

Metodología de un sistema de producción flexible en el desarrollo de la pequeña y mediana empresa industrial de manufactura en Lima Metropolitana

Methodology of a flexible production system in the development of the small and medium industrial manufacturing company in Metropolitan Lima

Dr. Leoncio Luis Acuña Pinaud, lacuna@uni.edu.pe, Mag. Cesar Aldo Canelo Sotelo, ccanelo@uni.edu.pe, Ing. Alfredo Rolando Agüero Mauricio, raguero2005@gmail.com, Sr. Gianpierre Cabrejos Meléndez, gcmdot295@gmail.com, Sr. Jaime Alejandro Fernández Chávez, jfernandezc@uni.edu.pe, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

RESUMEN

La Investigación Aplicada busca proponer una metodología como proceso que permita el planeamiento y control dinámico de la producción en la Pequeña y Mediana Empresa de Lima Metropolitana. Para establecer la metodología adecuada, se hicieron observaciones pertinentes y se recogieron datos necesarios. El proceso conduce a operaciones con mayor tasa de uso de las máquinas, tiempo de espera reducido y bajo trabajo en Proceso-WIP. Si se implementan las recomendaciones a la Empresa, esperamos un aumento en la capacidad de producción en el mecanizado global, una reducción de tiempos del Trabajo en Proceso - WIP debido a tiempos de procesamiento más cortos, mayores usos de máquina y una mejor planificación de producción.

Palabras Clave: Trabajo en proceso, producción flexible, producción esbelta, mecanizado global.

ABSTRACT

The Applied Research seeks to propose a methodology as a process that allows the planning and dynamic control of production in the Medium and Small Company of Metropolitan Lima. To establish the appropriate methodology, pertinent observations were made and necessary data were collected. In the process of operations with greater use of the machines, the waiting time of the Work in Process-WIP. If recommendations are implemented to the Company, we expect an increase in production capacity in the global machining, a reduction in Work-in-Process times - WIP due to shorter processing times, greater machine usage and better planning. production.

Keywords: Work in process, flexible production, lean production, global machining.

INTRODUCCIÓN

Un sistema de producción flexible es un conjunto de estaciones de trabajo asistido por un sistema automatizado de transporte de materiales, todo controlado por un computador supervisor. En las últimas décadas hemos sido testigos de cambios enormes en el entorno empresarial. El paso de un mercado con exceso de demanda a otro donde el exceso de oferta es una realidad en todos los sectores. El aumento de la competitividad ha

permitido a empresas desaparecer del mercado y nacer otras que en pocos años se conviertan en líderes en su segmento.

El modelo de producción flexible se caracteriza por una amplia facilidad funcional, que se apoya en cualidades como la polivalencia y la versatilidad de los trabajadores(as), lo que facilita una mejor utilización de éstos en las necesidades de producción y cambios rápidos en la fabricación de productos según sea la evolución de la demanda. El trabajo en equipo, la aportación de sugerencias e

ideas, la implicación de los trabajadores(as) facilitan la innovación permanente en la consecución de los objetivos de calidad y diferenciación que exige un mercado cada vez más competitivo.

La innovación tecnológica, las presiones económicas de la globalización y la desregulación del mercado de trabajo, entre otros factores, han reconfigurado drásticamente la naturaleza del trabajo en los países postindustriales. Para responder a estos factores, las empresas se han reestructurado, haciéndose más planas y pequeñas, se han adoptado nuevas prácticas de gestión que incluyen, por ejemplo, equipos autogestionados; y se han aplicado métodos de producción más austeros y racionalizados, como los Sistemas Justo a Tiempo y la Subcontratación.

La Metodología de un Sistema de Producción, debe ser robusta para alcanzar la eficiencia y competencia, reduciendo el nivel de stock que paulatinamente eliminará actividades ineficientes y residuos en la manufactura. Se dispone de las siguientes: 1) La Metodología Six Sigma de Mejora de la Calidad [1], 2) Fases típicas del desarrollo de un Proyecto de Automatización de procesos al acercarse a la Gestión de Procesos de Negocio [2] – BPM, 3) Basado en la combinación de la Simulación y los Métodos de Inteligencia Artificial [3], los cuales han permitido obtener resultados satisfactorios para el problema de planeación de la producción a corto plazo.

Las metodologías mencionadas serán informadas y se propondrán a las diferentes empresas Pequeñas y Medianas del sector Industrial en Lima Metropolitana.

PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación aplicada sobre Producción Flexible en Lima Metropolitana, se precisa por cada parte del raciocinio necesario; desde la problemática hasta los objetivos específicos requeridos. La importancia del capítulo está basada por la dirección requerida para conseguir los objetivos planteados.

Tipo y Nivel de Investigación

El tipo de investigación a emplear en el estudio es mixto; es decir: cualitativo y cuantitativo, por las características del sistema de producción flexible en cuanto a su diseño y efectos en el mercado de Lima Metropolitana. Los sistemas de producción manufacturados son explicados exactamente como operan; respetando sus diseños.

Problemática

Las Pequeñas y Medianas Empresas Industriales disponen de su metodología confiable para poder programar los productos a fabricar, mientras se mantienen las cargas a través de las máquinas o procesos principales con utilización para aumentar la capacidad total de producción.

Definición y Formulación del Problema

Para la definición del problema, se busca una Metodología de un Sistema de Producción Flexible en el desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana.

El desarrollo de la investigación aplicada se centrará en las PyMES de Lima Metropolitana por la mayor oportunidad de las tecnologías importadas en cumplir con la demanda personalizada y en lotes correspondientes.

La formulación del problema, que la investigación aplicada plantea para las PyMES es: ¿La propuesta de una Metodología de un Sistema de Producción Flexible influirá en el desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana?

Justificación de la Investigación

La flexibilidad es importante, pero hay una necesidad de priorizar y seleccionar qué tipo de flexibilidad se incorpora a un sistema. Esto es especialmente cierto en las PyMES que, debido a razones financieras y de competencia, una mala decisión puede llevar al desastre. Se justifica por:

a. La Metodología empleada por la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura, no es confiable para la competencia de productos importados de alta calidad.

b. La Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura, no dispone de productos estandarizados a nivel mundial.

c. La Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura, no dispone de ensamblajes automatizados.

Delimitación del Problema

La Región en donde se desarrolla la investigación aplicada es Lima Metropolitana con las Pequeñas y Medianas Empresas de manufactura, y una muestra representativa de 10 de ellas son informadas.

La delimitación del problema, incide en la distribución de la población de las PyMES y son:

a. Estructurales, como el mercado laboral, la inversión privada, pública y extranjera, la vocación industrial y el desarrollo empresarial de la región.

b. Funcionales, como las políticas y orientaciones económicas, valores educativos y contexto cultural.

c. El clima institucional que marca la propia re-estructuración económica y tipo de relaciones industriales, especialmente las relaciones entre el capital y el trabajo de Empresarios-Trabajadores(as).

Objetivo General

Proponer una Metodología de un Sistema de Producción Flexible en el desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana.

Objetivos Específicos

a. Confiar en la Metodología de un Sistema de Producción Flexible en el desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana, estará en competencia con los productos importados de alta calidad.

b. Adaptar una Metodología de un Sistema de Producción Flexible en el desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana, se desarrollará productos estandarizados a nivel mundial.

c. Disponer de una Metodología de un Sistema de Producción Flexible en el desarrollo de la Mediana

y Pequeña Empresa Industrial de Manufactura en Lima Metropolitana, estarán aptos para ensamblajes automatizados.

SISTEMA DE PRODUCCION FLEXIBLE

Bases Teóricas

Según los autores Joan Grillo Perelló [4] - Raúl García Jiménez [4], Sistemas de Producción Flexible, se llama así por fabricar piezas o productos diferentes en forma simultánea en las estaciones de trabajo. La demanda es capaz de hacer variar diferentes tipos de productos y tasa de producción.

Si un Sistema de Producción no es completamente Flexible, se podrá encontrar algunas restricciones. Ejemplo: La producción de una familia de productos, será variando tamaños, modelos y procesos, considerando unos límites.

Los requisitos que debe tener un Sistema de Producción Flexible son:

- Identificar y distinguir productos a procesar por el sistema.

- Facilitar de manera rápida la realización de cambios tanto físicos como lógicos.

El empresario debe tener el concepto de flexibilidad como sistemas automatizados y también como sistemas manuales. Un sistema automatizado es o no flexible realizando las siguientes pruebas:

- Variedad de productos. - El sistema procesa diferentes tipos de piezas en producción que no sea por lotes.

- Cambio de programación o producción. - El sistema realiza cambios en la producción programada y cambios en cualquier parte del producto.

- Recuperación de errores. - El sistema se recupera satisfactoriamente de errores de funcionamiento sin que esto conlleve la interrupción completa de la producción.

- Ampliar la gama de fabricación de piezas o partes producidas. - Se añade al sistema de fabricación nuevas piezas diseñadas.

Al adaptarse a las cuatro pruebas, la empresa dispone de un Sistema de Producción Flexible. El Cuadro 1 define los diferentes tipos de flexibilidad y los factores que dependen cada uno de ellos.

Sistema Producción Flexible-SPF

La definición más simple de un SPF es un “Sistema, controlado por un computador central, que está conectada a varios centros o estaciones de trabajo informatizados con un sistema automático de manipulación de materiales”. Parrish David J. [5], 1993.

En las últimas décadas hemos sido testigos de cambios enormes en el entorno empresarial. El paso de un mercado con exceso de demanda a otro donde el exceso de oferta es una realidad en todos los sectores. El aumento de competitividad ha permitido a empresas desaparecer del mercado y nacer otras que en pocos años se conviertan en líderes en su segmento. Una alternativa de esta diferencia ha sido orientar la gestión en las operaciones y en la tecnología, mediante el uso del enfoque de sistemas ha permitido lograr ser líderes en poco tiempo y mantener su crecimiento sostenible en estos últimos años. Una de las principales ideas de la especialización flexible es la demanda cambiante, la organización tiene que ser lo suficientemente flexible como para enfrentar la variabilidad de la demanda.

Cuadro 1. Tipos de Flexibilidad [6]

Tipos de Flexibilidad	Definición y Factores
Maquinaria	Facilidad de una máquina para adaptarse a un sistema de producción. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de ejecución. • Facilidad para reprogramar la máquina. • Control y versatilidad del trabajador en el sistema.
Producción	Diferentes productos a ser fabricados por el sistema. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad maquinaria en estaciones individuales. • Flexibilidad de las estaciones del sistema.
Mezcla de productos	Capacidad de variar diferentes productos a fabricar manteniendo la producción final. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Similitud de productos en la producción final. • Trabajo relativo a las partes producidas.
Producto	Facilidad de introducir modificaciones en los diseños existentes e introducir nuevos productos. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Programación del CNC para mejorar la

	pieza. <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad de la máquina
Secuencia de fabricación	Modificar las secuencias de fabricación debido a fallas de maquinaria en general. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Similitud de las partes en la mezcla. • Entrenamiento para los trabajadores.
Volumen	La inversión, fija la capacidad y produce económicamente un rango de producción. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de trabajo manual existente en la producción. • Cantidad invertida en equipamiento
Expansión	Facilidad del sistema para expandirse e incrementar la producción. Factores: <ul style="list-style-type: none"> • Costo de añadir estaciones de trabajo. • Facilidad con la que el Layout puede ser ampliado. • Tipo de sistema de transporte utilizado.

El modelo de especialización flexible se caracteriza por una amplia facilidad funcional, que se apoya en la cualificación, la polivalencia y la versatilidad de los trabajadores y trabajadoras, lo que facilita una mejor utilización de éstos en las necesidades de producción y de los cambios rápidos en la fabricación de unos productos según sea la evolución de la demanda. El trabajo en equipo, la aportación de sugerencias e ideas, la implicación de los trabajadores y trabajadoras facilitan la innovación permanente en la consecución de los objetivos de calidad y diferenciación que exige un mercado cada vez más competitivo. Los requerimientos sobre la fuerza de trabajo se centran en una mayor polivalencia (lo que para el trabajador/a implica dedicar un mayor esfuerzo para aprender, formarse, y adecuarse continuamente a funciones nuevas) y en aceptar una mayor movilidad de poder ser cambiados/as de puesto de trabajo en función de las demandas de la producción.

La innovación tecnológica, las presiones económicas de la globalización y la desregulación del mercado de trabajo, entre otros factores, han reconfigurado drásticamente la naturaleza del trabajo en los países posindustriales. Para responder a estos factores, las empresas se han reestructurado, haciéndose más planas y pequeñas, se han adoptado nuevas prácticas de gestión que incluyen, por

ejemplo, equipos autogestionados; y se han aplicado métodos de producción más austeros y racionalizados, como los sistemas "justo a tiempo" y la subcontratación.

Celda de Manufactura Flexible

Consiste en dos a más Módulos Flexibles Manufactura MFM y un sistema de transporte guiados automáticamente conocidos como Vehículos Guiados Automáticamente - VGA, ver Figura 1. El sistema de transporte está conectado a una estación de carga y descarga, cuenta con una capacidad de almacenamiento limitada.

PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA INDUSTRIAL DE MANUFACTURA

Situación de la Industria de Manufactura

El INEI [7] en los resultados de la Encuesta Económica Anual 2016, considera la segmentación de las unidades económicas que permite conocer el aporte de la producción nacional según el tamaño de la unidad económica. El tamaño de la empresa según sus ventas anuales. Se han determinado tres segmentos empresariales, se muestra en el Cuadro 2.

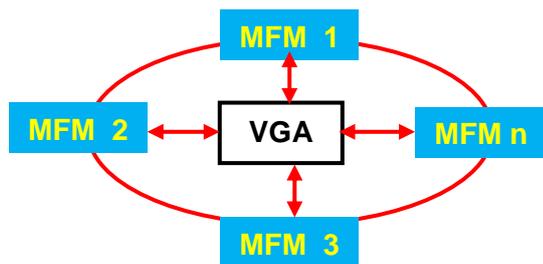


Figura 1. Celda Flexible Manufactura – CFM, Ricardo Jiménez [11]

El SUNAT [8], para Sociedades No Financieras cuya actividad principal es la Producción de Bienes y Servicios No Financieros de mercado, precisando son Sociedades No Financieras Privadas Nacionales y predomina el capital nacional, el tratamiento de la información contable, considera lo siguiente:

- Grandes empresas, contribuyentes que declaran el impuesto anual a la renta ante la SUNAT y cuyos

ingresos son mayores a 500 UIT, están obligados a presentar el balance de comprobación.

Cuadro 2. Segmento Empresarial

Segmento	Ventas Anuales	
	UIT	Soles
Pequeña Empresa	<150,1.700]	<607.500,6.885.000]
Mediana Empresa	<1.700,2.300]	<6.885.000,9.315.000]
Gran Empresa	<2.300	<9.315.000

Nota: La Unidad Impositiva Tributaria (UIT) en el año 2017 fue de 4.050 soles

- Empresas medianas y pequeñas, presentan la declaración jurada anual del impuesto a la renta donde registran información en el balance general y estado de resultados.

El INEI [9] informa en Octubre 2017 que la Producción Nacional creció 2,99%, siendo el mes 99 de crecimiento continuo. Siendo uno de los sectores con evolución favorable, la Manufactura. Este crecimiento se explica por la demanda externa de productos No Tradicionales que se incrementó 7%, siendo uno de ellos el metalmeccánico. La demanda interna incremento por la importación de bienes de consumo No duradero 23,1%, las ventas minoristas en 0,92% y los créditos de consumo en 2,29%.

Adicionalmente, el PBI Manufactura promedio Enero-Octubre 2017 fue de 0,9 % y durante el año 2016 fue de -1.4%. El PBI Manufacturera a Octubre 2017 fue de 1,6%, se observa en Figura 2.

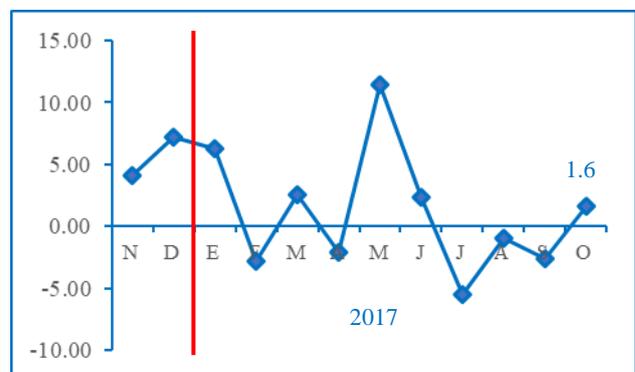


Figura 2. Variación % PBI Manufactura [15] Noviembre 2016 – Octubre 2017

Situación de las Pequeñas y Medianas Empresas – PyMES

El Perú ha presentado en los últimos 16 años (2001 – 2016) un crecimiento sostenido del Producto Bruto Interno [10] (PBI) por habitante, una Variación Porcentual Promedio Anual de 4,3% en la década 2001-2010 y de 3,5% para el periodo 2011-2016. Esta prosperidad y estabilidad macroeconómica está explicada por factores externos e internos. Los factores externos en grosso modo son la creciente demanda de materias primas, lo que conllevó a un aumento de las exportaciones tradicionales y el mejoramiento de los términos de intercambio. Por otro lado, el escenario interno ha estado marcado por el dinamismo que han mostrado los sectores productivos.

En las estadísticas del año 2015 del INEI [12], el Directorio Central de Empresas y Establecimientos, registró 2.042.992 Empresas, el 45,5% se dedican a compra y venta de bienes, mejor dicho, dedicados al Comercio. Por otro lado, de 929.231 dedicadas a actividades económicas del comercio, el 4,2% son la Pequeña, Mediana y la Gran Empresa.

En el 2015 INEI [12] reportó 30.779 Empresas Comerciales con ventas netas anuales mayores a 577.500 soles, de las cuales 84,9% se clasificaban como Pequeñas Empresas, 11,8% Gran Empresa y 3,3% Mediana Empresa.

Lima Metropolitana cuenta con una infraestructura confiable para una producción competitiva y sostenible, es decir, posee puertos que nos conectan al mercado internacional (puertos marítimos, aeropuerto y otros medios de comunicación), además de acceso a servicios básicos (agua, luz y alcantarillado), la facilidad de poder hacer uso de servicios técnicos ante desperfectos sucedidos en la maquinaria, y acceso al uso de mano de obra calificada en ingeniería especializada.

El 32% de las Empresas Comerciales se ubican en Lima Metropolitana, y tres de cada diez empresas realizan sus actividades en Lima Metropolitana. El 2015, generaron empleo las grandes, mediana y pequeña empresa a 650.146 trabajadores, de las cuales 75,7% ofertó la Gran Empresa, 22,0% la Pequeña Empresa y 2,3% la Mediana Empresa.

La remuneración en promedio mensual fue de 2.889 soles, las Grandes Empresas pagaron en promedio 3.316 soles mensuales, las Medianas Empresas 1.946 soles mensuales y las Pequeñas Empresas 1.745 soles mensuales.

METODOLOGÍAS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE

Six Sigma de mejora de Calidad [1]

La literatura sobre el tema se complementa con el uso del software Microsoft Project, versión disponible a la fecha, como una herramienta para desarrollar la metodología mejorada del planeamiento de producción. Sin embargo, antes de que pudiera utilizarse eficazmente, los datos pertinentes se debían de obtener de antemano. Este capítulo describe el trabajo que se ha realizado de acuerdo con la metodología Six Sigma, mejora de calidad, como guía del proyecto de investigación aplicada; se llevó a cabo las cinco fases de la metodología, como Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Control.

a. Definir. - En la planta se observa el programa actual de producción y el proceso de manufactura para comprender el problema. Los operarios trabajando con sus máquinas son observados adicionalmente. En el departamento de Ingeniería se tiene la información y retroalimentación dialogando con los maquinistas y el Equipo de Ingeniería, como el Jefe de Ingeniería en Mecánica, Jefe de Producción y Planificador de la Producción. Se planearon entrevistas y conversaciones frecuentes con ellos para ayudar a comprender y aclarar el proceso actual de programación, sus limitaciones y finalmente resaltar los temas clave en Planta.

b. Medir. - Los datos de operaciones en proceso y tiempos utilizados están disponibles en un Sistema Gestión Funcional de Manufactura del Producto – MFG/PRO integrado al sistema Planificación de Recursos Empresariales – ERP, utilizado en las oficinas de Ventas y Distribución. Los datos reales se deben obtener directamente de la planta. Se calculan los tiempos promedio de muchas operaciones repetidas y se utilizan para representar los tiempos reales de esas operaciones. Adicionalmente, participan operadores como los

maquinistas que llenan hojas de registro e ingresando al sistema MFG/PRO.

Los datos de tasa de producción, los tiempos como horizonte de producción, las ventas históricas de productos terminados y los productos sobresalientes son significativos para la empresa.

c. Analizar. - Los datos en tiempo real deben ser comparados con los tiempos del sistema para comprobar las diferencias, si estas fueran grandes se actualizarían manualmente para ingresar al programa de producción. Se tomaron una muestra significativa para actualizarlos. Luego, se llega a evaluar el proceso de programación actual del sistema mencionado en el párrafo anterior; actualizándola y mejorando los tiempos de operación. Se debe observar la frecuencia que grupos de máquinas no están balanceadas y otras en ritmo menor a lo normal. Se consideró importante las tareas lentas en máquinas siendo posible mejorarlas.

d. Mejorar. - La herramienta del modelo se utiliza el Microsoft Project actualizado para programar y planificar la celda de mecanizado. Otra herramienta de control fue el Diagrama de Gantt del Plan de Producción para la lista de órdenes de trabajo a ser producido con el horizonte de tiempo necesario. Se definieron las máquinas como recursos y horas de trabajo disponibles, la orden de trabajo consideró las máquinas y el tiempo necesario requerido. Las tareas también podrían asignarse manualmente a las prioridades en caso de que las tareas específicas tuvieran que ser aceleradas. Con el fin de definir la capacidad diaria disponible de las máquinas, el número de horas disponibles por día se redujo de 24 horas a sólo 16 horas y el número de días laborales por semana se redujo a seis, con el domingo fijado como día no laborable. Los recursos fueron nivelados, evitando un exceso de asignaciones y suavizar las cargas de trabajo. La nivelación se puede establecer de tres maneras:

- **Id:** Las tareas se identifican con números, comenzando en 1 con mayor prioridad.
- **Estándar:** las tareas se programan en forma predeterminada, examinando las predecesoras, holguras, fecha, prioridades y restricciones de tareas a retrasarse.

- **Prioridad – Estándar:** Las tareas asignadas se comprueban antes de considerar otros criterios estándar.

Las operaciones paralelas con reserva son consideradas con un Id correspondiente. Una alternativa de asegurar que las operaciones consecutivas, con una sola orden de trabajo, en la misma máquina no se programarán aparte es asignarles la prioridad más alta para que Microsoft Project no los retrase. Este método se usó como estándar con orden de nivelación de prioridad, esperando un proceso más corto con usos de máquina ligeramente mejores.

e. Control. - El programa debe ser actualizado eliminando las tareas completas desde la parte superior de lista de órdenes de trabajo. El seguimiento de los avances de las ordenes de trabajo en Microsoft Project se puede realizar fácilmente utilizando el seguimiento de Gantt y ayuda a exponer las diferencias entre el calendario y la producción real. Además, si las máquinas estuvieran inactivas debido a trabajos insuficientes o no disponibles, el programador de producción debe prever este evento y programar actividades de mantenimiento o mejorar el proceso de manufactura.

Los tiempos de inactividad de máquina debido al mantenimiento o la reparación, pueden indicarse en el programa de producción marcando esas máquinas específicas como no disponibles. Si se prevé que una máquina esté disponible nuevamente en una fecha específica, ésta puede ser simulada y cualquier trabajo que necesite ponerse al día puede planificarse de antemano. El manual de procedimientos e instrucciones se debe disponer para el personal requerido según sea necesario.

Fases Típicas del Desarrollo de Automatización de Procesos en la Gestión de Procesos de Negocio – BPM [2]

La precisión de este tipo de estudio fue señalada por muchos autores, un método con el entorno económico rumano se encuentra en Chang [13], James F. (2006). En este método se consideran los siguientes procesos:

1. Decisión estratégica en el uso del método, la organización al decidir utilizar este método, también

asume esta decisión en el nivel organizativo. De esta manera, la resistencia que este tipo de método podría enfrentar para el cambio se reduce.

2. Investigación preliminar sobre la situación actual, en cuanto a la investigación preliminar sobre la situación actual, ésta debe orientarse hacia los siguientes aspectos:

- La clasificación de los procesos actuales, la identificación de los principales y su priorización para su implementación. Hay un criterio múltiple que se utiliza, sin embargo, los de mayor frecuencia son utilizadas en el análisis comparativo de costos y beneficios resultantes para automatización y el impacto sobre otros procesos.
- Las alternativas tecnológicas implican la identificación de aplicaciones, el reconocimiento de las interfaces de aplicación ya existentes y el reconocimiento de la madurez del grupo de soporte en relación con estas alternativas.
- La preparación de la organización para el cambio, despeja el camino para las modificaciones en cuanto a las prácticas y modalidades de trabajo que utilizarán esta solución.

3. El análisis, las actividades relativas a la realización efectiva del análisis de procesos como las actividades relacionadas con la organización típica del estudio y el establecimiento del equipo.

4. La concepción, la solución propuesta, comienza con una visión de alto nivel y hasta la descripción detallada de los componentes de la solución (la cadena lógica de los procesos, los flujos detallados, las interfaces, los modelos de datos)

5. La implementación, implica actividades similares a los estudios de desarrollo de software, parametrizaciones y pruebas de integración de unidades. Las pruebas de calidad y aceptación de los usuarios son obligatorias de ser desarrolladas antes de su lanzamiento en producción, con el fin de evitar la ocurrencia ulterior de problemas graves.

6. Apoyo funcional, así como el apoyo técnico es necesario a los usuarios finales para la apropiada posesión del nuevo sistema de producción. A partir de los procesos antes mencionadas, observamos atentamente la complejidad de este tipo de estudio interdisciplinarios, utilizando numerosas áreas del ámbito de la administración de empresas, gestión estratégica, gestión de la calidad, gestión del cambio, tecnología de la información. Los factores

críticos de éxito se desarrollan en grandes áreas de cobertura, dichos factores críticos para el éxito de este tipo de estudio específico son las condiciones ambientales y económicas de las empresas medianas y grandes de Rumanía.

Basado en la Combinación de la Simulación y los Métodos de Inteligencia Artificial [3]

Es necesario crear una Base de Datos – BD, generada por medio de un modelo de simulación - SED, el cual debe representar adecuadamente el Sistema de Producción. Posteriormente, la información de la Base de Datos es utilizada para crear, por medio de los métodos de aprendizaje las diferentes Redes Neuronales Artificiales - RNA (una para cada criterio). En esta etapa es posible comparar los resultados del simulador, con los arrojados por las diferentes RNA. Las funciones no lineales de cada RNA pueden ser utilizadas en la optimización multicriterio, por medio de un Algoritmo Genético Multicriterio - MOGA. Finalmente, los resultados obtenidos sirven de ayuda a la decisión para el responsable de la Planeación de la Producción. Los resultados de la aplicación de esta metodología, pueden ser retroalimentados directamente a la Base de Datos para una constitución más robusta de la misma. Se muestra Figura 3, el diagrama de la Metodología de la producción de componentes electrónicos.

La metodología de modelado y diseño para aplicaciones en planeación de la producción está basada en el desarrollo de un sistema de Inteligencia Artificial (IA) de ayuda a la decisión.

La simulación del Proceso de Producción considera las asignaciones en las operaciones de las máquinas y las rutas de cada producto dentro de la Empresa. Esta técnica se ha empleado ampliamente en la producción de semiconductores.

PROPUESTA METODOLOGÍA DE UN SISTEMA PRODUCCIÓN FLEXIBLE

El enfoque de sistemas aplicado es tomado de John P. Van Gigch [14], porque está orientada a la aplicación.

Las Empresas Medianas en resumen de su actividad y servicio están en el Cuadro 3, adicionalmente las

Metodologías propuestas que mejor se adaptarían para la mejora en la innovación y desarrollo industrial. La propuesta ha sido tomada por los siguientes factores: Estrategia, Tecnología, Procesos, Estructura, Personas y Conocimiento, Medio Ambiente, Criterio de Flexibilidad, Sistema de Transporte y Distribución.

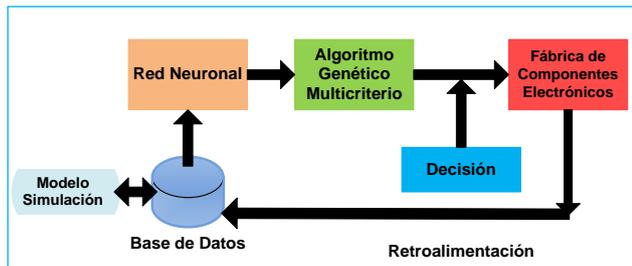


Figura 3. Metodología Proceso Producción de Componentes Electrónicos

CONCLUSIONES

Las Empresas nombradas han sido evaluadas con el enfoque de Sistemas de John P. Van Gigch [14] y se concluye que la mayoría de las Empresas se adaptarían a la Producción Flexible.

Las Metodologías propuestas son adaptables a la mayoría de las Empresas y los costos de la implementación sería la condición crítica para la calidad Internacional.

Cuadro 3. Resultado de Empresas Informadas y Metodologías mejor Adaptadas

EMPRESAS	A	B	C
TR INDUSTRIAL SAC	SI	SI	SI
LVM INGENIEROS	SI	NO	SI
FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL	SI	NO	SI
INDUSTRIAS T&M	SI	NO	SI
FAMITEC SAC	SI	SI	SI
TÉCNICA INDUSTRIAL LOLI S.A.C.	SI	SI	SI
A&V METALEN PRODUCT	SI	SI	SI
RESORTECNIA PERU SAC	SI	SI	SI
INDUSTRIAS IMIM SAC	SI	SI	SI
VAINSA	SI	SI	SI

A: Six Sigma

B: Automatización de Procesos – BMP

C: Simulación y Métodos de Inteligencia Artificial

La transición de esquemas de producción rígida a producción flexible en las empresas, significa un redimensionamiento de operabilidad en ambos esquemas que se integran en un mismo momento, pero en ámbitos empresariales distintos, de empresas pequeñas a la esfera de las medianas

La Flexibilidad Laboral donde la maquila o tercerización se vuelve cada día una actividad relevante, es la relación industrial basada en un contrato laboral temporal y flexible. Cuyo efecto inmediato es la precarización del empleo que, ante políticas a los índices inflacionarios del país, implican un salario real cada día menos remunerativo.

La Producción Flexible tiene como estrategia la re-localización industrial, con esta logra tener un costo significativamente bajo. La re-estructuración económica del país observa la integración económica mediante la captación de inversión extranjera directa que se materializa en industrias maquiladoras o tercerización de exportación.

Los Sistemas de Producción Flexible - SPF, tienden a generar trabajos con gran uso de computadoras y tareas de programación. Los puestos de trabajo tienden a ser casi siempre sólo de pie, con tareas muy variadas y entretenidas, se presentan problemas con los cambios de ritmos, pues cuando no se calcula bien el trabajo que realiza cada operario producen gran cansancio en las extremidades superiores e inferiores.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Investigaciones de la FIIS, por el apoyo que realiza en el desarrollo de Proyectos Aplicativos como propuesta al Mercado Nacional.

BIBLIOGRAFIA

[1] Wei Yung Tan, Tesis Master of Engineering in Manufacturing MIT-USA, "Developing an Improved Production Planning Method for a Machining Cell using an Active-Nondelay Hybrid Scheduling Technique", September 2010.

- [2] Paul Brudaru, Ionel Năftănăilă; Article “Successfully Introducing the Methods and Instruments for Flexible Business Processes Automation into Romanian Companies”; The Bucharest Academy of Economic Studies, Romania; Review of International Comparative Management; Volume 10, Issue 4, October 2009.
- [3] Báez Oscar, Torres Raúl, Alvarado Ana, Ortiz Fernando, Moras Constantino, “Metodología de ayuda a la decisión para el plan de producción en sistemas de manufactura flexible”, AcademiaJournal.com, Revista de la Ingeniería Industrial, ISSN 1940-2163, Volumen 2, N° 1, 2008
- [4] Grillo Perelló, Joan - García Jiménez, Raúl “Sistemas de Fabricación Flexible”, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, Páginas 2 – 5, 2002
<https://es.scribd.com/document/347536070/fms-grillo-garcia-pdf>
- [5] Parrish, David J. “Flexible Manufacturing” Butterworth-Heinemann Ltd. 1993
- [6] Universidad Politécnica de Madrid, Maestría en Ingeniería Electromecánica, Departamento de Electrónica Automática e Informática Industrial, Robótica, Fabricación Flexible.
http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/2337/mod_resource/content/1/DiSistemasFab.pdf
- [7] INEI, Perú: Características Económicas y Financieras de las Empresas Comerciales, Resultados de la Encuesta Económica Anual 2016 (Ejercicio Económico 2015), Pagina 104, Setiembre 2017.
- [8] INEI, Perú: Cuentas Nacionales 1950-2016 Cuentas de Bienes y Servicios y Cuentas por Sectores Institucionales Año Base 2007, Página 576, Octubre 2017, Lima
- [9] INEI, Producción Nacional Octubre 2017, Informe Técnico N° 12, Página 1, Cuadro N° 01, Diciembre 2017
- [10] BCR, Memoria 2016, Pagina 13, Abril 2017
- [11] Jiménez, Ricardo
https://www.academia.edu/27751561/Automatización_de_la_Manufactura_INGENIERÍA_DE_INGENIERÍA_DE_MANUFACTURA_MANUFACTURA
- [12] INEI, Perú: Características Económicas y Financieras de las Empresas Comerciales, Resultados de la Encuesta Económica Anual 2016 (Ejercicio Económico 2015), Pagina 9, Setiembre 2017.
- [13] Chang, J. F., Article “Business process management systems: strategy and implementation”, Auerbach Publications, 2006
- [14] Gigch, John P. van. Teoría General de Sistemas. México, Editorial Trillas 1990. 607p
- [15] BCR, Nota Semanal N° 49, 21 Diciembre 2017, table 84/cuadro 84
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2017/ns-49-2017.pdf>