

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

SECCION DE POSGRADO



**SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE DE
PRODUCTOS MANUFACTURADOS PARA UN
MERCADO GLOBALIZADO**

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO

EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:

INGENIERÍA DE SISTEMAS

LEONCIO LUIS ACUÑA PINAUD

LIMA - 2008

DEDICATORIA

El esfuerzo de la presente tesis es dedicado a mi esposa Delia, mis hijos Larissa y Luis; por la insistencia y ayuda para terminarla; y en especial, a mi madre Celinda por los sanos consejos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias a la asesoría de los señores docentes, Dr. José Álvarez, Dra. Teresita Huamani, Mg. Luisa Llanccce y docentes amigos que de alguna manera hicieron posible el desarrollo de la presente tesis.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
DESCRIPTORES TEMATICOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	8
CAPITULO I: MARCO METODOLOGICO	12
1.1 Tipo y nivel de investigación	12
1.2 Diseño de investigación	12
1.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	14
1.4 Marco Teórico	19
1.4.1 Antecedentes	19
1.4.2 Bases Teóricas	19
CAPITULO II: GLOBALIZACION Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL ENFOQUE SISTEMICO	30
2.1 El proceso de globalización y la producción flexible	30
2.2 La estructura económica internacional	32
2.3 El enfoque sistémico	35
CAPITULO III: SISTEMAS DE PRODUCCION FLEXIBLES	40
3.1 Sistemas de Producción Existente	40
3.2 Sistema de Producción Flexible - SPF	45
3.2.1 Diseño de Componentes	52
3.2.2 Nuevo Sistema Organizacional	62
3.3 Diseño de Sistema de Producción Flexible	66
3.3.1 Simulación de posturas de los operarios en la Producción Flexible	72
3.3.2 La función principal del nuevo sistema de organización del trabajo	75
3.4 Ventajas del Sistema de Producción Flexible	78

CAPITULO IV: SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE CON ENFOQUE SISTEMICO	79
4.1 Experiencias industriales	79
4.1.1 FIMA S.A.	79
4.1.2 VAINSA	82
4.1.3 NOVA	85
4.1.4 Productos Metálicos Estampados SRL	86
4.2 La propuesta del Diseño de Sistema de Producción Flexible mediante el enfoque de sistemas	87
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1 Conclusiones	90
5.2 Recomendaciones	92
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	94
ANEXOS	98

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

ESTRUCTURA ECONÓMICA INTERNACIONAL

MERCADO GLOBALIZADO

MODULO FLEXIBLE MANUFACTURA

CELDA FLEXIBLE MANUFACTURA

SISTEMA FLEXIBLE PRODUCCIÓN

FLEXIBILIDAD FUNCIONAL

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo el diseño de un Sistema de Producción Flexible de productos manufacturados para un mercado globalizado a partir del enfoque de sistemas y según las características identificadas de las experiencias obtenidas de las empresas. Las alternativas tecnológicas que se presentan para los productos de manufactura metalmecánica contribuye a la exigencia de los certificados de calidad que el mercado globalizado demanda. A partir del trabajo de campo realizado, la propuesta que representa la mejor alternativa técnica es el Sistema de Producción Flexible en las empresas medianas, de tipo Distribución en Línea, basada en única línea de transferencia alrededor de la cual se sitúan las estaciones de trabajo tipo I. La investigación concluye que se aplique a las empresas con características similares a las estudiadas en el presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los empresarios del sector metalmeccánico han mostrado una mayor dinámica en la fabricación de sus productos, muchos de los cuales se venden en el Perú y en los mercados regionales de los países vecinos.

Por ello, los empresarios del sector aprovechan las recientes rebajas arancelarias para que importen máquinas y así puedan elevar su nivel de producción, además de acortar la brecha tecnológica que existe entre el Perú y otros países. La importancia de que los empresarios de metalmeccánica se agrupen en consorcios para complementar su producción y así convertir la debilidad de su tamaño en una fortaleza. "Asimismo, trabajar en grupo reduce gastos. Por ejemplo, si realizar publicidad cuesta, al repartir la suma entre varios participantes se pagará mucho menos". No obstante, los niveles de producción y de calidad de quienes se integren deberán ser similares para evitar diferencias en los niveles de elaboración de los productos. Del mismo modo, los empresarios del sector metalmeccánico deben emplear las "5s" (término japonés), que promueven el ordenamiento del taller de fabricación; y realizar cursos de buenas prácticas de mercadeo y obtener certificaciones para la gestión de calidad.

Con el fin de que el sector metalmeccánico sea reconocido fuera de nuestras fronteras, es necesario que quienes integran este rubro participen en ferias; visitar estas exhibiciones y mostrar sus productos les permitirá compararse con sus competidores. Lo mejor, es que podrán conocer sus debilidades.

EL presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema de producción flexible para una planta de tamaño mediana de una empresa de manufactura

basada en el enfoque de sistemas, y por lo cual se realiza el trabajo de campo en empresas seleccionadas como, FIMA SA, Srs. Eduardo Carrero y Renzo Toledo, VAINSA, Ings. Jaime San Martín Chirinos y Mario Victorio Cánovas, NOVA, Sra. Delia Ostollic y finalmente Productos Metálicos Estampados SRL.

En el Capítulo I, se presenta el marco metodológico, si se analizan estas empresas desde la perspectiva de sus operaciones, se puede decir que han cambiado las reglas del juego de sus respectivos mercados. Por ejemplo, pasar de trabajar para almacenar a trabajar bajo pedido; se ha conseguido una fiabilidad enorme en el cumplimiento de entregas.

En el caso de la tecnología, se ha profundizado el arte de utilizarla para recortar fracciones de centavos al costo de producción año tras año. Según Castro Hermida, Manuel 2005; por ejemplo, Gillette empresa dedicada al negocio de la fabricación de navajas y hojas de afeitar, y muchas otras cosas vende a bajos precios. ¿Cómo? Mediante el uso de tecnología como las computadoras para el control y seguimiento de stocks de componentes y soldadores láser diseñados para realizar los cartuchos de doble hoja. Además, utiliza cámaras de videos para controlar y asegurar la calidad del producto.

En el Capítulo II, de la globalización y sistemas de producción mediante el enfoque de sistemas, los términos globalización y nueva economía tienen un contenido fuertemente ideológico. El término globalización es una nueva fase histórica de internacionalización, interdependencia e interconexión. En esta línea, se identifica a la nueva economía como un crecimiento tendencial más fuerte, resultante de modos de gestión más eficaces en las empresas por las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación y de un crecimiento más fuerte de la productividad multifactorial.

Tres cuartas partes de la población mundial viven en países del capitalismo periférico, con el mismo apremio de Perú por crear empleo ante una demografía creciente. Son naciones de América Latina, África, Asia y Europa

del Este; todas ellas compiten por captar inversión de las naciones industrializadas, por lo que ofrecen los salarios más bajos, pobres derechos laborales y poca normatividades en materia de regulación ecológica empresarial. La estructura económica es la principal causal que explica el cambio de los patrones de la población, el cual es parte de un desarrollo más global y sistémico.

En el Capítulo III, de los sistemas producción flexibles, las empresas han tornado sofisticadas, ejemplo el equipo para el manejo de materiales utiliza máquinas de Control Numérico Directo - CND. Consideran algunos que el manejo de materiales lo puede realizar un robot o máquinas de transfer o vehículos autoguiados; mueven los materiales de una estación de trabajo a otra. Para el manejo de materiales y la estación de trabajo, los equipos han de estar conectados a un computador central, que proporciona las instrucciones para dirigir los trabajos a la estación de trabajo adecuada y las instrucciones para cada estación de trabajo. Este conjunto se denomina Sistema de Producción Flexible - SPF.

Los SPF hacen posible la fabricación automatizada de una amplia variedad de piezas, estando diseñados para producir familias de productos que, si es necesario, pueden ser elaborados de forma simultánea y aleatoria. Son por tanto capaces de responder a situaciones en las que se demandan cantidades variables de diferentes piezas, por los que actúan como un puente entre los sistemas dedicados (alto volumen y baja variedad) y los sistemas universales o multipropósito (bajo volumen y alta variedad). Esto proporciona parte de la flexibilidad asociada normalmente a las configuraciones intermitentes, junto a algunas economías de escala características de los sistemas de flujo continuo.

En el Capítulo IV, sobre el sistema de producción flexible de productos manufacturados para un mercado globalizado con enfoque de sistemas, la propuesta permite que la mejor alternativa técnica SPF sea la Celda Flexible Manufactura, para la experiencia que se ha presentado.

En el Capítulo V, de las conclusiones y observaciones, las alternativas que se presentan para los productos de manufactura metalmecánica contribuyen a exigir los certificados de calidad que el mercado mundial requiere. Finalmente, este trabajo de investigación concluye para el caso peruano el autosostenimiento nacional, un Sistema de Producción Flexible – SPF con distribución en línea de estaciones de trabajo, ubicandolo en empresas medianas. Y, recomienda que las regiones sean fórmulas nuevas de zonas con afinidad geográfica, establecen como principal estrategia procurar un eficiente aprovechamiento a las oportunidades y ventajas competitivas en el país.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a emplear en el trabajo 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 globalizado.

Los sistemas de producción manufacturados son explicados exactamente como operan; respetando sus diseños.

1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Las variables consideradas son las siguientes:

- Variable Independiente: Sistema de producción flexible
- Variable Dependiente: El valor de los productos manufacturados
- Variable Interviniente: Mercado globalizado

Problema científico

Las tecnologías empleadas en los sistemas de producción flexible existentes en la industria metalmeccánica no se encuentran identificadas ni evaluadas por lo que existen escasas referencias para formular un sistema de producción flexible en un marco globalizado.

Objetivo General

Diseñar un sistema de producción flexible para una planta de tamaño mediano basado con el enfoque de sistemas.

Objetivos específicos

1. Identificar las tecnologías empleadas en los sistemas de producción flexible, enfocando sus características y los medios de fabricación. Así como la fabricación de nuevos productos y servicios eficientes, seguros y con la mínima repercusión medio ambiental.
2. Considerar en el diseño del sistema de producción flexible los modelos de CNC con el micro computador incorporado.

Hipótesis General

Un Sistema de Producción Flexible con enfoque de sistemas aplicado a empresas de tamaño mediano le permitirá ser competitiva en el mercado globalizado.

Hipótesis Específicos

- H1: Si se conocen las tecnologías empleadas en sistemas de producción flexible se podrán seleccionar aquellos que generen productos y servicios eficientes, seguros y con mínima repercusión al medio ambiente.
- H2: La innovación de los sistemas de producción, con las tecnologías de la automatización y el recurso humano capacitado permanentemente, permitirá a la empresa competir en el mercado globalizado.

Tabla 1.- Matriz proceso de investigación

Proceso	Definición
Tip y Nivel	Tipo mixto: cualitativo y cuantitativo. Los sistemas de producción manufacturados son explicados como operan, respetando sus diseños.
Problema Científico	Las tecnologías en los SPF en la industria metalmecánica no se encuentran identificadas ni evaluadas por lo que existen escasas referencias para formular un SPF en un marco Globalizado.
Objetivo General	Diseñar un SPF para una planta de tamaño mediano basado con el enfoque de sistemas.
Objetivo Especificos	1. Identificar las tecnologías empleadas en los sistemas de producción flexible, enfocando sus características y los medios de fabricación. Así como la fabricación de nuevos productos y servicios eficientes, seguros y con la mínima repercusión medio ambiental. 2. Considerar en el diseño del sistema de producción flexible los modelos de CNC con el micro computador incorporado.
Hipótesis General	Un SPF con enfoque de sistemas aplicado a empresas de tamaño mediano le permitirá ser competitiva en el mercado globalizado.
Hipótesis Especificos	1. Si se conocen las tecnologías empleadas en sistemas de producción flexible se podrán seleccionar aquellos que generen productos y servicios eficientes, seguros y con mínima repercusión al medio ambiente. 2. La innovación de los sistemas de producción, con las tecnologías de la automatización y el recurso humano capacitado permanentemente, permitirá a la empresa competir en el mercado globalizado.

1.3 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Estas técnicas se clasifican en:

1. Los modelos deterministas. Se usa como estimación inicial de operación del sistema.
2. El modelo cuello de botella.
3. Los modelos de colas profundizan un poco más en los parámetros del sistema y suelen usarse para describir algunas características

dinámicas no estimadas por la aproximación determinista. Modelo cuello de botella extendido.

4. La simulación de eventos discretos probablemente ofrece el método más aproximado para el modelado de los parámetros específicos para un SPF en particular.

A continuación se analizará los modelos de cuello de botella:

I. *Modelo de cuello de botella*

Se describen el funcionamiento del SPF: el número de estaciones de trabajo y la tasa de producción del sistema. El término cuello de botella significa que la tasa de producción total del sistema viene limitada por el flujo de piezas dentro del mismo. Ver Anexo 4 para las expresiones matemáticas.

- *Mezcla de piezas*: La mezcla de los diferentes tipos de productos producidos en el sistema.
- *Estaciones de trabajo y servidores*: El sistema de producción flexible tiene un número definido de estaciones de trabajo. Cada estación de trabajo puede tener uno o más servidores ya que puede tener más de una máquina que desempeñe la misma función.
- *Ruta de proceso*: La ruta de proceso define para cada tipo de pieza, la secuencia de operaciones que se deben realizar, las estaciones de trabajo en las que se desempeñan, y los tiempos de proceso asociados.
- *Sistema de recepción del trabajo*: El sistema de manejo de materiales es considerado un caso especial en la estación de trabajo dentro del SFP. Se utiliza un número definido de transportadores: vehículos guiados automáticamente - AGV, carros, y otros.
- *Tiempo de transporte*: Es el tiempo medio necesario para mover un tipo de pieza desde una estación de trabajo hasta la próxima en su ruta de proceso.

- *Frecuencia de operación:* La frecuencia de operación nos indica la proporción de piezas del mismo tipo que sufren una determinada operación dentro de la ruta de proceso.

Los parámetros de las operaciones del Sistema Flexible de Producción SFP:

- El *promedio de carga de trabajo* de una estación viene definido por el *tiempo de transporte*, la *frecuencia de operación* para cada una de las piezas.
- La *carga de trabajo del sistema de transporte* es el *tiempo de transporte* multiplicado por el número de transportes medios necesarios para completar el procesamiento de las piezas. Y, el número de transportes medios viene definido por la *frecuencia de operación para cada una de las piezas* en la ruta de proceso y por ser la estación final se resta uno.

El funcionamiento del Sistema Flexible de Producción, se deben tomar en cuenta el supuesto que se trabaja a su capacidad máxima en todo momento, su representación es la estación cuello de botella del sistema. Esta capacidad máxima tiene la relación mayor del *promedio de carga de trabajo* y el *número de servidores* en dicha estación para todo el sistema.

Los siguientes son los indicadores:

- La *tasa de Producción Total del Sistema* definida en la estación cuello de botella por la relación *número de servidores* y el *promedio de la carga de trabajo*.
- La *tasa de Producción para cada tipo de pieza* definida por la *pieza de la mezcla* como fracción y la *tasa de Producción Total del Sistema*.
- La *media de la Utilización de cada una de las estaciones de trabajo* es la relación del *promedio de carga de trabajo* y el *número de servidores* en dicha estación; permite conocer una proporción con la *tasa de Producción Total del Sistema*.

- La *Utilización Total del Sistema*, se puede definir calculando una media ponderada del *número de servidores* en cada estación y la *media de la utilización de cada una de las estaciones de trabajo*; donde el peso de cada estación se basa en el número de servidores de dicha estación para las estaciones del sistema, omitiendo el sistema de transporte. Y, el total de servidores en el sistema.
- El *número de servidores ocupados de cada estación*, todos los servidores de la estación cuello de botella están ocupados, se define por el producto del *promedio de carga de trabajo* y la *tasa de Producción Total del Sistema*.

II. Modelo de cuello de botella extendido

El modelo extendido supone una interconexión cerrada de colas en las cuales siempre hay un cierto número N de piezas en el SFP. Cuando una pieza se completa y sale del sistema, inmediatamente una nueva pieza de material entra al sistema, con lo que N permanece constante.

Si N es más pequeño que el número de estaciones, algunas de ellas estarán paradas, a veces incluso la estación de cuello de botella. Si N es más grande que el número de estaciones de trabajo, entonces el sistema está demasiado cargado, con colas de piezas esperando en frente de las estaciones.

El Tiempo de Fabricación – MLT (*Manufacturing Lead Time*) es la suma de los tiempos de procesamiento de las estaciones de trabajo, tiempos de transporte entre estaciones, y algunos tiempos de espera consumidos por un tipo de pieza en el sistema.

El Tiempo que una máquina o celda de trabajo dedica en procesar N piezas es WIP (*Work in Process*) y el MLT están relacionados. Si N es pequeño, el MLT tendrá el menor valor para que el tiempo de espera sea corto (idealmente cero). Si N es grande, entonces el MLT será

largo y habrá un cierto tiempo de espera en el sistema. De este modo se distinguen dos alternativas:

- *Caso 1:* Cuando N es pequeño, la tasa de producción es menor que en el caso del cuello de botella sencillo porque la estación de cuello de botella no se utiliza al 100%.

Donde, el subíndice en MLT_1 se usa para identificar el caso 1.

- *Caso 2:* Cuando N es grande, la estimación de la tasa máxima de producción viene impuesta por la estación de cuello de botella del sistema. En este caso, el promedio del tiempo de fabricación se evalúa usando MLT_2 .

La decisión de usar el caso 1 o el caso 2 depende del valor de N . La línea divisoria entre los dos casos viene determinada por si N es mayor o menor que el valor crítico N^* .

Tabla 2.- Si $N < N^*$, entonces se aplica el caso 1. Si $N \geq N^*$, entonces se aplica el caso 2

Caso 1	Caso 2
$N < N^* = R_p^* \left(\sum_{i=1}^n WL_i + WL_{n+1} \right)$	$N \geq N^* = R_p^* \left(\sum_{i=1}^n WL_i + WL_{n+1} \right)$
$MLT_1 = \sum_{i=1}^n WL_i + WL_{n+1}$	$MLT_2 = \frac{N}{R_p^*}$
$R_p = \frac{N}{MLT_1}$	$R_p^* = \frac{s^*}{WL^*}$
$R_{pj} = p_j R_p$	$R_{pj}^* = p_j R_p^*$
$T_w = 0$	$T_w = MLT_2 - \left(\sum_{i=1}^n WL_i + WL_{n+1} \right)$

Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, *Sistemas de Fabricación Flexible*, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

El modelo de cuello de botella se usa para calcular el número de servidores necesarios en cada estación de trabajo y conseguir una tasa de producción específica. La información inicial que se necesita es el porcentaje de producción final de cada tipo de pieza, las rutas de proceso, y tiempos de procesamiento para que se pueda calcular la carga de trabajo para una de las estaciones del Sistema Flexible de Producción.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Antecedentes

Un Sistema de Producción Flexible consiste en máquinas controladas por computadoras adicionado con sistemas automáticos de manejo, la carga y descarga de material, y es controlado por un computador supervisor.

En la actualidad se permite una fabricación muy variada del producto para adaptarse a las necesidades del cliente, mayor calidad de los productos y a una competencia a nivel mundial. La flexibilidad del producto y de los procesos de fabricación juega un papel importante en la competitividad de las empresas.

1.4.2 Bases teóricas

Según los autores Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", se llama así, al poder realizar distintas piezas o productos diferentes de forma simultánea en sus estaciones de trabajo. La demanda es capaz de hacer variar entre diferentes tipos productos y la tasa de producción.

Un sistema de fabricación no es completamente flexible, se podrá encontrar alguna restricción. 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:

- 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.

El adaptarse a las cuatro pruebas la empresa dispone de un Sistema de Fabricación Flexible. La tabla N° 3 define los diferentes tipos de flexibilidad y los factores de los que dependen cada uno de ellos.

Una vez citados los diferentes tipos de flexibilidad pasamos a los criterios de flexibilidad. En la tabla N° 4 observamos que tipo de flexibilidad cumple un determinado criterio de selección.

Tabla 3.- Tipos de flexibilidad Definición Factores de los que depende

<i>Tipos de Flexibilidad</i>	<i>Definición</i>	<i>Factores de los que depende</i>
Maquinaria	Facilidad de una máquina para adaptarse a un sistema de producción.	-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.	-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.	-Similitud de productos en la producción final. -Trabajo relativo a las partes producidas.
Producto	Facilidad de introducir modificaciones en los diseños existentes. Y, de introducir nuevos productos.	-Preparación del programa de la pieza. -Flexibilidad de la máquina
Secuencia de fabricación	Modificar las secuencias de fabricación debido a fallas de maquinaria en general.	-Similitud de las partes en la mezcla. -Entrenamiento para los trabajadores.
Volumen	La inversión fija en la capacidad produce económicamente un rango de producción.	-Nivel de trabajo manual existente en la producción. -Cantidad invertida en equipamiento
Expansión	Facilidad con la que un sistema se puede expandir para incrementar la producción.	-Costo de añadir estaciones de trabajo. -Facilidad con la que el layout puede ser ampliado. -Tipo de sistema de transporte utilizado.

Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

Tabla 4.- Criterios de flexibilidad – Tipos de flexibilidad

Criterios de Flexibilidad	Tipo de Flexibilidad
El sistema procesa diferentes partes de un producto en un modo de producción.	-Flexibilidad de maquinaria -Flexibilidad en producción
El sistema realiza cambios en la producción programada y cambios en cualquier parte del producto.	-Flexibilidad en mezcla de productos -Flexibilidad en volumen -Flexibilidad en expansión
El sistema se recupera satisfactoriamente de mal funcionamiento sin la paralización completa de la producción.	Flexibilidad en secuencia de fabricación
Se añade partes nuevas diseñadas al sistema de fabricación.	-Flexibilidad en producto

Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

Se definen dos tipos de operaciones dependiendo del tipo de trabajo:

- De fabricación.
- De montaje o ensamblaje

En la industria, las piezas prismáticas son más comunes que las piezas rotativas. Las piezas prismáticas deben tener una orientación determinada para operar con él, como ejemplo figuras cuadráticas. El sistema rotativo, las piezas tienen una estructura simétrica circular y no es necesaria una orientación determinada, por ejemplo anillos.

El sistema de producción flexible se clasifica según sea el número de máquinas y el nivel de flexibilidad:

1. *Número de máquinas.* Los tipos de maquinaria típica se describen a continuación:

- Módulo Flexible Manufactura - MFM

Este Módulo nos presenta la fabricación flexible. Realizamos lotes cuando fabricamos un producto y una vez alcanzada la producción

deseada se cambia el tipo de producto y se realiza la misma operación.

Figura N° 1.- Módulo Flexible Manufactura - MFM

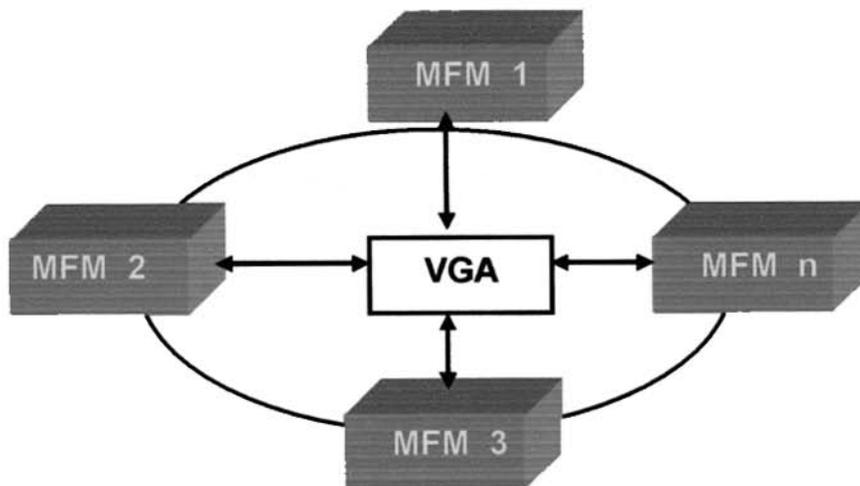


Fuente: Ricardo Jiménez, Automatización de la Manufactura, Ingeniería Manufactura

- Celda Flexible Manufactura - CFM

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

Figura N° 2. Celda Flexible Manufactura - CFM

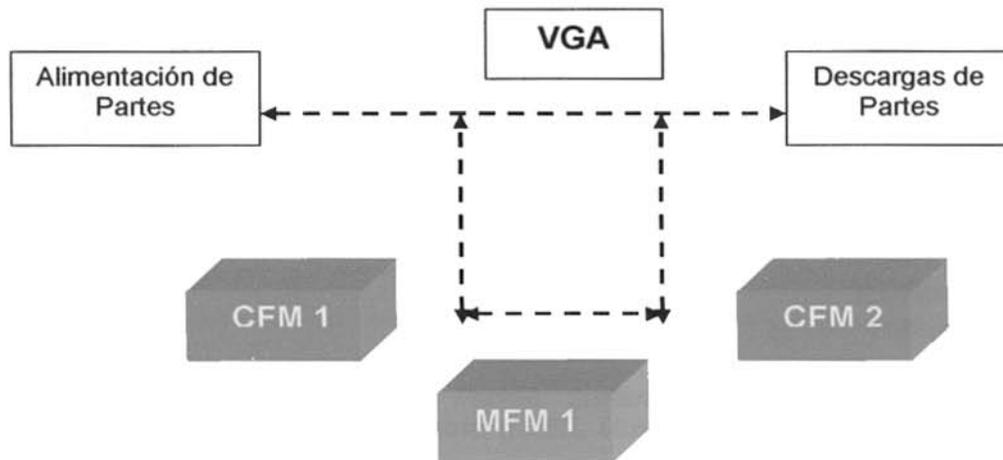


Fuente: Ricardo Jiménez, Automatización de la Manufactura, Ingeniería Manufactura

- Grupo Flexible Manufactura - GFM

Es una combinación de MFM y CFM en la misma área de manufactura y unidos mediante un sistema de manejo de material, como los Vehículos Guiados Automáticamente - VGA.

Figura N° 3.- Grupo Flexible Manufactura - GFM



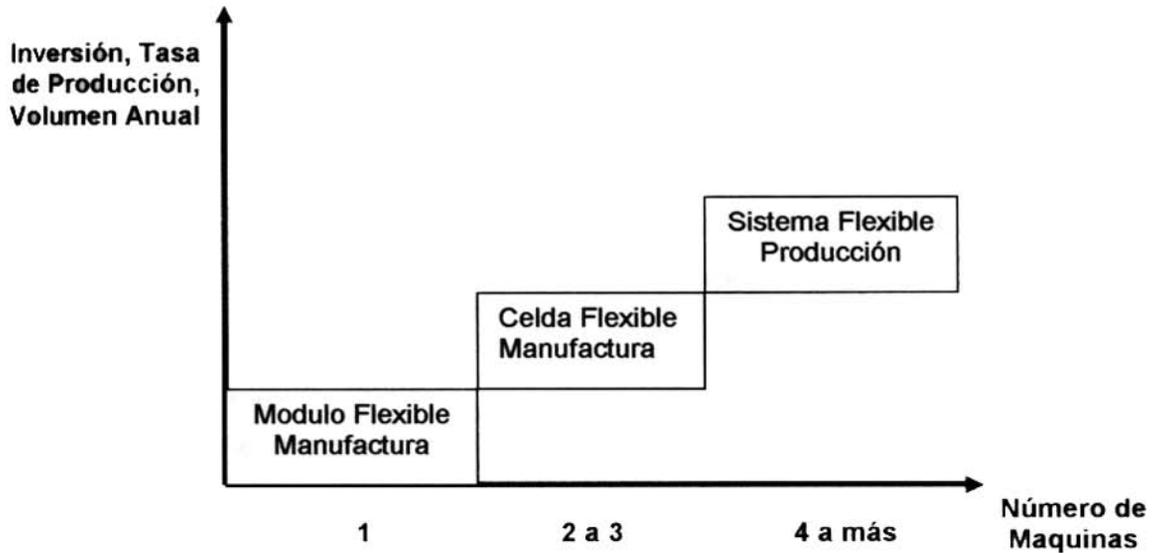
Fuente: Ricardo Jiménez, Automatización de la Manufactura, Ingeniería Manufactura

- Sistema Flexible Producción - SFP

Formado por varios GFM conectadas en varias áreas de manufactura, tales como: manufactura, maquinado y ensamble.

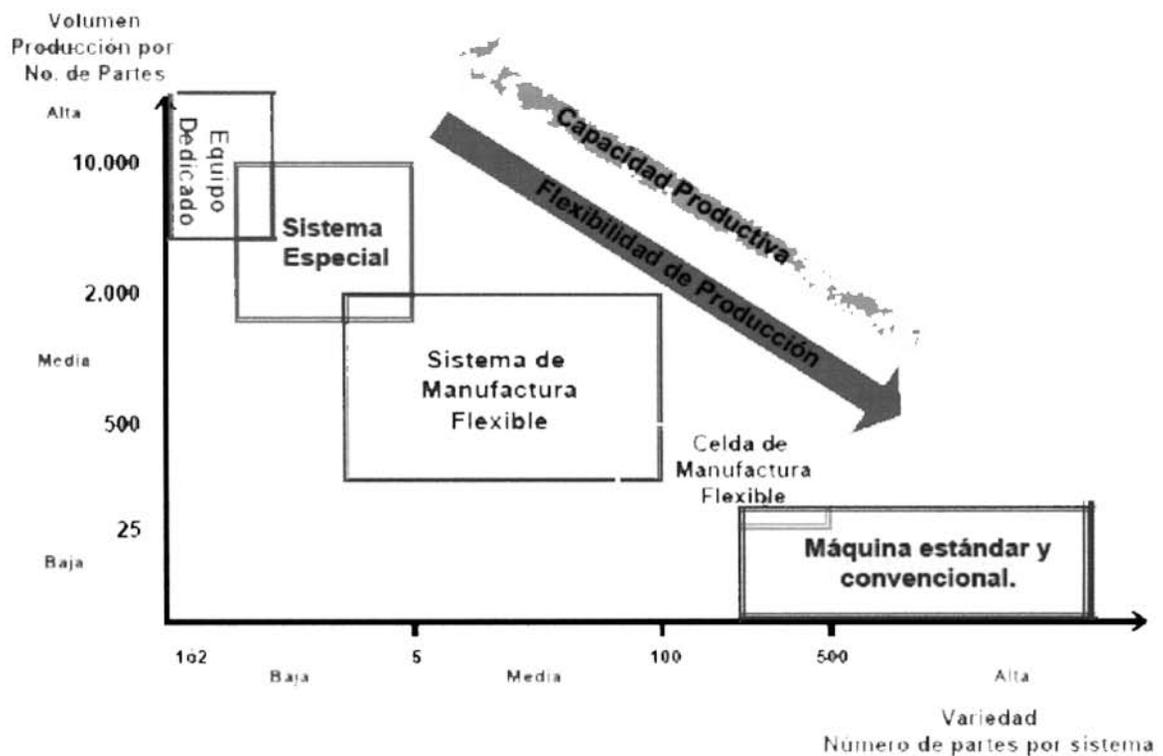
La Figura 4 nos conduce a la conclusión lógica de que a mayor número de máquinas, mayor inversión, tasa de producción y volumen anual.

Figura 4.- Relación entre el número de máquinas del sistema y la inversión, la tasa de producción y el volumen anual



Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, *Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002*

Figura 5 Sistema de Producción



Fuente: Ricardo Jiménez, *Automatización de la Manufactura, Ingeniería Manufactura*

2. *Nivel de flexibilidad.* Distinguimos dos categorías:

- **Sistemas de fabricación especial.**

La fabricación de una pequeña familia de productos implica que las máquinas utilizadas son muy similares, lo que proporciona facilidad para realizar un trabajo con otra máquina en caso de avería o no disponibilidad. Este grado de especialización produce un aumento en la productividad y flexibilidad del proceso.

- **Orden aleatorio.**

Se usa para realizar gran variedad de productos. Esta variedad implica el grado de complejidad de los procesos y la necesidad de tener el soporte de un sistema computarizado de control y maquinaria de propósito general. El sistema computarizado de control ayuda a realizar cambios en las configuraciones y la gestión de la producción.

Ambos sistemas establecen una relación particular entre flexibilidad y productividad. El sistema de producción dedicado o de fabricación especial es menos flexible pero posee un mayor margen de productividad. En el caso del sistema de producción de orden aleatorio presenta mayor flexibilidad pero menor margen de producción. Cada empresa optará por un sistema u otro tendiendo en cuenta las cualidades de cada uno.

Implementar un nuevo orden institucional previo a la reorientación industrial ante una paulatina y cada día mayor apertura comercial, propicia la migración a puertos y ciudades, como en otras localidades que guarden nexo con los mercados en el exterior. Los espacios en que se da este fenómeno son tanto nacionales como internacionales.

Tabla 5.- Relación entre los tipos de celdas y los criterios de flexibilidad

<i>Sistema</i>	<i>Variedad Productos</i>	<i>Receptivo o a cambios</i>	<i>Recuperación de errores</i>	<i>Ampliación de Máquinas</i>
MFP	Si, procesado secuencial	Si	Limitado	Si
CFP	Si, producción simultanea varios productos	Si	Limitado	Si
SFP	Si, producción simultanea varios productos	Si	Máquinas disponibles Minimizan errores	Si

Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

Este proceso que toma especial peso a partir del periodo fordista (que inicia a principios del siglo XX) se viene a expresar de forma más prominente hasta la actualidad.

Aparte del ascenso urbano, también se tiene que las economías nacionales abandonan el tradicional esquema primario agropecuario por el creciente sector terciario, especialmente en materia de servicios bancarios y seguros y los llamados servicios a la producción. La terciarización de las economías es patente durante el periodo de posguerra como fenómeno mundial y con las sugerencias keynesianas, los servicios públicos también vienen a tener significativa presencia.

Los principales supuestos sobre las nuevas relaciones post fordistas y su efecto en la localización de los negocios y la correspondiente localización de la población con su movilidad y residencia temporal y definitiva, obedece a factores que en mucho tienen que ver con las relaciones internacionales, que se pueden resumir en grandes rasgos en los siguientes:

1. Los procesos de apertura e integración económica no dejan de lado el efecto demográfico de la distribución territorial de la población en la geografía mundial.
2. La movilidad del capital, aún con la importancia que adquiere la Inversión Extranjera Directa, y su relocalización en las geografías del subdesarrollo, no son fuerza suficiente para retener a la población en su creciente y cada vez más importante proceso migratorio a regiones del mundo industrializado.
3. Las graves asimetrías entre las áreas industriales y las subdesarrolladas representan una abierta ventaja para la fuerza de trabajo, la cual se observa una movilidad que explica un fenómeno paralelo: el capital migra del centro a la periferia, la gente lo hace de la periferia al centro.

Es evidente que la razón del cambio del esquema fordista al post fordista es el surgimiento de nuevas tecnologías de carácter más efímero, vienen a contrarrestar el efecto de la competencia de la obsolescencia prematura del capital, y suponen la polivalencia de esta a varios usos, como la flexibilización de los procesos productivos dentro de las funciones de producción de los talleres. Esquema que rompe con la rigidez del esquema fordista y que implementa un régimen de producción flexible, que no solo involucra la flexibilidad del proceso en sí, sino de la mano de obra: flexibilidad laboral. Un aspecto que apenas se observa de la oferta laboral peruana, pero al parecer la reforma en el marco institucional de la ley de trabajo, hace inminente que este es otro proceso que afecte los patrones migratorios y de la distribución territorial del país.

Los cambios tecnológicos son basados especialmente en las innovaciones de la electrónica (tecnología dura o hardware) y en la automatización de los procesos que permiten a los ingenieros o analistas soportar el manejo de la información como nuevo recurso de la tecnología a través de la informática (tecnología blanda o software). Con

ello, el proceso es más flexible y el uso de los recursos más versátil, lo que supone la libre movilidad de los mismos. Implicación especial para el factor trabajo y su movilidad.

CAPÍTULO II

GLOBALIZACION Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL ENFOQUE SISTEMICO

2.1 EL PROCESO DE GLOBALIZACIÓN Y LA PRODUCCIÓN FLEXIBLE

El proceso de globalización en las naciones periféricas al capitalismo condicionan su esquema económico a los intereses que le son propios: su lógica productiva en la organización del mercado mundial de factores productivos, la dinámica del capital y el trabajo clave para la formación de ventajas competitivas, suman como parte importante las iniciativas que los estados tienden a desarrollar para contrarrestar la tendencia descendente de la tasa general de ganancia.

El crecimiento compartido donde se involucra a naciones implica que estas tienden a homologar su régimen institucional, así como a involucrar intereses compartidos, así la programación de la inversión pública tiende a hacerse similar entre las naciones que se integran en materia económica.

La producción flexible redundante en el mercado laboral en materia de la flexibilidad laboral. El cambio en la calidad del contrato laboral de la fuerza de trabajo trae consigo un cambio de patrones de la población. Para que la flexibilidad laboral funcione adecuada y de forma socialmente benéfica, existen áreas geográficas que puedan considerarse distritos industriales. Sin embargo en Perú las áreas que presentan este tipo de característica son propiamente las áreas urbanas.

Áreas que traen consigo fuerzas internas y externas que causan el fenómeno del esquema megacentro metropolitano concéntrico. Es de esperarse que este tipo de cambio contractual de la fuerza de trabajo cause la migración de las áreas marginadas donde no existen distritos industriales consolidados y el desempleo es mayor, tienda a darle un adicional impulso al ritmo de crecimiento de las grandes áreas metropolitanas tradicionales, como también a la metropolización de nuevas regiones como es la ciudad del Cono Norte de Lima Metropolitana cuya influencia es dentro del sistema de ciudades del país. Tres cuartas partes de la población mundial viven en países del capitalismo periférico, con el mismo apremio de Perú por crear empleos ante una demografía creciente. Son naciones de América Latina, África, Asia y Europa del Este. Todas ellas compiten por captar inversión de las naciones industrializadas, por lo que ofrecen los salarios más bajos posibles, pobres derechos laborales que les son atractivos a la inversión extranjera, así como poca y sana normatividades en materia de regulación ecológica empresarial.

En este contexto internacional es necesario redimensionar las esferas industriales en las que opera la producción rígida y la producción flexible, los problemas de la nación procuran resolverse desde la óptica del libre comercio internacional y la desregulación económica.

El crecimiento demográfico en las áreas periféricas superior al experimentado en las naciones industrializadas genera presiones en materia de empleo y remuneración. Los mercados laborales de las primeras presentarán un continuo pobre salario ante la abundante oferta de trabajo, en relación con una restringida y menos dinámica demanda del mismo por efecto del desarrollo de la industria.

2.2 LA ESTRUCTURA ECONÓMICA INTERNACIONAL

La estructura económica es la principal causal que explica el cambio de los patrones de la población, el cual es parte de un desarrollo más global y sistémico y estos pueden ser:

1. El tamaño de la economía y su inserción en la red de relaciones internacionales necesariamente es la rama de actividad económica que encuentran su oportunidad en la geografía mundial, de lo que se deriva la localización industrial.
2. Los mercados internacionales, nacionales de proveedores y destino conforman patrones de inversión pública, privada y externa que implican la localización de los negocios en el territorio nacional.
3. Los cambios experimentados en la reorientación de mercados y regiones comerciales a nivel mundial necesariamente tienen un efecto interno en las economías nacionales en diferentes aspectos destacando los mercados laborales y su ubicación.
4. La reestructuración económica internacional a efecto del nuevo esquema postfordista, crea una nueva especialización internacional económica de las regiones, así como supone una nueva división internacional del trabajo, que es parte del nuevo orden económico internacional.

El nuevo orden internacional que procura la globalización de las estructuras de mercado llevan consigo el componente del cambio en la especialización internacional del trabajo, así existe una nueva configuración en el orden internacional y su desarrollo es el contexto donde se mueven los nuevos patrones de la población, que responde a la nueva localización geográfica de los negocios.

La estructura económica internacional condiciona el desarrollo de un país a varias formas:

- Comercialmente cuando la composición de la canasta de importaciones es mayoritariamente de bienes de capital, bienes

intermedios y servicios no de tipo industrial, lo que significa una grave dependencia tecnológica de país respecto al exterior.

- La demanda externa reorienta el aparato productivo nacional a las necesidades foráneas, y en ocasiones puede ser causa de desarticulación o aislamiento de algunas industrias.
- Las patentes y derechos de autor sobre algunos bienes de capital y tecnología no permiten que la nación desarrolle industrias específicas, como ejemplo México donde en su territorio se encuentran todas las factorías necesarias para la creación de un televisor, pero por tratarse de bienes sujetos a patentes, en el país no puede armarse un televisor de marca mexicana.
- Las franquicias no permiten o posibilitan a las empresas nacionales el desarrollo de actividades que creen sinergias empresariales, así como el desarrollo de actividades que quedan cautivas de las cláusulas estipuladas por la franquicia, así como condicionan en suma el desarrollo nacional, según participen industrias bajo este tipo de licencias.
- Las zonas industriales localizadas geográficamente en áreas que les son favorables en conexión a sus mercados de proveedores y de destino, así como la zona franca del Sur es causa de que en Perú exista un desarrollo maquilador altamente concentrado en la región de la frontera.
- Según participe el capital internacional en la industria nacional, sus intereses van siendo incidentales en las políticas públicas y en la inversión pública de una nación, incluso puede llegar a tener un peso trascendental en la vida pública administrativa de un país.
- La posición de un país en una red de relaciones industriales internacionales que suponen una integración económica, sectorial y regional de la nación a otras.
- Necesariamente el sector externo de una economía con apertura es altamente participativo en la economía nacional, por lo mismo influye

en la localización industrial y el desarrollo sectorial regional hacia dentro del propio país, y como efecto paralelo afecta los patrones de residencia y movilidad de la población y su distribución geográfica.

Según Alberto Melo en “La Competitividad del Perú después de la Década de la Reforma y Diagnóstico y Propuesta” del BID en 2003, las condiciones macroeconómicas del Perú para el fortalecimiento y progreso de la competitividad de sus productores, es determinar si la evolución presente de los equilibrios macroeconómicos y de la política macroeconómica va a darle un soporte estable y clima de confianza para la inversión, es decir, las expectativas de largo plazo de los empresarios sean favorables y positivos al asumir nuevos riesgos, aumento de la productividad y la innovación. Minimizar los riesgos provenientes de la inestabilidad de precios y al suavizar las fluctuaciones de la actividad económica real, la política macroeconómica de estabilización brinda un marco apropiado para la actividad empresarial.

Vista la economía peruana desde la perspectiva de la necesidad de garantizar en el largo plazo un marco macroeconómico estable, las empresas puedan aumentar la productividad y competitividad, los principales desafíos que enfrentan las políticas públicas son los siguientes: 1) desequilibrio fiscal actualmente existente, en un contexto en que el nivel de endeudamiento del sector público es alto; y 2) la vulnerabilidad de la economía frente a las perturbaciones externas originadas en el carácter volátil de los flujos de capital, en los cambios no anticipados en los términos de intercambio o en las crecientes demandas de las exportaciones peruanas.

En Anexo 2 muestra los principales indicadores del Perú 2006 sobresaliendo los siguientes:

- PBI en promedio 12,0%
- IPC en promedio 2,0%
- Tipo de Cambio en promedio - 4,4%

- Empleo Urbano en promedio 7,3%
- Balanza Comercial (millones \$) 8,853

2.3 El Enfoque de Sistemas

El concepto de sistema arranca del problema de las partes y el todo, ya discutido en la antigüedad por Hesíodo (siglo VIII a. C.) y Platón (siglo IV a. C.) Sin embargo, el estudio de los sistemas como tales no preocupa hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando se pone de relieve el interés del trabajo interdisciplinario y la existencia de analogías (isomorfismos) en el funcionamiento de sistemas biológicos y automáticos. Este estudio tomaría carta de naturaleza cuando, en los años cincuenta, L. von Bertalanffy propone su *Teoría General de Sistemas*.

La aparición del enfoque de sistemas tiene su origen en la incapacidad manifiesta de la ciencia para tratar problemas complejos. El método científico, basado en reduccionismo, repetitividad y refutación, fracasa ante fenómenos muy complejos por varios motivos:

- El número de variables interactuantes es mayor del que el científico puede controlar, por lo que no es posible realizar verdaderos experimentos
- La posibilidad de que factores desconocidos influyan en las observaciones es mucho mayor
- Como consecuencia, los modelos cuantitativos son muy vulnerables

El problema de la complejidad es especialmente patente en las ciencias sociales, que deben tratar con un gran número de factores humanos, económicos, tecnológicos y naturales fuertemente interconectados. En este caso la dificultad se multiplica por la imposibilidad de llevar a cabo experimentos y por la propia intervención del hombre como sujeto y como objeto (racional y libre) de la investigación.

La mayor parte de los problemas con los que tratan las ciencias sociales son de gestión: organización, planificación, control, resolución de problemas, toma de decisiones, etc. En nuestros días estos problemas

aparecen por todas partes: en la administración, la industria, la economía, la defensa, la sanidad, etc.

Así, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa el reduccionismo científico.

En los años cuarenta comienza un vivo interés por los estudios interdisciplinarios con el fin de explorar la tierra de nadie existente entre las ciencias establecidas. Estos estudios ponen de manifiesto la existencia de analogías (más bien isomorfismos) en la estructura y comportamiento de sistemas de naturaleza muy distinta (sistemas biológicos, mecánicos, eléctricos, etc.). Así es como Wiener y Bigelow descubren la ubicuidad de los procesos de *realimentación*, en los que informaciones sobre el funcionamiento de un sistema se transmiten a etapas anteriores formando un bucle cerrado que permite evaluar el efecto de las posibles acciones de control y adaptar o corregir el comportamiento del sistema. Estas ideas constituyen el origen de la Cibernética, cuyo objeto es el estudio de los fenómenos de *comunicación* y *control*, tanto en seres vivos como en máquinas.

Un concepto previo al de comunicación es el de *información*. Los trabajos en este campo de Wiener y especialmente de Shannon llevaron a establecer una teoría estadística de la información.

En esta misma década, von Bertalanffy proponía los fundamentos de una Teoría de Sistemas Generales y en 1954 se crea la Sociedad para la Investigación de Sistemas Generales. El programa de la sociedad era el siguiente:

1. Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos, y promover transferencias útiles de un campo a otro
2. Favorecer el desarrollo de modelos teóricos adecuados en aquellos campos donde faltaran

3. Reducir en lo posible la duplicación de esfuerzo teórico en campos distintos
4. Promover la unidad de la ciencia, mejorando la comunicación entre los especialistas

El objetivo último de von Bertalanffy, el desarrollo y difusión de una única meta-teoría de sistemas formalizada matemáticamente, no ha llegado a cumplirse. En su lugar, de lo que podemos hablar es de un enfoque de sistemas o un pensamiento sistémico que se basa en la utilización del concepto de sistema como un todo irreducible.

Comprendemos la empresa como un sistema Figura 5 que se interrelaciona con su entorno de forma dinámica, en el cual se distinguen 5 subsistemas que son: estrategia, procesos, estructura, tecnología, personas y conocimiento.

Estos subsistemas a su vez se interrelacionan dinámicamente entre sí, por lo cual cualquier cambio que se haga en uno de ellos impacta directa o indirectamente a los demás, razón por la cual cualquier intervención que propenda por el desarrollo organizacional de la empresa es necesario que se haga desde una perspectiva sistémica.

Algunos investigadores tienen opinión del concepto Enfoque de Sistemas:

Gerez & Grijalva:

El enfoque de sistemas a una técnica nueva que combina en forma efectiva la aplicación de conocimientos de otras disciplinas a la solución de problemas que envuelven relaciones complejas entre diversos componentes.

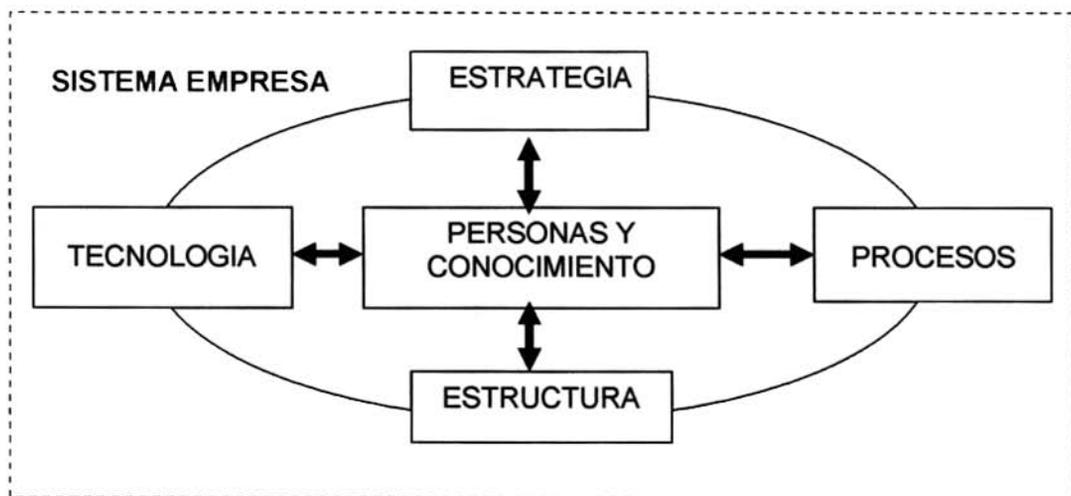
Un aspecto importante del enfoque de sistemas a su aplicación al desarrollo y empleo de nuevas tecnologías tan pronto como consideraciones técnicas y económicas lo permitan. El enfoque de sistemas difiere del diseño convencional en la mayor generalidad de su metodología.

Thome & Willard:

Los autores describen el enfoque de sistemas en los términos siguientes: El enfoque de sistemas es una forma ordenada de evaluar una necesidad humana de índole compleja y consiste en observar la situación desde todos los ángulos (perspectivas). El enfoque de sistemas de dirigirse de la TGS se basa en los conceptos: emergencia, jerarquía, comunicación y control y para su aplicación (enfoque) es necesario preguntarse: ¿Cuántos elementos distinguibles hay en el problema aparente? ¿Que relación causa efecto existe entre ellos? ¿Que funciones son preciso cumplir en cada caso? ¿Que intercambios se requerirán entre los recursos una vez que se definan?

Figura Nº 6 Enfoque de Sistemas

MEDIO AMBIENTE



Fuente: **DAEDALUS** es en su origen un *spin-off* de dos grupos de investigación universitaria de las universidades Politécnica y Autónoma de Madrid (UPM y UAM).

John P. Van Gigch:

El enfoque de sistemas puede llamársele correctamente teoría general de sistema aplicada (TGS aplicada). El enfoque de sistemas puede describirse como: una metodología de diseño, un marco de trabajo conceptual común, una nueva clase de método científico, un teoría de organizaciones, dirección por sistemas, un método relacionado a la ingeniería de sistemas, investigación de operaciones, eficiencia de costos, etc., Teoría general de sistemas aplicada.

CAPÍTULO III

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE

3.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EXISTENTES

Implementar un nuevo orden institucional previo a la reorientación industrial ante una paulatina y cada día mayor apertura comercial, propicia la migración a puertos y ciudades, como en otras localidades que guarden nexo con los mercados en el exterior. Los espacios en que se da este fenómeno son tanto nacionales como internacionales. Este proceso que toma especial peso a partir del periodo fordista (que inicia a principios del siglo XX) se viene a expresar de forma más prominente hasta la actualidad.

Aparte del ascenso urbano, también se tiene que las economías nacionales abandonan el tradicional esquema primario agropecuario por el creciente sector terciario, especialmente en materia de servicios bancarios y seguros y los llamados servicios a la producción. La terciarización de las economías es patente durante el periodo de posguerra como fenómeno mundial y con las sugerencias keynesianas, los servicios públicos también vienen a tener significativa presencia.

Los principales supuestos sobre las nuevas relaciones post fordistas y su efecto en la localización de los negocios y la correspondiente localización de la población con su movilidad y residencia temporal y definitiva, obedece a factores que en mucho tienen que ver con las relaciones internacionales, que se pueden resumir en grandes rasgos en los siguientes:

1. Los procesos de apertura e integración económica no dejan de lado el efecto demográfico de la distribución territorial de la población en la geografía mundial.
2. La movilidad del capital, aún con la importancia que adquiere la Inversión Extranjera Directa, y su relocalización en las geografías del subdesarrollo, no son fuerza suficiente para retener a la población en su creciente y cada vez más importante proceso migratorio a regiones del mundo industrializado.
3. Las graves asimetrías entre las áreas industriales y las subdesarrolladas representan una abierta ventaja para la fuerza de trabajo, la cual se observa una movilidad que explica un fenómeno paralelo: el capital migra del centro a la periferia, la gente lo hace de la periferia al centro.

Es evidente que la razón del cambio del esquema fordista al post fordista es el surgimiento de nuevas tecnologías de carácter más efímero, vienen a contrarrestar el efecto de la competencia de la obsolescencia prematura del capital, y suponen la polivalencia de esta a varios usos, como la flexibilización de los procesos productivos dentro de las funciones de producción de los talleres. Esquema que rompe con la rigidez del esquema fordista y que implementa un régimen de producción flexible, que no solo involucra la flexibilidad del proceso en sí, sino de la mano de obra: flexibilidad laboral. Un aspecto que apenas se observa de la oferta laboral peruana, pero al parecer la reforma en el marco institucional de la ley de trabajo, hace inminente que este es otro proceso que afecte los patrones migratorios y de la distribución territorial del país.

Los cambios tecnológicos son basados especialmente en las innovaciones de la electrónica (tecnología dura o hardware) y en la automatización de los procesos que permiten a los ingenieros o analistas soportar el manejo de la información como nuevo recurso de la tecnología a través de la informática (tecnología blanda o software). Con

ello, el proceso es más flexible y el uso de los recursos más versátil, lo que supone la libre movilidad de los mismos. Implicación especial para el factor trabajo y su movilidad.

Se requiere precisar a qué se denomina producción artesanal, rígida y flexible, para poder superar el debate en torno a la precisión y singularidad de un esquema respecto al otro. No es objetivo del presente trabajo ingresar al debate de los teóricos de la organización, el desarrollo organizacional de las escuelas positivas norteamericanas, como los estudios organizacionales de las respectivas escuelas normativas de Europa. Simplemente caracterizamos los tres tipos de esquemas para precisar una denominación de otra y dejar precisos los esquemas referidos. En la siguiente Tabla N° 6 se presenta esta caracterización de los tres tipos de esquemas¹⁶:

Con estas características se puede denominar a cada uno de los esquemas productivos que se citan, para demarcar la diferencia entre ellos cuando se haga referencia durante la tesis a cualquier de ellos.

Es bueno precisar que en el tiempo un esquema aparece para subordinar al anterior, por decir, actualmente los tres esquemas se utilizan, pero esto tiene que ver principalmente con el tamaño de la empresa, que se define a su vez por el número de empleados. De tal forma que las grandes empresas utilizan procesos flexibles en la producción, mientras que las medianas siguen bajo esquemas propiamente fordistas, las pequeñas, micro y empresas familiares utilizan con gran predominio esquemas de manufactura propiamente artesanales.

Se debe tomar en cuenta la dicotomía que existe entre naciones capitalistas centrales y las periféricas. De este modo si se habla de fordismo, hay que denominarlo como central y periférico, puesto que no obstante siendo básicamente el mismo esquema, adquiere características especiales que le singularizan entre naciones de alta

industrialización y desarrollo autónomo y consistente, con respecto a las naciones de industrialización incipiente, dependiente y desarticulado.

Tabla 6.- Esquemas de Producción

Nº	Esquema de Producción Artesanal	Esquema de Producción Rígida	Esquema de Producción Flexible	Responsable
1.	Estado Liberal	Estado Keynesiano	Estado Neoliberal	El Estado
2.	Derecho normativo, idealista, teológico y moral	Derecho normativo, idealista, realista, laico y ético	Derecho idealista, laico y ético	El Estado
3.	Estado con nula intervención	Estado participativo	Estado con poca intervención pero alta regulación	El Estado
4.	No existe Seguro Social*	Existe una fuerte Seguridad Social*	Se concede la Seguridad Social a la iniciativa privada y la paga el propio trabajador	La Empresa *El Estado
5.	Estado Liberal*	Estado corporativo benefactor*	Estado Control y Ecológico	La Empresa *El Estado
6.	Mercados competitivos y oligopólicos	Mercados oligopólicos y competencia monopolística	Mercados de competencia monopolística	El Mercado
7.	Economía objetiva	Economía de servicios	Economía de la información	El Mercado
8.	Domina el trabajo exclusivo y a domicilio	Producción integral en el taller	Producción de tipo terceros	El Mercado
9.	Producción a baja escala	Producción a escala	Producción a escala mundial	La Empresa
10.	Era de la destreza y el talento	Era de la electrónica	Era de la Información	La Empresa
11.	Producción Manual	Producción Mecanizada	Producción automatizada o robotizada	La Empresa
12.	La empresa trabaja al ritmo del trabajador	El trabajador trabaja al ritmo de la empresa	El trabajador trabaja para varias empresas	La Empresa
13.	Técnicas de producción diferenciadas según trabajador	Uniformidad en las técnicas de producción	Técnicas de producción flexible	La Empresa
14.	Instrumentos de trabajo elemental, herramientas simples	Máquinas como principales medios de producción	Automatización por medio de la electrónica y la informática	La Empresa

15.	Organización obrera o incipiente o inexistente *	Sindicatos Central o protagónico *	Nuevo sindicalismo democrático	La Empresa * El Estado
16.	Contrato laboral convencional, moral o de palabra	Contrato laboral formal colectivo *	Contrato laboral formal individual	La Empresa * El Estado
17.	Domina la economía primaria	Dominan las actividades industriales y los servicios públicos *	Domina la economía terciaria privada	La Empresa * El Estado
18.	Ruralidad y desarrollo urbano incipiente	Desarrollo urbano y formación de megápolis *	Metropolización de las megápolis y metapolización, conurbación y urbanización con ciudades medias relevantes *	La Empresa * El Estado
19.	Garantías laborales bajo cautiverio del trabajador por la empresa	Garantías laborales bajo tutela del Estado *	Garantías laborales básicas muchas de ellas concesionadas del estado a la iniciativa privada	La Empresa * El Estado
20.	Relaciones industriales obrero patronales bien definidas entre empleador y empleado	Relaciones industriales mediadas por el estado en fórmulas corporativas *	Un consejo Directivo y/o Consultivo.	La Empresa * El Estado
21.	Contrato laboral a largo plazo	Contrato laboral a largo plazo *	Se abrevia el lapso de producción y se hacen efímeros	La Empresa * El Estado
22.	Tecnología simple y básica consistente en las herramientas de trabajo	Tecnología monovalente	Tecnología polivalente	La Empresa

Fuente: Jorge Isauro Rionda Ramírez Universidad de Guanajuato, México 2000

Las naciones como es el caso del Perú, se debe ver en el esquema globalizador cómo se conjuga lo viejo con lo nuevo y lo interno con lo externo, los procesos de sincretismo donde la suma de las partes multiplica que es la sinergia del sistema, por tratarse de factores incluyentes; así como de cierta hibridación al conjugarse elementos excluyentes que al restar dividen creando la entropía del sistema.

Destaca en esto la caída del bloque soviético y el término de la guerra fría en 1989; así en la década de los ochenta, bajo el liderazgo anglosajón estadounidense como inglés, se propone para la humanidad un esquema de regulación económico al que nombran neoliberalismo. Un nuevo orden económico internacional basado en el modelo de la “producción flexible”, que consiste en separar las fases de la producción de su encadenamiento sistemático de tipo fordista a círculos de calidad donde el aprovechamiento de la eficiencia por fase productiva es el más alto.

3.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE - SPF

La definición más simple de un SPF es un *sistema, controlado por un computador central, que esta conectada a varios centros o estaciones de trabajo informatizados con un sistema automático de manipulación de materiales. Parrish, 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.

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.

Así mismo, de manera creciente la industria recurre a la externalización, que implica subcontratar trabajo a empresas o personas para atender actividades como el mantenimiento, limpieza, o para hacer frente a actividades que requieren habilidades específicas que el personal de la empresa no posee.

Estos cambios organizacionales han repercutido de forma significativa en las condiciones de trabajo y en el empleo. La demanda de trabajadores y trabajadoras con mayores competencias ha aumentado con los avances en la tecnología de la información y con los procesos de producción

basados en la especialización flexible, que exigen a los trabajadores aprender y realizar múltiples tareas. Por su parte las condiciones de supervisión han cambiado gracias a la introducción del trabajo en equipo, a la desaparición de la dirección intermedia y a la tendencia a disponer de mecanismos propios de un puesto de trabajo flexible.

Por tanto se tiende a la flexibilización productiva, en un contexto de cambio tecnológico y organizacional a causa de la reestructuración productiva, donde está generalizada la subcontratación entre grandes y pequeñas empresas, donde la polivalencia y la rotación de puestos de trabajo se convierte en habituales, las competencias de los trabajadores y trabajadoras, es decir un conjunto de conocimientos puestos en juego por éstos y éstas para resolver situaciones concretas del trabajo, cobran un papel predominante en las empresas, generándose nuevas formas de reclutamiento, promoción, formación y remuneración.

Para algunos estudiosos del tema consideran la especialidad industrial como la unidad geográfica de la economía donde aparece la especialización flexible. El nuevo sector industrial es concebido como el espacio geográfico que aglutina diferentes empresas especializadas, conectadas entre sí mediante redes, y vinculadas a la comunidad a través de instituciones y organizaciones sociales.

La flexibilidad puede ser considerada como el conjunto de prácticas empresariales que se ponen en marcha para adaptar la organización a un entorno cambiante. La flexibilidad es un fenómeno polimórfico que engloba prácticas de naturaleza diferente. El concepto de flexibilidad se divide, no obstante, en dos dimensiones: flexibilidad externa e interna y se añade la flexibilidad del tiempo. La flexibilidad externa hace referencia a los procesos de externalización productiva, haciendo uso de subcontrataciones o de servicios de empleo temporal. La flexibilidad interna hace referencia a cuatro áreas:

1. Flexibilidad funcional: La flexibilidad del tiempo hace referencia a la práctica de alargar o reducir la jornada laboral. De modo particular, una de las características de los procesos de flexibilización en las empresas peruanas es la sustitución de empleo estable por temporal.
2. Flexibilidad numérica: El proceso productivo de especialización flexible promueve, en términos generales, la creación de una red de empresas externas de producción, en determinados casos, con el principio de concentración sin centralización, ya que difunde la producción pero mantiene el control del proceso productivo. El abandono de la producción en serie de unos pocos productos y la organización de la producción "just-in-time", requiere una fuerza de trabajo más polivalente y móvil capaz de cambiar de puesto de trabajo y tareas con rapidez sin rebajar la calidad del trabajo. La incorporación en la empresa de tecnología nueva y polivalente provoca un efecto combinado de obsolescencia de cualidades y de exigencia de cualidades nuevas. Asimismo, en lugar de empleo estable la empresa recurre al empleo temporal, lo cual garantiza la flexibilidad numérica de la organización.
3. Flexibilidad salarial: En suma la flexibilización de la organización ha venido generando una serie de transformaciones, que tienen como efecto la incertidumbre, y que afectan a diversos aspectos de la vida laboral:
 - El empleo: el trabajador/a temporal no tiene su empleo asegurado y los/as estables pueden perderlo como consecuencia de los procesos de reestructuración empresarial.
 - Las cualidades y las funciones del trabajador/a puede cambiar de puesto de trabajo y de tareas, varias veces al día.
 - El salario: los cambios afectan al nivel de rendimiento y lo pueden someter a variaciones.
 - La salud: los aspectos que influye en la salud laboral y la salud mental son las características del puesto de trabajo y el contexto de

trabajo, se relacionan de este modo los conceptos de bienestar psicológico en términos de satisfacción laboral, ansiedad y depresión, así como diversas enfermedades psicosomáticas relacionadas con el puesto de trabajo.

4. La Flexibilidad en el proceso de trabajo: La flexibilización del trabajo viene a ser una estrategia de organización del trabajo para mejorar la productividad y se ha clasificado como externa e interna.

La flexibilización interna introduce cambios en las relaciones laborales del proceso de trabajo sustituyendo la rigidez del modelo de organización del trabajo Taylor-fordista.

Es posible identificar tres tipos de prácticas predominantes de flexibilidad laboral:

- Acciones sobre el volumen de efectivos o sobre la duración del trabajo.
- Acciones sobre la remuneración: salarios variables, ligados a resultados de la empresa o logros individuales.
- Acciones sobre la organización del trabajo, respondiendo a diversas formas de polivalencia, re-estructurando puestos de trabajo y funciones, presentadas como una acción participativa de los trabajadores.

La flexibilidad laboral actúa sobre la estabilidad del empleo, las formas y tiempos de contratación, los horarios de trabajo, la fijación de salarios, la seguridad en el trabajo y los ritmos e intensidad del trabajo; afectan la vida de los trabajadores y se observa una aplicación desigual en diversos sectores de actividad.

La flexibilización externa es otra estrategia aparejada a la flexibilización del trabajo ha sido la fragmentación de los procesos productivos, que consiste en una desconcentración y segmentación de la producción en forma de empresas o firmas menores. Las fases del proceso productivo se desprenden de la empresa hacia otras

empresas por medio de contrataciones temporales, pudiendo llegar hasta el tele trabajo. Esta fragmentación se comenzó a aplicar en las industrias pero ya ha abarcado hasta la rama de servicios tanto en el sector privado como en el público. Mediante esta estrategia las grandes firmas disminuyen sus efectivos laborales y las pequeñas empresas mantienen una incorporación fluctuante de trabajadores mediante contrataciones temporales, intensificando las jornadas de trabajo, precarizando las condiciones de trabajo y las coberturas sociales.

En suma, *la flexibilidad externa e interna*, posibilita a las empresas debilitar el papel de las organizaciones sindicales mediante la individualización de las relaciones laborales, la aceleración de la movilidad interna (rotación entre puestos de trabajo, en centros de producción), de la movilidad externa (despidos, temporalidad, rotaciones entre empresas del mismo grupo) o de la movilidad del capital (reestructuración, externalización, subcontratación, deslocalización). El tiempo de trabajo aumenta en tiempos reales, cada vez más, se exige una puesta de disposición del trabajador fuera del horario de trabajo. Estos modos de gestión aumentan los riesgos en el trabajo y el estrés.

Frente al modelo de producción tradicional, el sistema de producción basado en la especialización flexible busca reducir los costes mediante la concentración en una misma persona el mayor número de tareas posibles. La especialización tradicional es sustituida por la "polivalencia" de la producción basada en la especialización flexible.

Las tendencias reflejan que los trastornos relacionados con el estrés laboral revela una pauta coherente con las mayores exigencias y tensiones organizativas en el trabajo. Un informe de la ANACT ²⁹ Agencia Nacional Francesa para la mejora de las Condiciones de Trabajo, señala que las diferentes formas de polivalencia observadas,

que valoran la excelencia y el rendimiento individual, e incrementan la rotación en los puestos de trabajo de mayor dificultad tienen efectos devastadores. Ahora las bajas laborales por depresión se han convertido en una de las causas más importantes de absentismo laboral, patología ésta que traduce el miedo de no estar a la altura, de no alcanzar las expectativas depositadas en uno, de no poder alcanzar los resultados que se esperan del trabajador o trabajadora.

Posiblemente el problema más relevante en procesos de trabajo complejos es la combinación de múltiples exigencias a las que se someten a los trabajadores y trabajadoras en las condiciones laborales actuales. Todo ello conlleva la necesidad de abordar:

- La necesidad de insistir más en la organización del trabajo como una disciplina en el campo de la salud laboral;
- La necesidad de disponer de mejores instrumentos para analizar la nueva organización del trabajo y su influencia en las características del puesto de trabajo;
- La necesidad de estudiar sobre determinados efectos que la nueva organización del trabajo tiene para la salud física y mental de los trabajadores y trabajadoras;
- La necesidad de insistir más en las estrategias de intervención.

A pesar de todo en el Perú algunos indicadores que se muestra en la Tabla 6 en referencia al Producto Bruto Interno observamos que en el año 2006 en Manufactura fue el 6.6% y en el primer trimestre 2007 fue de 8.4%, por consiguiente para el presente año se proyecta a un promedio de 7.5% el PBI en manufactura.

Tabla 7.- Producto Bruto Interno - Variaciones Porcentuales Anualizadas

Sectores Económicos	2006	2007			
	Año	Enero	Febrero	Marzo	Trimestre
Agropecuario	7.2	6.3	6.3	1.5	4.5
Pesca	2.7	10.2	9.4	- 17.1	- 1.2
Minería e Hidrocarburo	1.0	- 4.5	- 2.8	2.3	- 1.6
Manufactura	6.6	11.6	7.3	6.5	8.4
Construcción	14.7	11.0	5.3	10.6	9.0
Otros Servicios	8.2	9.9	8.5	6.9	8.4
PBI	8.0	9.3	7.7	5.6	7.5

Fuente: BCRP 2007

3.2.1 Diseño de componentes ⁴

1. Estaciones de trabajo.

El equipamiento usado en la parte de procesado o ensamblaje dependerá del tipo de trabajo a realizar por el sistema. En un sistema diseñado para operaciones de mecanizado, se usa máquinas de Control Numérico Computarizado - CNC (ejemplo, fresadoras). Las estaciones típicas que encontramos en los sistemas son las siguientes:

- *Estación de carga y descarga.* La materia prima entra en el proceso por este punto y sale transformada como un producto. Hoy en día el método de carga más habitual es el manual aunque también puede ser automático. La estación suele incluir una unidad de registro de entrada de piezas y una comunicación monitorizada entre el sistema informático y el operador. Las instrucciones deben ser dadas al operador teniendo en cuenta qué productos deben ser cargados en los palés (pequeñas plataformas para transporte) con el fin de cumplir las demandas estipuladas. Los palés deben llevar la materia correcta a cada máquina.

- *Estación de mecanizado.* Entendemos como operación de mecanizado toda acción que se realiza sobre un material y éste sufre transformaciones. La maquinaria más utilizada en esta estación son los centros de mecanizado de CNC. Estas máquinas reúne las siguientes características: almacena las herramientas, las sustituye y realiza cargas/descargas de palés. Todas ellas se realizan de forma automática.
- *Otras estaciones de procesamiento.* En los Sistemas de Producción Flexible - SPF la materia prima no tiene que entrar preparada para trabajar directamente sobre ella. Un ejemplo puede ser el metal. Este material debe sufrir un proceso de transformación para obtener unas características iniciales (si se quieren producir tornillos no se necesita una barra de acero de dos metros sino trozos proporcionales).
- *Estación de ensamblaje.* Existen SPF que son diseñados para realizar este tipo de operaciones. Estos diseños se realizan con el objetivo de suprimir la mano de obra humana en procesos de producción en serie. Los encargados de realizar el trabajo normalmente son brazos robots, los cuales, son capaces de adaptarse a los diferentes productos, son flexibles a cambios en la secuencia de producción y tienen un grado de precisión muy bueno.
- *Otros equipos y estaciones.* Este lugar lo ocupan aquellas estaciones que únicamente realizan trabajos de inspección. Hay tres tipos básicos: máquinas de medición de coordenadas, inspección mediante sondas y sistemas de visión. A estos tres grupos básicos podemos añadir otro tipo de operaciones como limpieza y/o colocación de palés, sistemas de refrigeración y otros.

2. Sistema de transporte y almacenamiento de material.

El sistema de transporte y almacenamiento de un SPF puede variar mucho en componentes y configuración, dependiendo de las características del SPF y del material utilizado para la producción. Este sistema desempeña las siguientes funciones:

- Permitir un movimiento libre y aleatorio de los productos entre las estaciones. Esto significa que en caso de que una máquina esté ocupada o estropeada, existen rutas alternativas en el proceso de fabricación que impiden que se pare la producción.
- Permitir varias configuraciones de productos en el transporte. Para productos prismáticos se usan módulos de palés. La parte fija que está localizada en la cara superior del palé está diseñada para acomodar diferentes configuraciones de los productos más comunes.
- Almacenamiento temporal. Cada estación tiene una pequeña cola para aquellas partes que están esperando para ser procesadas. Este sistema incrementa el rendimiento de la máquina.
- Facilitar los accesos para la carga y descarga. El sistema de transporte debe incluir zonas para estaciones de carga y descarga.
- Compatibilidad con el sistema de control por computador. El sistema de transporte puede ser controlado por un sistema informatizado que guíe el proceso hacia varias estaciones, zonas de carga y descarga, y zonas de almacenamiento.

La tarea del sistema de transporte de material se divide en dos subsistemas, el sistema de transporte primario y el sistema de transporte secundario. El sistema de transporte primario es el que establece la distribución básica del SPF y es el responsable de los movimientos de los productos entre estaciones. El equipamiento del sistema, dependiendo de distribución, viene

reflejado en la Tabla 8 Las diferentes configuraciones se explican detalladamente más adelante.

Tabla 8.- Equipamiento de un SPF según su distribución en planta

Tip de Distribución	Equipamiento
Distribución en Línea	Sistema de transferencia en línea. Sistema de cinta transportadora. Sistema de vehículo guiado por raíles
Distribución en bucle	Sistema de cinta. Línea de arrastre de carros.
Distribución escalada	Sistema de cinta. Sistema de vehículos guiados automáticamente. Sistema de vehículos guiados por raíles.
Distribución en campo abierto	Sistema de vehículos guiados automáticamente. Sistema de vehículos guiados por raíles.
Distribución centrada en robot	Robot industrial

Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

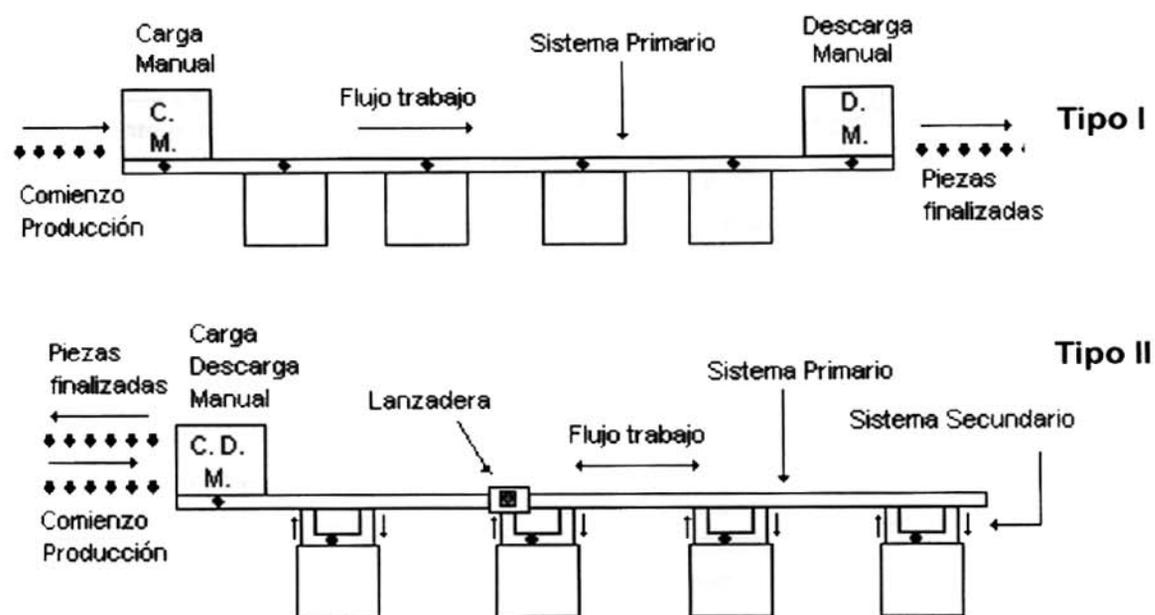
El sistema de transporte secundario consiste en todos aquellos componentes necesarios para el transporte situados entre el primario y la posición de trabajo de la máquina. Lo componen cambiadores automáticos de palés y mecanismos similares del SFP. La función del sistema secundario es llevar el material que se va a trabajar del sistema primario a la máquina o a otra estación para que se realicen las operaciones pertinentes.

El sistema de transporte y almacenamiento de material puede tener diferentes configuraciones de su distribución. Las configuraciones básicas son las siguientes:

- *Distribución en línea.* Está basada en una única línea de transferencia alrededor de la cual se sitúan las estaciones de

trabajo, que ejecutan los planes de proceso de cada tipo de pieza o producto. En la Figura N° 7 se observan los dos tipos diferentes de distribuciones en línea.

Figura N° 7 Distribución en línea de estaciones de trabajo.

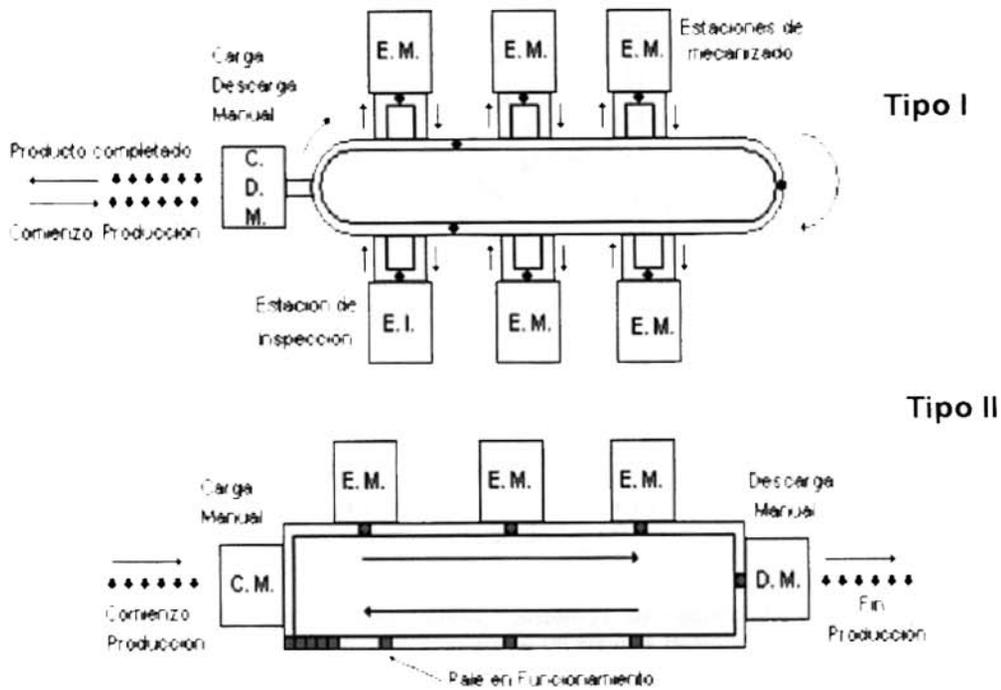


Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, *Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002*

Como se puede observar, la diferencia entre ellas es que la descarga se realiza en posiciones distintas ya que una tiene un sistema de transporte unidireccional y la otra lo tiene bidireccional. Esta última posee un sistema de transporte secundario.

- *Distribución en bucle.* Está compuesta por un sistema de carga y descarga. Este introduce las piezas en el proceso unidireccional hasta que vuelven a salir. Contamos con un sistema secundario que evita que se obstaculice el bucle con total facilidad.

Figura N° 8 Distribución en bucle de estaciones de trabajo.

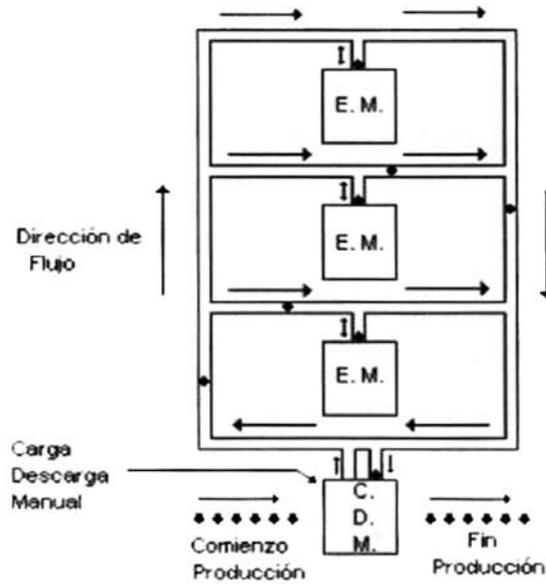


Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

- **Distribución escalada.** Consiste en intercalar subbucles dentro de un bucle principal. Esta configuración facilita el traslado de las piezas de una máquina a otra, así como la reducción del tiempo necesario para realizar la operación. Como se puede observar en la Figura N° 9, se reduce la distancia recorrida por la pieza y minimiza la necesidad de un sistema anticongestión.
- **Distribución en campo abierto.** Consiste en múltiples bucles y escalas. Este tipo de distribución es, generalmente, apropiada para procesar una familia numerosa de productos. La cantidad de tipos de máquinas diferentes se puede limitar,

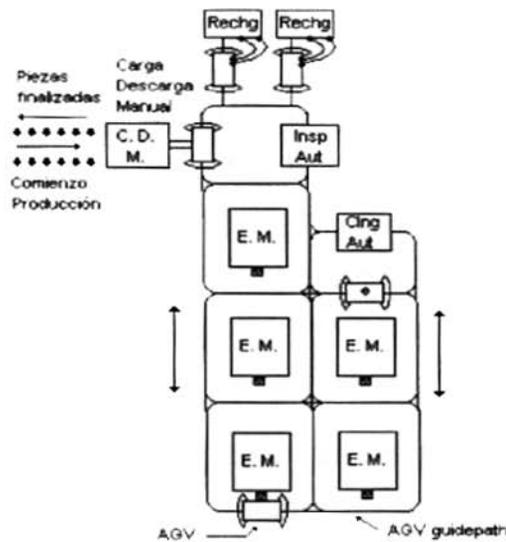
y se dirigen productos a aquellas estaciones que están libres.
Según la Figura N° 10.

Figura N° 9 Distribución en escala de estaciones de trabajo



Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

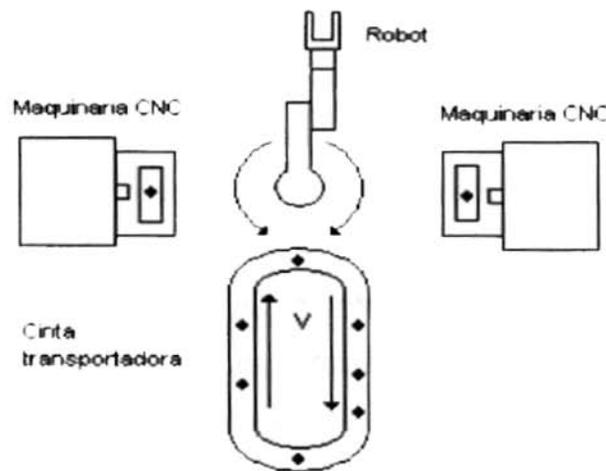
Figura N° 10 Distribución en campo abierto de estaciones de trabajo



Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

- *Celda centrada en brazo robot.* Consiste en una celda que usa un brazo robot como sistema de transporte. Se suelen utilizar al trabajar con partes cilíndricas o discos. En la Figura N° 11 se puede observar un ejemplo de esta configuración.

Figura N° 11 Celda de Fabricación



Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

3. Sistema de control por computadora

El SPF incluye un sistema informático conectado a las estaciones de trabajo, al sistema de transporte de material y a otros componentes hardware. El sistema posee una computadora central y microcomputadores en las máquinas junto con el resto de componentes. La misión del computador central es la de coordinar las actividades de los diferentes componentes para lograr un funcionamiento global estable del sistema.

Las funciones de un sistema de control por computador se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- *Control de la estación de trabajo.* Tanto las estaciones de procesamiento como las de ensamblaje trabajan bajo algún

tipo de control computarizado. En los sistemas de mecanizado se utilizan controles numéricos para controlar las máquinas.

- *Distribución de las instrucciones de control a las estaciones de trabajo.* En un SPF de mecanizado, los programas deben ser descargados a las máquinas, para lo que se usan los CNC.
- *Control de producción.* Se basa en gestionar, la variedad de productos con el nivel de producción. La introducción de los datos necesarios para llevar a cabo esta función incluye la producción de las tasas diarias deseadas por producto, el número de piezas disponibles sin trabajar y el número de diferentes tipos de palés disponibles.
- *Control del tráfico.* Hace referencia a la gestión del sistema de transporte primario que mueve las piezas entre estaciones. El control se logra mediante la instalación de sensores en diferentes puntos del recorrido, cada uno de estos dará una señal dependiendo de la fluidez transporte interpretada como activación de interruptores.
- *Control de lanzadera.* Esta función hace referencia al transporte secundario y concretamente al control de las lanzaderas con las que cuenta el sistema. Cada lanzadera debe ser coordinada con el sistema de transporte primario y sincronizado con las herramientas de operación de la máquina.
- *Monitorización de piezas.* El computador debe controlar el estado del carro y el palé en los sistemas de manejo primarios y secundarios, así como el resultado de cada uno de los distintos tipos de piezas elaboradas.
- *Control de las herramientas.* Tendremos conocimiento en todo momento de las herramientas disponibles en nuestro sistema. En caso de que en un punto concreto no se disponga de la herramienta necesaria para realizar una determinada operación hay dos alternativas:

- a) Determinar si una estación de trabajo alternativo tiene la herramienta y está disponible en ese momento. Si es así, la pieza se redireccionará hacia dicha estación.
- b) Notificar al operador responsable de utillaje que introduzca en la unidad de almacenamiento de herramientas la necesitada.
- *Control de la vida útil de las herramientas.* Se debe informar a la computadora de la vida útil de cada herramienta. Se genera un historial del tiempo de uso de cada herramienta y se notifica al operario cuándo debe ser sustituida.
- *Informe y control del rendimiento.* El sistema de control está programado para guardar las operaciones realizadas y el rendimiento del SPF. Estos datos se resumen periódicamente y se preparan informes para gestionar el rendimiento.
- *Diagnósticos.* Su función es la de indicar el origen de un cierto problema. Se puede utilizar para realizar un mantenimiento preventivo e indicar posibles fallas inminentes. El diagnóstico nos conduce a la reducción de averías, del tiempo de inactividad y, como consecuencia de ambas, al tan deseado aumento de la productividad.

La estructura del sistema de control es la representada en la Figura 12. Observamos que se envían los datos y comandos de la computadora central a las máquinas y otros componentes hardware. De éstas se envían al ordenador central los datos transmitidos de los componentes.

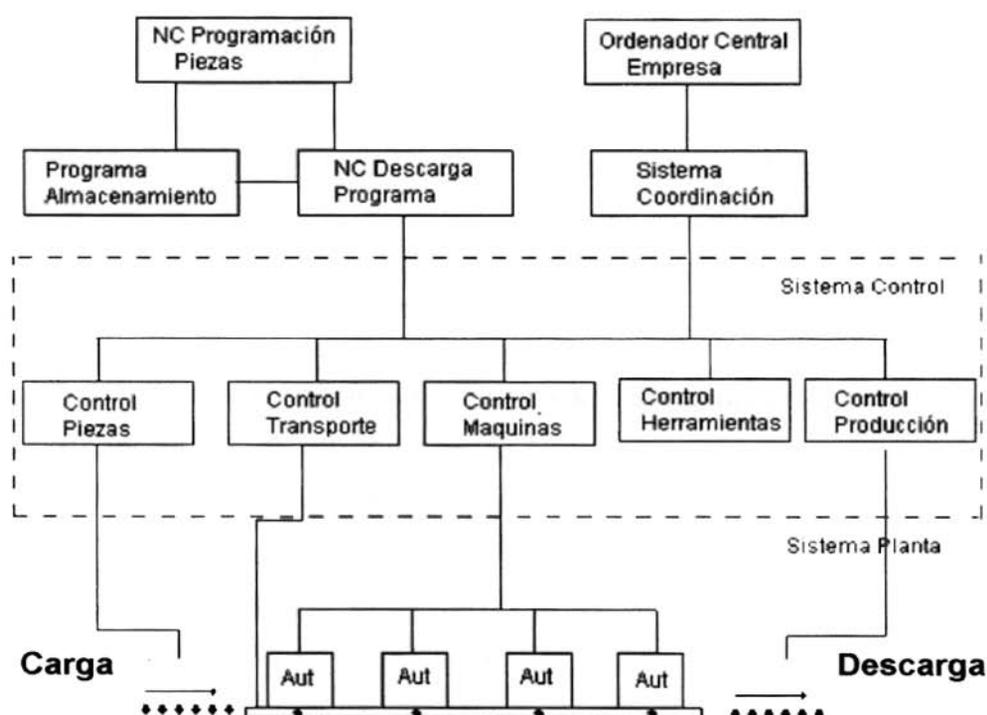
4. Recursos humanos.

Aunque todo el proceso esté completamente automatizado siempre es necesaria la mano del hombre en la gestión de las operaciones del SPF. Las funciones típicas desempeñadas son las siguientes:

- Cargar materia prima en el sistema.

- Descargar productos finalizados del sistema.
- Cambio y ajuste de herramientas.
- Mantenimiento y reparación del equipo.
- Programar las CNC.
- Programar el sistema informático.
- Gestión global del sistema.

Figura N° 12 Flujo de datos entre el sistema de control y la planta

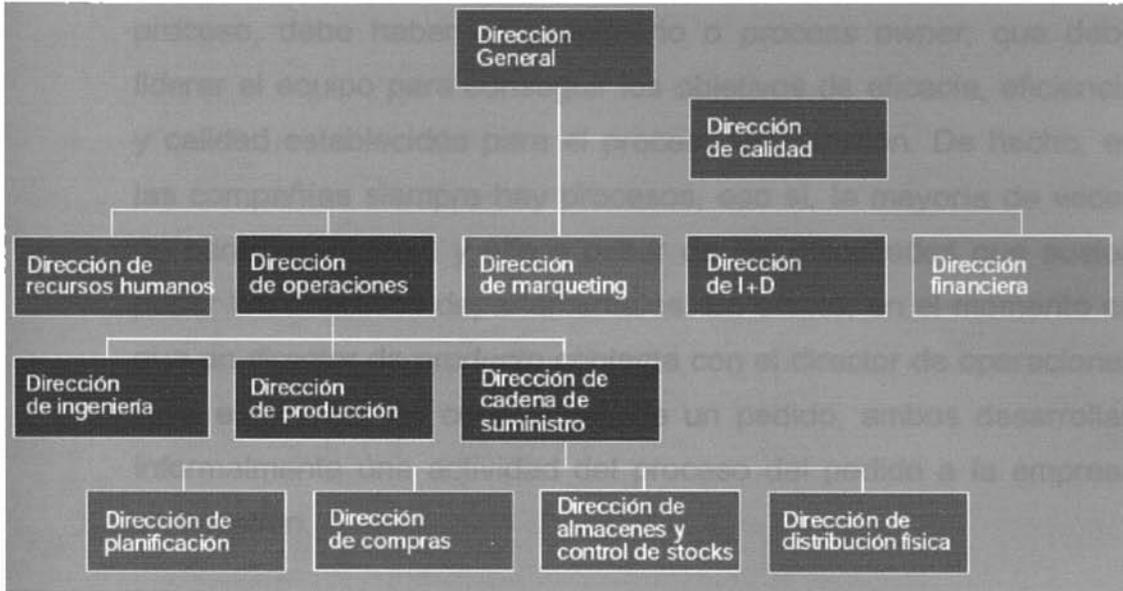


Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002

3.2.2 Nuevo Sistema Organizacional ²⁶

La Figura N° 13 muestra ejemplo del departamento de Dirección de Operaciones en empresas industriales, que son el resultado de las decisiones infraestructurales relativas a la organización. Sin embargo, ya que casi siempre adaptaremos nuestra organización a las competencias de las personas del equipo de operaciones.

Figura N° 13 Empresas Industriales

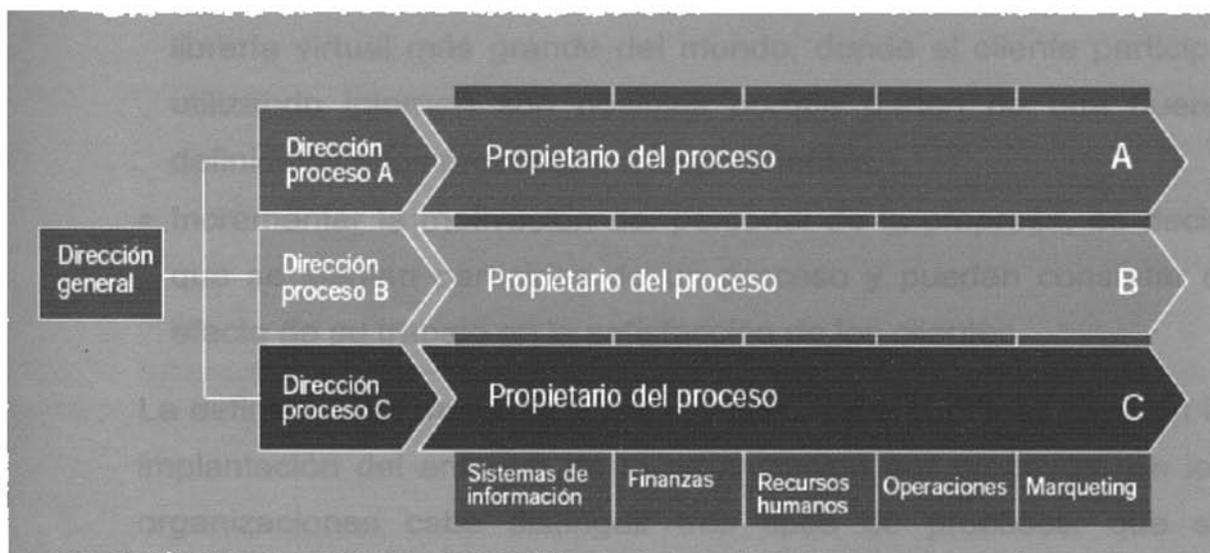


Fuente: Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo, Barcelona

Un tipo de decisión infraestructural es la elección de la dirección por procesos como forma organizativa. Cada vez son más las organizaciones de todas las dimensiones que adoptan el enfoque por procesos combinado con la estructura departamental. Esto implica la ruptura del viejo paradigma del siglo XX de la cadena de producción lineal (Taylor), relativo al hecho de que la manera más eficaz y eficiente de producir es dividir el trabajo en tareas elementales y especializar a los operarios en estas tareas. Este paradigma ha sido de gran utilidad en el pasado, en mercados donde todo lo que producía se vendía (mercado de compradores); uno de los grandes ejemplos de aplicación lo tenemos en la línea de montaje de la empresa Ford, que a principios del siglo XX permitió la fabricación en masa del modelo Ford T (sólo de color negro), durante un buen número de años. Este enfoque por procesos permite introducir la voz del cliente en todas las actividades de la organización con la consiguiente mejora de la orientación al cliente. Tal como se ve en la Figura N° 14, los

procesos se dirigen directamente a los clientes, cosa que no sucede con los departamentos clásicos. Como responsable del proceso, debe haber un propietario o *process owner*, que debe liderar el equipo para conseguir los objetivos de eficacia, eficiencia y calidad establecidos para el proceso en cuestión. De hecho, en las compañías siempre hay procesos, eso sí, la mayoría de veces de carácter informal y ello a pesar de las dificultades que suelen poner los directivos departamentales. En efecto, en el momento en que un director de producto contacta con el director de operaciones para establecer las condiciones de un pedido, ambos desarrollan informalmente una actividad del proceso del pedido a la empresa en cuestión.

Figura N° 14 Enfoque organizativo por proceso



Fuente: Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo, Barcelona

Con el enfoque organizativo por procesos, se consiguen las ventajas siguientes:

- Mejorar la orientación al cliente de toda la organización. La voz del cliente llega a todas las actividades de la compañía, que forman parte de un proceso orientado a dicho cliente.

- Incrementar la eficiencia, ya que se evidencian las repeticiones entre las actividades de los diferentes procesos.
- Mejorar el ajuste con los objetivos de la empresa. Se evitan las optimizaciones parciales que pueden generar los departamentos en contra de una optimización global.
- Aumentar la flexibilidad, entendida como la adaptación a los cambios en el entorno. En efecto, los procesos se pueden modificar más deprisa que los departamentos, ya que estos están estructurados en niveles que hacen difíciles las transformaciones rápidas.
- Potenciar el trabajo en equipo, entendidos como grupos de personas de diferentes departamentos asignados a los diferentes procesos.
- Fomentar la participación del cliente en el proceso, es decir, la llamada autoservicio. Ejemplos de autoservicio, Amazon (la librería virtual más grande del mundo, donde el cliente participa utilizando internet) son posibles porque parten de una buena definición de los procesos correspondientes.
- Incrementar la motivación del personal de la empresa, es decir, que se sientan partícipes de un proceso y puedan constatar el efecto de su trabajo en la satisfacción de los clientes.

La definición del mapa de procesos constituye el primer paso en la implantación del enfoque de la organización por procesos. En las organizaciones cabe distinguir tres tipos de procesos, que se observan en el mapa de proceso de la Figura N° 15:

1. **Estratégicos.** Son los que están en relación muy directa con la esencia, razón de ser (misión) y posicionamiento de futuro (visión) de la organización. Involucran personal de alto nivel, dan directrices a otros procesos y afectan totalmente a la empresa. Como ejemplos podemos mencionar la innovación estratégica, la

comunicación externa e interna, la rentabilidad del negocio, el reconocimiento y la recompensa.

2. Fundamentales. Son los que desarrollan las capacidades nucleares de la compañía. Abarcan muchas funciones y están relacionados con los objetivos de la organización; el valor que crean es percibido claramente por los clientes y accionistas. Entre estos se encuentran los de desarrollo del producto, captación de clientes, gestión de pedidos, mantenimiento y gestión de la cadena de suministro (*Supply Chain Management*, SCM) en una empresa industrial Figura 13, y los de captación de clientes, entrada, estancia, salida, restauración y evaluación de la satisfacción y la fidelización.

3. De soporte. Son los que dan apoyo a los procesos fundamentales. Los clientes son internos y muchas veces están dentro de un departamento. Como ejemplos se pueden mencionar los procesos de formación y entrenamiento, selección de personal, control de gestión, sistemas de información, mantenimiento, compras y otros.

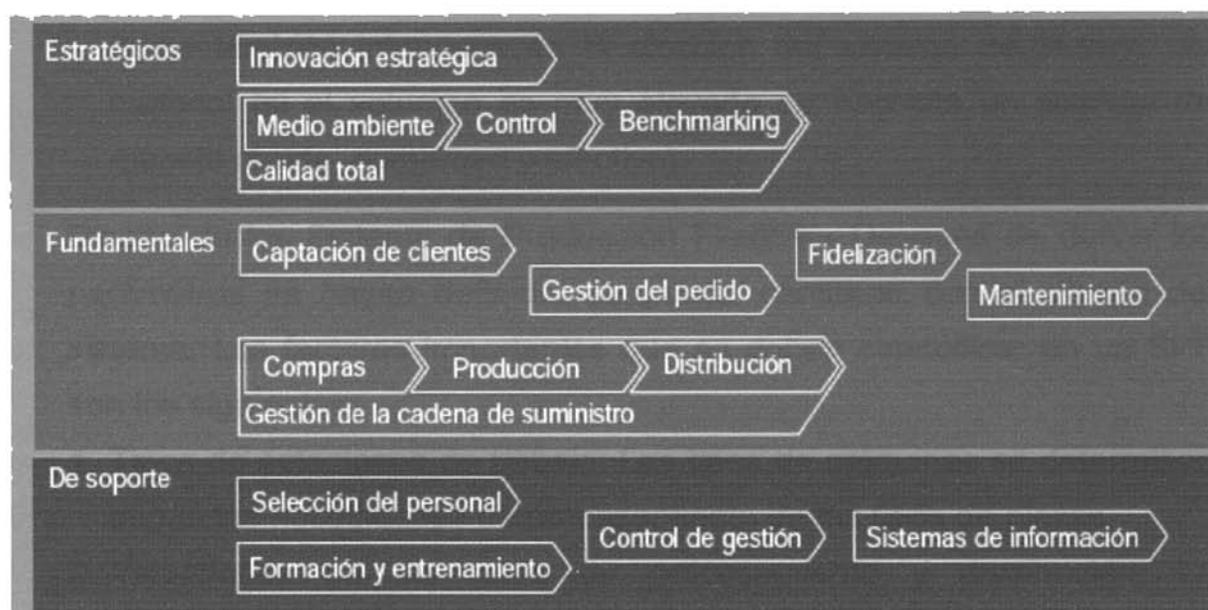
El mapa de procesos de una empresa lo debe establecer el equipo de dirección a partir de la misión, la visión y los objetivos estratégicos de la compañía. A partir del nombramiento de los propietarios de los procesos, se deben ir detallando los subprocesos y las actividades.

3.3 DISEÑO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE

Se caracterizan por una buena gestión de todos los recursos: las máquinas y herramientas de las estaciones, el sistema de transporte o de manejo del material, las piezas y el personal de planta.

La fase inicial del planeamiento de los SPF debe centrarse en las piezas que se van a producir. Estas son las siguientes:

Figura N° 15 Mapa de procesos en una empresa industrial



Fuente: Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo, Barcelona

- Consideraciones de las familias de las piezas: Los SPF deben ser diseñados para procesar una gama limitada de un modelo de pieza (o producto). Deben decidirse los límites de dicha gama. Obviamente, la familia de la pieza que va a ser procesada en el SPF debe estar definida, basándose en la similitud entre los tipos de pieza y en la generalidad de producto a la que pertenecen.
- Necesidades de procesamiento: Los tipos de piezas y sus necesidades de procesamiento determinan el tipo de equipamiento necesario en el sistema. En aplicaciones de mecanizado, las piezas prismáticas se producen en centros de mecanizado, máquinas de sierra, y sus herramientas; las piezas rotativas se mecanizan en centros rotativos.
- Características físicas de las piezas: El tamaño y el peso de las piezas determinan el tamaño de las máquinas de las estaciones de trabajo y el tamaño del sistema de manejo del material que se debe implementar.

- **Volumen de producción:** Las cantidades que se producirán en el sistema determinan el número de máquinas que se necesitan. Este factor también interviene en la elección del sistema de manejo del material (si el volumen es muy elevado se necesita un sistema de manejo rápido, numeroso y efectivo).

Diseño de los Sistema de Producción Flexible.- Después de definir los parámetros se hayan definido, se puede continuar con el diseño del sistema. Los factores importantes que se deben especificar en un SPF son los siguientes:

1. **Tipos de estaciones de trabajo:** Los tipos de máquinas se determinan según las necesidades de procesamiento de los tipos de piezas.
2. **Variaciones en las rutas de procesamiento y distribución:** La distribución del SPF que se elige en función de las variaciones de la ruta de proceso.
3. **Sistema de manejo del material:** La selección del equipamiento para el manejo del material y la distribución del sistema están estrechamente relacionados, ya que el tipo de sistema de manejo limita, hasta cierto punto, la elección de dicha distribución. Además, este sistema debe considerar las características de las piezas que se van a procesar.
4. **Piezas parcialmente acabadas en inventario (WIP) y capacidad de almacenaje:** El nivel de WIP debe ser planificado con un valor lo bastante alto para que las estaciones no sufran inhibición, pero con un nivel lo bastante bajo para no congestionar el sistema. La capacidad de almacenaje debe ser compatible con el nivel de WIP.
5. **Herramientas:** Deben decidirse el tipo y el número de herramientas para cada una de las estaciones. Se debe tener en cuenta las herramientas comunes en las estaciones. Cuando más herramientas de este tipo tengan las estaciones, mayor será la flexibilidad en las rutas del proceso.

6. Fijaciones de palés: Debe decidirse el número de palés necesarios en el sistema. Las piezas que tengan una configuración y un tamaño muy distinto necesitan fijaciones diferentes.

Las operaciones que deben resolverse para que el sistema, una vez implementado, satisfaga las necesidades de producción y operación, son los siguientes:

- Programación y envío: La programación de la producción en los SPF viene dictada por el programa de producción maestro. La parte de envío se ocupa de poner en marcha cada una de las partes del sistema a su debido tiempo para que la producción del producto concluya en el momento requerido.
- Carga de máquina: Los recursos de producción y de herramientas deben asignarse a cada una de las estaciones para llevar a cabo el programa de producción demandado.
- Enrutamiento de piezas: Cada tipo de pieza debe seguir una ruta de proceso planificada. Esta planificación debe garantizar la máxima utilización de los recursos de las estaciones de trabajo.
- Agrupamiento de piezas: En el sistema se pueden producir diferentes tipos de piezas de forma simultánea. Debido a esto, se debe determinar para cada tipo de pieza el grupo en el que va a ser producido, teniendo en cuenta las limitaciones de los recursos del sistema.
- Administración de herramientas: Se debe decidir cuando cambiarlas y cómo repartirlas en las diferentes estaciones de trabajo del sistema.
- Asignación de palés y fijaciones: Los tipos de palés y fijaciones dependen de los tipos de piezas que se producen en el sistema.

Las aplicaciones de estos sistemas pueden ser muchas de acuerdo con el volumen de piezas diferentes que se quiere producir y el nivel de flexibilidad que se quiera dar al sistema. La tecnología de los SPF está muy extendida en operaciones de mecanizado, sin embargo, también se aplica a otras operaciones como son el prensado y el forjado. A

continuación se describen las operaciones más comunes de estos sistemas.

- Sistemas Flexibles de Mecanizado

Los SPF se pueden usar tanto para el mecanizado de piezas prismáticas como rotativas. La mayoría de las aplicaciones de estos sistemas han sido y son, actualmente, de perforado y corte para piezas prismáticas usando máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Estas piezas suelen ser más caras y su tiempo de fabricación suele ser mayor. Además, con frecuencia, estas piezas son demasiado pesadas para que un operador las cargue en la máquina de forma rápida y sencilla.

- Otras aplicaciones

El prensado y el forjado son los otros dos procesos de fabricación que se están desarrollando para estos sistemas. Además de estos, los conceptos de automatización flexible pueden ser aplicados en operaciones de montaje o ensamblaje, obteniendo un producto a partir de la interconexión de diferentes piezas.

Los principales beneficios del SPF son las siguientes:

1. Incremento del uso de máquinas: Utilizando la tecnología de los SPF, el uso de cada una de las máquinas de nuestro sistema puede ascender al 80-90%, debido a diferentes razones como:
 - La posibilidad de tener un régimen de operación de 24 horas al día.
 - El cambio de herramientas automático en las máquinas.
 - El cambio de palés automático en las estaciones es más rápido y efectivo.
 - La posibilidad de tener colas de piezas en las estaciones elimina la probabilidad de inhibición en las máquinas.
 - Una programación dinámica de la producción que tiene en cuenta irregularidades en el régimen de operación normal.

2. Necesidad de menos máquinas: Al incrementar el uso de cada máquina, se necesita un menor número de ellas para la misma tasa de producción.
3. Reducción de la superficie de la fábrica: Generalmente los SPF requieren un 40-50% menos de superficie que un sistema con personal técnico en planta para realizar una función específica para la misma capacidad.
4. Muy receptivo a los cambios: Un SPF mejora la capacidad de respuesta a cambios en el diseño, introducción de nuevos tipos de piezas, cambios en la cadena de producción, respuesta rápida ante averías en máquinas y herramientas. Los ajustes se pueden hacer en la cadena de producción de un día para otro para cubrir ciertas demandas y peticiones del cliente.
5. Reducción de la necesidad de inventarios: Debido a que los diferentes tipos de piezas se procesan juntas, y no en lotes separados, el WIP (Work-In-Process) es menor que en una producción por lotes. La estimación de esta reducción es de un 60-80%.
6. Tiempos de fabricación reducidos: Estrechamente relacionado con el WIP tenemos el tiempo agotado en el proceso por cada una de las piezas. Esto se traduce en una mayor rapidez en la entrega al cliente.
7. Menor necesidad de mano de obra y mayor productividad: Mayor tasa de producción y menor dependencia de mano de obra significa una mayor productividad por hora de trabajo con los SPF respecto a otros métodos convencionales.
8. Oportunidad para la producción desatendida: El alto nivel de automatización en un SPF le permite funcionar durante períodos extensos de tiempo sin atención humana. Normalmente estos períodos de tiempo coinciden con la noche, o los fines de semana, cuando no hay operarios en la planta.

3.3.1 Simulación de posturas de los operarios en la Producción Flexible

La producción flexible es un concepto procedente del ámbito de la manufactura que permite fabricar una gran variedad de productos a diversos volúmenes con costos muy bajos. La necesidad de desarrollar sistemas de producción que puedan adaptarse a la demanda del mercado con una gran incertidumbre y siempre cambiante en cuanto a gustos y pedidos, exigió como meta ser flexible, para poder satisfacer las demandas del mercado en forma variable. Las industrias que tradicionalmente producían en series (todos los productos iguales), se han convertido en empresas de gran volumen, pero de serie pequeña. Por esta razón, las máquinas en serie o líneas especializadas no podían ser la única solución, pues esta configuración de equipos era muy rígida, sólo servían para una pieza o producto y además no podían ser reutilizados de nuevo una vez que cesaba la demanda del artículo. Esto hacía que los costos de producción fuesen muy elevados al momento de introducir un nuevo producto. El trabajo en cadena y repetitivo era cuestionado por las enfermedades profesionales que generaba esta forma de realizar el trabajo.

La flexibilidad puede ser definida desde tres puntos de vista:

- Flexibilidad del producto, una empresa es más flexible si produce mayor variedad de productos.
- Flexibilidad del volumen, se trata de conseguir diferentes volúmenes de producción, aumentando o disminuyendo la velocidad de la línea de producción.
- Flexibilidad de las líneas de producción, se trata de distribuir los trabajadores y máquinas de tal forma de obtener la máxima adaptación a los nuevos productos. Las máquinas, se diseñan para cambios de útiles muy rápidos y los trabajadores reciben

una formación polivalente para manejar varias máquinas y procesos.

La solución más brillante al problema planteado se originó del equipo dirigido por Taichi Ohno (1991) con la invención del Just in time, donde se cumplieron las expectativas de la producción flexible. Con el paso de los años, han aparecido otros sistemas de producción flexible, los cuales son: el flujo en línea acompasado por el operario - FLAO que al igual del JIT utiliza a las personas junto a una línea de producción como base de su flexibilidad y el sistema de producción flexible SPF utiliza la automatización como fuente de su flexibilidad.

Estos tres puntos de vista unidos a los artesanales sistemas a pedidos y lotes, completan lo que algunos autores han agrupado como sistemas de producción flexibles (Miltenburg, J. 1996). Hay que hacer notar, que desde el punto de vista de la ergonomía, estos sistemas triunfantes en el mundo de la manufactura han sido poco estudiados, por ello esta tesis, se centra en esta nueva forma de trabajar. Debido a lo extenso que resultaría evaluar todos los puestos de trabajo en cada uno de los sistemas, este estudio selecciona los centros de mecanizado y centros de torneado como los puestos de trabajo a analizar en la valoración ergonómica final. Las razones por las cuales fueron seleccionadas estas máquinas de control numérico, obedecen al hecho de su alta flexibilidad y al uso masivo en las industrias.

Dependiendo de cómo sean insertados en los diversos sistemas de producción, los equipos de control numérico pueden incrementar considerablemente la productividad de una empresa. Estos equipos nuevos en el entorno industrial moderno, constituyen el estado del arte actual en manufactura. Su uso se extiende cada vez más en empresas de diversos tamaños y función. El impacto, desde el

punto de vista de la productividad de las máquinas y sistemas de producción, es conocido y deseado por muchas empresas, pero su impacto desde el punto de vista del trabajo de las personas en diferentes filosofías de producción es poco conocido y por ello éste trabajo pretende evaluar el trabajo de las personas con estas máquinas y herramientas (Guédez, V. 2000⁵).

El estudio de diversos puestos de trabajo que utilizan equipos de control numérico fue analizado haciendo uso de programas informáticos para valorar los puestos donde los seres humanos hacían alguna actividad de manipulación de pequeñas piezas como carga y descarga donde se fabrican piezas de pequeño tamaño. Se presentan los resultados del estudio en la manipulación de cargas y las dimensiones de los equipos con respecto a los operarios, presentados en un artículo denominado *Ergonomic design of small containers using the Quality Function Deployment* (Guédez 2001), donde se indica que la mayoría de los puestos de trabajo estaban diseñados para trabajar en modo automático, donde las relaciones antropométricas de las personas no eran consideradas y se tenía un manejo de altos volúmenes de piezas y velocidades elevadas que causaban enfermedades profesionales en los usuarios.

Otro aspecto importante que debe ser discutido lo constituyen las posturas dominantes que se adoptan en los diversos sistemas de producción. La postura condiciona el gasto bioenergético en que incurren los trabajadores al momento de realizar su trabajo, algunos sistemas de producción condicionan a sus trabajadores para efectuar su tarea de pie. Otros prefieren un trabajo sentado con velocidades constantes en la línea de producción y algunos sistemas permiten en su concepción la posibilidad de realizar el trabajo sentado o de pie, lo cual es el caso más acertado. Ver Anexo 6.

3.3.2 La función principal de los nuevos sistemas de organización del trabajo

La tecnología es uno de los principales factores que influyen en el modelo de organización del trabajo y en la estructura de cualidades existentes en la empresa. La incorporación de nuevos procesos, materiales y técnicas de producción incide de forma significativa en el tipo de relaciones que se establecen entre la empresa como organización, el grupo, la persona y el puesto de trabajo. Las modificaciones que se producen en el ambiente de trabajo, en el puesto de trabajo y en la estructura de la organización, como consecuencia de la incorporación de innovaciones tecnológicas, vienen a incidir en el significado que la persona atribuye al trabajo.

Los procesos de innovación tecnológica pueden incidir en:

- El puesto de trabajo, su desempeño, competencias requeridas y cualidades.
- El bienestar psicológico y la calidad de vida laboral.
- Los planes de carrera y promoción en la empresa.
- Las relaciones interpersonales y la comunicación en la empresa.
- La estructura y los procesos organizacionales
- El estilo de dirección o liderazgo en la empresa.
- La estructura del empleo en el mercado de trabajo.

Los procesos de innovación tecnológica vienen a afectar a muy diversos aspectos organizacionales y laborales. Se suelen producir transformaciones en las tareas y puestos de trabajo y también cambios en los sistemas de producción, en la supervisión y en las estructuras y formas organizacionales.

El impacto de las nuevas tecnologías de la información ha acelerado los niveles de competencia, por lo que no debe sorprender de que cada vez más se tenga los casos de absentismo laboral relacionados con el estrés inducido en el trabajo. Como consecuencia de las innovaciones tecnológicas y de la adaptación

de los trabajadores y trabajadoras a las mismas, surge el denominado tecnoestrés, causado por la falta de habilidad para tratar con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, a través del computador, de manera saludable.

Estos acelerados cambios tecnológicos en las formas de producción afectan consecuentemente a los trabajadores en sus rutinas de trabajo, modifican su entorno laboral e inciden en la aparición y el desarrollo de enfermedades crónicas generadas por las situaciones de estrés.

Estos cambios coinciden con los nuevos métodos de trabajo flexible y el impacto de la revolución tecnológica. Igualmente es posible hablar de un estrés producido por la estructura y el clima organizacional que se basa en:

- Falta de participación en los procesos de toma de decisiones.
- Sentirse extraño en la propia organización.
- Inadecuada política de dirección y/o estilo de liderazgo en la empresa.
- Falta de autonomía en el trabajo.
- Estrecha supervisión del trabajo.

La descentralización productiva en conjunción con otros importantes factores, como la constante amenaza de deslocalización industrial, la crisis estructural del empleo, la creciente desregulación del mercado de trabajo está generando nefastas recuperaciones para la cohesión social de los trabajadores, dado que intensifica su segmentación y coadyuva a la dualización del mundo laboral.

Por ello, desde la óptica de la organización sindical, la idea principal es articular un modelo de acción sindical que permita actuar frente a una estructura empresarial (más flexible) que segmenta los procesos de producción entre distintos centros productivos,

dedicados a la elaboración de diversos productos y pertenecientes a diferentes sectores de actividad económica, pero que integra y centraliza su gestión y dirección.

No obstante, en aquellos ámbitos laborales constituidos por Pymes, en los que no hay representación sindical establecida, sobretudo porque, como consecuencia de la precariedad y la inseguridad en el empleo y de las prácticas empresariales, se produce una intensa individualización de las relaciones laborales. Para evitar este vacío de presencia sindical es necesario, a través de la negociación colectiva, vincular la acción sindical de los centros productivos centrales a la realidad sociolaboral de las empresas (Pymes) periféricas.

Para ello es importante recalcar dos apuestas estratégicas del sindicato: la reordenación y articulación de la negociación colectiva y la participación activa en la organización del trabajo. En el primer caso, es fundamental poner solución a la atomización de la negociación colectiva, y eso se logra sentando las bases para crear unos marcos más generales, y por ello mismo más eficaces y potentes, de regulación de las condiciones de trabajo. La segunda cuestión es la participación de la organización de trabajo, que es la gran asignatura pendiente de la democratización de las relaciones laborales.

Es evidente la multiplicidad e importancia de los elementos que entran a formar parte de la organización y gestión de trabajo, pues recorre todos los ámbitos de las condiciones de prestación del mismo y, por ello, no es algo que deba quedar solamente en manos de los empleadores y gestores empresariales.

Se trata, sin duda, de un concepto muy amplio y de difícil reducción a unas pocas materias consustanciales a la relación de trabajo, aunque es evidente que para poder desarrollar en las empresas

una acción sindical equilibrada, responsable y solidaria es necesario lograr cotas más amplias de participación en la información y en la toma de decisiones relativas a la organización del trabajo. Participación que debe superar el papel meramente testimonial en que suele quedarse la mayor parte de las veces.

3.4 Ventajas del Sistema de Producción Flexible

En el mundo globalizado en el cual los sistemas de producción tradicionales no responden a las exigencias del mercado, el Sistema de Producción Flexible tiene la ventaja de facilitar de manera rápida la realización de cambios tanto físicos como lógicos.

El empresario debe tener el concepto de flexibilidad como sistemas automatizados, un sistema automatizado es 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.

Estas ventajas permiten adaptarse al escenario del mercado.

CAPÍTULO IV

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE: ENFOQUE DE SISTEMAS

A continuación se presentan experiencias en el uso de grupos de CNC en las empresas como:

4.1 EXPERIENCIAS INDUSTRIALES

4.1.1 FIMA S.A.

Servicios que ofrecen al mercado: Tecnología de proceso, diseño y aplicación con profesionales nacionales, extranjeros y especialistas, así como, la cooperación de compañías extranjeras con tecnología de punta, manufactura de calidad y buen servicio al cliente con soluciones integrales.

Mercado atendido por FIMA:

1. Minería:

- Equipos de proceso (máquinas de flotación, agitadores, espesadores)
- Manipuleo de materiales (alimentadores, transportadores, filtros)
- Equipos misceláneos (muestreadores, distribuidores de pulpa)
- Bombas de pulpas.
- Trabajos de calderería, tanques de almacenaje.
- Sistemas y componentes para la conservación del medio ambiente.

2. Pesquería:

- Plantas y equipos completos para producir harina de pescado de alta calidad.
- Optimización de plantas de harina de pescado.

- Sistemas de descarga de pescado.
 - Bombas de pulpas.
 - Sistemas y componentes para la conservación del medio ambiente.
3. Construcción:
- Sistemas de agregados y plantas de asfalto.
 - Sistemas para el manipuleo de materiales.
4. Azúcar:
- Equipos y sistemas para ingenios azucareros para la producción de diferentes tipos de azúcar.
 - Optimización, aumento de la productividad y aumento de capacidad de procesamiento.
5. Petróleo, gas y energía:
- Equipos y sistemas para refinerías de petróleo e instalaciones de gas.
 - Equipos varios para generación de energía.
6. Otros productos: Sistemas de procesos específicos para otras industrias.
- Estructuras de acero.
 - Manipuleo de materiales.
 - Manufactura de calidad con diseños y especificaciones técnicas del cliente (firmas de ingeniería, fabricantes y vendedores de equipos).
 - Tanques a presión bajo el código ASME.

Tiene personal profesional de la UNI, Universidad Católica y además personal técnico de SENATI, los cuales reciben capacitación continua, su producción de manufactura es a pedido, los desechos se reciclan en la planta. Las maquinas CNC son japonesas y americanas, la producción es parcialmente automatizada en algunos procesos. Sus Procesos están certificados.

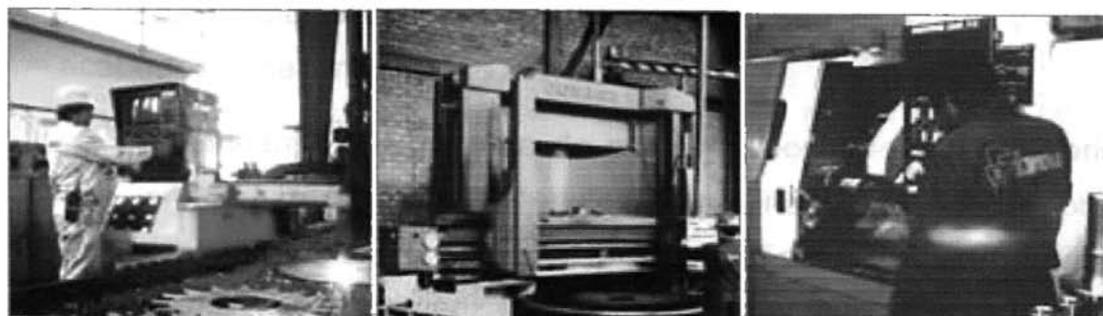
Ubicado en el Callao, Jr. Víctor A. Belaunde 852 Lima Perú.

Tabla 9.- Equipos de Fabricación Metálica

Equipo	Nº	Característica	Dimensiones Trabajo
Cizallas	3	Máx. espesor de plancha Máx. ancho de plancha	13 mm 3,000 mm
Pantógrafo	1	Tipo CNC Máx. ancho de plancha Máx. longitud de plancha Máx. espesor de plancha	3,000 mm 10,000 mm 200 mm oxi-prop
Roladora	4	Máx. espesor de plancha Máx. ancho de plancha	hasta 22 mm hasta 5,000 mm
Dobladora	3	Máx. ancho de plancha	hasta 5,000 mm hasta 300 TM
Iron Worker	2	Corte Barra redonda Angulo Punzón	16 x 160 mm 45 mm 90 x 90 x 9 mm 30 DIA x 16 mm
Punzadora	2	Capacidad	30 ton
Prensa Hidráulica	5	Capacidad	hasta 250 ton

Fuente: Fabrica FIMA SA

Figura Nº 16 Equipos Disponibles en Fábrica



Pantógrafo CNC

Torno vertical

Torno CN

Fuente: FIMA SA

Tabla 10.- Equipo de Maquinado

Tomos y Taladros	Nº	Características	Dimensiones Trabajo
Vertical	3	Diámetro	hasta 2,900 mm
Horizontal	15	diámetro x longitud	hasta 3960 x 10000 mm
CNC horizontal	3	diámetro x longitud	hasta 406 x 1500 mm
CNC Vertical Mills	(3)	Carrera Eje X x Eje Y	hasta 920 x 355 mm
CNC Horizontal Machine	(1)	Carrera máx. Eje X x	4070 x 1625 x 915 mm
CNC Maquinadoras	'(2)	Diámetro x Eje X x	up to 115 x 1350 x 2000 mm
CNC Cepilladora	(4)	Día máx. x Módulo máx.	3500 x M25
CNC Taladradora	(4)	Diámetro máx. x Brazo	75 x 1900 mm

Fuente: Fabrica FIMA SA

4.1.2 VAINSA

Siguiendo la trayectoria de perfección en la fabricación de grifería, ha creado la línea especializada, que constituye la respuesta a los requerimientos de una grifería especial para las más variadas necesidades del trabajo y de la vida. Ideal para colegios, clubes, hoteles, restaurantes, centros de esparcimientos, aeropuertos, hospitales. VAINSA ofrece modelos para evitar el desperdicio del agua, garantizar la máxima higiene y finalmente, facilitar el empleo de la grifería por personas con impedimentos físicos.

Además de la capacidad de adaptarse a cualquier solución estética, de tipo clásico o moderno en la decoración del baño, la línea especializada esta compuesta por: llaves electrónicas, llaves temporizadas, llaves a presión, llaves y mezcladoras para hospital.

La línea especializada ha sido cuidadosamente realizada y que exige acabados y mecanismos de alta duración.

La Línea cuenta con garantía de por vida, por defectos de fabricación que provengan de los materiales, maquinado, mano de obra y/o acabados. El exclusivo Sistema de Cierre al paso del agua "larga vida" y/o "eterno", esta garantizado de por vida, contra fugas y/o goteras. Ubicado en Jr. Manuel Angosto 783 Lima Perú.

Utiliza máquinas CNC, dispone personal en su mayoría del SENATI, los cuales reciben capacitación continua, su producción de manufactura es a pedido, los desechos se reciclan en la planta. Las maquinas CNC son japonesas, americanas y españolas, la producción es parcialmente automatizada en algunos procesos. Sus procesos están certificados.

Actualmente, VAINSA es el líder en el mercado de griferías en el Perú y se ha esforzado a lo largo de su existencia por optimizar los procesos de producción de sus productos, esfuerzo que ha sido reconocido con el Certificado de Calidad ISO 9001-2000. Por ello, VAINSA sigue siendo la primera opción de grifería con calidad y respaldo, que lo convierte en

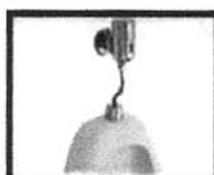
líderes en el mercado nacional. De este modo, los productos VAINSA se exportan a países como: Ecuador, Colombia, Costa Rica, Panamá, Trinidad y Tobago y Florida (EEUU). También esta presente en: Puerto Rico, Venezuela, Republica Dominicana.

Figura N° 17 Algunos productos disponibles

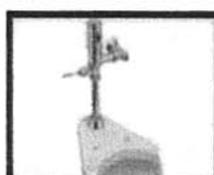
Llaves Electrónicas Línea ESPECIALIZADA



Llave de LAVATORIO
ELECTRONICA



Llave para URINARIO
ELECTRONICA



Llave para INODORO
ELECTRONICA

Llaves Temporizadas Línea ESPECIALIZADA



Llave de LAVATORIO
TEMPORIZADO



Llave de LAVATORIO standar
TEMPORIZADO



Grifo LAVADERO de 1/2
TEMPORIZADO



Llave Angular
TEMPORIZADO



Bañera de PEDAL
TEMPORIZADO



Llave de DUCHA
TEMPORIZADO

Fuente: VAINSA SA

Tabla 11.- Máquinas CNC

ITEM No.	DENOMINACIÓN	DOCUMENTO TECNICO	CANT. UND.
1	CENTRO DE MECANIZADO HORIZONTAL CNC	IM FJ GIN FT 134 ANEXO No.1	3
2	CENTRO DE MECANIZADO VERTICAL CNC UN HUSILLO – MEDIANO	IM FJ GIN FT 135 ANEXO No.2	15
3	CENTRO DE MECANIZADO VERTICAL CNC UN HUSILLO - GRANDE	IM FJ GIN FT 136 ANEXO No.3	2
4	TORNO DE CONTROL NUMÉRICO - GRANDE	IM FJ GIN FT 137 ANEXO No.4	3
5	TORNO DE CONTROL NUMÉRICO - MEDIANO	IM FJ GIN FT 138 ANEXO No.5	2
6	TORNO DE CONTROL NUMÉRICO - PEQUEÑO	IM FJ GIN FT 139 ANEXO No.6	3
7	TORNO PARALELO - MEDIANO	IM FJ GIN FT 140 ANEXO No.7	1
8	TALADRO REVOLVER SEIS HUSILLOS PEQUEÑO	IM FJ GIN FT 141 ANEXO No.8	4
9	TALADRO DE COLUMNA UN HUSILLO PEQUEÑO	IM FJ GIN FT 142 ANEXO No.9	6
10	TALADRO DE COLUMNA UN HUSILLO MEDIANO	IM FJ GIN FT 143 ANEXO No.10	1
11	TALADRO VERTICAL DOS HUSILLOS MEDIANO	IM FJ GIN FT 144 ANEXO No.11	3
12	RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS - MEDIANA	IM FJ GIN FT 145 ANEXO No.12	2
13	RECTIFICADORA DE EXTERIORES - PEQUEÑA	IM FJ GIN FT 146 ANEXO No.13	2
14	RECTIFICADORA UNIVERSAL - PEQUEÑA	IM FJ GIN FT 147 ANEXO No.14	1
15	BARRENADORA HORIZONTAL DOS HUSILLOS MEDIANA	IM FJ GIN FT 148 ANEXO No.15	1
16	EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA	IM FJ GIN FT 149 ANEXO No.16	1
17	MARCADORA DE IMPACTO	IM FJ GIN FT 150 ANEXO No.17	1
18	FRESADORA UNIVERSAL No 5	IM FJ GIN FT 151 ANEXO No.18	3
19	FRESADORA UNIVERSAL No4	IM FJ GIN FT 152 ANEXO No.19	8
20	FRESADORA UNIVERSAL No 3	IM FJ GIN FT 153 ANEXO No.20	6
21	FRESADORA DE TORRETA No 4	IM FJ GIN FT 154 ANEXO No.21	3
22	FRESADORA DOBLE CABEZAL	IM FJ GIN FT 155 ANEXO No.22	1
23	TORNO AUTOMÁTICO PEQUEÑO	IM FJ GIN FT 156 ANEXO No.23	1
24	GRANALLADORA AUTOMÁTICA DE PLATO	IM FJ GIN FT 157 ANEXO No.24	1
25	AFILADORA DE HERRAMIENTAS - COLCHON NEUMÁTICO	IM FJ GIN FT 158 ANEXO No.25	1
26	PRESETEADOR DE HERRAMIENTAS MANUAL	IM FJ GIN FT 159 ANEXO No.26	1
27	COMPRESOR DE AIRE	IM FJ GIN FT 163 ANEXO No.27	1

Fuente: Fábrica VAINSA

4.1.3 NOVA

Los productos que produce son: hornos, divisora, licuadoras, amasadoras, rebanadoras, cámaras de fermentación y batidoras.

Su planta de fabricación de hornos y equipos para la industria de la panificación, cuyas instalaciones se desarrollan en un área aproximadamente 2000 mt²; más una planta piloto de apoyo para el desarrollo de nuevos productos para industria alimentaria, área aproximadamente de 1000 mt², en Ate.

Cuenta con modernos equipos para cada una de las líneas de producción las cuales están divididas en procesos que son:

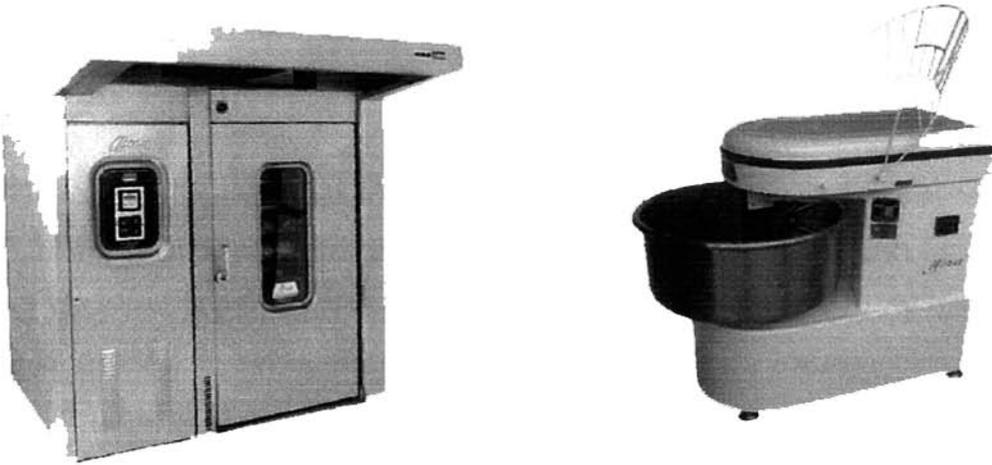
1. **Habilitamiento:** Procesos de corte con guillotina, corte con plasma, troquelados, prensados, matrizados según corresponda tanto las planchas como los ejes.
2. **Fundición:** Procesos del moldeo, colada, desmolde, limpieza y acabados.
3. **Mecanizado:** Procesos de trabajos en torno, taladro, fresa, etc. según corresponda.
4. **Pre-ensamble:** Preparación de las partes y piezas que conforman el equipo dentro de la línea de producción correspondiente.
5. **Ensamble:** Conformación del equipo con el kit de partes y piezas.
6. **Montaje:** Montaje electromecánico del equipo.
7. **Transporte a destino:** Requerido constantemente por nuestros clientes para que de esta manera salvaguarden su inversión.
8. **Control de calidad:** Aplicados en todos los procesos, logrando así niveles muy bajos de defectos, cuyo resultado es la alta calidad de nuestros productos que compiten en todo el mundo.

Con el objetivo de siempre mejorar nuestra tecnología adquirimos una máquina de corte de rayo láser para acelerar nuestros procesos productivos y con fines de obtener la calidad ISO 9000.

Nova presenta su nuevo producto que es de Servicio de corte con Rayo Láser especialmente para planchas de acero inoxidable y acero de carbono.

Proporcionan soporte técnico. Tienen personal profesional y técnico. Teniendo varios clientes internacionales.

Figura N°.- 18 Horno Max 2007 y Amasadora -sobadoras



Fuente: NOVA SA

4.1.4 PRODUCTOS METÁLICOS ESTAMPADOS SRL

Dedicados a la fabricación de piezas mecánicas para la industria en general: electrónica y ferretera. Presta servicios de maquinado, torno, fresa, prensas excéntricas e hidráulicas. Fabricación de moldes de inyección y matrices en general con máquinas CNC. Se muestra en el Anexo 5:

- Maquinado en Taladro: Material Acero ST-37 200x250 mm, agujero en el medio el uso de taladro con broca de 5/16. Se procesa el marcado, se taladra para retirar el material sobrante. Programa forma y tamaño del diseño, hacer el programa según las coordenadas y finalizar programa con pieza diseñada.
- Proceso de fabricación de varias piezas mecánicas: maquinado en taladro, maquinado en torno, cepillo y maquina CNC.

- Maquinado Fresadora: realizar un canal C de 3/8 de longitud de 300 mm con una profundidad de 8 mm. Uso de una cuchilla \varnothing 3/8.

Ubicado en San Francisco No 826 – Zarate – Lima,

4.2 LA PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE MEDIANTE EL ENFOQUE DE SISTEMAS

La experiencia en las visitas a empresas de reconocido prestigio nos permite proponer el siguiente diseño de Sistema de Producción Flexible:

- a) Estrategia: El tipo de fabricación es de montaje o ensamblaje, por las piezas prismáticas de los productos y piezas de estructura simétrica circular.
- b) Tecnología: Módulo de máquinas CNC como principal centro de fabricación y permite desarrollar una celda de fabricación flexible.
- c) Procesos: Los productos manufacturados son por lotes y son en línea de procesos, en la cual se sitúan estaciones de trabajo.
- d) Estructura: La principal actividad es la producción flexible y la organización de la empresa que dinamice en forma vertical y horizontal el funcionamiento.
- e) Personas y Conocimiento: Las actividades profesionales que desarrollan el recurso humano son de universidades y centros tecnológicos de reconocido prestigio; el conocimiento esta referido a la competencia internacional que permanentemente interviene en el país.
- f) Medio Ambiente: Las condiciones favorables de las normas legales emitidas por el gobierno de turno ha permitido la flexibilidad que la competencia de países extranjeros se desarrollen en nuestro país. La defensa del medio ambiente se encuentra regulada por otras normas que en algunos casos son obligatorias, tal es el caso de las compañías mineras.

El enfoque de sistemas aplicado es tomado de John P. Van Gigch, porque esta orientada a la aplicación.

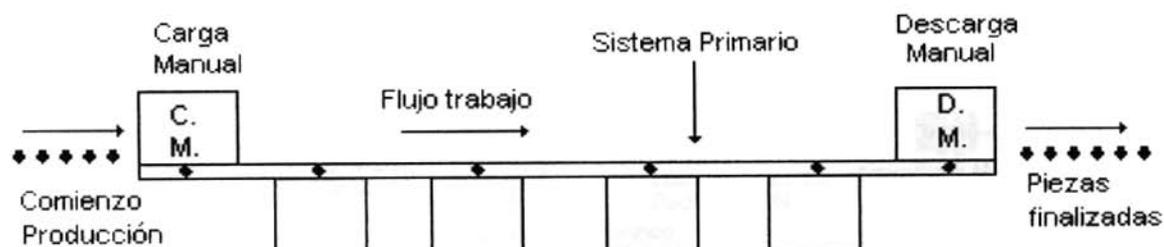
En las empresas medianas se propone de acuerdo a la Tabla 11 el SPF Distribución en Línea, basada en la línea de transferencia alrededor de la cual se sitúan las estaciones de trabajo, Tipo I de acuerdo a la Figura N° 18 y aplicación del modelo de enfoque de sistemas de Tawfik y Chauvel para el procedimiento industrial, Figura N° 19.

Tabla 12.- Resultados de Empresas Estudiadas

Factores	Empresas			
	FIMA SA	VAINSA	NOVA	PRODUCTOS METALICOS ESTAMPADOS SRL
Estrategia	Si	SI	Si	No
Tecnología	SI	SI	SI	SI
Procesos	SI	SI	SI	SI
Estructura	SI	SI	SI	No
Personas y Conocimiento	SI	SI	SI	SI
Medio Ambiente	SI	SI	SI	No
Criterio Flexibilidad	SFP	SFP	GFP	CFM
Sistema Transporte y Distribución	SI	SI	No	No

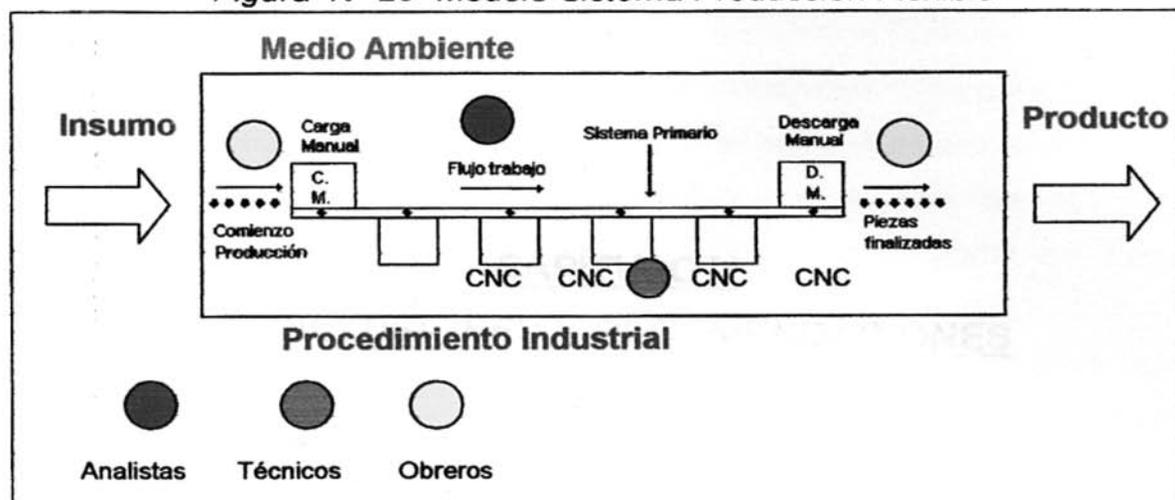
Fuente: Elaboración Propia 2008

Figura N° 19 Distribución en línea Tipo I



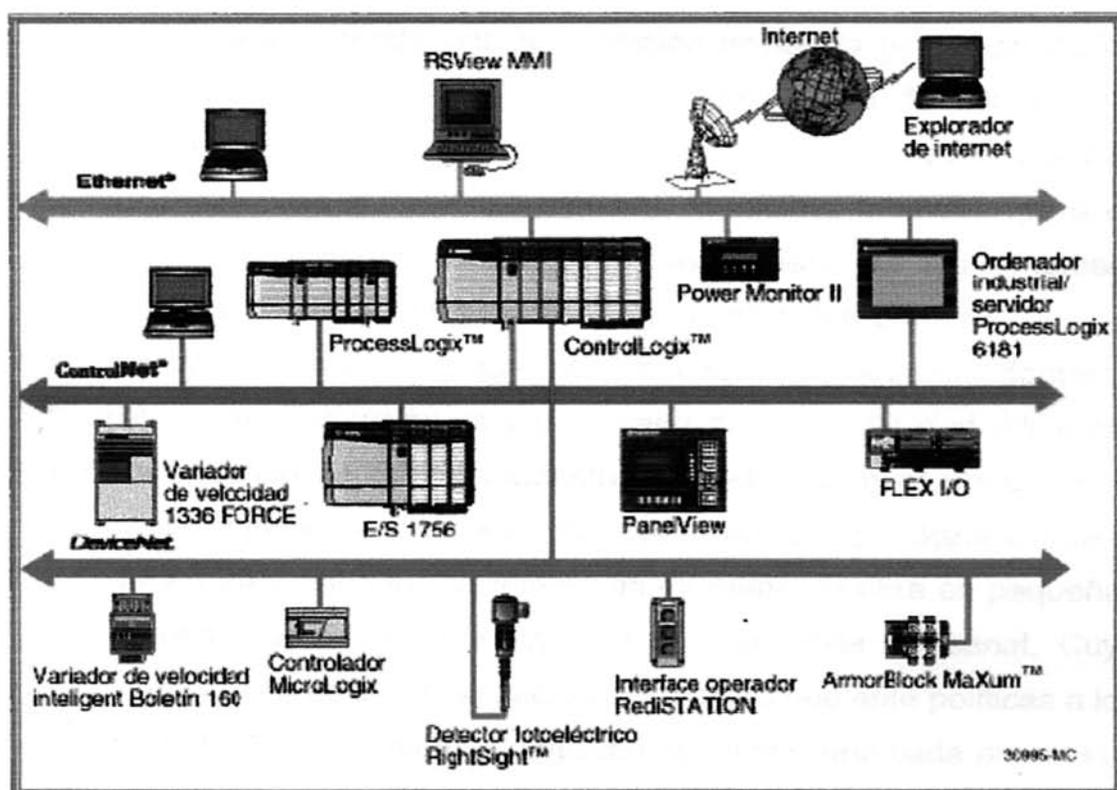
Fuente: Raúl García Jiménez - Joan Grillo Perelló, *Sistemas de Fabricación Flexible, Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002*

Figura Nº 20 Modelo Sistema Producción Flexible



Fuente: Elaboración propia 2008

Figura Nº 21 Comunicaciones en Sistema Producción Flexible



Fuente: Ricardo Jiménez, Automatización de la Manufactura, Ingeniería Manufactura

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Luego de contrastar los objetivos se tiene las siguientes conclusiones:

1. El Sistema de Producción Flexible SPF debe ser una Distribución en Línea de las estaciones de trabajo, dentro de los sistemas de producción, ubicándolo en las empresas medianas.
2. La problemática creada por la transición social, la transición de los esquemas de producción rígida a la producción flexible en las empresas, significa un redimensionamiento de la operacionalidad de ambos esquemas que se integran en un mismo momento pero en ámbitos empresariales distintos, de una esfera de las empresas pequeñas a la esfera de las medianas y grandes corporaciones.
3. La flexibilidad laboral lograda por un esquema industrial donde la maquila o tercerarización se vuelve cada día una actividad relevante, implica otro tipo de relación industrial basada en un contrato laboral temporal y flexible. Un aspecto observado es la informatización de la industria tradicional que son intensivas en mano de obra en pequeñas y empresas familiares, manufactureras y de corte artesanal. 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.
4. Los principales factores que inciden en la distribución de la población son de dos tipos: estructurales como lo es el mercado laboral, la

inversión privada, pública y extranjera, la vocación industrial y el desarrollo empresarial de la región. Y, funcionales como son las políticas y orientaciones de política económica, valores educativos, contexto cultural y valores, como los principales. Un punto novedoso es la consideración de los cambios en el clima institucional que marca la propia re estructuración económica y el tipo de relaciones industriales, especialmente las relaciones entre el capital y el trabajo como relaciones obrero - empresarios.

5. El esquema de la producción flexible tiene como estrategia la re localización industrial. Con esta logra tener un costo significativamente más barato, por lo mismo, la re estructuración económica del país observa la integración económica mediante la captación de inversión extranjera directa que se materializa en industrias maquiladoras de exportación.
6. Formar trabajadores especializados dentro de una clase social cada vez más segmentada y dispersa, no con una capacidad real de gestión y comprensión global de los procesos, sino con aptitudes para el uso y el manejo de herramientas sofisticadas que, exigirían de los trabajadores asumir unos mínimos rendimientos establecidos y controlados por los propios procesos de producción y los medios tecnológicos. .
7. Sería deseable que los mismos sindicatos trataran de promover cambios organizativos en las propias empresas de forma que, al hilo de la evolución de los medios tecnológicos, se produjese también una reestructuración del propio proceso productivo que permitiera realmente la puesta en práctica de formas de trabajo menos rutinarias y sistemáticas, en el sentido de potenciar tareas más operativas, complejas y polivalentes.
8. Los Sistemas de Producción Flexible - SPF, tienden a generar trabajos sentados con gran uso de computadoras y tareas de programación. Los trabajos tienden a ser casi siempre sólo de pié, con tareas muy variadas y entretenidas, 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.

9. En el flujo Lineal Acompasado con el Equipo - LAE. El trabajo tiende a ser realizado sentado y la tarea puede ser muy repetitiva. En el flujo continuo la tarea se realiza sentado, el trabajo es repetitivo con lo cual se deben hacer serios estudios para mejorar la calidad de la tarea. Se puede concluir que los trabajos que se hacen bajo producción flexible son mejores desde el punto de vista de posturas, pues las personas se ven obligadas a usar paquetes de músculos diferentes y operaciones mentales con secuencias distintas que enriquecen el trabajo.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Las organizaciones sindicales deberían hacer hincapié en la necesidad de una formación realmente general y de contenidos abstractos y polivalentes no sólo en los centros de trabajo, sino a través de un sistema educativo que no tenga como finalidad la conformación de una mano de obra disciplinada y destinada a tareas rutinarias, repetitivas y sistemáticas.
2. Los sistemas de producción como el Job Shop tienden a crear puestos de trabajo con personas trabajando sentados y de pie, debido a lo variado de la tarea y a la flexibilidad del mismo. El sistema de flujo en lotes tiende a crear puestos de trabajo donde los operarios se encuentran sentados o apoyados, normalmente las personas están sometidas a un fuerte estrés pues no pueden cumplir con los pedidos.
3. El orden institucional mundial emprende radicales cambios en la estructura económica internacional, se reformula el concepto de desarrollo, de aquella anticuada acepción de la autosuficiencia y la independencia entre las naciones, ahora se procura la integración, es así como ante los esquemas de políticas de estado que intentan bastarse con sus propios recursos se impone el principio del comercio

internacional como la vía a la cooperación entre las naciones para garantizar con él el carácter sostenible y sustentable del desarrollo.

4. Una significativa baja de la gestión técnica, cada vez más reducida al mero manejo de instrumentos técnicos e informáticos, y con nula capacidad de innovación y creación.
5. Las regiones son fórmulas nuevas de bloques de zonas con afinidad geográfica, establecen como principal estrategia procurar un más eficiente aprovechamiento a las oportunidades y ventajas competitivas que diferentes factores productivos representan en las distintas geografías del país. Como casos más consolidados en el mundo se tienen a la Unión Europea, la Cuenca del Pacífico y el tratado de Libre Comercio con América del Norte.
6. Una progresiva individualización de las relaciones laborales, se merma el poder sindical, se segmenta y diversifica tanto las condiciones laborales de cada trabajador como su nivel de cualificación y, por tanto, sus expectativas, su rendimiento y su salario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Calero Jaen, Carlos y Navarro Domenichelli, Rogelio "Los sistemas de producción flexible y sus repercusiones en las condiciones de trabajo" Gabinete Técnico Comisión Ejecutiva Nacional de la Unión General Trabajadores del País Valenciano - Valencia, Enero 2004.
2. Fritz du Bois, Javier Torres y Antonio Cusato, "Agenda Pendiente 2006-2011: Reforma del Estado y Competitividad" *Revista de Economía y Derecho*, Vol. 3, N° 9, Sociedad de Economía y Derecho UPC, 2006.
3. Frank, André G. "El desarrollo del subdesarrollo", *Revista Pensamiento Crítico* No. 7. La Habana, Cuba. 1967
4. Grillo Perelló, Joan - García Jiménez, Raúl "Sistemas de Fabricación Flexible", Ingeniería Técnica Industrial Electrónica Industrial (ITIEI), Universitat de les Illes Balears – UIB España, 2002
5. Guasch, J.L. y Sarath Rajapatirana. "The Interface of Trade, Investment, and for Competition Policies: Issues and Challenges for Latin America". Banco Mundial, Departamento de América Latina y el Caribe, Washington, DC. 1994.
6. Guédez T, Víctor M; Sarache, Luis; Peña, Mariano "Simulación de posturas de los operarios en la Producción Flexible" Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Departamento de Tecnología y Diseño. Mérida- Edo Mérida- Venezuela. 2002
7. Helmsing, A.H.J. (Bert) "Teorías de desarrollo industrial regional y políticas de segunda y tercera generación", *EURE* (Santiago de Chile) v.25 n.75 Santiago Setiembre 1999.
8. Ibáñez Aguirre, José Antonio y Farías Hernández, José Antonio "México: de la deuda externa a la deuda eterna" Universidad Iberoamericana. México, 1999.
9. López Más, Julio "Los desafíos empresariales ante la globalización", *Revista Electrónica Gestión en el Tercer Milenio*, Universidad Nacional

Mayor de San Marcos - Facultad de Ciencias Administrativas, Año 2 No 3 1999.

10. Melo, Alberto "La Competitividad de Perú después de la década de reforma: Diagnóstico y propuestas" Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Departamento Regional de Operaciones 3 y Departamento de Investigación Serie de Estudios de Competitividad - Documento de Trabajo #C-105, Noviembre 2003
11. Mendizabal, Antxon "Nueva economía y globalización", Quaderns de Política Econòmica. Revista Electrónica. 2ª época, Vol. 3, Abril-Mayo 2003.
12. Monreal González, Pedro Manuel "Tecnología flexible y crisis económica. el caso de la industria norteamericana en la década del ochenta" La Habana, 1998.
13. Niosh (Ecuación Revisada de Niosh) Instituto para la Seguridad Ocupacional y Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos, versión I 1981 y 1991 pública versión II.
14. Osmo Karhu, Pekka Kansu y Likka Kuorinka "*Correcting working postures in industry: A practical method for analysis.*" ("Corrección de las posturas de trabajo en la industria: un método práctico para el análisis") y publicado en la revista especializada "*Applied Ergonomics*". OWAS (Ovako Working Analysis System) 1977.
15. Parrish, D. "Flexible Manufacturing" Butterworth-Heinemann Ltd. 1993
16. Pérez, Carlota "Cambio de paradigma y rol de la tecnología en el desarrollo" Investigadora de la Universidad de Sussex y Consultora internacional Charla en el Foro de apertura del ciclo "La ciencia y la tecnología en la construcción del futuro del país" organizado por el MCT, Caracas, Junio de 2000.
17. Rionda Ramírez, Jorge Isauro "El proceso de producción flexible y su efecto en la migración y la distribución territorial de la población", Universidad de Guanajuato, México, 2002
18. Rubio, E.M., Sebastián, M.A. y Sanz, A. "Simulación de Sistemas Flexibles de Fabricación Mediante Modelos de Realidad Virtual",

Universidad Nacional de Educación a Distancia, E.T.S.I. Industriales, Dpto. de Ingeniería de Construcción y Fabricación, Madrid-España 2003

19. Sánchez Sossa, Abdón "Sistema de Manufactura Flexible", Universidad Nacional de Colombia, Febrero 2000.
20. Salas Fumas, D. Vicente "La producción flexible: Implicaciones para el diseño organizativo", 4ª Ponencia
21. SIMA, Arnaldo. "Tecnologías CIM: Equipamientos Utilizados no controle de Sistemas Productivos" en Manufactura Integrada por Computador. Editora Campus 1995
22. Vidal, Gregorio "Heterogeneidad social, elites dominantes y desarrollo del subdesarrollo: América Latina hoy" En memoria de Celso Furtado, 1920-2004 Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, 2004.
23. Useche Aguirre, María Cristina "La organización del trabajo en el marco de la globalización". Revista Gaceta Laboral. Universidad del Zulia. Volumen: 8. Número 1. Enero-Abril. Primera y última página del trabajo: 67-78. Año 2002.
24. Yamada, Gustavo "Economía Laboral en el Perú: Avances Recientes y Agenda Pendiente", Documento de Discusión, Abril 2001
25. Manual de robótica y C.N.C. Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ingenierías, Barranquilla 2003

Páginas Web

26. ANACT: Se presenta una versión resumida del método de análisis de las condiciones de trabajo elaborado por la Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail (Francia)
http://www.mtas.es/lnsht/ntp/ntp_210.htm
27. Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo, Barcelona.
<http://www.esade.edu/web/home/buscador?buscar=CIDEM>
28. DAEDALUS es en su origen un *spin-off* de dos grupos de investigación universitaria de las universidades Politécnica y Autónoma de Madrid (UPM y UAM). <http://www.daedalus.es/empresa/>

29. http://www.fagorautomation.com.br/cast/pdf/instalacao/MAN_8025T_OEM.pdf

30. Tampere University of Technology - Occupational Safety Engineering

Email: markku.leppanen@tut.fi 33101 Tampere, Finland

<http://turva.me.tut.fi/owas>

ANEXOS

Nº	Título	Página
1	Lista de Figuras	99
2	Lista de Tablas	100
3	Glosario de términos	101
4	Modelo desarrollado para el cuello de botellas	102
5	Principales Indicadores Macroeconómicos 2007	110
6	Simulación de posturas del trabajador en máquinas CNC	111
7	Programas CNC	113
8	Maquinas CNC - SAC	117
9	LAB TOP Tecnología, Salud y Educación Perú	123

Los anexos están disponibles en el formato físico de esta tesis en la Sala de Tesis de la Biblioteca Central.