

## **Diagnóstico del nivel de implantación de herramientas de Ingeniería de Organización para la gestión de Centros Especiales de Empleo españoles**

**Cristóbal Miralles<sup>1</sup>, Juan A. Marin-García<sup>1</sup>, Julio J. García-Sabater<sup>1</sup>,  
Lourdes Canos<sup>1</sup>, Gabriel Ferrus-Clari**

<sup>1</sup> ROGLE. Departamento Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.  
Camí de Vera s/n. 46022 Valencia.  
cmiralles@omp.upv.es, jamarin@omp.upv.es, jagarsa@omp.upv.es, loucada@omp.upv.es,  
gabfercl@doctor.upv.es

**Palabras clave:** Integración laboral de personas con discapacidades, Herramientas de Ingeniería de Organización Industrial, Lean Manufacturing

### **Resumen**

Este estudio pretende analizar la aplicabilidad y el nivel de implantación actual de las herramientas de Ingeniería de Organización que se han mostrado más eficaces en los Centros Especiales de Empleo para personas con discapacidades, destacando cómo muchas de ellas tienen un doble impacto tanto en la accesibilidad al trabajo como en la mejora de la eficiencia productiva.

A partir de un cuestionario completado por 128 Centros Especiales de Empleo de diferentes Comunidades Autónomas españolas se extraen las correlaciones más significativas, con las que se establecen conclusiones sobre el tipo de herramienta que es más aplicado en según qué tipo de empresa.

### **1. Introducción**

Las personas con discapacidad son un problema social de importancia creciente en la sociedad española, y en especial su participación efectiva en el mercado laboral. En los últimos años se han ido articulando diversas estrategias con el fin de facilitar la inserción laboral de este sector de la población. En este artículo se analizan los Centros Especiales de Empleo (en adelante CEE), por tratarse de la fórmula que ha conseguido paliar de manera más significativa las altas cifras de desempleo de este segmento de la población.

Un CEE es una empresa con un mínimo del 70% de empleados con discapacidad y que participa regularmente en las operaciones del mercado realizando un trabajo productivo, en igualdad de condiciones con la empresa ordinaria, aunque si bien su finalidad es la de asegurar un empleo remunerado y la prestación de servicios de ajuste personal y social que requieran sus trabajadores con minusvalía; teniendo para ello una serie de ayudas institucionales.

Si el crecimiento del número de personas que han logrado un empleo gracias a los CEE ha sido notable (desde el año 1998 se ha doblado el número de trabajadores con discapacidad que disponen de un empleo a través de esta fórmula), no menos destacable es la evolución que han experimentado recientemente los propios centros, ya que según datos del Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, en el año 1995 apenas existían en España 137 Centros

Especiales de Empleo, y sólo ocho Comunidades Autónomas contaban con este tipo de centros; mientras que en la actualidad existen en España más de 1700 CEE distribuidos por diferentes puntos de la geografía española.

Por otro lado cabe resaltar que el contexto mercantil actual está caracterizado por la globalización, los avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la importancia de las relaciones con los clientes y proveedores en un contexto de alta competitividad. Esta situación hace necesario por tanto desarrollar e instituir las Mejores Prácticas en los CEE para trabajar con empleados, equipos y materiales; puesto que el logro del objetivo de eficiencia productiva permitirá alcanzar un objetivo social complementario, como es la máxima integración laboral de las personas con discapacidades.

### **1.1. Antecedentes**

Durante la última década se ha dado un incipiente interés por diferentes autores de nuestra área sobre cuáles deben ser las formas de gestión más adecuadas para este tipo de centros (Chia-Fen Chi (1999); Colella (2001); Katayama (2001); Mariscal et al (2006)); todo ello para alcanzar el doble objetivo de mejorar tanto la productividad como la accesibilidad al trabajo.

Por otro lado, son numerosos los estudios en la literatura científica que intentan medir el nivel de implantación de las herramientas de Producción Ajustada o *Lean Manufacturing*, así como el impacto de su aplicación. En esa línea de trabajo, por ejemplo White et al. (1999) analizan las diferencias de implantación entre dos grupos de empresas estadounidenses, estando el primero de ellos formado por 174 compañías manufactureras de tamaño pequeño (menos de 250 empleados) y el segundo por 250 grandes empresas (con más de 1000 empleados). Mientras que Portioli and Tantardini (2007) se centran en analizar el impacto sobre los objetivos estratégicos de la empresa en función de si se tienen o no implantadas las citadas herramientas. Asimismo, se pueden encontrar estudios realizados a nivel español que permiten tener un orden de magnitud con el que poder valorar los resultados obtenidos en esta investigación. En este sentido, Bonavia y Marin-Garcia (2006) analizan el nivel de implantación de las herramientas de Producción Ajustada más representativas en el sector cerámico. Mientras que, Marin-Garcia et al. (2001) analizan el nivel de uso en la industria auxiliar del automóvil, siendo éste el sector industrial en el que las prácticas de producción ajustada se encuentran más extendidas (Shah and Ward (2007)).

### **1.2. Objetivos de la investigación**

Algunos autores del presente trabajo de investigación han venido colaborando en la última década con CEE valencianos, y fruto de ello se han alcanzado ciertos resultados notables (Miralles et al. (2003, 2005, 2007 and 2008), Canos y Miralles (2007), Costa y Miralles (2009)). No obstante, hasta ahora únicamente se contaba con la intuición de qué herramientas podían ser más eficientes de cara a alcanzar el doble objetivo que tienen como meta estos centros.

Así pues, esta investigación se ha desarrollado con un doble objetivo, el primero es el de realizar un primer análisis riguroso del nivel de implantación actual de las Herramientas de Organización Industrial en la gestión de los CEE a nivel nacional. En segundo lugar, se pretende determinar qué tipo de empresas son las que realizan un uso más adecuado de las dichas herramientas.

A partir de la reflexión sobre la situación actual de los CEE que muestran los datos, se pretende fomentar las Mejores Prácticas que se usen para trabajar con empleados, equipos y materiales.

## 2. Metodología empleada

Para la toma de datos se ha desarrollado un cuestionario ad-hoc basado principalmente en el trabajo de varios autores (Fowler, F. J. (1995); Synodinos, N. E. (2003)), que consta de 205 preguntas.

La población objeto de estudio se compone de 646 Centros especiales de Empleo de España. Tras un primer contacto telefónico con la empresa, se les requería un correo electrónico de una de las personas responsables de la misma (Gerente, Responsable de Producción, Responsable de Calidad, etc.) para proceder el envío del enlace al cuestionario que se completaba a través de una página web. Los cuestionarios no completados se reclamaron tres veces por correo electrónico antes de ser considerados como no contestados. De las 237 respuestas recibidas, solo 128 tenían todos los datos completos (19,81% tasa de respuesta) y son los empleados en esta investigación.

De cara al análisis de los datos, las preguntas del cuestionario se han agregado en los siguientes grupos: Variables de Control, Herramientas de Producción Lean, Prioridades Competitivas y Resultados.

Dadas las dimensiones limitadas de este artículo, aquí solamente se describen los dos primeros grupos. Para posteriormente analizar la relación entre ambos a través de un análisis ANOVA realizado con el programa SPSS.

### 2.1. Variables de control

Estos ítems permiten caracterizar el tipo de empresa. Con objeto de detectar las diferencias de comportamiento que se presentan entre las empresas que forman la muestra a estudio y tener una mayor validez estadística, en ciertas variables se han agregado las respuestas de manera que la variable sólo puede tomar dos posibles valores. Algunas de estas variables dicotómicas se muestran en la tabla 1. En aquellas variables que no se han redefinido como dicotómicas se ha realizado el análisis ANOVA con pruebas post-hoc con comparaciones múltiples, en concreto asumiendo varianzas iguales.

Tecnología empleada	0	Menos avanzada	Estructura toma decisiones empresa	0	Descentralizada
	1	Más avanzada		1	Centralizada
Uso de la capacidad productiva	0	Baja	Características de los productos o servicios	0	Estandarizados
	1	Alta		1	Personalizados

Tabla 1. Ejemplos de Variables de Control agregadas a dicotómicas

### 2.2. Herramientas analizadas

Las preguntas relacionadas con las herramientas de Ingeniería de Organización fueron evaluadas usando una escala de tipo Likert (0-Nada, 1-Muy poco, 2-Poco, 3-Moderado, 4-Bastante, 5-Mucho).

De cara al análisis de los datos se ha procedido agregando como indicadores de una misma variable aquellas preguntas relativas a un mismo tema. El número de indicadores usados para medir el nivel de implantación de las herramientas oscila entre los 2 indicadores empleados en el caso de Células de Trabajo y 5s, y los 11 para la herramienta de Automatización y procesos propios.

El conjunto de herramientas analizadas se muestra en la siguiente tabla.

Factoría Visual	Mejora Continua	TQM - Total Quality Management
DFM -Diseño para la fabricación	SMED	Mantenimiento de máquinas autónomo
JIT-Kanban	Equilibrado de líneas	Relación con proveedores
Relaciones con clientes	Flujo continuo y fabricación en células	Automatización y procesos propios
DFM -Diseño para la fabricación	Gestión del conocimiento	5S

**Tabla 2.** Herramientas de Producción Ajustada estudiadas

### 3. Análisis y discusión de los resultados

En los siguientes sub-apartados se presentan las relaciones más relevantes entre el tipo de empresa y el nivel de uso de cada una de las herramientas estudiadas. Para ello, se ha empleado un análisis ANOVA que permite extraer las relaciones estadísticamente significativas. Concretamente se extraen los resultados significativos, considerando  $\text{Sig.} < 0,05$  en los análisis correspondientes.

#### 3.1. Mejora Continua

Se trata de una de las herramientas que presenta un mayor nivel de utilización en los CEE, con un valor de 2,66 sobre 5. No obstante, este valor está por debajo de 3, que supone un grado de uso moderado de la herramienta.

En cuanto al análisis de relaciones significativas, los resultados apuntan que son las empresas con un nivel tecnológico más avanzado las que tienen implantada esta herramienta en un mayor grado (3,2 sobre 5). Mientras que la otra variable de control que presenta relación significativa con la Mejora Continua es la capacidad de innovación; obteniéndose que cuando la capacidad es alta el nivel de uso obviamente alcanza un valor también mayor de 3,16.

#### 3.2. Factoría Visual

Los resultados del estudio señalan que, de todas las herramientas analizadas, ésta es la que tiene un menor nivel de implantación, situándose en un valor promedio de 0,8.

Particularizando el análisis de los resultados se comprueba que las empresas que tienen algún certificado de calidad hacen un mayor uso de las técnicas de Factoría Visual, mejorando hasta un valor de 1,32. Cabe reseñar que en el capítulo 8 de la norma ISO 9001 de Medición, análisis y mejora, se sitúan los requisitos para los procesos que recopilan información, la analizan, y que actúan en consecuencia. Haciendo predecible por tanto el hecho de que la Factoría Visual sea una práctica más extendida en empresas certificadas.

Por otro lado destaca que esta práctica se encuentra más extendida en empresas cuyo tamaño es superior a 50 empleados (1,5 sobre 5), mientras que en el caso de pequeñas empresas sólo obtienen un valor de 0,63.

El último de los resultados significativos encontrados con el análisis ANOVA es en relación a si la empresa fabrica o no. Teniéndose un nivel de 1 en las empresas manufactureras, por un 0,4 para las que no fabrican.

### **3.3. 5S**

Existe una alta concienciación en los CEE por el orden y la limpieza en la zona de trabajo. De hecho, como contraposición a la Factoría Visual, esta es la herramienta que obtiene un mayor promedio frente al resto de herramientas analizadas, con un valor de 3,94 sobre 5.

Esta herramienta favorece la seguridad de los empleados y requiere la implicación tanto de los mandos como de los trabajadores. De hecho los beneficios derivados de la implantación de esta herramienta han sido constatados a través de algunas experiencias de colaboración de los autores con CEE de la Comunidad Valenciana (Miralles et al. (2003)).

En este caso, el análisis ANOVA muestra que no existen relaciones significativas de esta herramienta en función de las características de la empresa. Siendo por tanto los resultados extrapolables, sin consideración de las características de empresa consideradas en la variables de control estudiadas.

### **3.4. TQM - Total Quality Management**

Las prácticas de TQM están poco extendidas entre los CEE, pues han sido valoradas con un promedio de 2,26.

En relación al tipo de empresas donde su uso es mayor, se observan diferencias significativas para empresas con certificación de calidad (alcanzando un valor de 2,83 cuando se tiene certificado y un 2,14 cuando no), aquellas que aplican técnicas de programación de la producción (teniéndose un valor de 1,67 cuando no se programa, mientras que en el caso contrario se alcanza un 2,66), en empresas que realizan ensamblado (2,71 en las empresas que ensamblan y 1,94 en las que no) y en empresas cuyo número de empleados supera los 50 (destacando su implantación en empresas que tienen entre 50 y 100 empleados (3,21)).

### **3.5. Estandarización de operaciones**

De forma general la puntuación que obtiene esta herramienta es de 2,42. Por otro lado, los resultados obtenidos con el análisis ANOVA señalan que únicamente existe relación significativa entre el grado de uso de esta herramienta y la variable de control de programación de la producción, indicando que su uso está mucho más extendido en las empresas que programan la producción (2,86) que en aquellas que no lo hacen.

### **3.6. SMED**

En las empresas manufactureras y que aplican técnicas de programación de la producción la preocupación por reducir los tiempos de preparación de las máquinas que emplean es considerable (tomando valores de 2,56 y 2,35 respectivamente).

Asimismo, el análisis ANOVA considera significativa la relación que existe con empresas de servicios. Mostrando que como se puede intuir de antemano, la aplicación es mucho más notable cuando la compañía no es de servicios (2,83). En cualquier caso, el valor global con el que se ha medido el uso de esta herramienta resulta de 1,83.

### **3.7. Mantenimiento de máquinas autónomo**

El mantenimiento autónomo ha sido valorado con un 2,13. Para el análisis de esta herramienta se han usado tres indicadores, dos de ellos para en los que se pedía la valoración del grado de uso a nivel práctico de mantenimiento autónomo, y una tercera para evaluar la importancia concedida a esta técnica. Con ello, se puede apreciar que a pesar de que los CEE tienen en relativa consideración esta herramienta (el promedio para este indicador ha sido de 3,02) la aplicación práctica del mantenimiento de máquinas autónomo es muy baja (obteniéndose 1,695 como promedio de los otros dos indicadores).

El análisis ANOVA muestra las siguientes relaciones: la estandarización es mayor cuando las empresas programan la producción, fabrican, no prestan servicios y cuanto mayor es el número de empleados (a partir de 50 se obtienen resultados significativos frente a empresas con menos de 50 empleados).

### **3.8. JIT y Kanban**

El control de la fabricación mediante las tarjetas Kanban es prácticamente inexistente en los Centros españoles. Los datos señalan que el promedio de uso es de 0,82 cuyo valor no alcanza la unidad que en la escala usada supone muy poco uso.

Uno de los factores que justifican este bajo resultado puede hallarse en la baja importancia que los mandos conceden al fomento de la producción Just in Time, pues la media obtenida para este ítem ha sido de 1,71.

Al realizar un análisis más profundo de los datos se comprueba que existen relaciones significativas entre el nivel de uso y empresas caracterizadas por realizar programación de la producción (0,98), que realizan ensamblado de productos (1,11) y que tienen más de 100 empleados (1,64).

### **3.9. Equilibrado de líneas**

El Equilibrado de líneas es curiosamente una práctica poco extendida (con una puntuación media de 1,77 sobre 5); y ello a pesar de que la configuración en línea permite claramente una mejor asignación de trabajos según el tipo de discapacidad.

Por otro lado, en cuando al análisis ANOVA los resultados son el reflejo de una realidad previsible, pues constatan que su aplicación es mayor en empresas con configuración productiva continua, que tienen un promedio de uso de 2,37. También, se desprende que las empresas que programan la producción hacen un uso medio de la herramienta (2,4) frente al escaso uso que se hace en empresas que ni siquiera programan la producción (0,5).

Otras relaciones significativas se dan para empresas que ensamblan, que obtienen un nivel promedio de 2,1 y para empresas con un número de empleados de entre 50 y 100, siendo en este caso en el que se obtiene un mayor nivel de uso del Equilibrado de líneas con un valor de 2,82.

### **3.10. Relaciones con proveedores**

La media del conjunto de indicadores usados para medir el impacto de la Gestión de la cadena de suministro en los CEE es de 2,31. Un análisis pormenorizado de estos indicadores permite identificar que en general los centros mantienen relaciones a largo plazo con los proveedores (3,46) y de forma moderada tratan de estrechar las relaciones con ellos (principalmente a través de visitas mutuas a las plantas). La preocupación por tener un grupo reducido de proveedores se sitúa en un valor de 2,96, no obstante esto no se traduce en unas relaciones más estrechas con los proveedores, puesto que los intercambios de información técnica o comercial con ellos son escasos (1,96) y el uso de equipos de trabajo conjuntos con proveedores y clientes es muy bajo (1,19).

Particularizando en los diferentes niveles de uso que se dan en función de las características de la empresa, cabe destacar que el nivel de uso se sitúa en un valor 2,6 cuando la estructura de la toma de decisiones de la empresa es descentralizada, mientras que este valor desciende hasta un 2,1 cuando es centralizada. Otras relaciones que despeja el ANOVA son el uso mayor cuando se programa la producción así como en empresas que ofrecen productos o servicios estandarizados.

### **3.11. Relaciones con clientes**

La aplicación de técnicas específicas de Gestión de las relaciones con los clientes es moderada entre los CEE, que obtienen una puntuación de 3,06 en el nivel de uso. Comparando esta cifra frente a la obtenida en el anterior apartado, se constata que existe una mayor preocupación en las relaciones con clientes que con los proveedores.

Desagregando los indicadores usados para valorar el nivel de uso de esta práctica se desprende que el camino a recorrer en un futuro por parte de los centros es el de mejorar la integración de las operaciones de la empresa con las del cliente (con un valor de 2,44 sobre 5), pues el resto de ítems se sitúa con valores superiores a 3 (valor medio en la escala usada).

Del análisis ANOVA, se extraen ciertas conclusiones relevantes. Teniéndose que las empresas cuyo número de empleados es superior a 50 (medianas y grandes empresas) presentan un valor ciertamente destacado de implantación de estas prácticas en su empresa.

También se observa que si el porcentaje de capacidad productiva usado en la empresa es alto (habiéndose considerado valores superiores al 85%), el nivel de uso de esta herramienta se sitúa en un 3,6 sobre 5, mientras que si el porcentaje es bajo el nivel baja hasta un 2,9.

Por último, los datos indican que una estructura de toma de decisiones descentralizada favorece el uso de herramientas de gestión de las relaciones con los clientes.

### **3.12. Flujo continuo y fabricación en células de trabajo**

En este caso, el análisis realizado demuestra relaciones que se podían presuponer, tales como que su aplicación está más extendida en empresas que ensamblan (3,56), que fabrican (3,33) o que programan la producción (2,83). Significativa es también la relación hallada en función del tipo de empresa, pues es una práctica con poca implantación en pequeñas empresas (menos de 50 empleados).

La última de las relaciones encontradas es la que indica que su uso es mayor cuando más impredecible es la demanda a la que se enfrenta la empresa, pudiendo deberse a que frente a esa situación de incertidumbre se apuesta por herramientas que reduzcan los movimientos, el exceso de producción y en definitiva que mejoren la productividad.

En general, el nivel de uso de la herramienta se encuentra en un valor de 2,3.

### **3.13. Automatización y procesos propios**

El resultado agregado de los indicadores para la herramienta de Procesos Propios se queda un valor de 0,97 que señala el escaso, casi nulo uso que se hace en los CEE.

Deteniéndose en cada uno de los indicadores, se observa que prácticamente ninguno de los centros posee la patente de las máquinas y equipamientos que emplean. Mientras que en el aspecto más positivo, se aprecia implicación de los operarios por enseñar al nuevo personal sus tareas en la empresa.

El ANOVA destaca relaciones con carácter positivo para empresas con certificado de calidad (1,45), para aquellas que programan la producción (1,13) y las que tienen entre 50 y 100 empleados (1,44).

### **3.14. DFM - Diseño para fabricación**

De los 128 CEE que componen la muestra del estudio, sólo 56 de ellos el diseño de los productos o servicios que ofrecen. En éstos, la aplicación de técnicas específicas de mejora de la eficiencia en el proceso de diseño es muy baja. Obteniendo un valor medio de 0,8935.

El análisis ANOVA constata que es en las empresas en las que se fabrica existe una mayor divulgación de estas técnicas (1,67 sobre 5). Apuntando también, que la adopción de técnicas de diseño está directamente relacionada con la variación de la demanda, de manera que las empresas que se enfrentan a una demanda impredecible hacen un uso mayor de éstas (1,2) que aquellas que conocen las preferencias de sus clientes (0,34). Resultado que no requiere un análisis en mayor profundidad, pues son las propias exigencias de los clientes las que actúan como elemento dinamizador en el diseño.

### **3.15. Gestión del conocimiento**

El nivel general de implantación de la Gestión del Conocimiento en los CEE españoles es bajo, hecho que puede ser explicado por la baja utilización de los Sistemas de Información que existe en ellos (1,71 sobre 5).

El análisis ANOVA constata que son las empresas que tienen una estructura de toma de decisiones descentralizada las que hacen un mayor empleo de la herramienta (2,1), pues sirve de soporte a las actividades y procesos que se desarrollan en la empresa. También se denota un uso más extendido en empresas de servicios (1,8), así como cuanto mayor es el número de empleados.

## **4. Conclusiones**

El nivel de implantación de herramientas de Ingeniería de Organización para la gestión de CEE españoles es bajo. Los resultados reflejan que tan sólo en dos de las quince herramientas evaluadas se ha obtenido un valor promedio superior a 3, que equivale a un grado de uso moderado. Son las herramientas de 5S y de Relaciones con Clientes las que más extendidas están entre los centros. Mientras que en el extremo contrario se encuentran las herramientas de Automatización y Procesos Propios, Factoría Visual y DFM, con valores promedio de uso por debajo de la unidad.

Para entender mejor estas cifras en su contexto, se debe matizar que las empresas que conforman la población estudio son CEE que, aunque participan en las operaciones del mercado en igualdad de condiciones con la empresa ordinaria, su principal fin es el de asegurar un empleo remunerado y la prestación de servicios de ajuste personal y social que requieran sus trabajadores con minusvalía. Así, el presente diagnóstico apunta a que tal vez se pierden oportunidades de crecimiento por derivar hacia un modelo de gestión más bien asistencialista, y por ello menos orientado a la eficiencia productiva. Cuando en realidad la buena gestión, implantando las Mejores Prácticas, puede significar más puestos de trabajo para más personas con discapacidades, y por tanto más oportunidades de inserción socio-laboral.

En todo caso, y aparte de las conclusiones que se han ido desgranando en el artículo, cabe destacar un hecho concreto. Algunos autores sostienen que las 5S suponen un prerrequisito para la implantación del *Lean Manufacturing*, mientras que las técnicas de Factoría Visual se encuentran entre los principios más básicos de soporte del *Lean* (Tapping et al., 2002). Por lo que se desprende sin estas dos herramientas la implantación de otras herramientas *Lean* puede fracasar en poco tiempo. En nuestro caso es un hecho que la herramienta menos empleada es la Factoría Visual (mientras que las 5S es la que más se emplea). Por ello consideramos que debe apostarse especialmente por el uso de las técnicas de Factoría Visual en estos centros, sobre todo si se quiere asegurar la sostenibilidad de las mejoras resultantes de la implementación de las demás herramientas.

En cuanto a líneas futuras de investigación, se pretende analizar las relaciones existentes entre el nivel de uso de las herramientas y los resultados productivos obtenidos, así como comparar

la situación de los CEE con otros sectores. Asimismo el objetivo a más largo plazo será poder diseñar una “hoja de ruta” para cada CEE, según sus características, prioridades y nivel de implantación actual.

## Referencias

Bonavía Martín, T.; Marin-Garcia, J. A. (2006). An Empirical Study of Lean Production in Ceramic Tile Industries in Spain. *International Journal of Operations & Production Management* 26 (5), 505-531.

Canós, L.; Miralles, C. (2007). Evaluation of performance indicators for sheltered work centres for disabled. *Proceedings of the 37th International Conference on Computers and Industrial Engineering*, Alexandria-Egypt, October 2007.

Chia-Fen Chi (1999). A study on job placement for handicapped workers using job analysis data. *International Journal of Industrial Ergonomics* 24, 337-351.

Colella A. (2001). Coworkers distributive fairness judgments of the workplace accommodation of employees with disabilities. *Academy of Management Review* 26, No 1, 100-116.

Costa, A. M.; Miralles, C. (2009). Job rotation in assembly lines employing disabled workers. *International Journal of Production Economics* (forthcoming).

Fowler, F. J. (1995). *Improving survey questions. Design and evaluation*, Thousand Oaks: SAGE Publications

Katayama, H. (2001). An engineering approach for performance improvement of disabled workers in the scope of TPM scheme. *Proceedings of the 5th International Conference on Engineering Design and Automation (CD-ROM)*, pp. 620-625, Las Vegas, 5th-8th August, 2001

Marin-Garcia, J. A.; Bonavía Martín, T.; De Miguel Fernández, E. (2001). El Sistema De Producción Ajustada En La Industria Auxiliar Del Automóvil. *Revista Europea De Dirección y Economía De La Empresa* 10(1), 69-78.

Mariscal, M.A.; Fontaneda, I.; González, O.; Lavios, J.J. (2006). Optimización del sistema productivo en Centros Especiales de Empleo. *X Congreso de Ingeniería de Organización*, Valencia, 7 y 8 de septiembre de 2006

Miralles, C.; García-Sabater, J.P.; Andres, C. (2003). Aplicación de técnicas de Factoría Visual y 5S a Centros Especiales de Empleo para personas discapacitadas. *V Congreso de Ingeniería de Organización Valladolid-Burgos*, 4-5 Septiembre 2003

Miralles, C.; García-Sabater, J.P.; Andres, C.; Cardos, M. (2005). Diseño de puestos de trabajo en Centros Especiales de Empleo bajo criterios de Diseño Universal: antecedentes y aplicación. *IX Congreso de Ingeniería de Organización*, Gijón, 8 y 9 de septiembre de 2005.

Miralles, C.; García-Sabater, J.P.; Andres, C.; Cardos, M. (2007). Advantages of assembly lines in sheltered work centres for disabled. A case study. *International Journal of Production Economics*, 110, 187-197.

Miralles, C.; García-Sabater, J.P.; Andres, C.; Cardos M (2008). Branch and Bound Procedures for solving the Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem. Application to Sheltered Work Centres for Disabled. *DAM-Discrete Applied Mathematics* 156, 352-367.

Portioli Staudacher, A.; Tantardini, M. (2007). Lean Production implementation: a survey in Italy. International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO, pp. 1269-1279.

Shah, R.; Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management, 25, 785 – 805.

Synodinos, N. E. (2003). The "art" of questionnaire construction: Some important considerations for manufacturing studies Integrated Manufacturing Systems. Vol. 14, No. 3, pp. 221-237.

Tapping, D.; Luyster, T.; Shuker, T. (2002). Value Stream management eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. 1 ed. Productivity Press

White, R.E.; Pearson, J.N.; Wilson, J.R. (1999). JIT Manufacturing: a survey of implementation in small and large US manufacturers. Management Science 45 (1), 1-15.