

“Requerimientos del mercado y razones para la utilización de sistemas de ejecución de manufactura (MES)”

Patiño Nieto, Luz Marina (1º Autor)* Ballesteros Grisales, Jairo ⁽¹⁾

*Facultad de Matemáticas e Ingenierías, Fundación Universitaria Konrad Lorenz.
Carrera 9Bis #62-43 Bogotá Colombia. luz.patino@konradlorenz.edu.co.*

*(1) Facultad de Ingeniería, Universidad EAN. Calle 106 #57-23 Oficina 207, Bogotá Colombia.
jairo.ballesteros@unionsoluciones.com.co*

RESUMEN.

La ingeniería en sus inicios solo contemplaba algunas ramas, de acuerdo con las necesidades de cada época; así como con los avances científicos y descubrimientos de la física, la química, la biología y las matemáticas de ese entonces. A través del correr del tiempo, la evolución y progreso tecnológico, aparecieron las ingenierías de sistemas, industrial, producción, ambiental, forestal, mecatrónica y de telecomunicaciones, entre otras. Lo anterior para satisfacer necesidades y solucionar problemas más puntuales que precisaban una definición y delimitación más específica de las problemáticas del contexto industrial. Por lo anterior se diseñó una metodología de análisis, en este caso MES (sistemas de ejecución de manufactura) para la mejora en el de trabajo de la industria. MES permitirá adquirir los conocimientos básicos en el campo a partir de todo lo relacionado con el estudio y su aplicación. Este proyecto fue desarrollado para fortalecer los conocimientos en ingenieros de producción y empresarios, a través del desarrollo de un estudio del arte en semilleros de investigación, la propuesta del análisis sistémico de la metodología MES en industrias y la divulgación en redes y asociaciones. Además en esta investigación se abordaron los conceptos más importantes relacionados con las diferentes definiciones de MES, lo que lo originaron, los componentes y el rol de dichos fundamentos dentro de la ingeniería. Finalmente este proyecto de investigación se destaca por la importancia y la aplicabilidad de los fundamentos del MES. Y por consiguiente los resultados necesarios para poder implementar el estudio a nivel empresarial. La realización de ésta investigación se justifica fundamentalmente por la necesidad de la Universidad en contar con información documentada acerca de los sistemas e innovaciones tecnológicas MES (Manufacturing Execution System), se considera que ésta información estará disponible no solo como medio de consulta sino que puede servir de base para futuras investigaciones, artículos y trabajos guiados dentro y fuera de la Universidad.

Palabras Claves: MES (sistemas de ejecución de manufactura), Modelo Sistémico, Requerimientos del sistema.

ABSTRACT

Engineering in the beginning only contemplated some branches, according to the needs of each era; as well as with scientific advances and discoveries in physics, chemistry, biology and mathematics that then. Through the course of time, developments and technological progress, appeared the engineering of systems, industrial, production, environmental, forestry, Mechatronics and telecommunications, among others. It earlier to meet needs and solve problems more specific that needed a definition and delimitation more specific of the problematic of the context industrial. Therefore we designed a methodology of analysis, in this case MES (manufacturing execution systems) to improve the working of the industry. MES will allow to acquire basic knowledge in the field from all related to the study and its application. This project was developed to strengthen the knowledge production engineers and entrepreneurs, through the development of an art studio in seed research, systems analysis of MES methodology in industries and dissemination networks and partnerships. Also in this research is addressed them concepts more important related with the different definitions of MES, what it originated, them components and the role of such foundations within the engineering. Finally, this research project is highlighted by the importance and applicability of the foundations of the MES. And therefore the results needed to be able to implement the study at the enterprise level. The realization of this research is mainly justified by the need for the University to have documented about systems and innovations technological MES (Manufacturing Execution System), it is considered that this information will be available not only as a means of consultation but it can form the basis for future research, articles and works guided inside and outside the University.

Keywords: MES (manufacturing execution systems), Systemic Model, Systems Requirements.

1. INTRODUCCIÓN

Para que las empresas puedan conseguir una ventaja competitiva sostenible, deben desplegar medidas y soluciones que respondan a los cambios del mercado rápida y correctamente y que ayuden a adoptar procesos de producción – en tiempo real. Una herramienta crucial para conseguir este objetivo es un MES (Manufacturing Execution System) que permite una ejecución rápida.

El (MES) sistemas de ejecución de fabricación ha madurado y como solución empresarial se ha vuelto más amplia para hacer frente a los requisitos específicos de la industria. Sin embargo el área de producción de la fábrica es donde todas las actividades de la empresa convergen en la fabricación de productos para satisfacer la demanda del cliente, mantener la rentabilidad del negocio y generar crecimiento.

La maduración del mercado, la amplitud y el alcance de la economía de mercado establece nuevas oportunidades y retos para quienes quieran implementar el MES como una oportunidad de negocio ya que en el momento es una tendencia y las empresas lo perciben como una herramienta estratégica para la competitividad manufacturera. Esto debido a que permite una implementación rápida, un tiempo corto para lograr un beneficio, y una solución de amplio alcance en la empresa. Además de ser una tecnología nueva y emergente.

Los sistemas de ejecución de manufactura (MES) permiten una integración efectiva entre los sistemas de planeación de recursos empresariales (ERP) y los sistemas flexibles de manufactura (FMS) en el piso de planta. A partir de la integración previa entre el Software Application and Product (SAP) y un FMS se desarrolla un aplicativo de capa MES para el control estadístico de los procesos.

Dado el ambiente actual de la industria colombiana frente a la competencia global, al alto grado de automatización que caracterizan las industrias con las que compite en el exterior, se hace necesario la adopción de herramientas tecnológicas que hagan más eficiente los procesos de producción existentes. Además de estos desafíos que provienen de la tecnología de la información orientada a manufactura, existen también requerimientos que vienen de adoptar sistemas de control reglamentarios como los estándares de aseguramiento de la calidad y regulaciones para industria de alimentos y farmacéutica y que ahora es fundamental en industrias de otros sectores. Se debe cumplir estas obligaciones al 100 por ciento y como resultado se tenga un verdadero valor en producción.

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) no satisfacen estos requerimientos dado que ellos se ocupan de las transacciones y de la contabilidad. Los nuevos sistemas necesitan incluir funciones para planeación y programación, monitoreo de máquinas y labor, que no solamente actúan sino que reaccionan en tiempo real. Para estos sistemas es que se ha definido el concepto de Sistemas de ejecución de Manufactura (MES). Puesto que MES es un sistema de múltiples facetas que integra varias áreas, cada sector interpreta el concepto desde su propio punto de vista.

En la Facultad de ingeniería de la universidad EAN, existe la unidad de estudio titulada “Diseño de sistemas de producción” la cual pretende dar a conocer a los estudiantes una visión moderna y actualizada de las temáticas específicas de la ingeniería como profesión; igualmente a partir de lo anterior se busca demostrar la aplicación de este sistema. La importancia e interés que tiene a nivel nacional e internacional.

Además, se puede afirmar que a través de esta documentación se fomenta al desarrollo de habilidades profesionales para la toma de decisiones en un alto grado; porque con esta metodología en la industria se puede determinar la cantidad de producción, la velocidad promedio de producción, los paros del sistema de producción, la eficiencia de la operación, convirtiendo todo lo anterior en un análisis detallado de indicadores de la producción, eficiencia y calidad.

Finalmente, el logro que adquieren los estudiantes de ingeniería a través del estudio es la posibilidad de realizar participación activa en semilleros, prácticas profesionales y eventos internacionales para posicionar la temática y emprender la posibilidad de la aplicación de la metodología a la industria colombiana.

2. ESTADO DEL ARTE.

Esta herramienta resuelve problemas como: conectividad, adquisición de los datos y análisis de datos mediante alarmas, no sólo basados en especificaciones y límites de control, sino también en análisis de causas mediante el uso de árboles de decisión. Diseño de sistemas y aplicaciones de software industrial para ambientes altamente flexibles, que cumplen además con premisas como modularidad de los componentes, de tal forma que su capacidad de integración les permite acondicionar los sistemas y llegar a mercados exigentes donde la particularidad de los productos y su complejidad requieren sistemas robustos, con rápidos tiempos de intercambio y escalables, a fin de cumplir las expectativas del mercado como lo analiza ElMaraghy [1].

Dentro de un grupo de calidad de un MES, el control estadístico de procesos (SPC, por su sigla en inglés) permite indagar ciertas tendencias en la producción, de tal forma que se puedan implementar estrategias reactivas y proactivas para mejorarlos. Zambrano [2].

Sin embargo, los resultados de la implementación de ERP no han demostrado los retornos esperados, debido a la falta de aprovechamiento de la información para tomar decisiones, a la dependencia del recurso humano para la actualización de los sistemas, a la cantidad de información que se manejan en las transacciones, a los medios de recolección de datos y a la falta de conectividad externa con desarrollos propios para el manejo de módulos propietarios, entre otros

De los estudios que se han realizado acerca del MES podemos encontrar que tiene los siguientes beneficios:

- Reducir los residuos y desechos. Desde su configuración tiende a ser rápida y consistente y los problemas pueden ser identificados de inmediato y el proceso se puede detener, limitando el número de partes malas y material de desecho.
- Capturar cuesta más precisión con un MES, el trabajo, la chatarra, el tiempo de inactividad, herramientas y otros costos pueden ser capturados directamente de la planta de producción a medida que ocurren. Esto hace que la información sea más fiable y procesable para fijar el precio nuevo trabajo y renegociación de negocio rentable.
- Aumentar el tiempo de actividad. Es realmente difícil para ganar dinero si las máquinas no están en actividad y un moderno sistema MES incluye la programación y el mantenimiento integrado. Un trabajo o parte no serán programadas a menos que en el inventario esté disponible, la máquina se mantiene correctamente y el utillaje adecuado esté listo.
- Reducir el inventario es una sugerencia porque los registros de inventario están constantemente actualizando la nueva producción con la chatarra, material disconforme, etc. Un MES correcto, compra, transporta, programa material y personal y realiza programación a la mano.
- Reducir costos "simulacro de incendio". Por ejemplo un fabricante fue capaz de ralentizar tres carretillas elevadoras debido a la mejora de la programación. "Ellos ya no tenían que luchar para encontrar material para mantener una línea de ejecución o de cumplir con un envío de emergencia. Su servicio al cliente y satisfacción de los empleados subió dramáticamente".

El tiempo es dinero. La implementación rápida se ha convertido críticamente importante porque la velocidad a la que se pierde la ventaja competitiva se está acelerando. Para seguir siendo competitivos, se debe montar la curva de cambio, en lugar de perseguir después de él, Velocidad y agilidad, la esencia de rápido; lo anterior le permiten explotar la curva a su ventaja.

Para que ésta práctica tenga éxito en las empresas se debe tener firmemente la voluntad para permanecer centrado en la declaración estratégica de la inversión (ROI). Esto significa hincapié en la importancia crítica de tiempo del ciclo de proyecto. Los proyectos de software que pueden proporcionar ROI estratégico para la empresa decir-- casi por definición - que diversos intereses y prioridades en conflicto estrechas deben ser subyugados a los objetivos empresariales generales. Las soluciones MES se centran en el corazón de toda la empresa de fabricación. El piso de la planta une ambos extremos desde la cadena de suministro, ventas, marketing, entrada de pedidos y distribución en el lado de la demanda - con la I + D, ingeniería, aprovisionamiento, producción y control de calidad.

También se debe aclarar que hay vendedores que trabajan para satisfacer la demanda real de productos, gastando significativamente en I + D y que están teniendo éxito en algunos sectores del mercado. Pero otros fabricantes también están atacando el "/ más rápido más barato" eje sin dejar de basarse en "mejor".

Una de las principales estrategias empleadas aquí está abordando el problema costoso y requiere mucho tiempo de integración empresarial. Los vendedores están haciendo esto en una variedad de maneras, lo más significativo con enlaces "pre integración" con soluciones de otras empresas, ya sea a través de la adquisición y / o a través de estrategias de productos de marca con los principales socios de la alianza. Áreas principales para la extensión de la empresa incluyen la integración con el software de nivel de planificación, programación finita, gestión de datos de productos (PDM), SPC / SQC, y el software de nivel de control.

El objetivo es ayudar a simplificar la implementación y a reducir el costo y aumentar el acceso de datos y el intercambio de datos en toda la empresa.

La evolución de la economía de mercado ha crecido desde la simple recolección de datos automatizada hacia un MES con verdadera solidez, con la funcionalidad para el manejo de seguimiento detallada del producto, la presentación de informes de trabajo, gestión de recursos, y la medición de la producción.

La estrategia de empresa integrada está siendo abordada por algunos vendedores. Unos pocos están abordando a través de adquisiciones. Otros se han asociado estrechamente con los proveedores de nivel de planificación y proveedores de control para establecer vínculos que pueden apoyar una amplia demanda del mercado.

Estas tecnologías emergentes están dando forma al futuro de las estrategias de tecnología de la información, incluyendo software MES. En diversas formas y fases, el futuro ya está aquí. Pero si bien hay una gran cantidad ruido generado por estas tecnologías, no está asociado a su nivel de aceptación en el mercado medido en ingresos e implementaciones.

3. EL PROBLEMA EN ESTUDIO.

Con el objetivo de evaluar el estado del arte del desarrollo de las soluciones MES, debemos considerar el lugar del MES en la historia de la automatización de producción. Las soluciones MES de hoy incluyen formalmente componentes CIM como CAP (Computer Aided Planning), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAQ (Computer Aided Quality Assurance), PDA (Production Data Acquisition), MDA (Machine Data Acquisition), and PTR / T&A (Personnel Time Recording, Time & Attendance).

Sin embargo, estos componentes CIM no fueron integrados en el proceso corporativo. En su lugar, CAP, CAM, CAQ, PDA, MDA, PTR/T&A se utilizaron como aplicaciones de propósito especial a nivel de departamento.

En la actualidad, la dinámica de los mercados con creciente variación de la demanda, el aumento en los precios de la energía y de las materias primas, regulaciones ambientales y de calidad, así como mercados emergentes, colocan a la industria colombiana en desafíos significativos para ser competitivos y permanecer en el mercado. Las industrias están obligadas a sostener un alto grado de resistencia en las operaciones globales mientras que al mismo tiempo deben mantener eficiencia en el costo, calidad y velocidad. Para lograr esto, las industrias deben aplicar estrategias de integración de manufactura para poder responder a estos desafíos.

Esto conduce a la industria a tener una visión innovadora en implementar y adoptar Tecnología de la Información para manufactura en general, y Sistemas de Ejecución de Manufactura en particular.

Los Sistemas de Ejecución de Manufactura integran varias funcionalidades en una única base de datos, y permiten la comunicación desde el nivel físico de la planta (automatización y control) al nivel de gestión y dirección incluyendo la funcionalidad de inteligencia de manufactura. Esta capacidad de integración permite combinar eficiencia de producción con calidad y visibilidad de la planta, así como disminución de tiempos de producción que da como resultado mayor velocidad de respuesta del área de manufactura. Meyer [3].

La información capturada en los Sistemas de Ejecución de Manufactura conduce a tener mejoras oportunas del desempeño y a reducción de costos. A mejorar el soporte para la toma de decisiones relacionadas con la planta que dan como resultado operaciones más predecibles y mayor flexibilidad.

Por todo lo anterior se concluyó que la pregunta de investigación en el estudio es: ¿De qué manera se puede determinar los requerimientos del mercado y razones para la utilización de Sistemas de Ejecución de Manufactura MES?

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

En el inicio de la investigación realizada se había propuesto en uno de los objetivos específicos, Identificar los sectores industriales en Colombia con mayor oportunidad para el aprovechamiento del MES. En el desarrollo de la investigación y también teniendo en cuenta los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la encuesta a diferentes empresas en Colombia, encontramos que el sistema MES, es aplicable a todos los sectores industriales dedicados a producción de bienes.

La empresas de producción en general cumplen con las condiciones para mejorar su productividad y reducir tiempos de ciclo mediante el sistema MES, las industrias orientadas al proceso y/o orientadas al producto podrán dar una mejor utilización de la capacidad instalada, por lo tanto la mayor restricción para la implementación de un sistema MES, no son los procesos, productos o sectores en los que se encuentre la empresa, su restricción principal es financiera.

Los sistemas MES, normalmente van ligados a iniciativas de mejora tales como TPM, Lean Manufacturing, Six Sigma. Estos proyectos al llegar a ser abordados también se deben tener en cuenta si la empresa posee los recursos necesarios como: humanos, técnicos y financieros para soportar los grupos de trabajo o de mejora que se crean alrededor de estas iniciativas.

Los siguientes datos de la figura 1 fueron obtenidos de la encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera DANE correspondiente al año 2012 en los cuales se reporta que el 73,6 % de las empresas no están trabajando en productos, procesos o técnicas organizacionales con enfoque innovador. [4]

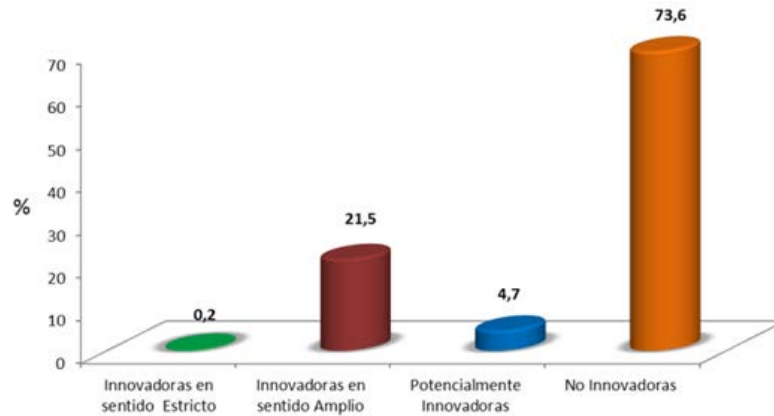


Figura 1 Distribución de las empresas industriales por tipología en función de resultados de innovación.

La inversión para innovar (dirigida a la obtención de productos, procesos, técnicas organizacionales y/o de comercialización, nuevas o significativamente mejoradas) fue \$1,9 billones en 2005 y \$2,4 billones en 2006. Se puede evidenciar que un factor importante para innovar en una empresa es contar con recursos financieros suficientes para poder soportar la inversión, aunque también se refleja que la inversión en innovación va en ascenso.

La inversión en actividades de innovación y desarrollo tecnológico en el sector manufacturero colombiano fue \$2,5 billones en 2005 y \$3 billones en 2006; esta inversión corresponde a la efectuada por 2.625 empresas en 2005 y por 3.301 empresas en 2006. En promedio, una empresa del sector industrial invirtió en actividades de desarrollo e innovación tecnológica \$421 millones en 2005 y \$496 millones en 2006.

La información relacionada anteriormente conlleva a plantear que las pequeñas y medianas empresas en Colombia tendrían mayores inconvenientes para implementar una solución MES, por tal razón COLCIENCIAS y el SENA en la actualidad brindan oportunidades de financiación con orientación hacia la innovación.

Con relación al total de innovaciones de métodos y/o técnicas logradas por las empresas industriales, 56,5% consistieron en nuevos métodos de producción y/o distribución, seguido por 24,0% de nuevos métodos organizativos y 19,5% de nuevas técnicas de comercialización como se aprecia en la Figura 2. Distribución de las innovaciones en reportes del DANE.

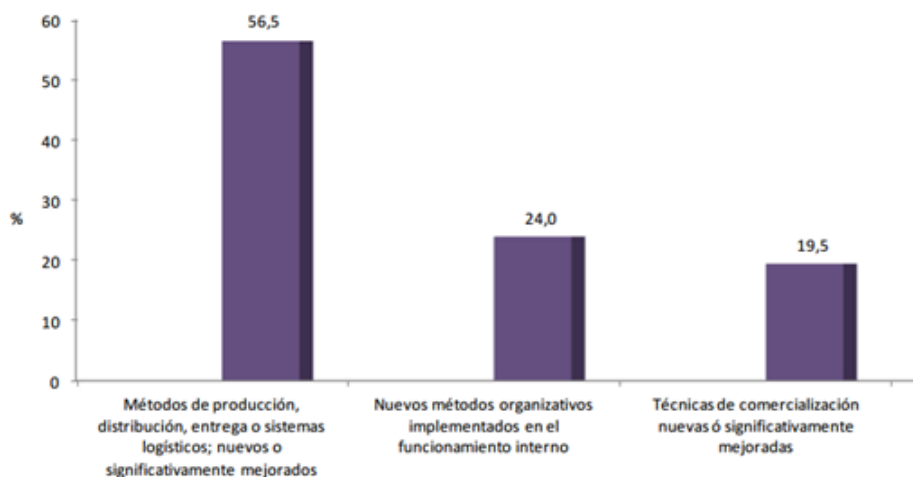


Figura 2 Distribución de las innovaciones.

De acuerdo a información presentada en la figura 2, podemos evidenciar que el 56,5% de las empresas están invirtiendo en métodos de producción, distribución, entrega o sistemas logísticos; nuevos o significativamente mejorados y 24% de las empresas están trabajando en nuevos métodos organizativos implementados en el funcionamiento interno.

Los datos históricos representados en los estudios del DANE ayudaron a tomar la decisión de iniciar el proyecto en la fase de diseño y búsqueda de organizaciones industriales colombianas para revisar el estado actual del MES en la ciudad de Bogotá Colombia por sectores industriales, por localidades y por tamaño de empresa.

6. RESULTADOS ESPERADOS.

La solución MES en la actualidad es factible para el 80,5% de la industria manufacturera que está trabajando en innovación, dado que, la solución MES permitiría mejorar los aspectos mencionados anteriormente por medio de:

- Genealogía de Materiales (Rastreo y Ubicación)
- Gestión de órdenes de trabajo
- Gestión de definición de productos
- Programación detallada
- Sistemas de gestión de calidad
- Sistemas OEE
- Gestión de órdenes de producción
- Inteligencia Empresarial y reportes de manufactura
- Recolección de datos en planta

Los resultados obtenidos anteriormente se revisan a razón de lo obtenido, dado que en las empresas se podría recolectar información de acuerdo al siguiente instrumento diseñado por los el equipo investigador después de revisar aspectos y metodologías del MES en la industria colombiana.

**UNIVERSIDAD EAN
MÉTODO MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM (MES) PARA INDUSTRIAS COLOMBIANAS**

El objetivo principal de esta encuesta es determinar si las grandes y medianas Industrias conocen o aplican el Método MES dentro de sus organizaciones, para lo cual agradecemos su colaboración y participación en la misma.

1. ¿A qué sector de la industria pertenece su empresa?

2. De acuerdo con la siguiente escala, por favor determine cuál es el nivel de comportamiento de las herramientas de datos utilizadas en el sistema de manufactura que posee actualmente.

1	EFECTIVO	2	SE AJUSTA A LAS NECESIDADES	3	SE REQUIERE MEJORA
---	----------	---	-----------------------------	---	--------------------

3. ¿Cómo califica la claridad de la información generada por el sistema?

1	NADA CLARA	2	POCO CLARA	3	MÁS O MENOS CLARA	4	CLARA	5	MUY CLARA
---	------------	---	------------	---	-------------------	---	-------	---	-----------

4. ¿Adaptaría un nuevo sistema que integre gestión de calidad, gestión de órdenes de producción, programación detallada, entre otras, con un costo más elevado, si el beneficio económico fuera considerablemente mayor para su industria o procesos?

SI	NO
----	----

Porque:

5. ¿Cuál es el proceso, operación o línea de producción de mayor complejidad y con el costo más alto en su proceso productivo?

Explique:

6. ¿En cuánto tiempo considera que implementaría un nuevo sistema integrado de información?

Corto Plazo (Entre 1 y 6 meses)	
Mediano plazo (6 meses y 1 Año)	
Largo Plazo (Mayor a 1 Año)	

7 ¿Ha escuchado o tiene conocimiento acerca del sistema MES (Manufacturing Execution System)?

SI	NO
----	----

Si la respuesta es afirmativa, por favor indique que aspectos conoce:

8. ¿Considera que el método MES brinda o puede ofrecer beneficios en su industria o procesos?

SI	NO
----	----

Si la respuesta es afirmativa, mencione los beneficios que podría relacionar con su industria o procesos:

9. ¿Actualmente en la organización gestionan algún(os) proceso(s) u operación(es) con el sistema MES?

SI	NO
----	----

Si la respuesta es afirmativa, por favor mencione los beneficios que podría relacionar con su industria o proceso.

10. ¿Considera que el sistema MES es conocido en su sector industrial?

SI	NO
----	----

Explique:

Por consiguiente el instrumento y la intención de desarrollar este proyecto de recolección de información del MES en Colombia, fue divulgado a la comunidad académica de la universidad con enfoque de la universidad de los emprendedores; el evento fue para la entrega de avances de semilleros de investigación, en esta fase algunos empresarios invitados resultado de la búsqueda en la base de datos de prácticas empresariales, proyectos especiales y estudiantes empresarios. Se involucraron diferentes sectores industriales que manifestaron el interés de involucrarse en el modelo de hacer un estudio piloto para revisar el estado actual de organización.

Igualmente fue divulgada la importancia de la característica que debería cumplir un sistema MES como solución en una empresa independiente de la clasificación en cámara y comercio, es tener la posibilidad de ser por etapas, tanto en funcionabilidad como en el alcance de proyecto, porque son pocos los proveedores tecnológicos que se dedican a esta implementación.

Adicionalmente una empresa debe abordar un proyecto piloto o diseño del sistema como prototipo, empezando por una parte de la fábrica, una línea de proceso específica y luego pasó a paso, de forma gradual ir ampliando las funcionalidades, usuarios, áreas de la fábrica, entre otras. [5] y [6].

El costo de la implementación de un sistema integrado de información como MES, no se puede determinar con un número exacto, dado que estos dependen de varios factores, como la naturaleza del negocio, el tipo de procesos, entre otros y por otra parte para lograr tener una estimación aproximada al costo real, es recomendable determinar ciertas factores como:

- El número de plantas y el número de líneas de producción dentro del alcance del proyecto.
- Las oportunidades para la reutilización de funcionalidad, por ejemplo, líneas de producción o los informes se parecen mucho entre sí.
- ¿Cuántas interfaces para otros sistemas (tales como LIMS, ERP, y PLC) necesita ser realizado?
- ¿Cuántas licencias necesita? ¿Cuántos usuarios habrá?
- ¿Es necesario comprar hardware (como estaciones de trabajo, sensores, PLCs, servidores), o éstos ya están disponibles?
- ¿El software de PLC Necesita ser alterado?
- Tarifas, las diferencias de precios entre los vendedores (no sólo el software proveedor, sino también el integrador de sistemas)
- Son fases de especificación (especificación de usuario, especificación funcional) también forman parte de la propuesta.
- ¿Se proyectará la gestión del proveedor, se incluirá también en la propuesta?
- Es la gestión de proyectos en el extremo del cliente (implementación orientación, formación de usuarios, coaching, etc.) incluido.

Con base en lo expuesto anteriormente, podemos evidenciar que el costo de implementación es incierto, por otra parte el sistema MES permite ser implementado por etapas. Es una característica importante que debería cumplir una solución MES es tener la posibilidad de ser escalable, tanto en funcionalidad como en alcance de proyecto, existen muy pocos proveedores tecnológicos que ostenten esta importante característica.

Una empresa puede abordar un proyecto piloto empezando por una parte de la fábrica, una línea de proceso específica y luego pasó a paso, de forma gradual ir ampliando las funcionalidades, usuarios, áreas de la fábrica, entre otras. [7]

Inventario, por lo tanto no es adecuado para las demandas fluctuantes. Tanto MRP y JIT tienen beneficios, MRP es más adecuado para la planificación y programación del sistema de producción, mientras que JIT es más adecuado para ejecutar y controlar.

La investigación realizada se puede considerar abrir la brecha de la implementación de MES como un aspecto importante en el mejoramiento de los procesos internos de las empresas colombianas, así como también proporciona una ventaja estratégica a los negocios, por medio de la obtención de información en tiempo real y la integración de la gestión de las diferentes áreas productivas.

7. CONCLUSIONES.

En el presente informe se incluyó información relacionada con las posibilidades de la implementación de una solución MES en las industrias Colombianas e información sobre temas de innovación al interior de las empresas en Colombia.

Igualmente se puede concluir que la implementación de una solución MES tiene ciertas restricciones dependiendo de los objetivos tácticos que la empresa se proponga y que las empresas con mayor oportunidad de implementación sean las que cuentan con los recursos financieros, técnicos y de recursos humanos. [8]

En la actualidad se cuentan con sistemas de financiación para las pequeña y medianas empresas, como lo son COLCIENCIAS y SENA, se busca nuevas estrategias para que el gobierno incentive aún más a las pequeñas y medianas empresas para realizar inversión en innovación, para lograr ser más competitivos en el entorno global.

8. REFERENCIAS.

- [1] ElMaraghy, Hoda A. (2005). "Flexible and reconfigurable manufacturing systems paradigms". Flexible Services and Manufacturing Journal. Volumen 17, 261-271.
- [2] Zambrano, Gabriel Mauricio; Fúquene, Carlos Eduardo; Aguirre, Hugo Santiago. (2010). "Aplicativo para el control estadístico de procesos en línea integrado a un sistema". Ing. Univ. 14 (1): 117-136. Bogotá, Colombia.
- [3] Meyer, Heiko; Fuchs, Franz; Thiel, Klaus. 2009. Manufacturing Execution Systems; Mc Graw Hill Education.
- [4] DANE. 2012. "Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera". Informe de gestión. Bogotá, Colombia.
- [5] IEC 62264-1, Enterprise-Control System Integration (2003) – Part 1: Models and Terminology; Deutsche Fassung DIN EN 62264-1: 2008
- [6] IEC 62264-2, Enterprise-Control System Integration (2004) – Part 2: Model Object Attributes
- [7] IEC 62264-3, Enterprise-Control System Integration (2007) – Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management
- [8] ISA S95-1: Enterprise-Control System Integration, 2000. Part 1: Models and Terminology. ISA, Research Triangle Park, N.C.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo desean agradecer a las organizaciones industriales por abrir las puertas y dar oportunidades a los estudiantes y profesionales para realizar proyectos enmarcados en el campo de la innovación.

A nuestras familias y a los estudiantes de Ingeniería de la Universidad (EAN) pertenecientes al Semillero INSO.