ha implantado un sistema de arrastre de la producción (*pull system*) que se apoya en un sistema de tarjetas o *kanban* con el objetivo de reducir el nivel de inventarios intermedios. Estos sistemas conviven con un sistema MRPII que está evolucionando hacia un ERP, más completo e integrador. Su implantación facilita un mejor control de los recursos y favorece la sincronización de las operaciones.

- La mejora continua en la fábrica pasa por el desarrollo de una cultura de calidad y la implantación de sistemas de aseguramiento de la misma. Éstos se han apoyado en la filosofía de las 5S y se han materiali-

zado en un conjunto de herramientas, tales como los sistemas de identificación automáticos de piezas defectuosas, la realización de auditorias de calidad aleatorias y por sorpresa, los sistemas a prueba de errores (*poka-yoke*) o los análisis a modo de fallos.

- La integración de los sistemas de información entre las distintas áreas de la planta, entre ésta y el resto de centros de la compañía, y con los de los proveedores se ha destacado como un elemento cada vez más necesario para dar una respuesta correcta y a tiempo a las necesidades cambiantes de los clientes. El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (intercambio electrónico de datos o EDI, Intranet, WWW, bases de datos compartidas, etc.) cobran una relevancia creciente al facilitar enormemente tal integración.

- Junto con las nuevas tecnologías de la información, las tecnologías de diseño y fabricación avanzadas también juegan un papel importante en la trayectoria de la fábrica hacia la agilidad. El uso del CAD/CAM, la planificación de procesos asistida por ordenador (CAPP), los sistemas de fabricación flexible (FMS), los robots y las máquinas de control numérico por ordenador (CNC), se convierten en importantes herramientas que favorecen la capacidad de respuesta de la fábrica.

En un intento por superar las tradicionales incompatibilidades entre los objetivos de fabricación, la implementación de estas políticas por parte de la fábrica le ha permitido alcanzar ventajas competitivas en calidad, flexibilidad y entregas. Estas ventajas se han materializado principalmente en una mayor fidelidad de los clientes y mayor éxito en el lanzamiento de nuevos productos, observándose, asimismo, una mejora en los indicadores de rentabilidad y productividad con respecto a los dos últimos años.

#### 4.1.5. *Fabricación ágil en Airbus España – Fábrica de Getafe (Madrid)*

El consorcio Airbus configura una gran compañía unificada y potente, participada por Bae Systems y EADS, cuya orientación al cliente, liderazgo tecnológico y eficiencia en fabricación la han colocado a la vanguardia de la industria aeronáutica a escala mundial. Con una cifra de negocios de 19.500 millones de Euros en 2002, Airbus capta la mitad de todos los pedidos mundiales de aviones comerciales, siendo un ejemplo de éxito de la cooperación industrial.

La línea de productos de Airbus incluye básicamente cuatro familias de aviones. La familia A320 de pasillo único, la familia A300/A310 de fuselaje ancho, la familia A330/A340 de largo alcance y la nueva familia A380 de Superjumbos de dos puentes. El concepto de familia única de Airbus, que se apoya en la modularidad, asegura que sus aviones compartan el mayor grado posible de elementos comunes. Esto reporta ventajas clave para los centros de producción y para los propios usuarios, a la vez que reduce significativamente los costes.

El proceso total de fabricación de cada modelo precisa aproximadamente un año. Su ingeniería y fabricación están coordinadas centralmente pero se basa en equipos integrados y desplegados físicamente en diferentes cen-

tros productivos. Cada uno de estos centros produce una sección completa del avión, que se transporta a las líneas de ensamblaje final de Airbus en Toulouse y Hamburgo. Las alas de los aparatos se fabrican en Gran Bretaña; algunas partes del cuerpo del aparato, en Hamburgo o Bremen (Alemania); la cabina, en Toulouse, en Nantes o en Saint-Nazaire (Francia), y el empenaje, en España. De este modo, un avión Airbus es el fruto del esfuerzo conjunto de una red de centros operativos ubicados en Francia, Alemania, España y Reino Unido. Este concepto industrial único, basado en “centros de competencia” ha probado ser extremadamente eficiente.

La fábrica de Airbus España en Getafe (Madrid), que lleva operando 75 años y da empleo a unos 3.000 trabajadores, es uno de esos centros de excelencia. En sus instalaciones se llevan a cabo todas las tareas relacionadas con la fabricación de ciertos componentes de los aviones: investigación, desarrollo, selección de materiales, ensayo, certificación y fabricación. A pesar de ser una unidad físicamente separada, dicha planta está integrada virtual y operativamente con otras dos plantas localizadas en España (Illescas y Puerto Real). En concreto, la fábrica de Getafe (Madrid) elabora por proyecto prototipos de módulos del avión que, una vez certificados, permiten la producción de series de ese módulo mediante un sistema altamente artesanal. La planta de Illescas fabrica los mismos módulos que la de Getafe, pero con un mayor nivel de automatización. En la planta de Puerto Real se llevan a cabo las operaciones de montaje final de los componentes y se realizan las pruebas funcionales y de combustibles. Una vez superadas dichas pruebas, los componentes son enviados a Toulouse.

Su entorno de negocio se caracteriza por un elevado grado de dinamismo y un nivel medio-alto de hostilidad y diversidad, por lo que la agilidad se considera algo fundamental. De acuerdo a sus características particulares, ha implementado un conjunto de prácticas con el objetivo de responder de forma flexible, rápida y eficiente a dicho entorno. Entre las prácticas más destacadas cabe citar las siguientes:

- La fábrica se ha concentrado en la fabricación de aquellos componentes con un alto riesgo tecnológico, que añaden un valor significativo al producto y favorecen la diferenciación con respecto a la competencia, recurriendo a la externalización y subcontratación de componentes de bajo riesgo tecnológico y reducido valor (pintado de componentes, cableado interior de algunos subconjuntos, etc.). La subcontratación de ciertos componentes y actividades se ha realizado con empresas más eficientes y flexibles respecto a dichas actividades y en función de la duración de los proyectos conjuntos. Esto ha permitido a la fábrica centrarse en sus competencias distintivas, creando una red de trabajo con subcontratistas (en algunos casos virtual) que ha propiciado el logro de mayores niveles de agilidad y le ha permitido consolidarse como un centro de excelencia con conocimientos específicos (fundamentalmente en relación con los puestos) y con un elevado *know-how* en aspectos de diseño y desarrollo.

- La fábrica ha establecido acuerdos de colaboración con otros fabricantes de la industria aeroespacial para el suministro de ciertos componentes especiales, alcanzando con ellos notables niveles de integración en las operaciones. Un ejemplo de esta colaboración se observa en el acuerdo firma-

do con Gamesa Aeronáutica para el suministro de estructuras metálicas del fuselaje del nuevo A380. El acuerdo firmado contempla la participación de Gamesa, a riesgo compartido, desde las primeras fases de desarrollo del avión, aportando sus recursos físicos y sus conocimientos en ingeniería.

- Los elevados estándares de seguridad que se exigen a los componentes aeronáuticos han motivado que la fábrica conceda una importancia crítica a la calidad. Con el fin de asegurarla, dispone de un departamento especializado en su control, aunque para prevenir los defectos en su origen ha desplegado la función de calidad por todos sus procesos, implicando a la totalidad de trabajadores en su consecución. Asimismo, y especialmente para la resolución de problemas de cierta relevancia, se recurre al empleo de equipos multifuncionales integrados por trabajadores de distintos departamentos (ingeniería, producción, calidad, materiales) coordinados por el área de control de la producción.

- Los intentos de mejora de la flexibilidad se han desplegado principalmente en dos dimensiones: en las personas y en los útiles de fabricación. Con respecto a la primera, se ha establecido el trabajo en equipos multifuncionales como parte integral de la cultura de la empresa, dotando a los trabajadores, altamente formados y cualificados, con poder de decisión sobre sus tareas, con herramientas tecnológicas avanzadas y una amplia información sobre los objetivos, las estrategias y la información relevante en la empresa. Por lo que respecta a los útiles de fabricación, se están llevando a cabo programas específicos de flexibilización que persiguen la polivalencia de los mismos. Algunos de ellos han pasado de estar dedicados de forma exclusiva a una única pieza, a poder ser empleados en la fabricación de un total de 18 piezas diferentes. Paralelamente se han introducido sistemas sofisticados como el Sistema Flexible de Sujeción de Piezas en el Espacio, que permite trabajar de forma integrada con el resto de máquinas y evita la necesidad de diseñar, construir, almacenar y mantener utillajes dedicados para cada pieza.

- La integración y concurrencia en las operaciones de diseño, desarrollo y fabricación se consideran especialmente relevantes en todos los centros de Airbus, siendo uno de sus factores de éxito competitivo. Dicha integración y concurrencia se establecen a nivel tanto local (dentro de cada centro operativo) como a escala global (entre centros, clientes y proveedores). A nivel global dicha integración y concurrencia se logra gracias al despliegue de los métodos y procedimientos ACE (*Airbus Concurrent Engineering*). ACE ofrece un ambiente de trabajo en colaboración *on-line* para el desarrollo del avión que se extiende desde el cliente hasta la cadena de suministro. Compartir datos *on-line* lleva a prácticas de trabajo más efectivas, menores tiempos de desarrollo, y permite verificaciones desde una etapa muy temprana, asegurando que el producto funciona según lo previsto y puede ser fabricado y ensamblado sin dificultad. En el ámbito local, la fábrica de Getafe despliega un modelo de trabajo simultáneo, tanto para la fase de diseño como de fabricación, en el que participan ingenieros de diseño, desarrollo y producción, conjuntamente con proveedores y clientes internos. En este sentido, se han integrado las actividades de desarrollo de prototipos en las propias instalaciones de fabricación, favoreciendo la interacción entre los ingenieros de diseño y desarrollo y el personal de produc-

ción. Esta política difiere de la seguida por competidores como Boeing, que disponen de fábricas duplicadas para el desarrollo de los prototipos, y favorece la rapidez en la elaboración del prototipo, mejora su manufacturabilidad y propicia la trasmisión y enriquecimiento de conocimientos.

- Se ha concedido una importancia trascendental a las tecnologías de diseño avanzadas (CAD, CAM, CAPP) y a las tecnologías y sistemas de información integrados (MRP II, ERP, EDI, Internet) que facilitan la coordinación de unidades semi-independientes en una estructura en red que contempla la participación de clientes y proveedores.

La fábrica de Airbus España en Getafe (Madrid) ha seguido una estrategia enfocada a la explotación de sus competencias esenciales que le ha llevado a desarrollar políticas de *outsourcing* y acuerdos de colaboración. Asimismo, ha optado por una estructura de trabajo en red altamente integrada, que se apoya en las tecnologías de la información, el despliegue de estructuras organizativas y sistemas de gestión que permiten el trabajo orgánico, concurrente y virtual. Ello le ha servido para ostentar una mejor posición que la media del sector en cuanto a calidad y entregas, que ha repercutido en un incremento de su volumen de ventas apoyado por el éxito en el lanzamiento de nuevos productos.

#### 4.2. Análisis comparativo de las cinco fábricas analizadas

En los cuadros 1 y 2 se compara la realidad de las cinco fábricas objeto de estudio con relación a 1) sus principales características generales –actividad productiva, edad de la planta, número de trabajadores, nivel e importancia de la sindicación, tipo de proceso productivo y layout, volumen de producción y tipo de producto, características del entorno de negocio y necesidad de agilidad, estructura organizativa, objetivos y prioridades de fabricación y bases y principios del sistema de producción– y 2) las prácticas de agilidad implementadas –políticas de recursos humanos, tecnologías de diseño, fabricación y administración, integración y coordinación de la cadena de valor, gestión del conocimiento y la información, acuerdos de cooperación y alianzas estratégicas y organización para el diseño y desarrollo de nuevos productos–.

Las fábricas objeto de estudio presentan diferencias importantes en cuanto a la actividad productiva desempeñada, el tipo de producto obtenido, el tipo de proceso o tecnología de producción utilizada, el número de trabajadores y el entorno de negocio en el que desarrollan su actividad. No obstante, y a pesar de estas diferencias, comparten algunos rasgos comunes en su desplazamiento hacia la agilidad.

En las distintas fábricas analizadas, la necesidad de adaptarse a los cambios en su entorno ha motivado la implementación de prácticas que conducen a incrementar su nivel de agilidad en fabricación. Asimismo, tal como ocurre en Alcoa, la decisión de desarrollar políticas e implantar prácticas que favorecen el desarrollo de la agilidad puede estar condicionada por la visión directiva. En este caso la adopción de prácticas de fabricación ágil se ha establecido con carácter institucional, poniendo de manifiesto la postura proactiva (y no reactiva) de la dirección.



**Cuadro 1**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CASOS OBJETO DE ESTUDIO:**  
**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

	ALCOA	OPEL ESPAÑA	3M ESPAÑA	JOHN DEERE	AIRBUS ESPAÑA
<i>Actividad productiva</i>	Fabricación de aluminio primario y sus aleaciones.	Fabricación de automóviles.	Fabricación de productos para la limpieza y el cuidado del hogar.	Fabricación de ejes y engranajes, transmisiones, y enganches tripuntales para maquinaria agrícola.	Fabricación de componentes de la estructura (principalmente de cola) de aviones.
<i>Edad de la planta</i>	45 años.	24 años.	45 años.	50 años.	75 años.
<i>Nº de trabajadores</i>	450.	8.200.	120.	700.	3.000.
<i>Nivel de sindicación e importancia</i>	Muy alto.	Alto.	Bajo.	Alto.	Alto.
<i>Tipo de proceso productivo y layout</i>	Flujo semi-continuo.	Flujo en línea acompasado por el equipo.	Flujo en línea acompasado por operarios.	Flujo en lotes con <i>layout</i> celular.	Flujo variable con <i>layout</i> funcional.
<i>Volumen y tipo de producto</i>	Elevado volumen de producción (dentro de su misma línea) de aleaciones diversas sin uso de la modularidad.	Elevado volumen de varios productos estandarizados con opciones personalizadas en base a componentes modulares combinados en la fase de montaje.	Fabricación de lotes medianos de una variedad de productos principalmente estandarizados con posibilidad de personalización por el cliente en la fase de diseño.	Fabricación de lotes medianos de una variedad de productos totalmente adaptados a las especificaciones establecidas por el cliente en la fase de diseño.	Volumen bajo de productos fabricados en pequeños lotes a partir de prototipos totalmente personalizados.
<i>Características del entorno de negocio y necesidad de agilidad</i>	Bajo dinamismo, hostilidad media y reducida diversidad. Cambios incrementales y relativamente predecibles. La búsqueda de agilidad es un objetivo impuesto por la dirección corporativa como medida proactiva.	Niveles medios de dinamismo y diversidad. Alto grado de hostilidad por la fuerte competencia a escala internacional. Creciente necesidad de agilidad, limitada por las exigencias de productividad.	Reducido dinamismo, elevada hostilidad y diversidad. Las exigencias de personalización del producto se han convertido en un elemento que exige mayores dosis de agilidad.	Grado medio-alto de dinamismo y notables niveles de hostilidad y diversidad. Clara necesidad de agilidad.	Niveles de dinamismo, hostilidad y diversidad muy altos. Clara necesidad de agilidad.

...

**Cuadro 1 (continuación)**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CASOS OBJETO DE ESTUDIO:**  
**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

	ALCOA	OPEL ESPAÑA	3M ESPAÑA	JOHN DEERE	AIRBUS ESPAÑA
<i>Estructura organizativa</i>	Funcional formalmente. En proceso de reestructuración para su flexibilización. Sustitución de "cadenas de mando" por "cadenas de ayuda". Presencia de ciertas estructuras matriciales.	Funcional formalmente.	Principalmente de mercado con el fin de mejorar los procesos. Orgánica.	Principalmente funcional aunque a nivel de fábrica existe una notable orientación al cliente a través de divisiones por producto. En proceso de reorganización para reducir el número de niveles jerárquicos.	Funcional formalmente pero integrada a través de sistemas de trabajo concurrente.
<i>Objetivos o prioridades de fabricación</i>	Principales objetivos: coste, calidad y EHS (medio ambiente, salud y seguridad). Creciente importancia de las entregas y el servicio.	Principales objetivos: calidad, coste y servicio. Necesidad de mejora de las entregas y la flexibilidad. Creciente importancia del medio ambiente.	La innovación es el principal objetivo corporativo. En fabricación, la calidad y el coste se consideran "criterios cualificados" mientras que las entregas y el servicio son "criterios ganadores de pedidos". La flexibilidad es cada vez más importante y el respeto medioambiental se considera una condición necesaria.	Principales objetivos: calidad, coste y entregas. La flexibilidad se está convirtiendo también en objetivo fundamental. Creciente preocupación por aspectos medioambientales.	Principales objetivos: calidad y entregas. Necesidad de contención y/o reducción de costes. Creciente importancia de la flexibilidad.
<i>Bases y principios del sistema de producción</i>	Mejora continua y eliminación del despilfarro. Sistema JIT de arrastre en base a un <i>kanban</i> de materiales congruente con el cambio de orientación (cambio de visión centrada en las operaciones a una visión centrada en el cliente). Autonomatización ( <i>Jidoka</i> ). Personas como piezas clave del sistema.	Estandarización de las actividades y los procesos. Gestión Total de la Calidad. Mejora continua. Importancia del factor humano en un sistema intensivo en capital. Sistemas de aprovisionamiento JIT.	Cambio de una línea de fabricación por varias líneas gemelas más pequeñas y flexibles. Distribución en planta sobre la base de las células de fabricación en forma de "U". Modelo de gestión integrada de las mejores prácticas de fabricación.	Fábrica multiproducto focalizada por producto. Enfoque en competencias distintivas. Cambio de una distribución funcional a un sistema basado en las células de fabricación y la distribución en planta orientada al cliente. Mejora continua. Sistema JIT con <i>kanban</i> de materiales. Reingeniería de procesos. Gestión de la Calidad Total (5S, sistemas a prueba de fallos, etc.).	Producción por proyecto. Enfoque en competencias distintivas. Integración física y virtual entre ingeniería, desarrollo y producción.

**Cuadro 2**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CASOS OBJETO DE ESTUDIO:**  
**PRÁCTICAS DE AGILIDAD Y RESULTADOS**

	ALCOA	OPEL ESPAÑA	3M ESPAÑA	JOHN DEERE	AIRBUS ESPAÑA
<i>Política de recursos humanos</i>	Necesidad de introducción del trabajo en equipo. Objetivos para la creación de equipos multifuncionales con capacidad de autogestión. Necesidad de mejora de la formación y la motivación. Relevo generacional del personal.	Trabajo en equipo como parte integral de la cultura de la empresa. Diseño taylorista de los puestos (ciclos cortos de operación, especialización y alta repetición). Formación para la polivalencia. Necesidad de distribución irregular del calendario laboral para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda. Descentralización de la toma de decisiones ( <i>empowerment</i> ) y reducción de número de categorías profesionales.	Las personas son la clave del sistema y la innovación. Amplio conjunto de políticas para incrementar la formación, la motivación y la participación de los empleados. Considerable descentralización en la toma de decisiones. Equipos de trabajo con capacidad de autogestión. Ampliación de la responsabilidad y la capacidad de decisión.	Adopción del trabajo en equipo. Incremento de la formación, motivación y poder de los trabajadores. Búsqueda de la polivalencia y flexibilidad laboral a través del "trabajador fijo discontinuo". Renovación de la plantilla.	Las personas son la clave del sistema y la innovación. Trabajo en equipo como parte integral de la cultura de la empresa. Considerable descentralización en la toma de decisiones. Equipos de trabajo con capacidad de autogestión. Ampliación de la responsabilidad y la capacidad de decisión.
<i>Tecnologías de diseño y fabricación</i>	Escasa aplicación debido a los condicionantes del sistema productivo y la naturaleza del producto.	Elevada aplicación: Diseño Asistido por Ordenador (CAD). Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE). Planificación de Procesos Asistida por Ordenador (CAPP). Gran intensidad de la Fabricación Asistida por Ordenador (CAM), el uso de robots y sistemas y células de fabricación flexible (FMS).	Uso extensivo de tecnologías de diseño avanzadas. Utilización relativamente baja de tecnologías de fabricación avanzadas (a excepción de las células de fabricación flexible). Intención de incorporar una mayor automatización.	Diseño e Ingeniería Asistida por Ordenador no conectado a fabricación. Uso crítico de las células de fabricación flexibles con máquinas-herramientas de control numérico por ordenador (CNC). Uso creciente de los sistemas de fabricación flexibles (FMS).	Aplicación crítica y determinante de las tecnologías de diseño avanzadas: Diseño Asistido por Ordenador (CAD), Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE), Planificación de Procesos Asistida por Ordenador (CAPP).
<i>Sistemas y tecnologías administrativas</i>	Importancia trascendental para la integración y la agilidad: MRP II, ERP, costes ABC, EDI, intranet, correo electrónico, etc.	Importancia de los sistemas de planificación (MRP II, ERP), y extendido uso de tecnologías para la comunicación (intranet, extranet, correo electrónico, EDI, etc.) tanto internamente como con proveedores.	Se está pasando de un sistema de gestión por procesos a un sistema de gestión por proyectos apoyado en la metodología <i>six-sigma</i> . Importancia de los sistemas de planificación (MRP II, ERP), y extendido uso de tecnologías para la comunicación (intranet, extranet, correo electrónico, EDI, etc.) tanto internamente como con proveedores y clientes.	Uso de las tecnologías administrativas para la integración y coordinación de procesos (EDI, WWW, correo electrónico, etc). Evolución de MRP II hacia ERP. Sistemas de costes basados en la gestión de actividades (ABC).	Importancia trascendental para la integración y la agilidad. Importancia de los sistemas de planificación (MRP II, ERP) y extendido uso de tecnologías para la comunicación (intranet, extranet, correo electrónico, EDI, etc.) tanto internamente como con proveedores y clientes (internos).

**Cuadro 2 (continuación)**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CASOS OBJETO DE ESTUDIO:**  
**PRÁCTICAS DE AGILIDAD Y RESULTADOS**

	ALCOA	OPEL ESPAÑA	3M ESPAÑA	JOHN DEERE	AIRBUS ESPAÑA
<i>Integración y coordinación de la cadena de valor</i>	Necesidad de mejora de la cooperación y la integración de los sistemas de gestión con proveedores. Nivel medio de integración con clientes mediante contactos directos personales y a través de TIC. Nivel medio de integración interna con posibilidades de mejora gracias a la gestión por procesos.	Elevada integración física y virtual de la cadena de valor. Proximidad física de proveedores clave motivada por el sistema JIT e incluso integración dentro de la propia fábrica para el trabajo directo en la cadena de montaje. Nivel alto de cooperación interdepartamental. Relaciones de cooperación e integración con los clientes (concesionarios).	Elevada integración de la cadena de valor mediante la gestión integrada de las operaciones de los participantes. Sistema informatizado de pedidos que integra las actividades de la fábrica con las de ciertos clientes.	Alto nivel de integración de la cadena de valor a través de las tecnologías de la información, especialmente con clientes. Necesidad de mejora de la integración interdepartamental.	Integración virtual de la cadena de valor gracias a las nuevas tecnologías de información y comunicación. Integración de proveedores y clientes (internos).
<i>Acuerdos de cooperación y alianzas estratégicas</i>	Escasa importancia a nivel de fábrica.	Creciente formación de alianzas temporales (incluso con competidores) para compartir recursos o información y para atender conjuntamente oportunidades de mercado concretas que no serían accesibles de forma individual.	Creciente importancia de la externalización ( <i>outsourcing</i> ) y el desarrollo de redes de colaboradores. Uso extensivo de alianzas temporales (incluso con competidores) para compartir recursos o información y para atender conjuntamente oportunidades de mercado concretas que no serían accesibles de forma individual.	Escaso desarrollo en el ámbito de fábrica limitado por la especialización productiva.	Alianzas estratégicas en diseño y fabricación. Subcontratación avanzada o cooperativa ( <i>comakership</i> ).
<i>Organización para el diseño y desarrollo de nuevos productos</i>	Centralizado a nivel corporativo y lejos de fábrica. Ingeniería simultánea o concurrente.	Organización virtual. Ingeniería simultánea o concurrente.	Ingeniería simultánea o concurrente. Importancia de la ubicación del laboratorio de I+D en la propia fábrica.	Efecto crítico de la ingeniería simultánea a través del EPDP ( <i>Enterprise Product Delivery Process</i> ).	Efecto crítico de la ingeniería simultánea a través del ACE ( <i>Airbus Concurrent Engineering</i> ). Organización virtual.
<i>Gestión del conocimiento y el aprendizaje</i>	Captación de conocimiento interno a través del <i>benchmarking</i> , la participación en convenciones y la suscripción a diversas publicaciones. Generación de conocimiento interno a través de normas organizativas que favorecen y apoyan la experimentación y explotación de ideas innovadoras.	Amplio reconocimiento de la necesidad de una correcta gestión del conocimiento aunque sin una estrategia explícita. Uso moderado de sistemas de gestión del conocimiento.	Amplio reconocimiento de la necesidad de una correcta gestión del conocimiento, con una estrategia explícita y mecanismos adecuados. Uso considerable de sistemas de gestión del conocimiento. Importancia de la gestión del conocimiento para las actividades innovadoras.	Ausencia de sistemas adecuados de gestión del conocimiento.	Amplio reconocimiento de la necesidad de una correcta gestión del conocimiento. Uso formal de sistemas de gestión del conocimiento apoyados en las nuevas tecnologías y estructuras organizativas adecuadas.

**Cuadro 2 (continuación)**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CASOS OBJETO DE ESTUDIO:**  
**PRÁCTICAS DE AGILIDAD Y RESULTADOS**

	ALCOA	OPEL ESPAÑA	3M ESPAÑA	JOHN DEERE	AIRBUS ESPAÑA
	Difusión del conocimiento a través de nuevas tecnologías, bases de datos de amplia accesibilidad y mecanismos formales que garantizan que las mejores prácticas sean ampliamente compartidas.				
<i>Resultados Principales fortalezas</i>	Entregas, servicio y EHS.	Calidad, innovación y servicio.	Calidad, innovación y medio ambiente.	Calidad, flexibilidad y entregas.	Calidad y entregas.

Pese a que en las cinco fábricas analizadas se obtienen productos y se utilizan procesos de producción diferentes, en todas ellas se están realizando importantes esfuerzos en la aplicación de las prácticas que en este trabajo se han considerado que conducen a la agilidad en fabricación. Por ejemplo, Alcoa presenta un tipo de producto y proceso de producción que pueden condicionar la aplicación de las prácticas de agilidad relacionadas con las tecnologías de fabricación; sin embargo, esta empresa ha realizado importantes esfuerzos en la implantación de prácticas relacionadas con los recursos humanos y con los sistemas de organización y gestión. De este modo, el modelo de fabricación ágil se considera viable para cualquier fábrica, independientemente de la posición que ésta ocupe en la matriz producto-proceso.

Se ha constatado que en los casos objeto de estudio se concede una gran importancia al área de producción (y en consecuencia de la fábrica) en el logro de una ventaja competitiva para la empresa. Asimismo, en las cinco fábricas se realiza un gran énfasis en la consecución simultánea de los diversos objetivos o prioridades competitivas de fabricación –coste, calidad, entregas, flexibilidad, servicio y, en algunos casos, protección medioambiental y seguridad y prevención de riesgos laborales–, no realizándose un especial énfasis en un solo objetivo en detrimento de los demás.

Cabe destacar que se ha observado que en las cinco fábricas se han implementado un gran número de principios, prácticas, herramientas o técnicas que tradicionalmente se han considerado características de la denominada producción ajustada, como es el caso de la filosofía de mejora continua, eliminación del despilfarro, la gestión de suministros justo a tiempo o el despliegue de la función de calidad.

En los cinco casos se observa, asimismo, una clara orientación hacia el cliente, adoptándose sistemas de producción que favorecen la personalización del producto. Esta creciente importancia de la personalización

ha propiciado la implantación de tecnologías de diseño y fabricación avanzadas con un gran potencial para captar y tratar las necesidades individuales de los clientes.

Las fábricas comparten esfuerzos en aligerar sus estructuras organizativas. Así, estas fábricas tienden a reducir niveles jerárquicos, enfatizando los procesos de formación y motivación del empleado, apostando por el trabajo en grupo con tendencia hacia la multifuncionalidad. Asimismo, las fábricas están dotadas de tecnologías y sistemas de información y comunicación que facilitan la comunicación y la rapidez en la toma de decisiones.

Por otro lado, se observa una tendencia general, en los cinco casos analizados, a centrarse en aquellas actividades que se consideran esenciales y capaces de proporcionar competencias distintivas al negocio, mientras que el resto de actividades consideradas no esenciales se externalizan o propician la formación de acuerdos de colaboración con otras empresas para su consecución.

## 5. CONCLUSIONES

Con este estudio se pretende realizar una primera aproximación a la realidad de la fabricación ágil en España. Con este objetivo, se ha llevado a cabo un análisis del concepto y se han identificado los principales elementos del modelo de fabricación ágil: motivadores, facilitadores y resultados. Posteriormente, se analiza en detalle el grado de adopción de este novedoso modelo de producción por parte de cinco plantas productivas instaladas en España pertenecientes a compañías multinacionales: Alcoa, Opel, 3M, John Deere y Airbus. A través de su estudio, se han identificado los factores más relevantes en el abandono de los sistemas de fabricación tradicionales y la adopción de prácticas de producción generadoras de agilidad. Todos los intentos orientados a mejorar la agilidad de las fábricas se han centrado en torno a cuatro áreas principales: estrategias, tecnologías, organización y recursos humanos. La correcta integración de todas ellas revela la esencia del modelo de fabricación ágil y se convierte en el reto más importante para la gerencia en este nuevo siglo.

Del estudio de casos se desprenden las siguientes conclusiones o supuestos de gran interés en relación con el paradigma de agilidad:

- Los cambios en el entorno de negocio fuerzan a las empresas analizadas a adoptar ciertas prácticas o herramientas vinculadas a la fabricación ágil para mantener su ventaja competitiva. Cada fábrica, independientemente del producto fabricado y el proceso productivo utilizado, ha respondido a los cambios siguiendo patrones similares en la implantación e integración de las prácticas que les ofrecen las capacidades necesarias para enfrentarse a los nuevos entornos de negocio de forma adecuada.

- La producción ajustada (*lean production*), o al menos muchos de sus principios (gestión de suministros justo a tiempo, mejora continua, despliegue de la función de calidad, eliminación del despilfarro, etc.) se

encuentran en la base de la fabricación ágil. Este resultado parece reforzar la idea expresada por diversos autores (Kidd, 1995; Booth, 1996; Jim-Hai *et al.*, 2003) que sostienen que la fabricación ágil se ha desarrollado como un sistema de producción evolutivo que sintetiza e incorpora planteamientos y herramientas previamente desarrolladas. Sin embargo, también presenta aspectos revolucionarios con la adición de nuevas prácticas de gestión, estructuras organizativas y tecnologías de diseño, fabricación y administración avanzadas que permiten incrementar la capacidad de respuesta de la empresa y, así, mejorar su agilidad.

- El tipo de producto y el proceso de producción pueden limitar ciertas alternativas estratégicas de la fabricación ágil, sobre todo aquellas relacionadas con las tecnologías de fabricación; sin embargo, este hecho no elimina las posibilidades de implantación de ese modelo de producción que, en dicho caso, enfatiza las políticas infraestructurales más relacionadas con el componente humano y los sistemas de organización y gestión. De este modo, el modelo de fabricación ágil se muestra viable para empresas que utilizan distintos procesos de producción.

- La búsqueda de agilidad lleva a la superación de las incompatibilidades o *trade-offs* entre los objetivos de fabricación o prioridades competitivas, así como al establecimiento de una clara visión estratégica de los fines perseguidos por la organización. De igual modo, motiva a las fábricas a centrarse en sus competencias distintivas o esenciales y, consecuentemente, enfatiza la externalización de las actividades no esenciales. En dicha dirección, la cooperación se revela como un factor con enormes posibilidades estratégicas.

- La necesidad de orientarse al cliente conduce a las fábricas que desean incrementar su nivel de agilidad a implantar sistemas de producción bajo pedido basados en el arrastre de las operaciones y a adoptar sistemas de gestión por procesos. En la implementación de estos sistemas, las iniciativas de reingeniería se observan como necesarias, estableciéndose como el nexo más importante entre la tecnología, la organización y la estrategia perseguida.

- La búsqueda de mayores niveles de agilidad demanda estructuras organizativas más planas y orgánicas en las que los directivos de línea media y los mandos intermedios adquieren un papel trascendental. A éstos debe acompañarles una fuerza de trabajo organizada por equipos, formada y altamente motivada.

- Las tecnologías de diseño y fabricación avanzadas pueden jugar un papel crucial en el logro de agilidad si se emplean con propósitos estratégicos y se acompañan del desarrollo de políticas de recursos humanos adecuadas. De igual modo, las tecnologías y sistemas de información y comunicación resultan cruciales en la integración de las operaciones a lo largo de la cadena de valor, siendo éste otro de los factores esenciales del modelo de fabricación ágil.

Finalmente, es preciso mencionar que la muestra de casos analizada no puede ser considerada representativa de las plantas productivas insta-



ladas en España, lo cual requiere precaución en la generalización de los resultados obtenidos. Sin embargo, dado el objetivo exploratorio perseguido, el estudio ha conducido a la obtención de conclusiones generales que permitirán en el futuro avanzar en la investigación sobre este tema en la medida en que de ellas se deriven hipótesis concretas a contrastar en una muestra amplia de empresas. Asimismo, este trabajo representa un ejemplo en el que se observa que la metodología del estudio de casos puede resultar adecuada para el análisis exploratorio de nuevos modelos de producción en dirección de operaciones.

Por otro lado, los resultados de esta investigación pueden resultar de utilidad para los directivos de las empresas españolas ya que pueden encontrar en este trabajo información acerca de los patrones de comportamiento que están siguiendo las empresas en la implantación del modelo de fabricación ágil, así como herramientas útiles para adaptarse con éxito en entornos dinámicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avella Camarero, L. y Vázquez Bustelo, D. (2005): "¿Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción?", *Universia Business Review*, nº 6, segundo trimestre, pp. 94-107.
- Barnes, D. (2001): "Research methods for the empirical investigation of the process of formation of operations strategy", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, nº 8, pp. 1076-1095.
- Booth, R. (1996): "Agile manufacturing", *Engineering Management Journal*, vol. 6, nº 2, pp. 105-112.
- Burgess, T. F. (1994): "Making the leap of agility: Defining and achieving agile manufacturing through business process redesign and business network redesign", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 14, nº 11, pp. 23-34.
- Cho, H.; Jung, M. y Kim, M. (1996): "Enabling technologies of agile manufacturing and its related activities in Korea", *Computers and Industrial Engineering*, vol. 30, nº 3, pp. 323-334.
- Coronado, A. E.; Sarhadi, M. y Millar, C. (2002): "Defining a framework for information systems requirements for agile manufacturing", *International Journal of Production Economics*, vol. 75, pp. 57-68.
- Dove, R. (2001): *Response Ability: The Language, Structure, and Culture of the Agile Enterprise*, Wiley & Sons, Nueva York.
- Ebert, R. (1991): "Statement on empirical/field-based methodologies in JOM", *Journal of Operations Management*, vol. 10, nº 1, pp. 177-179.
- Eisenhardt, K. M. (1989): "Building theories from case study research", *Academy of Management Review*, vol. 14, nº 4, pp. 532-550.
- Esmail, K. y Saggiu, J. (1996): "A changing paradigm", *Manufacturing Engineer*, diciembre, pp. 285-288.

- Fliedner, G. y Vokurka, R. J. (1997): "Agility: Competitive weapon of the 1990's and beyond?", *Production and Inventory Management Journal*, tercer trimestre, pp. 19-24.
- Goldman, S. L. y Nagel, R. N. (eds.) (1991): *21<sup>st</sup> Century Manufacturing Enterprise Strategy: An Industry-Led View*, Iacocca Institute, Lehigh University, Bethlehem, PA.
- Goldman, S. L. y Nagel, R. N. (1993): "Management, technology and agility: The emergence of a new era in manufacturing", *International Journal of Technology Management*, vol. 8, n° 1-2, pp. 18-38.
- Goldman, S. L.; Nagel, R. N. y Preiss, K. (1995): *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York.
- Goranson, H. T. (1999): *The Agile Virtual Enterprise. Cases, Metrics, Tools*. Quorum Books, Westport, CT.
- Gunasekaran, A. (1998): "Agile manufacturing: Enablers and an implementation framework", *International Journal of Production Research*, vol. 36, n° 5, pp. 1223-1247.
- Gunasekaran, A. (1999a): "Agile manufacturing: A framework for research and development", *International Journal of Production Economics*, vol. 62, n° 1-2, pp. 87-105.
- Gunasekaran, A. (1999b): "Design and implementation of agile manufacturing systems", Editorial, *International Journal of Production Economics*, vol. 62, n° 1-2, pp. 1-6.
- Gunasekaran, A. y Yusuf, Y. (2002): "Agile manufacturing: A taxonomy of strategic and technological imperatives", *International Journal of Production Research*, vol. 40, n° 6, pp. 1357-1385.
- Gunasekaran, A.; Mc Gaughey, R. y Wolstencroft, V. (2001): "Agile manufacturing: Concepts and framework", en Gunasekaran, A. (ed.), *Agile Manufacturing: The 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Elsevier, Oxford, pp. 25-49.
- Gunasekaran, A.; Tirtiroglu, E. y Wolstencroft, V. (2002): "An investigation into the application of agile manufacturing in an aerospace company", *Technovation*, vol. 22, pp. 405-415.
- Jain, N. K. y Jain, V. K. (2001): "Computer aided process planning for agile manufacturing environment", en Gunasekaran, A. (ed.), *Agile Manufacturing: The 21<sup>st</sup> Century Competitive Strategy*, Oxford, pp. 515-534.
- Jim-Hai, L.; Anderson, A. R. y Harrison, R. T. (2003): "The evolution of agile manufacturing", *Business Process Management Journal*, vol. 9, n° 2, pp. 170-189.
- Kidd, P. T. (1995): *Agile Manufacturing, Forging New Frontiers*, Addison Wesley, London.

- McCutcheon, D. M. y Meredith, J. R. (1993): "Conducting case research in Operations Management", *Journal of Operations Management*, vol. 11, pp. 239-256.
- Meade L. M. y Rogers. K. J. (1997): "A method for analyzing agility alternatives for business processes", *Proceedings of the Sixth Industrial Engineering Research Conference, Miami Beach, FL.*, pp. 960-965.
- Meade, L. M. y Sarkis, J. (1999): "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: An analytical network approach", *International Journal of Production Research*, vol. 37, n° 2, pp. 241-261.
- Meredith, J.; Raturi, A.; Kaplan, B. y Amoako-Gyampah, K. (1989): "Alternative research paradigms for operations", *Journal of Operations Management*, vol. 8, n° 4, pp. 297-326.
- Meredith, J. y Samson, D. (2001): "Call for papers: Special issue of Journal of Operations Management on case study and field research", *Journal of Operations Management*, vol. 19, n° 1, pp. 117-118.
- Montgomery, J. C. y Levine, L. O. (1996): *The Transition to Agile Manufacturing: Staying Flexible for Competitive Advantage*, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.
- Ren, J.; Yusuf, Y. Y. y Burns, N. D. (2003): "The effects of agile attributes on competitive priorities: A neural network approach", *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 14, n° 6, pp. 489-497.
- Roth, A. V. (1996): "Neo-operations strategy. Linking capabilities-based competition to technology", en Gaynor, G. H. (ed.), *Handbook of Technology Management*, McGraw-Hill, Nueva York, pp. 38.1-38.44.
- Samson, D. y Terziovski, M. (1999): "The relationship between total quality management practices and operational performance", *Journal of Operations Management*, vol. 17, n° 4, pp. 393-410.
- Sánchez, L. M. y Nagi, R. (2001): "A review of agile manufacturing systems", *International Journal of Production Research*, vol. 39, n° 16, pp. 3561-3600.
- Sharifi, H. y Zhang, Z. (1999): "A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction", *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 7-22.
- Sharifi, H. y Zhang, Z. (2001): "Agile manufacturing in practice: Application of a methodology", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, n° 5-6, pp. 722-794.
- Sharp, J. M.; Irani, Z. y Desai, S. (1999): "Working towards agile manufacturing in the UK industry", *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 155-169.
- Sheridan, J. H. (1993): "Agile manufacturing: Stepping beyond lean production", *Industry Week*, vol. 242, n° 8, pp. 30-46.

- Stuart, I.; McCutcheon, D.; Handfield, R.; McLachlin, R. y Samson, D. (2002): "Effective case research in Operations Management: A process perspective", *Journal of Operations Management*, vol. 20, pp. 419-433.
- Voss, C.; Tsiriktsis, N. y Frohlich, M. (2002): "Case research in Operations Management", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, n° 2, pp. 195-219.
- Yin, R. K. (1989): *Case Study Research: Design and Methods*, Sage, Londres.
- Yusuf, Y. Y. y Adeleye E. O. (2002): "A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in UK", *International Journal of Production Research*, vol. 40, n° 17, pp. 4545-4562.
- Yusuf, Y. Y.; Sahardi, M. y Gunasekaran, A. (1999): "Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes", *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 33-43.
- Yusuf, Y. Y.; Al-Dabass, D.; Gunasekaran, A. y Ren, J. (2001): "A mathematical modelling framework for agile manufacturing systems", Conference Proceedings of the UK Simulation Society, marzo, Cambridge, pp. 216-222.

#### ABSTRACT

There have been extensive changes in the business environment in recent years –economic globalisation, increased competitiveness, market fragmentation, changing consumer requirements with increasing demand for customised products, intensive use of new information technologies and automation, shorter product life cycles, changes in social values and pressures, more dynamic innovation cycles, etc. These factors are leading companies to adopt a new production model called *agile manufacturing*, which breaks with the traditional mass production paradigm. Agile manufacturing is a production model that brings together technology, human resources and organisation factors by means of an information and communication infrastructure that gives companies flexibility, speed, quality, service and efficiency, allowing them to respond swiftly, in a proactive, effective and coordinated way, to unforeseen changes in their business environment. This paper aims to describe the situation of agile manufacturing in Spain using case studies that identify initiatives taken in five manufacturing plants in the implementation of policies and systems relating to agile manufacturing. The cases show similar trends amongst the production plants in the development of an agility model, in spite of differences regarding their respective activities, products and production processes. The conclusions of the study offer possible lines for future research on the implementation of agile manufacturing in Spain.

*Key words:* agile manufacturing, new production paradigm, production strategies, case study.

