

## Estudio de la relación entre Lean manufacturing y gestión medioambiental (Lean and green) en la industria Catalana

Itziar Lujan Blanco<sup>1</sup>, Carla Vintó Sánchez<sup>1</sup>, Jordi Fortuny Santos<sup>1</sup>, Albert Suñe Torrents<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Organización de Empresas Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa. Universidad Politécnica de Manresa. Av. Bases de Manresa, 61-73 08242 Manresa-Barcelona  
[itziar@epsem.upc.edu](mailto:itziar@epsem.upc.edu), [carla@epsem.upc.edu](mailto:carla@epsem.upc.edu), [jordi.fortuny@upc.edu](mailto:jordi.fortuny@upc.edu)

<sup>2</sup> Departamento de Organización de Empresas Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa. C/Colom, 11 08222 Terrassa-Barcelona  
[albert.sune@upc.edu](mailto:albert.sune@upc.edu)

**Palabras clave:** Lean manufacturing, Gestión medioambiental, responsabilidad medioambiental, green manufacturing.

### 1. Introducción

Durante las últimas décadas se han experimentado profundos cambios en el entorno competitivo, que han obligado a las empresas a apostar por estrategias que les permitan diferenciarse de sus competidores y ganar la confianza de los consumidores. Uno de los aspectos que se ha situado en el punto de mira es la responsabilidad medioambiental de las empresas (*Del Brio et al., 2001*). Las exigencias de las administraciones y de la sociedad en general entorno a estos temas han ido en aumento y como consecuencia de ello, empresas de todos los sectores económicos se han visto sometidas a una creciente presión regulatoria (*Suarez et al., 1995*).

En Cataluña, las empresas están obligadas a cumplir con unas regulaciones medioambientales, en ocasiones más exigentes que en otras Comunidades Autónomas, que rigen las emisiones de aire y agua, y la manipulación y eliminación de residuos, entre otros. Ejemplos de estas regulaciones son la Ley de Intervención Integral de la Administración Ambiental (IIAA) y la declaración anual de residuos. El cumplimiento de todas estas regulaciones implica una inversión para adaptarse al nuevo marco legislativo en aquellas empresas que queden fuera de los límites establecidos, así como la instauración de acciones que permitan asegurar el cumplimiento de la legislación medioambiental aplicable.

Tradicionalmente, el sector industrial ha considerado que existía un conflicto de intereses entre las mejoras medioambientales y el desarrollo económico de la compañía. Esta creencia ha sido avalada por numerosos estudios (*Bragdon y Marlin, 1972; Gray y Shadbegian, 1993*).

Sin embargo, otras investigaciones han analizado la existencia de una relación positiva entre el desarrollo medioambiental y la consecución de objetivos de coste y calidad (*Porter y Linde,*

1995). Así es que, se ha empezado a tomar más concienciación medioambiental y se ha adoptado la premisa que el crecimiento económico y las actividades respetuosas con el entorno son dos términos compatibles (*Bruntland, 1987*).

Con este nuevo enfoque, se han incorporado objetivos medioambientales a la estrategia general de la empresa y se han replanteado los modelos de gestión y de producción. Distintas empresas han desarrollado enfoques específicos para gestionar los aspectos medioambientales (*Angell y Klassen 1999*). Por ejemplo, la firma BMW ha abierto una planta para el desensamblaje de automóviles con la finalidad de poder reciclar y reutilizar componentes, y la industria química DuPont ha trabajado intensamente para sustituir los clorofluorocarburos (CFC) puesto que son altamente perjudiciales para el ozono.

Los sistemas productivos han evolucionado y se ha pasado de los modelos tayloristas de la industria de principios del siglo XX, que se esforzaban por aumentar la productividad sin prestar atención a los efectos negativos ocasionados sobre el entorno, a sistemas de producción compatibles con la sostenibilidad medioambiental. Uno de estos sistemas es el lean manufacturing, que busca minimizar los desperdicios de recursos (*Florida, 1996; EPA, 2007*).

La relación entre la producción lean y la gestión medioambiental ha sido estudiada por diferentes autores (*Miller et al., 2010*). *Sawhney et al. (2007)* señalan que la eliminación sistemática de residuos, pilar fundamental de la filosofía lean, encaja perfectamente con la estrategia general de protección del entorno, y por tanto puede considerarse el *lean manufacturing* como un sistema productivo sostenible. La producción sostenible es definida por *Allwood (2009)* como un método de transformación de materiales sin emisiones de gases efecto invernadero, utilización de materiales no renovables o tóxicos, o generación de desperdicio.

La producción lean (*Womack et al, 1990*) se emplea en muchas empresas como una herramienta para mejorar su productividad en cuanto a coste y cumplimiento de estándares de calidad y entregas. Este sistema productivo tiene como objetivo contribuir a un mayor entendimiento en cuanto a la relación entre las operaciones medioambientales y los procesos de gestión mediante la participación del trabajador (*Rothenberg, 1999*).

De hecho, las habilidades y competencias necesarias para tener éxito en áreas de producción son las mismas que en el área de gestión medioambiental. En particular, la participación del trabajador es un aspecto importante a tener en cuenta para una gestión medioambiental adecuada. Además es particularmente atractiva como medio para alcanzar los objetivos medioambientales, ya que admite los conceptos de inclusión, conexión e igualdad, todos ellos componentes importantes para un desarrollo sostenible (*Gladwin et al., 1995*).

Ante este contexto se plantea una investigación centrada en las prácticas Lean & Green del sector industrial Catalán. En este trabajo se presentan los resultados de un pre-test conducido con una muestra reducida de empresas, que servirá como base para probar la viabilidad de la investigación y para presentar unos resultados preliminares.

## **2. Metodología**

La investigación se inició con el diseño de una encuesta que constituye la base fundamental para la recogida de la información primaria. Para el diseño de la encuesta se ha seguido el

modelo propuesto por *Manrodt et al. (2005)*, y la versión final de la misma incluye 32 preguntas que hacen referencia al análisis de operaciones en el entorno Lean, al cambio cultural y a la gestión medioambiental. Algunas de las preguntas incluyen escalas Likert 1-4 y otras son preguntas abiertas. La encuesta fue aplicada mediante entrevistas personales semi-estructuradas.

La muestra objeto de estudio está formada por 30 empresas Industriales de Cataluña y se ha seleccionado mediante muestreo aleatorio estratificado, con el objeto de considerar diferentes empresas con situaciones diversas y de este modo asegurar una representatividad de los resultados. Previo a las entrevistas se estableció contacto telefónico con las empresas para acordar una fecha con los responsables de las mismas. Las personas entrevistadas son conocedoras de todos los procesos de la empresas, y principalmente son propietarios, gerentes o encargados de producción.

Para el desarrollo de las entrevistas se estableció un protocolo y se fijó un tiempo promedio de 30 minutos, el cual fue comunicado a los participantes. Las encuestas fueron realizadas por un único entrevistador evitando de esta forma diferencias entre entrevistadores. Todas las entrevistas realizadas fueron válidas, por lo que la muestra final para el estudio resultó ser de 30 empresas.

Para el análisis estadístico de los datos se ha utilizado el programa Minitab v.15.

### **3. Hipótesis de trabajo**

La investigación conducida pretende dar respuesta a 4 hipótesis de trabajo:

*Hipótesis 1:* Las empresas del sector industrial Catalán desconocen la filosofía Lean y las técnicas y prácticas que ésta recomienda. Aún así algunas características inherentes al proceso y al tipo de producto apoyan algunos de los principios Lean.

*Hipótesis 2:* El concepto de valor es aplicado por las empresas del sector industrial Catalán en el desarrollo de sus procesos, aunque desconocen el término.

*Hipótesis 3:* La adopción de procesos estándares, prácticas medioambientales y la trazabilidad ayuda a reducir la complejidad en la variación de productos y procesos.

*Hipótesis 4:* Para las empresas industriales catalanas las personas son un factor importante y por tanto se las involucra en la mejora de los procesos.

### **4. Análisis de resultados y contraste de hipótesis**

El análisis de datos del estudio de campo ha permitido dar respuesta a las 4 hipótesis de trabajo inicialmente planteadas. A continuación, se procede a presentar los resultados más relevantes y al contraste de hipótesis.

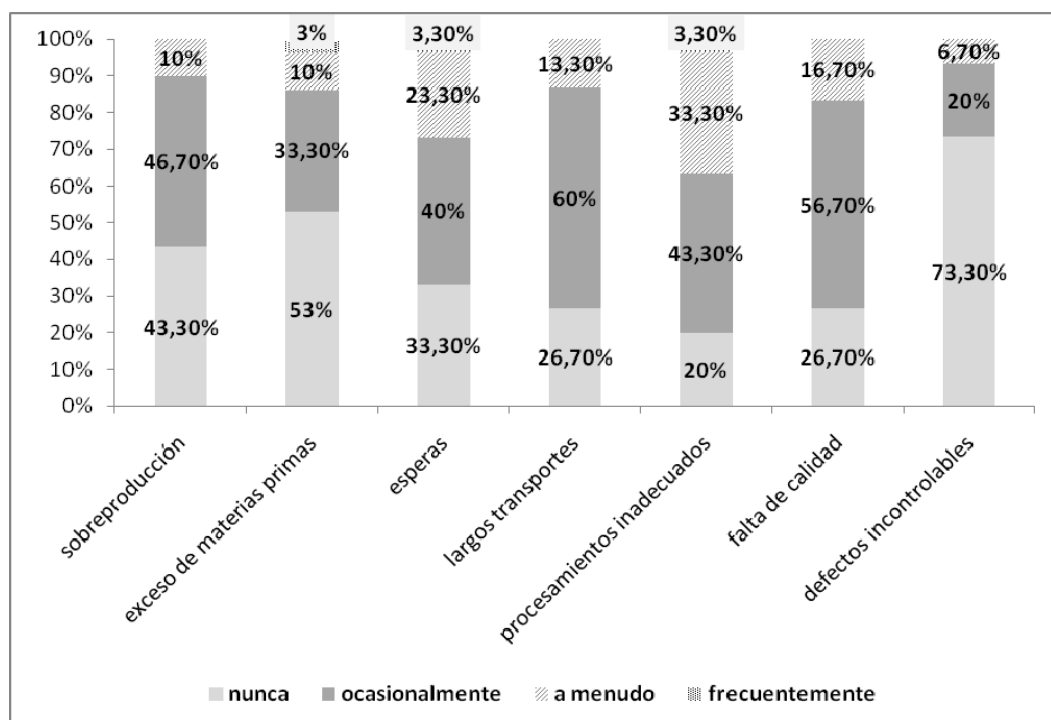
*Hipótesis 1: Las empresas del sector industrial Catalán desconocen la filosofía Lean y las técnicas y prácticas que esta recomienda. Aún así, algunas características inherentes al proceso y al tipo de producto apoyan algunos de los principios Lean.*

Mediante el estudio se pudo observar un desconocimiento general en torno a la filosofía Lean, sus técnicas y herramientas entre el sector industrial Catalán. Solo entre las grandes empresas se detectó un conocimiento de algunas técnicas y prácticas. No obstante, en general, las empresas eran conscientes que ciertas tareas o actividades de su gestión sólo adicionaban coste al producto y que por tanto era necesario minimizarlas.

La filosofía Lean propone a las empresas trabajar para eliminar derroches (operaciones que no aporten valor al producto), dado que esto puede representar una disminución del coste total. Porter (1985) define el valor como la cantidad que el cliente está dispuesto a pagar por un producto, por tanto el derroche se puede explicar como todo lo que adiciona coste al producto y por el que el cliente no está dispuesto a pagar.

Los siete derroches que identifica el *lean manufacturing* son la sobreproducción, los defectos incontrolables, los inventarios innecesarios (exceso de existencias de materia prima), el procesamiento inadecuado, el transporte innecesario (largos transportes), el tiempo de espera (esperas en cola) y la falta de calidad en el producto. Algunos de los derroches se han descrito mediante otra denominación (indicada entre paréntesis) para facilitar el entendimiento de los encuestados.

En el estudio de campo se preguntó a los encuestados, utilizando una escala de frecuencia, si su empresa se encontraba en situaciones de desperdicios o actividades que no adicionaban valor al producto. Se analizaron los 7 tipos de despilfarros (Figura 1):



**Figura 1.** Los 7 tipos de despilfarro (Ohno 1988) en las empresas de la muestra.

- 1) Sobreproducción: aparece ocasionalmente en el 46,7% de los casos y a menudo en el 10%. El 43,3% de las empresas declaró que no se daba esta situación. La opción frecuentemente no se señaló.
- 2) Exceso de existencias de materia prima: aparece ocasionalmente en el 33,3% de las empresas y a menudo en el 10%. El 53% de los encuestados afirmaron que nunca

llegaban a esta situación. La opción frecuentemente se señaló en un porcentaje muy bajo, un 3,3%.

- 3) Esperas (producto en cola): aparece ocasionalmente en el 40% de los casos y a menudo en el 23,3%. El 33,3% señaló que nunca se encontraba en esta situación y el 3,3% señaló la opción frecuentemente.
- 4) Largos transportes: el 26,7% de las empresas encuestadas nunca llegaron a esta situación, el 60% lo hizo ocasionalmente y el 13,3% a menudo. La opción frecuentemente no se señaló.
- 5) Procesamientos inadecuados: aparece ocasionalmente en el 43,3% de los casos, a menudo en el 33,3% y nunca en el 20%. La opción frecuentemente se señaló en un 3,3%.
- 6) Falta de calidad en el producto: el 26,7% de las empresas nunca llegaron a esta situación, el 56,7% lo hizo ocasionalmente y el 16,7% a menudo. La opción frecuentemente no se señaló en ningún caso.
- 7) Defectos incontrolables: aparece ocasionalmente en el 20% de los casos, a menudo en el 6,7%, y nunca en el 73,3%. La opción frecuentemente no se señaló.

Del mismo modo que se puede hablar de despilfarros en producción, en el caso de flujo de información pueden existir situaciones que se podrían catalogar como desperdicios. Un ejemplo puede ser la infrautilización de recursos que faciliten su rápida y fiable transferencia. En el estudio de campo, también se preguntó a las empresas acerca de los recursos que utilizaban para comunicarse formalmente con clientes y proveedores. Los medios clásicos como el teléfono continúan utilizándose (33,3%) pero en los últimos años el correo electrónico se ha ido imponiendo (43,3%). Además, parece que cada vez más, se utilizan recursos como la transferencia electrónica de datos (EDI) con la finalidad de agilizar los procesos de transferencia de información. La información física solamente se utiliza en el 23,3% de las empresas de la muestra.

En lo que al cálculo y seguimiento de indicadores se refiere, el 83,3% de las empresas utiliza los indicadores clásicos de productividad. Mientras que la mejora continua es llevada a cabo por el 66,7% de las empresas, principalmente mediante procedimientos de equipos de mejora.

***Hipótesis 2: El concepto de valor es aplicado por las empresas del sector industrial Catalán en el desarrollo de sus procesos, aunque desconocen el término.***

El concepto teórico sobre el valor, en general, no está claro entre las empresas del sector industrial, pero es evidente que evitan incidir en aspectos considerados como desperdicios. Un elevado porcentaje no lo conocen por su nombre pero consideran que lo aplican. Mediante los comentarios abiertos se detectó que evitaban las operaciones o procesos que no agregaran valor al producto.

De hecho, los resultados obtenidos en el análisis de los 7 tipos de desperdicios indican que el porcentaje de empresas en las que aparecen frecuentemente es muy bajo o nulo en la mayoría de casos.

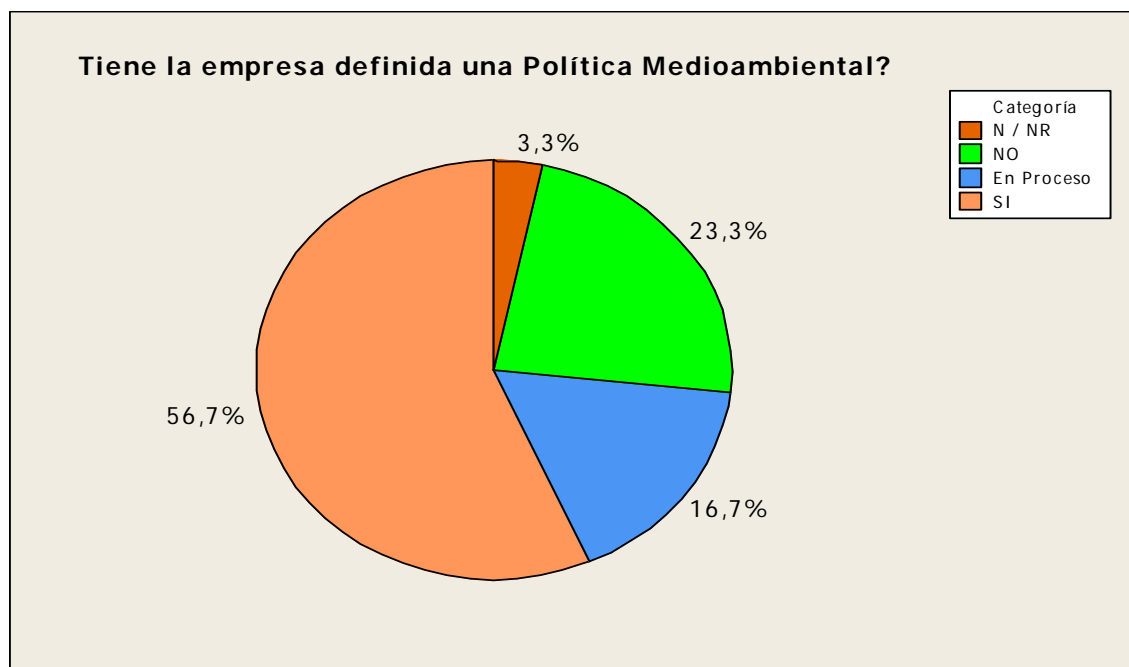
Los encargados de analizar los procesos son conscientes de que algunas actividades concretas como el transporte de materiales o productos o la sobreproducción pueden llegar a significar costes que el cliente no está dispuesto a pagar. Algunos de los comentarios más relevantes en torno al concepto de valor fueron que lo aplicaban porque era la manera de trabajar para evitar sobrecostes.

**Hipótesis 3: La adopción de procesos estándares, medio ambiente y la trazabilidad ayuda a reducir la complejidad en la variación de productos y procesos.**

Se tienen evidencias objetivas para afirmar esta hipótesis, dado que las normativas en trazabilidad y medio ambiente ayudan a reducir la complejidad en la variación de productos y procesos. El 90% de las empresas gestiona el tema del medioambiente y casi el 100% el tema de la trazabilidad.

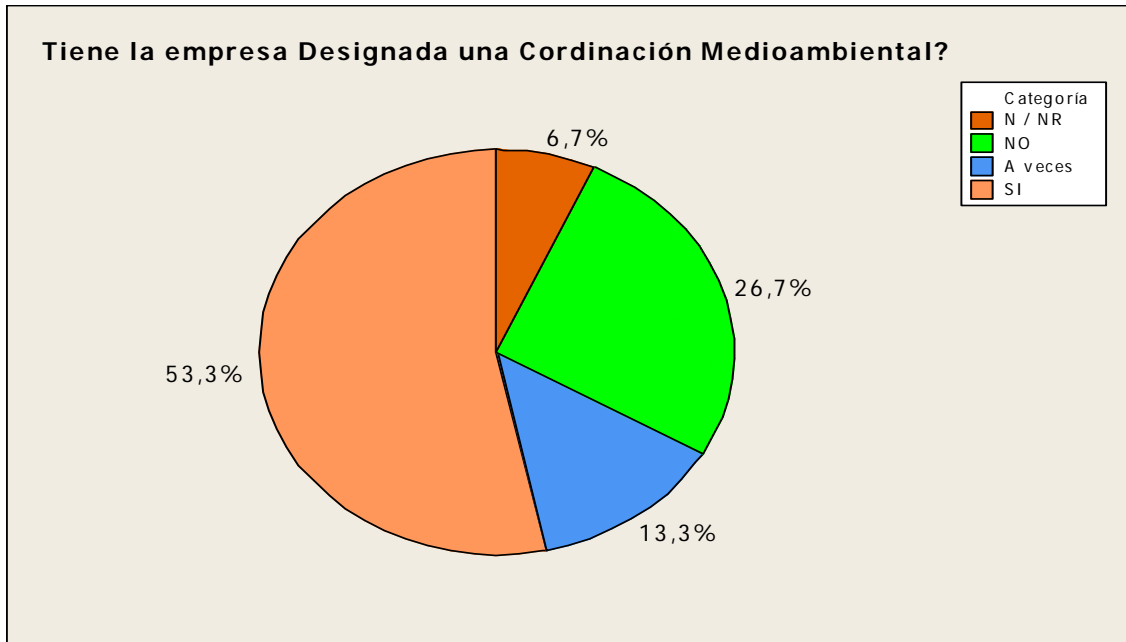
Una gestión medioambiental adecuada es imprescindible dentro la producción lean. Preguntamos a las empresas si tenían una política medioambiental escrita (Figura 2) y si habían designado un coordinador medioambiental (Figura 3).

Aproximadamente la mitad de las empresas encuestadas (56,7%) disponen de un política medioambiental escrita y el 16,7% declaró estar en proceso de implantación.



**Figura 2.** Política medioambiental en las empresas de la muestra

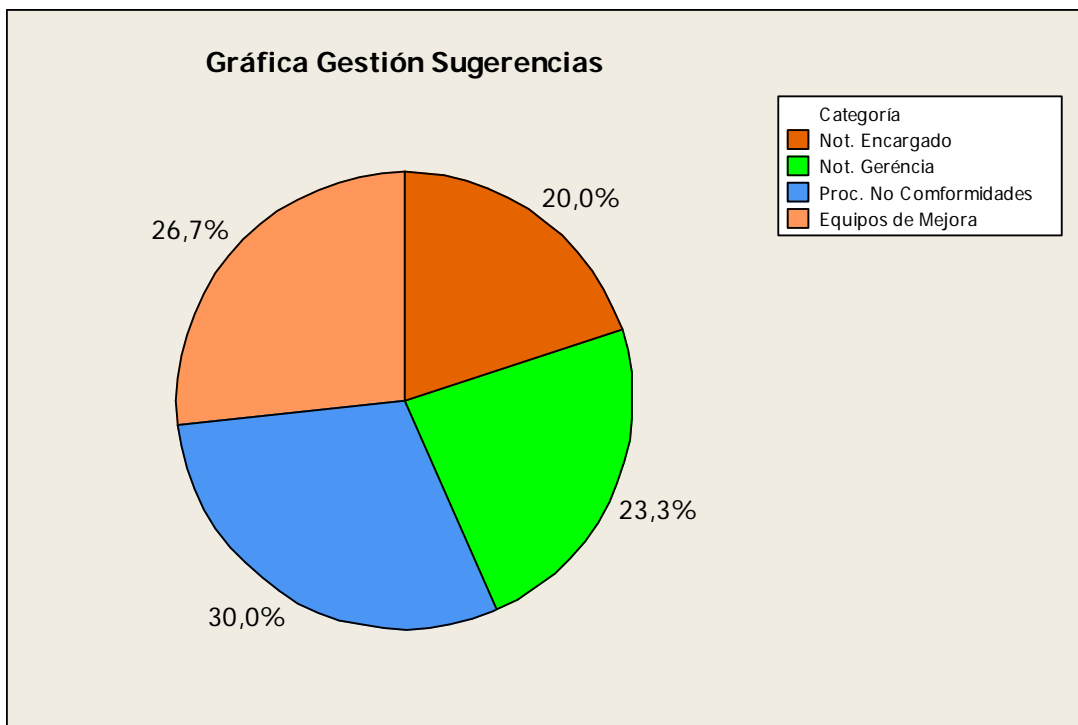
Por otro lado, el 53% de las empresas de la muestra han nombrado un coordinador medioambiental, y en un 40% de los casos, este coordinador medioambiental también tiene designadas responsabilidades en temas de seguridad y salud laboral.



**Figura 3.** Coordinador medioambiental en las empresas de la muestra

**Hipótesis 4:** *Para las empresas industriales catalanas las personas son un factor importante y por tanto se las involucra en la mejora de los procesos.*

Existen evidencias para refutar esta hipótesis. Las empresas encuestadas expusieron que entre los principales factores que dificultaban la integración del personal en la mejora de procesos está su nivel de formación.



**Figura 4.** Gestión de sugerencias

En general todas las empresas expusieron su preocupación por problemas de ausencia laboral y bajo perfil. Un 53,3% de las empresas reconocen que los trabajadores participan en procesos de mejora.

Las empresas encuestadas gestionan las sugerencias de los trabajadores mediante notificación a el encargado (20%), notificación a director (23,3%), grupos de mejora (26,7%) y procedimientos de no conformidades (30%). En la figura 4 se representan los resultados.

## **5. Principales limitaciones del estudio**

El estudio de campo se limitó a una muestra reducida de empresas con la finalidad de hacer un pre-test que proporcionara unos resultados preliminares. La continuación de la investigación iniciada, con una muestra mayor de empresas, que sea estadísticamente significativa, permitirá resolver estas limitaciones y extraer unas conclusiones representativas del sector industrial de Cataluña entorno a las prácticas Lean & Green.

## **6. Conclusiones**

Con el objetivo de una eliminación continua de cualquier proceso, actividad y material que no añada un valor significativo al desarrollo del proceso, las iniciativas de la producción lean han ayudado a un sinnúmero de industrias a ser más eficientes y las ha conducido a un incremento de la producción y a una disminución de los costes (*Womak, Jones y Ross, 1990*). La investigación conducida ha permitido dar respuesta a las 4 hipótesis de trabajo indicadas.

En el análisis de los despilfarros en producción e intercambio de información, en variables como la sobreproducción, exceso de materias primas, defectos incontrolables y falta de calidad en el producto, falta un compromiso más claro de las empresas, traducido en acciones concretas y de cara a eliminar o minimizar el despilfarro. Para el flujo de información, se utilizan principalmente medios clásicos como el teléfono, aunque en los últimos años el correo electrónico se va imponiendo.

En cuanto al cálculo y seguimiento de indicadores, el 83,3% utiliza los indicadores clásicos de productividad. La mejora continua es llevada a cabo por el 66,7% de las empresas, sobre todo mediante los procedimientos de equipos de mejora.

El *lean manufacturing* contribuye directamente a la sostenibilidad y mejora medioambiental mediante el ahorro de materias primas y energía y la minimización de residuos y contaminantes. Además, los requisitos de la gestión lean pueden facilitar la introducción de nuevas prácticas de gestión medioambiental, sostenibilidad y responsabilidad social de la empresa.

## **Referencias**

Allwood, J. (2005). *Sustainable Manufacturing Seminar Series*. Retrieved December 26, 2009, from <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/sustainability/seminar/documents/050216lo.pdf>.

Angell, L., y R. Klassen. «Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management.» *Journal of Operations Management* 17 (1999): 575–598.



- Bragdon, J. and J. Marlin (1972). *Is pollution profitable? Risk Management*: 9-18.
- Brundland, G. *Our common future: The World Commission On Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press, (1987).
- Del Brio, J.A., E. Fernández, y B. Junquera. «Impulso medioambiental en las industrias españolas. El papel de las Administraciones Públicas.» *Economía Industrial*, nº 339 (2001): 153-166.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2007). *The lean and environmental toolkit*. On line: <http://www.epa.gov/lean> (acceso 23 de noviembre de 2010).
- Florida, Richard (1996). Lean and green: The move to environmentally conscious manufacturing. *California manufacturing review*, 39 (1), 81-105.
- Gray, W.B. and R.J. Shadbegian (1993). *Environmental regulation and manufacturing productivity at the plant level*. Working Paper. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Gladwin, T.N., J.J. Kennelly, et al (1995). Shifting paradigms for sustainable development: Implications for management theory and research. *Academy of Management Review* 20(4): 874-907.
- Manrodt, K, Vitasek, K y Abott, J. (2005). *Understanding the Lean Supply Chain: Beginning the journey. Report on Lean practices in the supply chain*. Apics, Georgia, Southern University, Oracle y Supply Chain Visions. Georgia.
- Miller, G.; Pawloski, J.; Standridge, Ch. (2010). A case study of lean, sustainable manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(1): 11-32.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press. Portland, Oregon.
- Porter, M.E. and C.v.d.Linde (1995). *Toward a new conception of environment competitiveness relationship*. *Journal of Economic Perspectives* 9(4): 97-118.
- Rothenberg, Sandra (1999). *Is lean green? The relationship between manufacturing processes and Environmental Performance within different regulatory contexts*. Massachusetts Institute of technology. Doctoral Thesis
- Sawhney, R., Teparakul, P., Aruna, B., & Li, X. (2007). *En-lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain*. Society for Modeling and Simulation International.
- Suarez, F; Cusumano, M. y Fine, C. (1995), "An empirical study of flexibility in manufacturing", *Sloan Management Review*, Vol .37, nº1, pp. 25-32.
- Womack, James P.; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel (1990). *The machine that changed the world. The story of lean production*. Rawson associates. New York.