

300617 2
24

UNIVERSIDAD LA SALLE



**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
PISO EN UNA EMPRESA CHOCOLATERA
EMPLEANDO TECNOLOGIA DE CODIGO
DE BARRAS**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INDUSTRIAL
P R E S E N T A N
JESUS ALBERTO BALDERAS MARQUES
AGUSTIN ENRIQUE BARRERA MONSIVAIS**

ASESOR: ING. JOSE MANUEL CAJIGAS RONCERO

MEXICO, D. F. 1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD LA SALLE

A los Pasantes Señores:

Jesús Alberto Balderas Marqués
Agustín Enrique Barrera Monsivais

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Señor Ing. José Manuel Cajigas Roncero, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área principal en Ingeniería Industrial.

**"IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PISO EN UNA
EMPRESA CHOCOLATERA EMPLEANDO TECNOLOGIA
DE CODIGO DE BARRAS"**

con el siguiente índice:

	INTRODUCCION
CAPITULO I	PERSPECTIVA HISTORICA SOBRE EL CONTROL DE PISO
CAPITULO II	PRINCIPIOS Y LECCIONES
CAPITULO III	UN PANORAMA GENERAL
CAPITULO IV	NUEVOS AVANCES EN EL PISO PRODUCTIVO Y SUS IMPLICACIONES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE PISO
CAPITULO V	IDENTIFICACION AUTOMATICA
CAPITULO VI	SITUACION ACTUAL
CAPITULO VII	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PISO EMPLEANDO CODIGO DE BARRAS
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A T E N T A M E N T E
"INDIVISA MANENT"
ESCUELA DE INGENIERIA

México, D.F., a 27 de Noviembre de 1996

ING. JOSÉ MANUEL CAJIGAS RONCERO
ASESOR DE TESIS

ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAIS
D I R E C T O R

Al Ing. José Manuel Cajigas Roncero, con profunda gratitud y reconocimiento, por su orientación, sus consejos y su valiosísima ayuda en la elaboración de este trabajo.

A la Universidad La Salle, la institución educativa que con generosidad infinita hizo posible nuestra formación profesional.

A nuestros maestros, con respeto y admiración por su sabiduría y por las enseñanzas que tanto nos han ayudado.



**A mis Padres
Edmundo y Ofelia.**

**Dedico este trabajo en muestra de mi agradecimiento por la gran oportunidad que me brindaron de convertirme en un profesionista. Por su guía y ejemplo durante una de las etapas más importantes de mi vida.
Gracias.**

**A ustedes queridos hermanos.
Edmundo, Ofelia, Adriana,
Luz Elens y Cecilia.**

**Con quienes siempre he contado,
y por lo que cada uno representa
en mi vida.**

A mis Amigos.

A tí especialmente Blanca.

**Por tu amor y apoyo incondicional
en todo momento.**

Agustín Barrera.

A mi papá, Jesús Alberto Balderas Cisneros y a mi mamá, Elvia Marqués de Balderas por todo el amor y respaldo incondicional que siempre me han brindado.

A mi hermano Alejandro, por todo su apoyo.

A Ais, porque hace el prodigio de que el amor germine y florezca, y por ende, yo viva y sea.

A la familia Calvo de la Peña, por toda la confianza y solidaridad que siempre me han dado.

A mi abuelita, Ma. Cristina, y a mi Tía. Rosa Ma., con mucho cariño.

Alberto Balderas.



FE DEL INGENIERO

Nosotros queremos ser un ingeniero y sentiríamos un profundo orgullo de serlo, pero sin vanagloriarnos de ello, a nuestra profesión le debemos responsabilidades y obligaciones que estamos ansiosos de cumplir.

Como ingenieros, solamente participaremos en empresas honestas. A aquel que ha solicitado nuestros servicios, como patrón o como cliente, le daremos nuestra absoluta lealtad y discreción, poniendo a su servicio todos nuestros conocimientos y capacidad profesional.

De la capacidad especial que poseemos, nace la obligación de emplearla bien en servicio de nuestra comunidad y nosotros aceptamos el reto que esto implica.

Celosos de la alta reputación de nuestra vocación, nos esforcemos por proteger los intereses y el buen nombre de todo ingeniero que nosotros sepamos que lo merece; pero no dudaremos cuando nuestra obligación lo dicte, en revelar la verdad relacionada con cualquiera que, por un acto deshonesto, se haya mostrado desleal a la profesión.

Desde la Edad de Piedra, el progreso ha estado condicionado al genio de mis antepasados. Gracias a ello la humanidad ha aprovechado enormes recursos naturales de materiales y de energía. Por ellos han sido vitalizados y convertidos en realizaciones prácticas los principios de la ciencia y las revelaciones de la tecnología. Si no fuera por esta herencia de experiencia acumulada, nuestros esfuerzos serían infructuosos. Nos



esfrezaremos de mantener al día los conocimientos relativos a nuestra especialidad, procurando intercambiar nuestras experiencias y en general desarrollar aquellas actividades que tienden a mejorar al nivel profesional de nuestros colegas, en especial de las nuevas generaciones.

Consecuentemente les pedimos a todos nuestros colegas que en el desarrollo de sus actividades, apliquen sus conocimientos y sus experiencias con entusiasmo, seriedad y dedicación y actuar siempre con honor, integridad y dignidad profesional, con la conciencia de que nuestra experiencia especial lleva consigo la obligación de servir a la humanidad con entera sinceridad.

Octavio Porras Ruiz.



UNIVERSIDAD LA SALLE

INDICE



INDICE

Introducción	I
Capítulo I. Perspectiva histórica sobre el Control de Piso	1
A) Desarrollo histórico	1
A.1. El Control de Piso como secuencia y programación	2
A.2. El Control de Piso como una amplia perspectiva	3
A.3. El Control de Piso y la fábrica del futuro	4
B) Diferentes definiciones de Control de Piso	5
Capítulo II. Principios y lecciones	13
A) Principios para el diseño de sistemas de Control de Piso	14
A.1. Principios de diseño	14
A.2. Principios de relación externa	15
A.3. Principios internos de diseño	16
B) Principios de operación para el sistema de Control de Piso	17
B.1. Principios generales de operación	17
B.2. Principios de liberación de órdenes	18
B.3. Principios de asignación y despacho	19
B.4. Principios de retroalimentación y control	22
B.5. Principios de control de líneas de espera	23
Capítulo III. Un panorama general	24
A) Control de Piso.	25
A.1. El Sistema	25



INDICE

A.2. Orden de trabajo	26
A.3. Tipo de órdenes	27
B) El mayor volumen de recursos manejados por el Sistema de Control de Piso	30
C) La mayor actividad del Sistema de Control de Piso	31
C.1. Revisión y liberación de órdenes	31
C.2. Asignación detallada	34
C.3. Recolección y monitoreo de datos	36
C.4. Retroalimentación y acciones correctivas	38
C.5. Disposición de órdenes	39
D) Sistema de Control de Piso: Operación en diferentes ambientes de manufactura	42
D.1. Manufactura repetitiva o continua	42
D.1.1. El SCP bajo la manufactura repetitiva	43
D.2. Manufactura discreta o batch	44
D.2.1. El SCP bajo la manufactura discreta	45
D.3. Manufactura proyectada	46
D.3.1. El SCP bajo la manufactura proyectada	46
E) Prerequisitos para un efectivo Control de Piso	47
E.1. Sistemas de planeación de producción	48
Capítulo IV. Nuevos avances en el piso productivo y sus implicaciones en el sistema de control de piso	51
A) Nuevos avances en el piso productivo	52
A.1. Identificación automática	53
A.1.1. Sus implicaciones en el SCP	56



INDICE

A.2. Grupos tecnológicos	59
A.2.1. Sus implicaciones en el SCP	62
A.3. Sistemas de manufactura flexible	68
A.3.1. Sus implicaciones en el SCP	72
A.4. Diseño por computadora	75
A.4.1. Sus implicaciones en el SCP	76
B) Tecnologías de manufactura contra filosofías de manufactura	79
B.1. Planeación de los recursos de manufactura	80
B.1.1. Implicaciones en el control de piso	83
B.2. Justo a tiempo	85
B.2.1. Implicaciones en el control de piso	93
C) JIT en manufactura y su interfase con MRP	95
D) El JIT y el MRPII	98
Capítulo V. Identificación automática	97
A) El código de barras	98
B) Antecedentes históricos	100
C) Características del código de barras	101
Capítulo VI. Situación actual	105
A) Proceso de manufactura	106
A.1. Diagrama de flujo	106
A.2. Descripción de las etapas del proceso	108
A.2.1. Elaboración del centro de caramelo	108
A.2.2. Fabricación de cobertura de chocolate	110
A.2.3. Cubierto de centros de caramelo de	



INDICE

chocolate	112
A.2.4. Brillado de centros cubiertos	115
A.2.5. Empaque de producto	116
A.3. Control de piso 100% manual	118
A.3.1. Control de mano de obra	126
A.3.2. Roll de turnos	127
Capítulo VII. Propuesta de un sistema de Control de Piso empleando código de barras	130
A.1. Requerimientos del sistema	131
A.2. Propuesta de un nuevo sistema	135
A.2.1. Proceso productivo	135
A.2.2. Control de mano de obra	139
Conclusiones	143
Bibliografía	147



INTRODUCCION

En forma gradual pero acelerada, se ha ido incrementando el interés en las empresas manufactureras en los últimos 15 años, sobre la importancia de aumentar la productividad de los recursos utilizados en la producción; esto como consecuencia de muchos factores que no son exclusivos de un país, sino del mundo entero. Entre estos factores se encuentran la intensa competencia de compañías extranjeras, las sucesivas recesiones tan agudas y la aplicación de avanzadas tecnologías que favorecen el desarrollo de productos que constantemente evolucionan en su tecnología de diseño, funcionalidad y de proceso y que están invadiendo todos los mercados.

Por otro lado, la mayor parte de las compañías deberá seguir reduciendo sus inventarios a fin de destinar el capital escaso y caro a otras oportunidades rentables de inversión, y sobre todo las presiones de la competencia para ofrecer un mejor servicio a los clientes se intensificarán tanto por parte de las firmas nacionales como de las extranjeras. Es por estas razones que, el control de la producción ofrece una de las áreas más fértiles para mejorar las utilidades y también proporciona la base para aumentar la penetración en el mercado frente a la competencia.

El área de Planeación de Manufactura ha sido un foco fundamental para mejorar la productividad y, sin embargo, sólo hasta hace algunos años se le ha dado la magnitud de sistema integrado con los demás elementos de la empresa, es decir, la gran mayoría de los gerentes de manufactura solamente reconocen algunos de los



elementos de la Planeación de Manufactura pero pocos la han conceptualizado como un sistema total.

En la década pasada, los sistemas de planeación y control de manufactura sufrieron grandes y significantes avances. La Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP), así como la Planeación de Requerimientos de Manufactura (MRPII) son algunos ejemplos del cambio en la manera de conceptualizar las necesidades de la empresa. El conocimiento de sistemas de planeación y control de manufactura ha madurado y se ha incrementado paralelamente con el desarrollo de equipos de cómputo más veloces y sofisticados y con la disponibilidad cada vez mayor de mejores paquetes de software.

Actualmente, la Planeación de Manufactura es concebida como una integración vertical y horizontal dentro de una empresa. Verticalmente va de la mano con la estrategia corporativa y horizontalmente está interrelacionada con otras áreas funcionales tales como mercadotecnia, contabilidad y finanzas.

Sin embargo, una buena planeación es solamente uno de los elementos del éxito, el otro es la ejecución de dichos planes. La implementación de la Planeación de Manufactura es la mayor responsabilidad del Sistema de Control de Piso.

El Control de Piso (SFC por sus siglas en inglés) también llamado Planeación de la Actividad de Manufactura (MAP) o Control de la Actividad Productiva (PAC):

- Es un elemento vital para el éxito de un sistema de manufactura;
- Emplea la información proveniente del sistema de planeación para identificar las prioridades de las órdenes de trabajo;
- Es responsable de asignar recursos (materiales, personas y equipo) a cada orden de trabajo;
- Monitorea el trabajo en proceso y establece una retroalimentación exacta y oportuna sobre las actividades en el piso;
- Afecta directamente al tiempo (leadtime) y a los costos de obtención.

El objetivo de este trabajo es el de desarrollar un Sistema de Control de Piso para una línea de producción de centros de caramelo cubiertos con chocolate.

Para ello, el capítulo I trata sobre las diferentes concepciones del control de piso a través del tiempo, sus objetivos y sus alcances. El capítulo II hace referencia a los principios de diseño y operación que debe cumplir todo Sistema de Control de Piso, mientras que en el capítulo III se describen las principales actividades realizadas por éste. Por otra parte, los sistemas de control de piso se ven seriamente afectados en su desarrollo y ejecución por las nuevas tendencias de la Planeación de Recursos de Manufactura, el Sistema Justo a Tiempo, el desarrollo tecnológico, los Sistemas de Manufactura Flexible, la Robótica, las Técnicas de Identificación Automatizada (Códigos de Barras, Scanners), la Ayuda Computarizada para el Diseño (CAD) y la Ayuda Computarizada para la Manufactura (CAM); las implicaciones



que todas estas tendencias tienen sobre el Control de Piso son analizadas en el capítulo IV. El capítulo V menciona las características de los sistemas de identificación automática por medio de código de barras.

El capítulo VI describe la forma en que se lleva a cabo actualmente el control de piso en la fábrica de chocolates seleccionada como modelo de este trabajo, y es en el capítulo VII en donde se presenta la propuesta de un Sistema de Control de Piso empleando tecnología de código de barras.

Como se puede observar, el mejoramiento ha de ser constante, no un impulso aislado e intermitente. Sin duda, los factores que más repercutirán en el control de la producción provendrán de un creciente profesionalismo, una educación más esmerada y una aplicación más amplia de los sistemas modernos integrados, y más aún la importancia de la producción como generadora de riqueza real pone una fuerte carga de responsabilidad sobre los hombros de los gerentes; estos, deben utilizar sus conocimientos y sacarles el máximo provecho en beneficio de sus empresas, de su patria y, desde luego, también en su propio beneficio.



CAPITULO I
PERSPECTIVA HISTORICA SOBRE
EL CONTROL DE PISO



A) Desarrollo histórico

En la evolución de la investigación sobre el Control de Piso se pueden distinguir tres grandes e importantes etapas:

1. El Control de Piso como secuencia y programación.
2. El Control de Piso como una amplia perspectiva.
3. El Control de Piso y la fábrica del futuro.

A.1. El Control de Piso como secuencia y programación

La pregunta de cómo controlar el piso de producción fue el tema de preferencia en los primeros años de la década de los sesentas. En ese tiempo, el Control de Piso no era considerado más que un elemento de control de secuencias y programación para el cumplimiento de órdenes. El objetivo de la investigación sobre el Control de Piso era el de desarrollar y evaluar nuevas y diferentes prioridades para éste. El gerente de la fábrica era encargado de controlar aquellas actividades que determinarían la carga de trabajo y las fechas de realización. Sin embargo, la liberación de órdenes no estaba bajo su control y por lo tanto nunca sabía que órdenes llegarían al piso de producción y mucho menos que líneas o herramientas serían utilizadas. Como consecuencia, la fecha de realización de órdenes no era determinada por el personal de producción sino por el personal de ventas. Por su parte, la capacidad era determinada desde el inicio de operaciones hasta ciertos niveles prefijados. En este contexto, la única variable bajo el control directo del



personal de producción era la prioridad de órdenes. Es por todas estas razones que la investigación durante este periodo se ocupó primeramente de la secuencia de actividades y la programación de las fechas de cumplimiento.

A.2. El Control de Piso como una amplia perspectiva

En la mitad de la década de los setentas, la naturaleza de la investigación sobre Control de Piso tuvo la necesidad de cambiar de rumbo; ésto como consecuencia de la introducción de diferentes conceptos tales como la Planeación de Materiales y la Planeación de Capacidad principalmente. Fue en esta época cuando se comprendió que para ser efectivo, el Control de Piso debería de considerar otras actividades aparte de la de control de secuencias y programación.

Como resultado, el Control de Piso fue ampliado para incluir actividades como liberación de órdenes, recolección de datos, monitoreo y retroalimentación. El control de entradas y salidas demostró la importancia de la Planeación de Capacidad a corto plazo para la operación del Sistema de Control de Piso. Finalmente, la investigación recalcó la necesidad de retroalimentar la conexión entre el Sistema de Control de Piso y las demás funciones de la empresa.

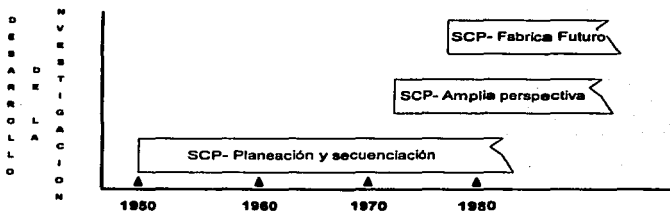


A.3. El Control de Piso y la fábrica del futuro

Actualmente existen fuertes indicadores de que el Control de Piso y su objetivo están cambiando como resultado de nuevos conceptos entre los que se encuentran:

- La Identificación Automática.
- El Grupo Tecnológico.
- Los Sistemas de Manufactura Flexible.
- El Sistema Justo a Tiempo (JIT).
- La Manufactura Integrada por Computadora (CAD/CAM).

Colectivamente, estos conceptos son frecuentemente referidos como la Fábrica del Futuro. La investigación actual tiene como objetivo identificar las implicaciones de estos nuevos conceptos en la operación del Sistema de Control de Piso.



B) Diferentes definiciones de Control de Piso

Un buen comienzo para el entendimiento de lo que es el buen Control de Piso es una revisión de las diferentes maneras como ha sido concebido.

El Control de Piso es un elemento integral de cualquier Sistema de Control de Producción e Inventarios. Dondequiera que exista un cambio o transformación de entradas en una serie de salidas, existe la necesidad de alguna forma de Sistema de Control de Piso, debido a que éste permite administrar el control del proceso de transformación.

Existen diferentes configuraciones para los Sistemas de Control de Piso. Por un lado, hay sistemas muy sofisticados, altamente formalizados y perfectamente computarizados que permiten el control de cada una de las etapas del proceso. Por el otro lado, existen sistemas muy informales, completamente manuales en su operación. Estas diversidades en los Sistemas de Control de Piso se deben en parte, a diferencias en los procesos de producción, ya que cada configuración tiene diferentes requerimientos de información y debe ser controlada de diferente manera.

Las diferencias en los procesos de producción han afectado significativamente y desde siempre, la manera en que se ha definido el Control de Piso. A continuación se mencionan algunas de las diferentes definiciones del Control de Piso:



* La Sociedad Americana de Control de Producción e Inventarios (APICS) define al Control de Piso como:

"Un sistema para utilizar los datos provenientes del piso de producción así como los archivos de procesamiento de datos para mantener y comunicar el estado de las órdenes y de los centros de trabajo. Las subfunciones más importantes del Control de Piso son: asignar prioridades a cada orden de trabajo, mantener la información del trabajo en proceso para el MRP, informar el estado de las órdenes a la oficina y proveer todos los datos necesarios para propósitos de control de capacidad".¹

Como se puede observar en esta definición, un Sistema de Control de Piso no solamente controla el flujo de órdenes a través del proceso de producción según su prioridad, sino que también proporciona información que es usada por otras funciones.

* La definición que ofrece IBM en su serie de Comunicación Orientada a Sistemas de Información y Control de Producción (COPICS) incluye las siguientes actividades:

1.- Planear la capacidad en cada uno de los centros de trabajo y distribuir las máquinas y la mano de obra requeridos para cumplir con el Programa Maestro de Producción.

2.- Controlar el nivel de trabajo en proceso por medio de las órdenes liberadas al piso de producción.

¹ Wallace, T.F., "Diccionario APICS", Cuarta Edición, Washington, D.C., 1980, p.26.



3.- Ayudar a disminuir el tiempo de obtención de manufactura reduciendo el tiempo de espera en un centro de trabajo.

4.- Planear y minimizar los tiempos de espera para asegurar que ninguna máquina o persona quede sin actividad en un momento dado.

5.- Determinar cuanto trabajo deberá ser transferido para alternar los centros de trabajo en un esfuerzo por reducir sobrecargas o llenar la capacidad ociosa.

6.- Colaborar en la realización de ajustes en la Planeación de Capacidad a corto plazo, calculando el tiempo extra, adicionando grupos de obreros extras (eventuales).

7.- Nivelar la carga de trabajo en cada uno de las máquinas de los centros de trabajo, reduciendo así el tiempo ocioso, el tiempo extra, la contratación de gente eventual, así como la cantidad de movimientos de mano de obra entre dichos centros.

8.- Determinar que órdenes deberán ser liberadas rápidamente para evitar el tiempo ocioso.

9.- Estimar exactamente el tiempo de obtención (leadtime) para cada orden de trabajo. así como de su embarque al cliente.



10.- Planear la secuencia de operaciones a realizarse en cada uno de los centros de trabajo y proveer una secuencia de trabajo para el encargado del piso de producción.²

* En el Capítulo APICS de Milwaukee se definió:

"El Control de Piso cubre los principios, aprovechamientos y técnicas empleadas por los gerentes para planear, programar, controlar y evaluar la efectividad de las operaciones del piso de producción".

* Por su parte J. G. Monk en su libro "Administración de operaciones", define al Control de Piso como:

"El conjunto de principios y técnicas empleadas para programar y controlar las operaciones productivas".³

Como se puede observar, en las dos primeras definiciones, el Control de Piso es concebido como el responsable de un amplio rango de actividades. En las últimas dos definiciones, se enfatizan solamente ciertas actividades que caen dentro del Control de Piso.

Una actividad contemplada en varias definiciones es la de controlar el estado de las órdenes en las diferentes etapas del proceso productivo. Como ejemplos de estas definiciones tenemos las siguientes:

* J. L. Janson define al Control de Piso:

² IBM, "Communications Oriented Production and Information Control System", White Plains, N.Y., 1972, p.2.

³ Monk, J.G., "Administración de operaciones", Editorial McGraw Hill, 1981, p. 537.



"El movimiento de órdenes a través de las diferentes etapas de manufactura".⁴

* J. T Butts define al Control de Piso en su libro "Controlando el Piso Productivo" como:

"El control de prioridades a través de una detallada planeación y control de las capacidades".⁵

De acuerdo a estos últimos puntos de vista, el Control de Piso es un conjunto de planes que se espera sean ejecutados. La efectividad del sistema queda entonces determinada por la comparación del desempeño real contra el planeado.

Otros aspectos frecuentemente enfatizados en las definiciones del Control de Piso son el monitoreo y la retroalimentación.

* R. A. Meck, en su libro "Maximizando todos los beneficios del Control de Piso" establece:

"El Control de Piso, sin embargo, va más allá del campo del control de manufactura. Es un sistema dinámico para auditar el control de transacciones, las listas de material y el reporte de trabajo."⁶

* Por su parte, Richard Sherrill define al Control de Piso como:

⁴ Janson, R.L., "Control de producción", Conferencia APICS, Toronto, Ontario, 1962, pp. 378-383.
⁵ Idem.
⁶ Meck, R.A., "Maximizando todos los beneficios del Control de Piso", 18va. Conferencia Anual APICS, San Diego, California, 1975.



"La función de un sistema formal de comunicación de la oficina al piso de producción y de éste hacia la oficina. En el más rudimentario nivel, esta comunicación consiste de revisiones visuales y reportes verbales. Actualmente el Control de Piso significa un sistema basado en computadora que emplea los datos generados en el piso productivo así como los archivos de las órdenes de producción, las rutas y los centros de trabajo para mantener al corriente el estado de la información".⁷

* E. L. Bruhn en su libro "¿Control de Piso?. Usted no lo puede controlar, si usted no lo conoce", establece:

"El Control de Piso significa conocer el estado de cualquier orden, reconociendo las restricciones de un departamento o centro de trabajo, aceptándolas y reaccionando ante ellas con objeto de acoplar la programación y la demanda del cliente eficientemente. Si nosotros juntamos la Planeación de Capacidad con el Control de Piso obtendremos un mayor control. Los diversos factores a los que nos enfrentamos pueden ser monitoreados. Esa es la clave para el Control de Piso; monitorear y retroalimentar...exactitud".⁸

* D. O. Nellemann, respecto a los aspectos de monitoreo y retroalimentación enfatiza que cualquier Sistema de Control de Piso provee:

⁷ Sherril, R. C., "Hot list to queue list", 20va Conferencia Anual APICS, Washington, D.C., 1977.

⁸ Bruhn, E.L., ¿Control de Piso?. Usted no lo puede controlar, si usted no lo conoce", 22va Conferencia Anual APICS, San Louis, Missouri, 1980.



"Un reporte regular de ciertos costos e información de desempeño para el gerente de manufactura, que le ayudarán en la identificación de problemas y para la toma de decisiones en el tiempo preciso".⁹

* Por su parte M. P. Groover, define al Control de Piso como:

"Un sistema para el monitoreo del estado de la actividad productiva en la planta y para reportar dicho estado a la gerencia de tal modo que se pueda ejercer un control efectivo".¹⁰

Como se puede observar en las definiciones arriba expuestas, no existe un acuerdo universal para el término de Control de Piso. Hay quienes le atribuyen un amplio marco de responsabilidades, mientras que otros lo encasillan dentro de un marco limitado a una sola actividad.

Por otro lado, la definición del Control de Piso se ve afectada tanto por los antecedentes de cada industria, así como por la experiencia de las personas sobre los diferentes aspectos productivos.

Por último, la naturaleza de los ambientes productivos a ser examinados influye también en la forma en que es definido el Control de Piso.

Como se mencionó al principio de este análisis y después de haber repasado las diferentes definiciones que se han dado, podemos ver que a pesar de que el Control de Piso debe estar presente en todos

⁹ Nellesmann, D.O., "Closing the Shop Floor Control Financial Loop", 23va Conferencia APICS, Los Angeles, California, 1980.

¹⁰ Groover, M.P., "Sistemas de Producción Automáticos y Manufactura auxiliada por Computadora", Editorial Prentice Hall, Nueva Jersey, 1980, p.511.



y cada uno de los sistemas productivos, es un término difícil de definir. Mucha gente ha escrito a cerca del Control de Piso, sin embargo, las definiciones sobre el término frecuentemente varían siendo el reto el identificar los factores que provocan dichas diferencias y determinar bajo que condiciones cual es la perspectiva más adecuada.



CAPITULO II
PRINCIPIOS Y LECCIONES



UNIVERSIDAD LA SALLE

Existen varios principios que todo análisis sobre Control de Piso debe de contener ya que son aplicables a cualquier ambiente de manufactura. Dichos principios han sido divididos en dos categorías, la primera de ellas contiene los principios concernientes con el diseño de Sistemas de Control de Piso, la segunda, engloba la operación de dichos Sistemas.

A) Principios para el diseño de sistemas de Control de Piso

A.1. Principios de diseño

*** La existencia de un conjunto de actividades comunes para todos los Sistemas de Control de Piso.** Existe un conjunto de actividades que aunque universales y comunes para todos los Sistemas de Control de Piso deben ser adaptadas a las necesidades de cada empresa. La complejidad e importancia de cada actividad está influenciada, entre otras cosas, por el producto, el proceso de producción, el mercado y el ambiente competitivo de la organización. Estas actividades serán explicadas posteriormente.

*** Los Sistemas de Control de Piso deben ser diseñados alrededor de la gente.** Si la gente no comprende el sistema, no lo podrá emplear a su máximo potencial y mucho menos tomar decisiones correctas en base a la información generada por éste. Es por esto que, un Sistema de Control de Piso debe ser diseñado bajo la idea de que la gente forma parte del mismo.



A.2. Principios de relación externa

* ***El Sistema de Control de Piso debe ser consistente y compaginar con otros sistemas de la empresa.*** Debido a que existen en la empresa sistemas que proveen de información al Sistema de Control de Piso al igual que reciben información proveniente de éste es necesario que los puntos de conexión entre dichos sistemas sean de carácter formal, confiable y se mantengan dentro de una misma base de operación. La interacción mutua entre sistemas, se transmite principalmente a través del Sistema de Planeación y Control, el cuál deberá ser capaz de manejar los numerosos eslabones de información, así como los grandes flujos de ésta.

* ***El Sistema de Control de Piso debe proveer la retroalimentación para otros sistemas de planeación y control.*** El piso de producción es la máquina que impulsa a la compañía; sin actividad en éste, la compañía es incapaz de moverse. La actividad en el piso de producción debe ser cuidadosamente monitoreada y los resultados deben ser retroalimentados hacia otras partes de la empresa. Por ejemplo, el Sistema de Planeación de Materiales necesita saber sobre el progreso de órdenes individuales para que los planes de materiales puedan ser actualizados y la nueva planeación pueda estar basada en resultados pasados. La retroalimentación deberá también proveer información al Sistema de Planeación de Capacidad para que la capacidad actual demostrada pueda ser empleada para elaborar mejores planes de capacidad en el futuro. Por su parte, los gerentes de manufactura necesitan de la retroalimentación para estar enterados



sobre el desempeño de máquinas, centros de trabajo y departamentos, con el objeto de controlar el desarrollo futuro y para planear los cambios y mejoras en el proceso de manufactura. Ingeniería emplea la retroalimentación para comprobar que las listas de materiales son exactas, están completas y al día. Por último el Sistema de Contabilidad y Finanzas necesitan información sobre si los planes sobre costos y ganancias están siendo alcanzados.

**** Existe una gran y significativa interacción entre el Sistema de Control de Piso y otros sistemas de negocios.***

A.3. Principios internos de diseño

**** El Sistema de Planeación de Materiales debe proveer fechas prometidas (due dates) válidas al Sistema de Control de Piso.*** Las fechas prometidas son uno de los elementos externos de información más importantes para el Sistema de Control de Piso. Las fechas prometidas deben reflejar las verdaderas prioridades de la empresa y deben estar al corriente en cuanto a algún cambio en los pedidos del cliente, inventarios, ingeniería, manufactura y particularmente en el piso de producción.

**** El Sistema de Control de Piso debe contar con buenos estimados del tiempo de obtención.*** Para la liberación de órdenes en el momento apropiado, el Sistema de Control de Piso debe contar con las fechas prometidas y el tiempo de obtención. El tiempo de obtención es dependiente del tiempo de espera; este último es controlable en parte



por el Sistema de Control de Piso a través de la liberación oportuna de órdenes y la asignación de actividades para cada uno de los recursos. El Sistema de Control de Piso debe ser diseñado para ejecutar estas actividades de tal manera que los tiempos de obtención reales se aproximen a los tiempos de obtención planeados. Los tiempos de obtención reales, así como los tiempos de espera deben ser retroalimentados al Sistema de Materiales.

*** El Sistema de Control de Piso requiere información válida, completa y a tiempo.** El Sistema de Control de Piso requiere tanto de la información de otros sistemas como de la generada por el mismo, sea cual sea el caso, dicha información debe ser totalmente válida, completa y estar a tiempo para que sea de utilidad.

B) Principios de operación para el Sistema de Control de Piso

B.1. Principios generales de operación

*** Muchas actividades deben ser consideradas para manejo del piso de producción.** El piso de producción es muy complejo y cuenta con diferentes actividades y eventos que se llevan a cabo simultáneamente. Para ser efectivo, un Sistema de Control de Piso no debe enfocarse en una sola actividad, sino que debe estar enterado del desarrollo de todas y cada una de estas actividades ya que una limitada perspectiva afectará adversamente su efectividad y por último a la empresa.



*** La falta de capacidad o de materiales no debe pasar hasta el piso de producción.** El déficit de capacidad o de material es un problema que esencialmente no puede ser resuelto en el piso de producción. Es un problema que debe ser resuelto por la gerencia a través de la adición de más capacidad o la compra de más material; si este problema se deja pasar hasta el piso de producción, lo único que pasará es crear un caos en éste.

B.2. Principios de liberación de órdenes

*** La liberación de órdenes es una de las más importantes actividades en el Control de Piso.** Un buen Sistema de Control de Piso permitirá la liberación de órdenes a tiempo y de acuerdo a la capacidad de piso de producción. Una liberación de orden puede aislar al piso de producción de problemas; es necesario checar que existan materiales, mano de obra, maquinaria y herramental para que la orden pueda ser llevada a cabo, ya que si se libera una orden con problemas, lógico es que causará problemas en el piso de producción.

*** La liberación de órdenes deberá ser empleada para igualar la carga de trabajo liberada al piso de producción con su capacidad demostrada.** La capacidad demostrada es el rango de salida que el piso de producción es capaz de obtener según los últimos datos históricos y es el mejor índice para la planeación a corto plazo de la capacidad. Igualando la carga de trabajo liberada al piso de producción con la capacidad demostrada, se evitará tanto el congestionamiento de trabajo como la falta del mismo. Si la capacidad demostrada no es suficiente



para manejar el volumen de pedidos del cliente, será necesario incrementar la capacidad y hasta que eso no suceda, el nivel de órdenes pendientes por entregar se convertirá en una característica permanente del piso de producción. Es esencial que las órdenes pendientes por entregar se prevean y ocurran en la Programa Maestro y no en el piso productivo.

B.3. Principios de asignación y despacho

*** No existe ninguna regla de prioridad o de despacho que sea la mejor.** Ninguna regla de prioridad puede considerar todos y cada uno de los aspectos del piso de producción al mismo tiempo, ni tampoco puede considerar las variantes que en ellos puedan existir, por lo que el efecto de dichas reglas depende de cada situación en específico.

*** Las reglas de prioridad simples son tan efectivas como las reglas de prioridad complejas.** Si los principios de liberación de órdenes son ejecutados cuidadosamente, el despacho se convierte en una actividad que no requiere reglas sofisticadas. Las situaciones específicas son las que dictarán normalmente los datos adicionales que deberán ser incorporadas en las reglas de prioridades de despacho.

*** El usuario debe seleccionar la regla de prioridad que se adecue a los objetivos del Sistema de Control de Piso y las características del ambiente de producción.** La efectividad de cualquier regla de prioridad es influida por la naturaleza del proceso de manufactura o el criterio de desempeño. Para el usuario, esto significa

que el punto de partida en el proceso de selección de una regla de prioridad descansa sobre el entendimiento del proceso de manufactura de la empresa (tanto en la etapa administrativa como operativa) y en la identificación de las bases sobre las que la empresa compite en el mercado correspondiente.

*** La necesidad de una regla de prioridad depende de la habilidad de la administración para controlar la capacidad. El despacho juega un papel importante solamente cuando existen varias órdenes esperando para ser ejecutadas en una máquina o centro de trabajo. Cuando esto sucede, el despachador deberá decidir que orden tiene la mayor prioridad. Sin embargo, las esperas son en parte, un reflejo de la habilidad de la administración para planear y controlar la capacidad. Si los administradores son incapaces para mejorar la planeación de la capacidad, deberán estar preparados para manejar cualquier conflicto que aparezca en cualquiera de los centros de trabajo debido a la falta de ésta y que requiera de alguna regla de prioridad. El uso de las reglas de prioridad no podrá ser automáticamente asumido.**

*** El desempeño de cualquier regla de prioridad (especialmente aquellas que emplean la fecha prometida) es influido por el grado de una inestabilidad externa presente. Las reglas de prioridad se ven afectadas principalmente por dos grupos de factores. El primer grupo de estos factores es el de tipo interno. Estos factores reflejan las condiciones en el piso de producción y en las líneas de espera; como ejemplo se puede citar el número de órdenes existentes en la línea de espera, la capacidad de trabajo de la línea de**



espera, la capacidad del centro de trabajo y la velocidad con la que las órdenes llegan a la línea de espera.

El segundo grupo de factores corresponde a los factores externos que reflejan condiciones fuera del piso de producción y de las líneas de espera tales como prioridades dependientes, dependencias horizontales y verticales, tamaños de lotes y la carga del Plan Maestro de Producción. Estos factores afectan el desempeño de las reglas de prioridad cambiando las fechas prometidas asignadas a las órdenes. Cuando estos cambios son transmitidos al piso de producción la reacción del sistema de secuencias y programación es determinada por el tipo de regla de prioridad empleada.

** Las reglas de prioridad formales no consideran todos los factores que influyen en la secuencia en que las órdenes de producción deben ser completadas.* La mayoría de las reglas de prioridad encontradas en la vida real contemplan principalmente factores cuantitativos tales como costos, fechas prometidas y tiempos de procesos y dejan a un lado consideraciones de tipo cualitativas tales como: la importancia del cliente, el estado de las herramientas y equipo, potencial escasez y/o defectos del material, la necesidad de mantenimiento preventivo, la naturaleza de la orden misma (si es una orden para algún cliente o es una orden necesaria para reponer un inventario de seguridad consumido), la relativa capacidad de la mano de obra (algunos trabajadores son más hábiles en determinados trabajos).



B.4. Principios de control y retroalimentación

*** El Sistema de Control de Piso debe ser capaz de reaccionar a pequeños cambios en el piso de producción.** El Sistema de Control de Piso debe estar consciente de los muchos cambios que ocurren en el piso de producción a través de la actualización de sus bases de datos para reflejar estos cambios y para reaccionar ante decisiones de la administración basadas en estos cambios. Liberaciones de órdenes, operaciones terminadas, descomposturas de herramientas y máquinas, desperdicios y deterioros, cambio de tazas y movimientos de materiales son algunos ejemplos de los cambios que pueden ser procesados en el Sistema de Control de Piso.

*** La expeditación debe ser eliminada.** Aunque la expeditación (todas aquellas subactividades realizadas por el personal del piso productivo para el aseguramiento del cumplimiento de órdenes en el tiempo prometido) no puede ser completamente eliminada debido a la ocurrencia de eventos impredecibles tales como roturas del herramental o desperdicio, el hecho de que exista un excesivo nivel de expeditación es síntoma de problemas más fuertes tales como:

- Un grado de liberación de órdenes tal, que frecuentemente excede a la capacidad.
- Faltantes de material.
- Inadecuada capacitación y entrenamiento de los operadores.



* Inadecuado mantenimiento del equipo.

B.5. Principios de control de líneas de espera

** El Sistema de Control de Piso debe ser empleado para reducir y estabilizar las líneas de espera en los centros de trabajo.* Largas líneas de espera en los centros de trabajo significan grandes inventarios de material en proceso, congestión en el piso de producción y mayores tiempos de obtención. Ningún Sistema de Control de Piso será capaz de administrar adecuadamente un piso lleno de órdenes esperando a ser procesadas. El Sistema de Control de Piso debe prevenir esta condición por medio de controlar el flujo de órdenes hacia el piso de producción (principios de liberación de órdenes) reduciendo así, a su vez, los tiempos de obtención en el piso.



CAPITULO III
UN PANORAMA GENERAL



UNIVERSIDAD LA SALLE

Las interacciones que existen entre las diferentes actividades del Control de Piso (revisión y liberación de órdenes, despacho, secuenciación entre otras) permanecen inexploradas; mucho se ha hablado sobre estas actividades individualmente pero poco como un sistema integrado. En este capítulo se analizará el Sistema de Control de Piso como parte integral del Sistema de Manufactura.

A) Control de Piso

A.1. El Sistema

Preguntas tales como ¿Qué significa el término Control de Piso?, ¿Qué hace el Control de Piso?, ¿Qué decisiones pueden tomarse a través de la información proporcionada por el Control de Piso?. Estas y muchas otras preguntas solamente pueden ser respondidas primeramente definiendo el término de Control de Piso.

Control de Piso es el grupo de actividades directamente responsables de administrar la transformación de órdenes planeadas en un conjunto de salidas. Este gobierna la planeación a corto plazo, la ejecución, y las actividades de monitorización necesarias para controlar el flujo de la orden desde el momento en que es liberada por el sistema de planeación para su ejecución hasta el momento en que es terminada. El sistema de Control de Piso es responsable de hacer la distribución de la mano de obra, la capacidad de maquinaria, el herramental, y los materiales para todas las órdenes lanzadas. Colecta datos de las actividades que se realizan en el piso incluyendo el progreso de varias órdenes y el status de los recursos y hace accesible dicha información al sistema de planeación para su administración.



Finalmente, el Sistema de Control de Piso es responsable de asegurar que las órdenes liberadas en el piso por el sistema de planeación sean completadas oportunamente y de manera costeable.¹¹

Como se puede observar en la definición anteriormente mencionada, se considera al Control de Piso como un subsistema que forma parte del Sistema Integral de Manufactura. El Control de Piso complementa a otros sistemas de planeación tales como la planeación de requerimientos de materiales y la planeación de capacidad. Estos últimos sistemas fijan los objetivos a alcanzar y proporcionan los recursos que el Control de Piso deberá emplear de manera eficiente para su cumplimiento.¹²

El Control de Piso cierra el ciclo entre la fase de planeación y la de ejecución del Sistema de Manufactura retroalimentando información de lo que sucede en el piso de la planta a los sistemas de planeación.

A.2. Orden de trabajo

Un elemento indispensable en cualquier Sistema de Control de Piso es la orden de trabajo, también llamada orden de manufactura, orden de producción, orden de taller o simplemente orden.

La orden de trabajo es la entidad controlada por el Sistema de Control de Piso en cada una de las diferentes etapas en que se encuentre dentro del piso de producción. Es una autorización generada por el sistema de planeación y liberada al piso de la planta para producir cantidades predeterminadas de algún artículo en particular

¹¹ Carter, Phillip, "Shop Floor Control", Editorial Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1985, p. 35.

¹² Orlicky, J.A., "Planeación de Requerimiento de Materiales", Editorial Mc Graw Hill, Nueva York, 1975, p. 15.



(identificado por su número de parte) en el tiempo prometido para que se encuentre en inventario (fecha prometida de la orden).

Existen dos flujos paralelos al flujo que sigue las órdenes de trabajo y que el Sistema de Control de Piso debe ser capaz de administrar:

El primero de ellos es, el flujo del producto y la alocaación física de los recursos dentro del piso de la planta. El segundo, es el flujo de la información. Conforme la orden de trabajo avanza dentro de las diferentes etapas del proceso, se va generando información que se emplea en el monitoreo del progreso de ésta, y es este flujo el que permite al Sistema de Control de Piso cerrar el ciclo iniciado por el Sistema de Planeación.

A.2.1. Tipos de órdenes

Una orden de trabajo describe la forma final que deberá tener el producto solicitado al piso de producción. Dicha forma es descrita en términos de atributos tales como la cantidad, número de parte, y fecha de compromiso de entrega.

Conforme la orden avanza dentro de las diferentes etapas del proceso productivo, ésta se va acercando cada vez más a la forma final requerida, ya que sufre una serie de cambios debido a la adición de componentes, trabajo, maquinado, etc.

Las decisiones que se tengan que tomar en cada una de las etapas sobre el manejo futuro de la orden, dependen principalmente de

la comparación del progreso actual de ésta contra el progreso planeado.

Si el progreso de la orden es satisfactorio al final de cada una de las etapas, ésta avanza dentro del proceso. En caso de que por algún motivo el progreso presenta alguna anomalía, la orden, ya sea total o parcialmente se convierte en una de las tres formas siguientes: retrabajo también llamado reproceso, salvamento o destrucción. Cada una de estas formas requiere de diferente administración por parte del Sistema de Control de Piso.

Reproceso es aquella parte de la orden de trabajo que requiere un proceso extra --que implica desde trabajo adicional y empleo de más material, hasta cambios en las rutas del proceso-- para la corrección de problemas surgidos durante su ejecución en uno de los centros de trabajo.

La orden tiene posibilidades de ser completada sin que exista alguna alteración en el aspecto físico de las partes reprocesadas que las diferencie de las demás. En caso de que en el tratamiento del reproceso se tengan problemas es obvio que la orden no será completada de acuerdo a los requerimientos y deberá transformarse ya sea en una orden de salvamento o en una de destrucción dependiendo de la magnitud del problema que se tenga.

La orden de trabajo toma la forma de un salvamento, cuando los defectos surgidos durante el proceso son suficientemente severos pero no totales y permiten la identificación de las partes que se encuentran dañadas.

Dichas partes pueden ser procesadas convirtiéndose en otros productos que, aunque no permitan complementar la orden original, si puedan ser utilizados por el sistema de planeación en otra ocasión.

Quando una orden se convierte en una orden de salvamento, se tienen las siguientes implicaciones:

- no se completa la orden liberada al piso de la planta, quedando insatisfecha la necesidad original;
- como consecuencia de la anterior, el sistema de planeación se ve ante la necesidad de liberar una orden nueva que satisfaga los requerimientos que habían dado origen a la primera orden liberada.
- Por último, se genera un incremento de inventario de productos no planeado en ese momento.

La tercer y última forma que puede adoptar una orden de trabajo es el desperdicio. Cuando se presenta este caso, la orden no puede ser completada bajo ninguna circunstancia y ni siquiera como componente de un ensamble subsecuente. La orden es inservible para el sistema de planeación.

El Sistema de Control de Piso debe reconocer que cualquier orden puede tomar en su paso por el piso de producción, varias de las formas descritas anteriormente al mismo tiempo y que, además, dichas formas pueden cambiar de una operación a otra. Como conclusión, el Sistema de Control de Piso debe ser capaz de controlar el movimiento de la orden de trabajo independientemente de la forma que ésta tome.



B) El mayor volumen de recursos manejados por el Sistema de Control de Piso

Durante el paso de la orden de trabajo por el piso de producción, el Sistema de Control de Piso administra las cantidades de cada uno de los recursos empleados para el cumplimiento de la misma. Los recursos utilizados para el cumplimiento de una orden pueden ser los siguientes:

- Mano de obra.- Incluye todo el personal necesario para ejecutar las órdenes liberadas al piso de la planta. Este recurso puede tomar varias formas tales como tiempo extra, transferencias de trabajadores entre departamentos, cambios de categorías de los mismos, ayudas de medio tiempo, etc.
- Herramental.- Se refiere a todo el equipo y arreglos especiales necesarios para la preparación y operación de una máquina u operación de ensamble.
- Capacidad de máquina.- Es el monto total de capacidad productiva ofrecida por el equipo disponible.
- Material.- Es la existencia total de componentes que pueden ser empleados para completar órdenes de trabajo.

Cabe señalar que el Sistema de Control de Piso no es el que determina el nivel de recursos que pueden ser empleados, ya que está es la principal responsabilidad del Sistema de Planeación.

El Sistema de Planeación es el que determina tanto la cantidad de material a emplear así como el número de horas-hombre necesarias. El Sistema de Control de Piso queda determinado en la disponibilidad



de estos recursos de acuerdo al límite fijado por el Sistema de Planeación.

La responsabilidad del Sistema de Control de Piso es trabajar con estas variables. Este Sistema realiza la *alocación detallada* de los recursos a cada una de las órdenes, y *controla y monitorea* el uso de estos recursos en cada uno de los centros de trabajo en donde fueron asignados.

C) La mayor actividad del Sistema de Control de Piso

Las actividades administradas por el Sistema de Control de Piso pueden ser divididas en cinco grupos, los cuales engloban todo el proceso de transformación de una orden planeada a una completa.

C.1. Revisión y liberación de órdenes

Son todas aquellas actividades que deben ser realizadas para que una orden pueda ser liberada al piso de producción. Estas actividades son necesarias para controlar tanto el flujo de información como el paso de las órdenes del Sistema de Planeación al Sistema de Ejecución.

* **Documentación de órdenes.**- Como se explicó anteriormente, una orden es una autorización para producir una cantidad específica de un producto específico en un tiempo específico. La actividad de documentar una orden provee al piso de producción de información que no es proporcionada por el Sistema de Planeación. La información típica agregada a una orden en esta etapa es:



- **Identificación de la orden.**- A la orden se le asigna ya sea un número o clave o código único para ayudar en su identificación en el piso de producción y para recuperar cualquier información sobre la misma. La identificación de la orden (que debe ser diferente del número de parte) es el punto de unión entre el piso de producción con el Sistema de Planeación.

- **Rutas.**- La ruta de una orden describe la secuencia de operaciones, transportes, almacenajes e inspecciones por las que ésta ha de pasar por el piso de producción. La ruta también ayuda a identificar los recursos requeridos por una orden.

- **Tiempo estándar.**- En este punto la orden es descrita en términos de recursos —maquinaria y mano de obra— requerida en cada una de las etapas de transformación. Esta información es muy importante para actividades tales como la secuenciación de órdenes, monitoreos y una administración de la capacidad.

- **Requerimientos de materiales.**- La orden es descrita en términos de materia prima y componentes necesarios para su fabricación. También se muestran las etapas donde cada uno de estos materiales será utilizado.

- **Requerimiento de herramental.**- Conforme una orden avanza en las diferentes etapas de transformación, necesita de un herramental especial. El herramental necesario, así como las etapas en que éste será utilizado debe ser perfectamente identificado y la información debe ser puesta al alcance del piso de producción. Esta información será la base para la generación de una orden de surtimiento de herramental.



- **Otros.**- Otro tipo de información provista en esta etapa debe incluir formatos para reportes, la fecha prometida de entrega así como cualquier otro requerimiento especial para el manejo de dicha orden.

Toda esta información es obtenida de un grupo de archivos que pueden estar centralizados --en una base de datos general para toda la empresa-- o bien dispersos a través de la empresa en varios departamentos.

* **Revisión de material.**- Otra actividad para la revisión y liberación de órdenes es la de checar el inventario de componentes y materias primas requeridas por la orden para garantizar que estarán disponibles en la cantidad suficiente y el tiempo exacto. Esto traerá como consecuencia un nivel de inventario en proceso bajo y se evitará un subempleo de la capacidad del piso de producción.

- **Evaluación de capacidad.**- La disponibilidad de inventario, por sí misma, es una condición necesaria pero no suficiente para que una orden sea terminada exitosamente. Otro requerimiento es la disponibilidad de capacidad.

La evaluación de la capacidad se realiza mediante la comparación de la capacidad requerida por el piso de producción contra la capacidad disponible en el sistema. Si la capacidad no es adecuada, la orden deberá ser retrasada hasta que la capacidad sea la adecuada.

Una buena evaluación de la capacidad evita la sobrecarga del piso de producción con la consecuente disminución del tiempo de espera en cada centro de trabajo así como una disminución en el tiempo de obtención.

- **Nivel de carga.**- Esta actividad busca optimizar el empleo de la capacidad ajustando el volumen de carga asignada a los centros de trabajo. Para lograr esto, las órdenes lanzadas por el Sistema de Planeación son acumuladas durante cierto período de tiempo y liberadas poco a poco al piso de producción.¹³

C.2. Asignación detallada

Las actividades pertenecientes a este grupo son responsables de igualar el suministro de los recursos necesarios para el piso de producción --material, mano de obra, herramental y capacidad-- con la demanda de que se tenga de estos mismos recursos.

- **Tipo de recursos.**- La asignación de recursos debe identificar perfectamente la clase específica de recurso a ser asignado.

- **Cantidad de recursos.**- La cantidad de recursos a ser empleados deberá ser identificada en términos significativos --unidades-- para la asignación.

- **Tiempo de asignación.**- El tiempo en que los recursos deberán ser asignados debe ser identificado, incluyendo el tiempo en que los recursos van a ser liberados.

- **Localización de los recursos.**- Si los recursos a ser asignados se localizan en varias localidades, el proceso de asignación debe identificar las localidades en donde se encuentra el recurso asignado para la orden en cuestión.

¹³ Nicholson, T.A.J., "A Practical Control System for Optimizing Production Schedules", International Journal of Production Research 9, No. 2, 1981, pp. 218-227.

- Prioridad de procesamiento.- Determinar la secuencia en que las órdenes competitivas emplearán los recursos limitados --en base a las reglas de prioridad explicadas en el capítulo anterior--.

*** Secuenciación y despacho de órdenes.-** El término de *secuenciación y despacho de órdenes* se define como:

"El proceso de determinar por medio de reglas de decisión previamente establecidas, la secuencia que permitirá procesar diferentes órdenes. Cuando se están procesando estas órdenes, esta actividad es también responsable de la correspondiente asignación de trabajadores, herramientas y materiales para los trabajos seleccionados. Esta secuencia de asignación de recursos es consistente con los objetivos con los que el Sistema de Control de Piso está comprometido --entregar en las fechas prometidas, reducir al máximo el retraso de órdenes, etc--."

El mayor interés de la secuenciación y despacho de órdenes es la determinación de la prioridad de una orden. Uno de los métodos empleados para determinar las prioridades de una orden es la regla de despacho o la regla de prioridad.

Para comunicar las prioridades que tienen las diferentes órdenes lanzadas al piso de producción, se emplea la lista de despacho. Esta lista, contiene todas las órdenes de manufactura en espera en cada uno de los centros de trabajo acomodadas de acuerdo a su prioridad.

*** Mantenimiento programado.-** El *mantenimiento programado* puede ser definido como:



"Trabajo de mantenimiento que debe ser repetido a intervalos. Incluye desde pequeñas operaciones tales como la lubricación y la inspección hasta trabajos mayores como el empleo de grúas para levantar maquinarias".¹⁶

Conforme los recursos del piso de producción son empleados, estos son susceptibles de varios niveles de desgaste. Por lo tanto, ocasionalmente es necesario asignar varios recursos del mismo piso tales como máquinas, herramientas, entre otros, para realizar actividades de mantenimiento preventivo.

El empleo de recursos del piso de producción para la realización de mantenimientos preventivos es una actividad no productiva.

* **Otras asignaciones.**- Los recursos del piso de producción pueden ser asignados no solamente a órdenes de trabajo y mantenimiento preventivo, sino también, a tiempos muertos programados o a trabajos indirectos.

El fin de este tipo de actividades es el de nivelar la utilización de capacidad en determinado momento (tiempo muerto programado) o el de emplear capacidad disponible no requerida por las órdenes en el piso de producción (trabajos indirectos).

C.3. Recolección y monitoreo de datos

La información juega un papel fundamental en un Sistema de Control de Piso. La información es la que une al Sistema de Planeación con el Sistema de Ejecución.

¹⁶ IBM, "Engineering and Production", Communications Oriented Production Information and Control System, Vol 1, Nueva York, 1982, p.13



La información proporcionada por el Sistema de Control de Piso es el medio por el cual el Sistema de Planeación puede monitorear el flujo físico en el piso de producción.

Las responsabilidades principales de las actividades de recolección y monitoreo de información son: la recolección, el registro y el análisis.

La primera actividad permite recolectar información a cerca del progreso de una orden conforme se desplaza en el piso productivo. La información aquí proporcionada es:

- Localización actual de la orden.
- Estado actual de cumplimiento.
- Recursos empleados en la presente operación.
- Recursos empleados en operaciones precedentes.
- Cualquier demora ocurrida no planeada.

El registro de los datos recolectados debe ser objetivo. No debe cargarse ningún tipo de interpretación a la información obtenida.

Antes de que se tome cualquier tipo de decisión basada en la información obtenida, ésta debe ser comparada con el standar. A esta acción de comparar el progreso actual de la orden contra su progreso planeado se le denomina monitoreo.

Los estándares empleados en el monitoreo pueden ser obtenidos de los departamentos de ingeniería, contabilidad, o bien de desarrollos anteriores o expectativas de la gerencia. El propósito del monitoreo es



el de identificar aquellas órdenes cuyas diferencias entre su desarrollo actual (real) y el deseado (planeado) necesite una atención especial por parte de la gerencia.

C.4. Retroalimentación y acciones correctivas

Las acciones correctivas por parte de la gerencia son necesarias cada vez que el progreso real de una orden excede alguno de los márgenes o límites de diferencia contra su progreso planeado.

El progreso de una orden puede ser medido en términos de: su estado de cumplimiento, costo, desperdicio, entre otros. El grado de desviación normalmente es establecido por la administración.

Las órdenes que necesiten especial atención son aquellas que tienen una desviación importante en cuanto al tiempo de cumplimiento contra su planeación, ya sea que se encuentren demasiado adelantadas o que están muy atrasadas.

Las acciones correctivas que la administración puede tomar son de dos tipos principalmente:

* **Control de la capacidad.**- Ajustes a corto plazo de la capacidad del piso de producción que permitan compensar cualquier dificultad encontrada. Algunos de estos ajustes son:

- Cambios en el volumen de trabajo.
- Empleo de tiempo extra o medio tiempo.
- Alteración de rutas



- Partición de lotes
- Contratación de trabajo eventual.

Como se puede observar, con este tipo de acciones el flujo de órdenes en el piso de producción permanece inalterado, mientras lo que se trata de ajustar es la capacidad disponible en el piso de producción.

* **Retroalimentación.**- El Sistema de Control de Piso retroalimenta al Sistema de Planeación sobre el progreso actual de las órdenes con problemas; este último debe evaluar las alternativas de solución posibles. Frecuentemente las acciones correctivas del Sistema de Planeación afectarán ya sea a la demanda en el piso de producción o a la demanda de las órdenes con problemas.

Los ajustes deberán ahora considerar cambios en la fecha prometida de la orden, cancelación de la orden, reducción en la carga de entradas al piso de producción y cambios en la cantidad demandada. Estos cambios afectan la demanda que el Sistema de Planeación requería del Sistema Productivo.

Este tipo de cambios debidos a la retroalimentación solamente toman lugar si el Sistema de Control de Piso determina que los cambios a corto plazo en la capacidad no son lo suficientemente efectivos para corregir el problema.

C.5. Disposición de órdenes

Las actividades incluidas en este grupo son aquellas necesarias para liberar la responsabilidad del Sistema de Control de Piso sobre las órdenes liberadas al piso productivo.

Para que dicha liberación de responsabilidad se lleve a cabo es necesario que se cumplan dos condiciones:

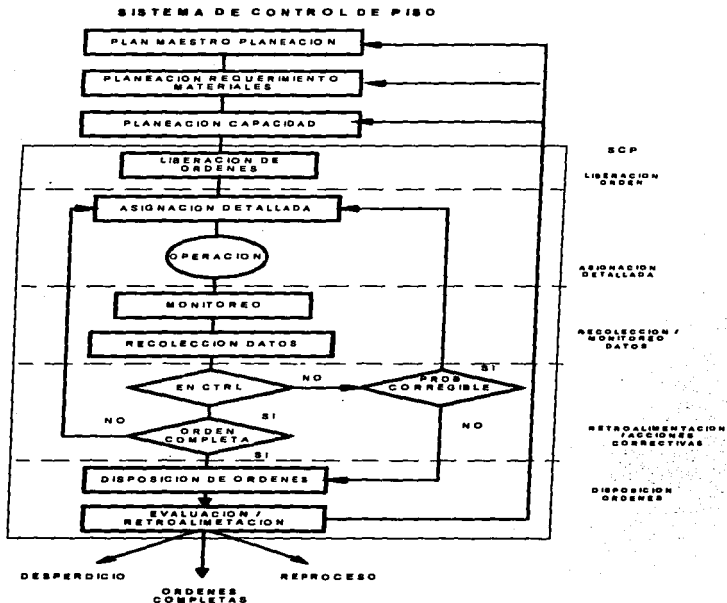
- * **Que la orden sea completada.**- En este punto, la orden ha sido completada y pasa de la responsabilidad del Sistema de Control de Piso a la del Sistema de Control de Inventarios.
- * **Que el producto se convierta en desperdicio.**- En este caso los productos sufren un cambio de estatus (de piezas buenas en desperdicio) por lo que ya no son útiles al Sistema de Control de Piso.

Como parte de las actividades de la disposición de órdenes, la cantidad producida por el piso de producción es registrada y el desempeño del Sistema de Control de Piso es evaluado. Esta evaluación debe incluir las siguientes medidas:

- Número de horas requeridas
- Identificación del tiempo regular de trabajo y el tiempo extra
- Los materiales requeridos por la orden
- El número de horas requeridas de preparación
- La cantidad de herramental requerido
- La fecha de complemento de la orden.
- La cantidad de retrabajo o desperdicio generado
- El número de horas-máquina requeridas

La información recolectada durante el cumplimiento de la orden es empleada por la gerencia para identificar y resolver problemas a

largo plazo concernientes al piso de producción (falta de capacidad demostrada) así como para modificar el costo y tiempo estándar empleados por el Sistema de Planeación.



D) Sistema de Control de Piso: Operación en diferentes ambientes de manufactura

Independientemente del ambiente manufacturero en el que se desarrolle, todo Sistema de Control de Piso debe contener y realizar las 5 actividades analizadas anteriormente. Sin embargo, la importancia, la duración y el tiempo de ejecución de cada una de éstas es determinada por el proceso de manufactura, las características de producción, las prácticas y los requerimientos.

La producción se puede desarrollar en un amplio rango de ambientes como pueden ser:

1. Manufactura repetitiva o continua.
2. Manufactura discreta o Batch (lotes)
3. Manufactura proyectada

D.1. Manufactura repetitiva o continua

Se refiere a la producción de productos estándar en un alto volumen.

La producción puede ser en unidades discretas (instrumentos, herramientas, automóviles) cuyo sistema de producción es conocida como manufactura repetitiva o en flujos continuos (fluidos, petróleo, energía) (sistema conocido como manufactura continua).¹⁵

Este tipo de manufactura tiene las siguientes características:

¹⁵ Hall, R.W., "Zero Inventories", Editorial Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1983.



1.- La capacidad está comprometida y el herramental especializado para la fabricación de un sólo tipo de producto.

2.- Existe un perfecto balance de líneas y los centros de trabajo están colocados en la misma secuencia en que las operaciones son realizadas.

3.- Los tiempos de proceso así como las líneas de espera en cada uno de los centros de trabajo son muy cortos, y en inventario en proceso es relativamente bajo.¹⁸

D.1.1. El SCP bajo la manufactura repetitiva/continua

El Control de Piso es organizado para realizar la habilidad del sistema para mantener un flujo ininterrumpido de materiales.

La revisión y liberación de órdenes y la asignación detallada de actividades se realizan al mismo tiempo. El orden en que los trabajos serán procesados, no es determinado en el piso de producción sino en la etapa de planeación de producción. Como todos los trabajos siguen siempre un mismo flujo de actividades, el orden en que son liberadas determina el orden en que son procesadas.

Una vez que una orden es liberada, esta es procesada en las diferentes etapas hasta que es terminada.

Como en este tipo de manufactura las colas de espera son muy pequeñas o no existen, el despacho mediante reglas de prioridad en el piso de producción es raramente ejecutado (realizado).

¹⁸ Hall, R.W., "Driving the Productivity Machine", APICS, Washington, D.C., 1981.



El proceso productivo debe ser constantemente monitoreado para determinar cuando debe realizarse mantenimiento preventivo. No se puede permitir que una línea de producción se descomponga debido a que esto ocasionaría una demora inaceptable en la producción.

Finalmente, la recolección, monitoreo y control de datos, la retroalimentación, así como la disposición de órdenes están estrechamente ligadas en tiempo y se realizan constantemente.

En este ambiente, el papeleo es disminuido al mínimo.

D.2. Manufactura discreta o batch

Se refiere a una producción con constantes variaciones en el diseño del producto, requerimientos del proceso o el tamaño de las cantidades ordenadas.

Las características de este tipo de manufactura son:

1.- Es necesario el empleo de máquinas de propósito general con el fin de proporcionar la flexibilidad requerida. Como cada máquina puede ser capaz de procesar cualquier orden, este tipo de máquinas son agrupadas en centros de trabajo de acuerdo a sus características, es por esto que en un centro de trabajo una orden puede ser maquinada en cualquier máquina (la máquina 1 o la máquina 20).

2.- El tiempo de preparación (parte del tiempo de obtención), es substancialmente relativo comparado contra el tiempo de proceso por unidad. Esto trae como consecuencia el empleo del concepto de tamaño de lote para balancear los costos de preparación contra los costos de manejo de inventario.



3.- Las líneas de espera son un elemento importante dentro del tiempo de obtención. Debido a la gran cantidad de rutas y tiempos de procesamiento, es realmente difícil cargar el piso de producción de tal manera que cada orden llegue al centro de trabajo apropiado en el momento en que pueda ser procesada. En cambio, frecuentemente llegan, a un centro de trabajo varias órdenes al mismo tiempo (lo que resulta en el tiempo de espera). Como resultado de todo esto, una orden normalmente emplea el 90% de su tiempo de obtención esperando a ser procesada en el piso de producción.

4.- La planeación de la capacidad es muy difícil debido a que la capacidad necesaria depende de la mezcla y la secuencia en que las órdenes son procesadas.

A diferencia de la manufactura repetitiva o la continua, las órdenes trabajadas en un proceso de manufactura batch experimenta largos y en ocasiones inciertos tiempos de obtención.

D.2.1. El SCP bajo la manufactura discreta o batch

En este ambiente, el sistema de Control de Piso establece igual importancia a las 5 actividades. Las diferencias entre estas actividades tienden a ser más agudas que en la manufactura repetitiva o continua.

La revisión y liberación de órdenes es la actividad responsable de la carga a las puertas de los centros de trabajo.

Debido a las largas líneas de espera, la asignación detallada mediante reglas de prioridad es una actividad independiente e importante.



La recolección y monitoreo de datos se realiza separadamente al control y retroalimentación debido al tiempo que toma registrar la información y el intervalo de reporte que existe. La información debe recolectarse en una base por turno y debe ser transferida al sistema de planeación en una base semanal.

D.3. Manufactura proyectada

Este tipo de manufactura se refiere a la producción de una singular y limitada corrida de producción (una o dos unidades) que requiere la entrada coordinada de un gran número de recursos. En un proyecto, existe un fuerte lazo de unión entre el proceso de ejecución y funciones tales como ingeniería, mercadotecnia y compras. Esta unión es necesaria debido a que la forma final del producto evoluciona conforme pasa el tiempo desde el diseño hasta su manufactura.

D.3.1. El SCP bajo la manufactura proyectada

En este ambiente, el Sistema de Control de Piso se ve influenciado por todos y cada uno de los vínculos entre el piso de producción y las demás áreas de la empresa.

Las actividades de revisión y liberación de órdenes, disposición de órdenes y asignación al detalle aunque existen no son muy importantes. Estas actividades se realizan junto con el plan de producción.

El plan de producción determina el momento en que la orden será liberada al piso de producción. También determina el orden y el tiempo en que los diferentes recursos deberán ser puestos disponibles



al proyecto. Finalmente, la actividad de la disposición de órdenes es la de determinar que el proyecto ha sido terminado en el tiempo requerido y notificar al cliente de su disponibilidad.

Las demás actividades del Sistema de Control de Piso, la recolección y monitoreo de datos, así como el control y retroalimentación juegan un papel muy importante en este tipo de manufactura. Estas actividades aseguran que las demás funciones (mercadotecnia, ingeniería o compras) están al tanto del progreso de la orden así como de los problemas encontrados durante la producción.

E) Prerequisitos para un efectivo control de piso

Como se ha descrito hasta el momento, todo sistema de Control de Piso debe llevar a cabo las cinco actividades mayores. Sin embargo, estas actividades no aseguran por sí mismas la efectividad del Sistema de Control de Piso.

La eficacia de un Sistema de Control de Piso puede ser definida como la capacidad del sistema para ejecutar todos los planes liberados al piso de producción de una manera eficiente, en el tiempo y con los costos adecuados.

Para que un Sistema de Control de Piso sea eficiente es necesario la existencia de dos elementos principales (aunque puede operar sin ellos):

1.- Un Sistema de Planeación de Manufactura formal y efectivo



2.- Una base de datos de manufactura con la información necesaria para el Control de Piso.

E.1. Sistemas de planeación de producción

El Sistema de Planeación de Producción es el que provee al Sistema de Control de Piso con recursos y dirección; es el que obtiene los niveles necesarios de recursos (mano de obra, capacidad, herramienta y materiales) que serán puestos disponibles al Sistema de Control de Piso.

El Sistema de Planeación de Producción es el que genera los programas de producción y a su vez es el que indica al Sistema de Control de Piso sobre cualquier cambio en las fechas de entrega de las órdenes abiertas.

Por otra parte, es el Sistema de Planeación de Producción el que emplea la mayor parte de las salidas generadas por el Sistema de Control de Piso en cada una de sus actividades principales.

Para que el Sistema de Control de Piso sea efectivo, es necesario que el Sistema de Planeación de Producción cumpla con tres requerimientos:

1.- Que sea completo e integral.- para cumplir con estas características debe contener los siguientes elementos:

- Plan de producción.
- Un programa maestro de producción
- Sistema de planeación de requerimiento de materiales



- Sistema de planeación de capacidad.

- Plan de producción.- El plan de manufactura de horizonte largo es el plan de producción. El propósito de este plan es especificar los objetivos de producción que soporten los objetivos corporativos. Se especifica en periodos mensuales o trimestrales. La planeación de recursos relaciona los recursos proyectados con estos objetivos de producción. En este nivel macro se considera la disponibilidad del terreno, facilidades, bienes de capital, mano de obra preparada y planes de paro de planta para alcanzar necesidades.

- Programa maestro de producción.- Este programa cubre el siguiente nivel de detalle. El horizonte de mediano plano del plan de producción, el cual se segmenta en metas semanales, quincenales o mensuales. Su propósito es asegurar el nivel de servicio cumpliendo con las fechas de entrega comprometidas, construyendo los inventarios de productos terminados y partes de servicio.

- El sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) indica a cada centro de trabajo que debe producir si se quiere cumplir con el programa maestro de producción. Establece prioridades y programa las órdenes por día o semana.

- La planeación de requerimientos de capacidad convierte el MRP en necesidades de capacidad por cada centro de trabajo, lo empata con la capacidad disponible en cada periodo, señala los niveles de utilización inaceptables y estrategias posibles de trabajo.



2.- Que sea formal.- Todos los datos empleados por el Sistema de Control de Piso deben ser generados solamente por el Sistema de Planeación de Producción.

3.- Que los planes generados sean válidos y posibles de realizar.- Los planes deben ser congruentes con los objetivos que el sistema de manufactura desea completar y el Sistema de Control de Piso debe tener acceso a los niveles necesarios de recursos requeridos para ejecutarlos.

CAPITULO IV

**NUEVOS AVANCES EN EL PISO PRODUCTIVO Y SUS
IMPLICACIONES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE PISO**



UNIVERSIDAD LA SALLE

A) Nuevos avances en el piso productivo y sus implicaciones en el sistema de control de piso

El mundo se encuentra sumergido en un ambiente de continua evolución; así mismo, el Sistema de Control de Piso no queda aislado de este ambiente y sufre todo tipo de cambios (menores y mayores).

El reto de hoy para los gerentes de manufactura es el de identificar aquellos cambios que repercutirán en mayor escala en el Sistema de Control de Piso y el determinar como modificar los sistemas actuales para la mejor asimilación y adecuación a dichos cambios.

Actualmente los avances que generan los cambios están afectando la manera en que los productos son diseñados y manufacturados; la planeación de producción y la manera en que el trabajo es realizado en el piso de producción.

Entre estos avances (que forman parte de lo que algunos llaman "la fábrica del futuro") se encuentran:

- 1. Identificación automática**
- 2. Grupos tecnológicos**
- 3. Sistemas de manufactura flexible.**
- 4. Diseño por computadora.**



A.1. Identificación automática

Por este término se entienden los procedimientos que codifican la información de determinada manera para que pueda ser leída o transmitida por medio de un dispositivo electrónico (scanner). Esta información es transmitida a un decodificador donde la información es procesada y grabada. Existen cuatro tipos principales de identificación automática:

* **Código de barras.-** Uno de los más comunes sistemas de identificación automática es el código de barras, el cual consiste de una serie alternada de barras oscuras y blancas de diferentes anchos.

El ancho de cada barra representa información codificada digitalmente.¹⁷

La interpretación de cualquier información representada por un determinado código de barras es dependiente del tipo de código o simbología que se este empleando.

La información contenida en el código es transferida a una computadora por medio de un lector (scanner) y posteriormente es interpretada mediante un algoritmo.

El inconveniente del empleo del código de barras es que no es fácilmente entendible por el usuario sin ayuda del computador.

¹⁷ Paraiso, A. "Bar Coding: A Brief Introduction", Production and Inventory Management Review 2, No. 6, Junio 1982, pp. 16-19.

*** Reconocimiento óptico de caracteres.-** Este tipo de identificación emplea códigos que pueden ser "leídos" tanto por seres humanos como por lápices ópticos o terminales en los "puntos de venta"¹⁸.

Este sistema sin embargo no es muy utilizado en manufactura o manejo de materiales; además, presenta ciertas limitantes tales como:

- La lectura (scaneado) es más lento con el Sistema de Reconocimiento óptico que con el código de barras.

- La impresión de caracteres de alta calidad es indispensable para el éxito de la lectura ya que una calidad pobre en la impresión o cualquier mancha sobre los caracteres ocasionará un error en la lectura.

- Por último, los códigos de reconocimiento óptico deben ser leídos a muy cortas distancias e incluso en varias ocasiones el lector debe estar en contacto directo con el código.

*** Bandas magnéticas.-** Comparado con el código de barras las bandas magnéticas pueden codificar una mayor densidad de datos.

Las bandas magnéticas están hechas de resina que contiene pequeños magnetos permanentes (20 millones por pulgada). Los magnetos están alineados con la línea entre los polos norte y sur a lo largo de la banda. La información es almacenada en la banda cambiando la orientación de los magnetos. Una vez que los magnetos son cambiados, el almacenamiento de información es permanente

¹⁸ Ibid., pp.40-41



mientras no se cambie esta alineación por algún elemento externo o sea borrado o reprogramado.

El sistema de banda magnética consiste en tarjetas con banda magnética en ellas; grabadoras para poner la información en la banda; cabezas lectoras para leer la información de la banda y lectoras para interpretar la información encontrada en la cabeza lectora.

*** Reconocimiento de voz.**- En lugar de codificar información de manera que pueda ser leída por una máquina, los datos son ingresados a la computadora por medio de voz.

Este sistema funciona de la siguiente manera:

Conforme el usuario habla a través de un micrófono, el sonido es digitalizado (convertido a lenguaje binario) por la computadora. Posteriormente, la computadora analiza dicho código binario de manera que reconozca patrones que ha sido programada para identificar. Estos patrones previamente determinados reciben el nombre de plantillas. Cada plantilla puede representar una palabra o una cadena de palabras comúnmente empleadas juntas. Todas las plantillas entendidas por la computadora reciben el nombre de vocabulario¹⁸.

Usando un sistema como éste, la computadora solicita verbalmente la entrada de información, el usuario habla la respuesta y la computadora repite la respuesta para confirmarla antes de continuar.

¹⁸ Shadd and Janning, "Voice Recognition- Back again and Better", Modern Material Handling 38, No. 6, Abril 1983, p. 52.



Actualmente la exactitud de los sistemas de reconocimiento de voz es de un 98% y el vocabulario empleado varía entre 100 y 1,000 palabras²⁰.

A.1.1. Implicaciones en el sistema de control de piso

El empleo de los sistemas anteriormente mencionados presenta tres ventajas principales:

1.- **Aumento en la velocidad de transmisión de información.**- la velocidad con que se genera un registro manual será menor a la velocidad con que un scanner es capaz de leer, transmitir, descifrar y registrar la misma información.

2.- **Disminución de las posibilidades de error.**- Cada vez que un dato es transcrito manualmente está sujeto a que se registre incorrectamente, haciendo que la información pierda validez y creando desconfianza entre los usuarios. Aunque tres de los sistemas anteriormente analizados son susceptibles de registrar errores como resultado de impresiones de baja calidad, manchas en los códigos, entre otras, los problemas generados por dichos factores son mínimos comparados a la transferencia manual de información.

3.- **Reducción de costos.**- El empleo de la identificación automática puede reducir los costos generados por errores en el registro

²⁰ Ibid., p. 54.



de la información (una mal toma de decisiones) así como de la baja velocidad en la transmisión de la misma (información fuera de tiempo).

Asimismo, la identificación automática afecta al Sistema de Control de Piso como lo veremos a continuación:

*** Revisión y liberación de órdenes.-** Una de las actividades principales de la liberación de órdenes consiste en documentar la orden con información no proporcionada por el sistema de planeación (este procedimiento normalmente recibe el nombre de documentación de orden). La identificación automática puede simplificar significativamente el trabajo de documentación; si se adhiere un código de barras a la orden. Este código sería saneado en el centro de trabajo y proveería al trabajador de toda clase de información necesaria para procesar la orden.

*** Asignación detallada.-** Una vez que la orden es liberada, se deben asignar los recursos del piso necesarios para que pueda ser procesada. Con el empleo de la identificación automática, la llegada de las órdenes al piso o al centro de trabajo puede ser registrada y esta información puede servir para determinar su prioridad. Además, el código de cada orden puede ser empleado como una autorización para preparar materiales y herramental.

En algunos sistemas de producción (sistemas de manufactura flexible especialmente), la información contenida en los códigos puede



ser empleada para direccionar las rutas de la orden de un centro de trabajo al siguiente.

*** Recolección y monitoreo de datos.-** La llegada de cada una de las órdenes a los diferentes centros de trabajo puede ser registrada leyendo el código de barras de manera que el sistema conozca la localización exacta de la orden. Una vez que la orden está lista para ser procesada el código puede ser leído nuevamente. Esta segunda lectura determina el tiempo que la orden estuvo esperando ser procesada. Mediante la lectura del número de operario en este momento, queda registrado quien realizó el trabajo.

Cuando la operación en el centro de trabajo termina, el código de la orden puede ser leído nuevamente y el número de piezas completas puede ser registrado.

De esta forma, la información conteniendo eficiencias del trabajador, estatus de la orden, estatus del centro de trabajo (ocupado o vacío) puede ser rápidamente registrada²¹.

*** Disposición de órdenes.-** Finalmente, la información provista por la continua lectura de códigos facilita el desarrollo de bases de datos más confiables y exactos sobre los costos y los tiempos empleados en procesar cada orden.

²¹ Kadis, R.W., "Realtime Feedback-Shop Floor Control", Production and Inventory Management Review 2, No. 6, Junio 1982, pp.40-43



Esta información puede ser empleada para ayudar a mejorar la eficiencia y la calidad de los reportes de costos que emplean datos del piso de producción.

A.2. Grupos tecnológicos

Los grupos tecnológicos pueden ser definidos como:

"Una metodología sistemática en donde la similitud entre componentes es empleada para formar familias de partes, procesos de planeación de producción comunes y establecer células de manufactura para que se logren beneficios económicos"²².

La definición anterior, identifica las tres características principales de los grupos tecnológicos, que son:

- * El objetivo central del grupo tecnológico no son las partes individuales sino las familias de partes.
- * Se enfatiza una distribución por celdas o grupos de trabajo en vez de las distribuciones tradicionales (tipo taller).
- * Intenta la integración del diseño de partes con el proceso de manufactura.
- * **Familia de partes.**- Los grupos tecnológicos están basados en la premisa de que "problemas similares tienen soluciones similares". Es de

²² Levulis, R.J., "El Impacto de Grupos Tecnológicos en la Producción y el Control de Inventarios", 25va Conferencia APICS, Chicago Illinois, 1982, p.67.



aquí que usa el concepto de familia de partes para identificar aquellas partes que son suficientemente similares para permitir la aplicación única en el diseño, planeación y manufactura²³.

Actualmente existen cuatro formas para identificar a las familias de partes:

- 1.- Ocular.- Agrupación ocular, conocida también como inspección visual. Este tipo de identificación es el menos preciso.
- 2.- Nomenclatura.- Asignación de artículos basados en la descripción de la parte o de sus características más sobresalientes. Este tipo de identificación se dificulta cuando se tiene partes que se describen en términos muy generales.
- 3.- Clasificación y codificación.- Este tipo de identificación se basa en características de diseño o manufactura individuales de la parte.
- 4.- Análisis del flujo de producción.- Esta forma de identificación emplea la información proveniente de las hojas de ruta de producción y aquellas partes que tienen hojas de rutas muy similares son asignadas a la misma familia.

Independientemente de la forma de identificación que se elija, los grupos tecnológicos pueden reducir el número de artículos que el sistema debe planear y producir reemplazando la cantidad tan grande

²³ Groover, M.P., op. cit., p. 539.



que hay de partes individuales con un pequeño conjunto de familias de partes.

*** Manufactura por células.-** En la mayoría de los talleres, la distribución de planta y la ruta de producción, están basados fundamentalmente por función. Esto es, máquinas similares se agrupan y colocan juntas en el centro de trabajo. La capacidad es planeada por centro de trabajo y las partes se mueven de un centro a otro.

Dentro de cada centro de trabajo, se considera que cada una de las máquinas es sustituible, esto significa que cualquier máquina en el centro de trabajo puede procesar una orden. Esta manera de trabajo ha sido duramente criticada por ineficiente²⁴.

En contraste, los grupos tecnológicos emplean lo que se conoce como célula de manufactura para determinar la distribución de planta y la ruta que las partes deben seguir.

Las células de trabajo se pueden definir:

en términos de sus facilidades, rango de componente y personal, una célula es parte de una planta y es responsable por emprender una secuencia de operaciones funcionalmente disimilares en sus lotes por componente²⁵.

²⁴ Houtzeel, A., "Integrating CAD/CAM Through Group Technology", Organization for Industrial Research, Massachusetts, 1982.

²⁵ Pullen, R.D., "A Survey of Cellular Manufacturing Cells", The Production Engineer, September 1976, p. 451.



En una célula de manufactura, es la similaridad de un producto y no la de las máquinas, la que determina la composición de la célula. La célula consiste de todas (una o varias) las máquinas requeridas para la producción de los artículos que componen una familia.

El empleo de células de manufactura cambia la manera en que es controlado el Sistema de Producción. La capacidad se planea de acuerdo a las células y no a los centros de trabajo. Las órdenes de trabajo cambian de ser dirigidas de un centro de trabajo a otro a ser asignadas a una célula de manufactura donde permanecen moviéndose de una máquina a otra hasta que la orden es completada.

Mediante la organización de la producción de órdenes a través de células, el grupo tecnológico pretende reducir la cantidad de manejo de material requerido, la cantidad de herramental requerido y el tiempo de entrega de manufactura de la orden típica producida dentro de la célula.

La característica final de los grupos tecnológicos, es que son extraordinariamente comprensivos en su enfoque y orientación.

A.2.1. Implicaciones en el sistema de control de piso

Los beneficios que se han tenido al usar los grupos tecnológicos son:

1.- **Diseño de producto.**- Los productos deben cumplir con la estandarización en diseños y procesos de manufactura. Cada parte que

no puede ser asignada a una familia se revisa para determinar que cambios son requeridos y evitar así la proliferación de diseños²⁶.

2.- **Herramental y preparación de maquinaria.**- El empleo de familias de partes ha permitido la reducción de los tiempo de entrega mediante la reducción del tiempo de preparación. Esto se debe a que como las células tienen que ver con un limitado número de partes, los dispositivos especiales para la preparación de maquinaria pueden ser diseñados para que sean utilizados con mínimas variaciones para cada miembro de la familia.

La reducción del tiempo total para preparación de maquinaria incrementa la capacidad de cada máquina por cada orden procesada.

Reduciendo los tiempos de preparación, la posibilidad de realizar corridas más pequeñas de producción no solamente aumenta sino que es económicamente justificable. El resultado es una reducción del inventario en proceso. Además el tiempo de obtención también disminuye, lo que provoca que el sistema solamente produzca lo que realmente se necesita (condición consistente con el ambiente de Justo a Tiempo)²⁷.

3.- **Manejo de materiales.**- La configuración del piso de producción en células de manufactura permite una sustancial reducción del trabajo para mover los materiales, del equipo para el manejo de carga y del tiempo de espera para ser transportado de un centro a otro de trabajo.

²⁶ Houtzeel, A., op. cit., p. 6

²⁷ Heit, R.W., op. cit., pp.13-15.

4.- Controles de producción e inventarios simplificados.- La capacidad es planeada y programada en términos de un número reducido de células de manufactura. La tarea de asignación de partes a familias y la subsecuente asignación de estas familias a las células de manufactura ayuda al planeador a identificar aquellas partes que no pueden ser asignadas y que por lo tanto requieren una mayor atención.

5.- Mejoramiento del ambiente de trabajo.- Los grupos tecnológicos afectan substancialmente a los trabajadores y sus ambientes de trabajo. Cuando los empleados trabajan bajo un ambiente de grupos tecnológicos, adquieren el conocimiento de cada uno de los detalles y operaciones necesarias para completar un artículo. También adquieren conciencia de la interrelación que existe entre las diferentes operaciones y la importancia de su trabajo al éxito global de terminar la producción. Todo lo anterior ha dado como resultado el mejoramiento de niveles de calidad, reducción de desechos, reducción de los costos de manufactura y aumento de la productividad.

6.- Reducción de tiempos de obtención.- Como resultado global de los puntos anteriores, el empleo de grupos tecnológicos ha permitido la disminución de los tiempos de obtención.

Las implicaciones de los grupos tecnológicos sobre el Sistema de Control de Piso son:

• **Revisión y liberación de órdenes.-** Una de las actividades en la revisión y liberación de órdenes es checar la capacidad disponible antes de liberar la orden al piso de producción.



En las tradicionales organizaciones de taller, esta actividad requiere la revisión de la capacidad disponible de cada uno de los centros de trabajo por los que pasará la orden. Debido a que la orden puede ser procesada en cualquier máquina del centro de trabajo, es necesario la evaluación y la distribución de la capacidad de todas las máquinas en el centro de trabajo, así como la capacidad demandada en estas máquinas por todas las órdenes de trabajo.

Evaluar la capacidad disponible puede ser más complicado en aquellas situaciones en las que la preparación de maquinaria está en secuencia dependiente.

Los grupos tecnológicos simplifican esta tarea, ya que en lugar de evaluar los requerimientos de capacidad de todas la órdenes que pasan a través de un centro de trabajo y de todas las máquinas que lo componen, requieren la evaluación de la capacidad de las máquinas asignadas a la producción de las partes de la familia. Esta tarea es aún más simple si la distribución de las máquinas en el piso de producción es por medio de células de manufactura, ya que en ese caso solamente es necesario evaluar la capacidad de una sola célula.

Por último, bajo grupos tecnológicos, el problema de evaluar la capacidad bajo condiciones de preparación de maquinaria en secuencia dependiente no es tan difícil, ya que los tiempos de preparación se reducen y la salida de secuencias dependientes se considera en la formulación de la familia de partes.



*** Asignación detallada.-** Normalmente, existen muchos factores en la distribución física de las máquinas en los talleres en los talleres que dificultan las actividades de despacho y secuenciación de órdenes. Entre estos factores encontramos los siguientes:

- 1.- **Secuenciación para cumplir con las fechas prometidas contra la secuenciación para reducir los tiempos de preparación.-** En la mayor parte de los talleres la secuenciación y el despacho de órdenes que se encuentran en colas de espera se rigen por dos criterios principales: El primero es secuenciar las órdenes de tal forma que cumplan con la fecha prometida de entrega. El segundo de ellos es el de incrementar la capacidad empleada por la producción actual mediante la secuenciación de órdenes con preparación de maquinaria muy similar. Frecuentemente estos dos factores entran en conflicto.
- 2.- **El efecto de la manipulación del tiempo de obtención en las reglas de despacho.-** La manipulación de las fechas de obtención de las órdenes abiertas por parte del planeador puede entrar en conflicto con las reglas de despacho. Una de las ventajas del MRP es que posibilita a los usuarios a manipular las fechas de obtención de las órdenes abiertas, para asegurar que las prioridades relativas de todas las órdenes en el piso son correctas.
- 3.- **La diferencia en las barreras de tiempo usadas en secuenciación / despacho contra las que se usan en planeación.-** En muchos sistemas, las fechas de entrega usadas en secuenciación y despacho son generadas por el sistema de planeación, como lo es la planeación de



requerimiento de materiales. El sistema de planeación frecuentemente opera con un horizonte diario o semanal. Este horizonte puede no ser lo suficientemente fino para ser usado por el Sistema de Control de Piso y como resultado se tiene que el sistema de planeación no es el adecuado para determinar las prioridades de las órdenes.

Los grupos tecnológicos ofrecen soluciones a estas problemáticas.

Bajo los grupos tecnológicos, el sistema de planeación genera una lista de órdenes, cada una con una fecha de entrega asignada. Es responsabilidad del despachador asegurar que las órdenes estarán disponibles cuando se necesiten. El proceso de secuenciación y despacho de las órdenes trata de que la próxima orden a ser procesada sea la más similar a la última orden terminada.

Este método de secuenciación aumenta la capacidad debido a la disminución en los tiempos de preparación.

*** Recolección y monitoreo de datos.-** En la mayoría de los Sistemas de Control de Piso en los ambientes de taller, seguir cualquier orden requiere primero que sea identificado el centro de trabajo de la orden y en segundo lugar la máquina en que la orden está esperando ser procesada.

Los grupos tecnológicos pueden simplificar la tarea del seguimiento y progreso de las órdenes en el piso, estableciendo con anticipación la localización general de cada orden. Usando grupos



tecnológicos, cada orden es liberada a un conjunto predeterminado de máquinas lo que reduce significativamente el número de lugares en donde se debe buscar una orden determinada.

* **Disposición de la orden.-** Durante la disposición de la orden, los costos actuales que incurren en producir la orden se comparan con los costos planeados para esa orden. Típicamente, estos costos planeados están basados en un conjunto de estándares, que reflejan las preparaciones de máquina y los tiempos de proceso. Cuando las preparaciones de máquina son secuenciadas en forma dependiente, las variaciones de costo tenderán a ser más grandes. La razón es que los costos estándar asignados a la preparación de máquina están basados en la suposición de que no existe dependencia en la secuencia. En la práctica, la preparación de máquinas real será menor, debido a la secuenciación de órdenes que tiene como ventaja la similitud en preparación de máquina.

A.3. Sistemas de manufactura flexible

El sistema de manufactura flexible es un método de organización, planeación y programación de la producción en un ambiente de manufactura discreta y por lotes que, al igual que los grupos tecnológicos provoca ahorros económicos y da beneficios en la producción masiva en un taller con corridas cortas, variedad extensa de productos y frecuencia en los cambios. También se utilizan familias de partes en vez de parte individuales. Sin embargo a diferencia de los



grupos tecnológicos, el enfoque primario de la manufactura flexible, es la organización física y distribución de las facilidades de producción.

El sistema de manufactura flexible automatiza e integra físicamente la producción de la familia de partes creando un proceso que tenga:

- Dos o más estaciones de trabajo con una computadora que controle las máquinas herramientas.
- Un sistema automatizado de manejo de materiales para transportar inventario en proceso.
- Mecanismos que interfieran el inventario en proceso entre el sistema automatizado de transporte y las máquinas.
- Un sistema automatizado de almacenaje y surtimiento de inventario en proceso y algunas veces herramientas.
- Control central por computadora de todo el proceso (programación de producción y control de equipo).

En la unificación y automatización del proceso de transformación de material, el Sistema de Manufactura Flexible se basa en una serie de técnicas tales como:

- Grupos tecnológicos
- Tecnología de máquinas de control numérico, control numérico directo y máquinas de control numérico por computadora.



- Robótica.
- Manejo de materiales automatizado.
- Sistemas automatizados de almacenaje y surtimiento.

Como resultado del uso intenso de técnicas y tecnología de manufactura basadas en computadora, el sistema de manufactura flexible ha sido llamado el sistema Computarizado de Manufactura, siendo su mayor ventaja la alta flexibilidad en el cambio de herramental, en el procesamiento de la orden y con respecto a las rutas que una orden debe seguir.

Todos los sistemas de manufactura flexible tienen tres elementos comunes:

- Centros de maquinado.
- Un sistema de manejo de materiales.
- Un sistema de control por computadora.

El sistema de manejo de materiales desempeña las siguientes funciones:

- 1.- Mueve las tarimas con material de un centro de trabajo al siguiente.
- 2.- Provee en forma temporal el almacenaje en piso de las partes procesadas.



3.- Transporta las partes trabajadas desde las tarimas a las estaciones de trabajo y viceversa.

A través de estas funciones, el sistema de manejo de materiales integra el flujo físico del material dentro del sistema. Además limita la cantidad de inventario en proceso que se puede tener en las diferentes áreas de almacenaje (generalmente cantidades pequeñas) y la cantidad que se puede contener en las tarimas.

El sistema de control por computadora desempeña las siguientes funciones:

1.- Almacenamiento y transferencia de procesamiento de datos.- El sistema mecanizado guarda todos los programas que describen los requerimientos de proceso de manufactura de cada parte manufacturada en el sistema. Esta información subsecuentemente es cargada en el sistema central a cada estación de trabajo cada vez que una nueva orden arrije a ésta.

2.- Control de producción.- Debido a la complejidad inherente en todos los sistemas de manufactura flexible, la diversidad potencial de las rutas de parte, y la variabilidad en los tiempos de proceso, el sistema de control por computadora juega un papel muy importante en el control de producción. El sistema de control por computadora es responsable del control de entrada y del control operacional.

El control de entrada es para determinar la mezcla de productos y el promedio al cual las órdenes nuevas deben ser liberadas al sistema.

Al nivel de control de piso, el control del por computadora es el responsable de determinar la secuencia en la cual las órdenes deben ser procesadas en cada estación de trabajo.

3.- Control de tráfico.- En este punto la responsabilidad se refiere a la regulación del movimiento de partes entre estaciones de trabajo. Esta función involucra identificar la ruta específica a seguir por cualquier parte en cualquier tiempo. Esta ruta debe reflejar el efecto de la información sobre máquinas descompuestas y programas de mantenimiento preventivo. Adicionalmente, esta función debe cubrir la transferencia de partes de las tarimas de transporte de material hacia las máquinas.

4.- Control de herramental.- El sistema de control por computadora es responsable de dos aspectos mayores del herramental. El primero es sobre la contabilidad de la localización de cada herramienta en el sistema. El segundo, es el monitoreo de la vida de la herramienta.

5.- Sistema de reportes y monitoreo del desempeño.- Es responsabilidad del sistema de control por computadora generar la información concerniente al sistema flexible de manufactura en forma oportuna para facilitar la toma de decisiones.

A.3.1. Implicaciones en el sistema de control de piso

Las áreas de sistema de control de piso que más afectaciones pueden tener por los sistemas de manufactura flexible son:

*** Revisión y liberación de órdenes.-** La flexibilidad inherente al sistema de manufactura flexible hace el control de entrada y mezcla de productos algo extremadamente importante.

Este punto puede complicar la tarea de revisar/liberar la orden. En la mayoría de las situaciones en donde un exceso de capacidad es disponible, la decisión de liberar una orden puede estar basada en la consideración del número de trabajos que ya están en el sistema y de la disponibilidad de capacidad y espacio para el trabajo. Sin embargo, mientras el nivel de utilización de capacidad se incrementa, este método de controlar la liberación de la orden puede ser que ya no sea el más adecuado. Tal método puede llevar a desbalancear el uso de las estaciones de trabajo e incrementar los tiempos de cola.

Puede ser que se necesite un método más complejo para controlar liberaciones de orden. Este método usaría información detallada de la carga de trabajo actual en cada estación de trabajo y del como afectaría la liberación de una nueva orden a cada uno de los centros (simulación).

*** Asignación detallada.-** La asignación detallada se puede ver afectada en dos grandes áreas. Primero, las reglas a ser utilizadas para la determinación de rutas y en la asignación y despacho deben ser perfectamente definidas y correctamente implementadas en el sistema de control por computadora. Segundo, se requiere necesariamente el uso de la simulación para determinar los efectos de diferentes políticas de despacho en las medidas de desempeño como lo es el tiempo de



entrega y utilización de máquina y así seleccionar aquellas que serían las más adecuadas a emplear.

* **Recolección de datos/monitoreo.**- El sistema tiene la habilidad implícita para seguir e identificar la localización y movimiento de cada artículo que se encuentre dentro del sistema. Esta capacidad es requerida por el sistema para la determinación de rutas y despacho. Así mismo, los estándares de proceso requeridos deben encontrarse en los archivos del sistema de control ya que serán consultados por las máquinas de control numérico y otras máquinas para determinar la longitud de las actividades de maquinado reales.

* **Control / retroalimentación.**- Dos implicaciones mayores pueden ser identificadas como un resultado del uso de sistemas de manufactura flexible. Primero, la disposición de las órdenes fuera de control deben ser determinadas apriori. Por ejemplo, si no tienen rutas alternas disponibles, el sistema de control por computadora debe conocer que rutas alternativas están disponibles para qué partes y bajo qué condiciones pueden ser usadas estas rutas. Entonces, un sistema de manufactura flexible requiere que los usuarios puedan especificar reglas de decisión que se usen para identificar órdenes fuera de control. Segundo, el sistema puede identificar órdenes atrasada en programa. Al igual que el sistema puede ser programado para monitorear la vida de la herramienta, puede ser programado para comparar la cantidad total de tiempo de proceso faltante en una orden con la cantidad de tiempo que falta para que la orden sea requerida. El sistema de control puede identificar aquellas órdenes que están en programa y cuales están



atrasadas y pueden requerir alguna intervención humana para llevarlas a tiempo.

* **Disposición de orden.**- Finalmente, el sistema de manufactura flexible simplifica esta tarea debido a su monitoreo continuo de las órdenes según avanzan a través del sistema. Toda la información requerida para la disposición (terminación) de la orden está disponible en forma inmediata al completar la orden. Además, el sistema de manera automática liberará los recursos usados por la orden, al darse esta por terminada.

A.4. Diseño por computadora

Actualmente las computadoras juegan un papel fundamental en los sistemas de manufactura.

La introducción de las computadoras ha sido más notable en dos áreas diferentes:

- 1.- **Diseño de partes (CAD).**
- 2.- **Planeación y producción de partes (CAM).**

CAD, es definida como cualquier actividad de diseño que implique el uso de la computadora para facilitar la creación de nuevos diseños de ingeniería y la modificación de los existentes. El CAD incrementa significativamente la productividad de los diseñadores al realizar el cálculo de múltiples operaciones complejas, presentar diferentes visiones en pantalla, almacenar y acceder información de manera



instantánea, etc. A su vez, el CAD también reduce significativamente el tiempo de entrega de ingeniería para la producción del diseño.

CAM puede ser definida como el uso de las técnicas de computadora para la administración, control y operación de las facilidades de manufactura a través de interfases directas o indirectas de la computadora con los recursos físicos y humanos de la empresa. A su vez, CAM ayuda al mejoramiento de la productividad de manufactura haciendo disponible un número de diferentes desarrollos basados en computadora, tales como el control numérico, la robótica, la ayuda computarizada para mantenimiento, la planeación del proceso y la administración de la fábrica entre otros.

A.4.1. Implicaciones en el sistema de control de piso

El sistema CAD/CAM puede influenciar significativamente a las siguientes áreas del Control de Piso.

• **Revisión y liberación de órdenes.**- CAD/CAM establece enlaces formales entre el sistema de planeación e ingeniería y el piso de producción. Dichos enlaces afectan las actividades en la revisión y liberación de órdenes de varias maneras. Primero, CAD/CAM mejora la calidad y exactitud de la documentación de la orden asignada a este paso. También elimina parte del trabajo que debe ser terminado antes que la orden pueda ser liberada al piso. Muchos de los problemas de producción se identifican y resuelven durante el problema de diseño y no en el piso. Además, CAD/CAM puede incrementar la variedad de



formatos en que la documentación puede ser transmitida al piso. En un extremo, el usuario puede obtener una copia en papel de las rutas de la orden y los tiempos estándar. En el otro extremo, toda la información del proceso se transmite de manera directa y codificada por la máquina (diskettes o cintas).

Los sistemas CAD/CAM requieren de que se tenga mucho cuidado cuando se carga el piso a manera de que la capacidad disponible ni se sobrecargue, ni se desbalancee.

*** Asignación detallada.-** Puesto que ciertas áreas tales como la robótica y el control numérico hacen que CAD/CAM sea un sistema automatizado, se requiere que las reglas utilizadas en la determinación de rutas y las operaciones de secuenciación y despacho sean bien definidas y correctamente implementadas en el Sistema de Control por computadora. Por otro lado, CAD/CAM expande de manera efectiva la atención en la asignación detallada para considerar explícitamente la programación de mantenimiento preventivo y los paros.

Bajo CAD/CAM la asignación detallada llega a ser una actividad más formalizada que tiene por objetivo no solamente la administración del flujo de los trabajos sino también el mantenimiento de las máquinas y el control del consumo de energía.

*** Recolección y monitoreo de la información.-** La información provista por esta actividad es muy importante porque se utiliza para el desarrollo de perfiles de operación de las máquinas y para el Control de Calidad.



* **Control/retroalimentación.**- Los sistemas de CAD/CAM tienen tres implicaciones en el control/retroalimentación. La primera es que el sistema por computadora debe conocer a priori como relacionarse con las órdenes que por alguna u otra razón (programación de mantenimientos preventivos, paros de máquina, entre otros) deben manejarse en forma diferente. El sistema debe saber cual de las rutas alternativas será usada y las condiciones bajo las cuales se utilizará. La segunda, es que el proceso de control se simplifica por la exactitud y precisión: manejo y procesamiento de los sistemas CAD/CAM.

Esto reduce el desecho y la necesidad del sistema de ajustar constantemente la capacidad y la utilización de máquina a como son retribuidas las órdenes. Finalmente, al unificar las bases de datos de ingeniería y planeación de manufactura inmediatamente se dan cuenta de los problemas en piso. Al mismo tiempo, el personal de producción es consciente de cualquier cambio en las rutas, tiempos de proceso y fechas de entrega de las órdenes.

* **Disposición de orden.**- Bajo CAD/CAM, toda la información requerida para disponer de la orden se encuentra disponible inmediatamente después del término de su proceso. Esto es como resultado del monitoreo continuo de la orden según vaya avanzando a través del sistema.



B) Tecnologías de manufactura contra filosofías de manufactura

Las tecnologías de manufactura involucran al producto (que producimos) y/o al proceso (como producimos). Ellas representan procedimientos bien definidos y entendidos los cuales generalmente están estandarizados. La planeación de requerimiento de materiales (MRP) es un ejemplo de una tecnología de manufactura. En el corazón de todos los sistemas de MRP está un conjunto de procedimientos de los cuales derivan los requerimientos de producción por los artículos de demanda dependiente. De manera similar, los grupos tecnológicos, la identificación automatizada, CAD/CAM, y los sistemas de manufactura flexible se estructuran en base a un conjunto de procedimientos bien definidos, lo que permite que frecuentemente se implementen en programas de computadora.

Finalmente, las tecnologías de manufactura nos dan soluciones específicas para problemas de producción específicos.

Por su parte, las filosofías de manufactura no están basadas en procedimientos ni bien definidos, ni bien entendidos, ni están estandarizados, y por lo tanto mucho menos pueden estar estandarizados en un programa de computadora. En lugar de esto, las filosofías de manufactura presentan la administración con una perspectiva específica en los procesos de manufactura y su operación. Estas también estructuran una visión específica sobre una configuración ideal de las facilidades de producción y sus características. Finalmente,



presentan la administración con ciertos lineamientos para ser utilizados en la manufactura.

Una filosofía de manufactura no ofrece soluciones o procedimientos específicos para problemas específicos. Esta tarea es una responsabilidad del gerente y puede involucrar o requerir del uso de una o más tecnologías de manufactura.

MRPII y JIT son dos ejemplos de filosofías de manufactura. El uso de cualquiera de estas dos filosofías puede cambiar totalmente la forma en que la gerencia visualiza el sistema de manufactura y por ende la forma en que se identifican y resuelven los problemas. Ambas filosofías tienen el gran potencial de cambiar dramáticamente la manera de planear, organizar, ejercitar y evaluar la manufactura. Finalmente, estas filosofías traen consigo ciertas implicaciones importantes para la práctica y estructuración del control de piso.

B.1. Planeación de los recursos de manufactura (MRPII)

MRPII facilita la coordinación e integración de todas las funciones de la empresa y la formulación e implementación de la estrategia corporativa con la ejecución en piso. Debido a esta amplitud y visión de gran alcance MRPII no debe tomarse como un sistema simple de producción y control de inventarios, debe verse como una forma de vida en la empresa.

Este sistema es definido como:



"Un método para la planeación efectiva de todos los recursos de la compañía manufacturera. Idealmente, direcciona la planeación operacional en unidades, la planeación financiera en pesos y tiene la capacidad de simular las respuestas a las preguntas "que tal si". Esta estructurado de una variedad de funciones integradas una con otra: planeación del negocio; planeación de producción; planeación de los requerimientos de capacidad; y la ejecución del sistema para el control de capacidades y prioridades. Las salidas de este conjunto de sistemas son integradas con reportes financieros tal como lo es el plan del negocio, reportes de compromisos de compra, presupuestos de embarque, proyectos de inventario, etc. El MRPII es un crecimiento, extensión y evolución de lo que es la planeación de requerimientos de materiales (MRP)."²⁸

Esta definición identifica cinco características que en su conjunto distinguen a MRPII de otros sistemas formales de planeación de manufactura que son:

1.- MRPII es un sistema total de administración. Integra y coordina las actividades de todas las funciones para alcanzar un conjunto de objetivos comunes establecidos en la planeación del negocio.

MRPII trabaja hacia la creación de una organización altamente enlazada a través de establecer formalmente la integración de la manufactura y de las demás áreas funcionales. La programación

²⁸ Wallace, T.F., op. cit., p. 40.



maestra de producción es una actividad que afecta a más de un grupo que tiene que compartir esta información.

2.- MRPII es un sistema con enfoque de arriba hacia abajo.- El proceso de planeación empieza con la formulación de un plan estratégico el cual se desgrega en un conjunto de planes operativos funcionales.

Bajo MRPII la planeación es realizada en dos etapas. En la primera, la alta dirección establece los objetivos de largo plazo de la empresa en el Plan de Negocio. El Plan de Negocio es fundamental para la operación y éxito del MRPII; además da la directriz general a la empresa, especifica las metas alcanzables, fija un programa de actividades tales como: introducción a nuevos mercados, desarrollo de nuevos productos o modificaciones a los existentes, también asigna recursos para soportar estos objetivos corporativos. Del Plan de Negocio se derivan los planes de ventas, de manufactura e inventarios.

En la segunda etapa se estructuran los planes tácticos del corto plazo.

El más importante de éstos, en la Planeación de Producción es el Programa Maestro de Producción. Una vez que este último es aprobado, los planes tácticos llegan a ser la entrada para los planes detallados de materiales y capacidad, los cuales son logrados a través de los procedimientos de CRP y MRP.

3.- Alternativas estratégicas y operacionales se evalúan por medio de la capacidad completa de simulación de MRP.- MRPII ofrece a la gerencia



la habilidad de trasladar el plan de negocios en un conjunto de requerimientos de recursos detallados. Esta habilidad es aplicable a los planes de negocio actuales y propuestos y posibilita a la gerencia a hacer un análisis "que pasa sí". El sistema de planeación también puede ser utilizado para proyectar los efectos de planes alternativos en los recursos corporativos.

4.- MRPII facilita la creación de una base de datos común que contenga toda la información financiera y operativa que se requiere para administrar la empresa.

5.- Como un Sistema de Planeación formal, MRPII debe ser una representación válida de la realidad y que así sea percibida por el usuario.

MRPII le presenta al gerente directrices específicas que deben ser obedecidas si todo el potencial de manufactura se quiere lograr. Sin embargo, la implementación de MRPII puede producir confusión y la impresión de que es muy complejo, esto es cierto cuando no se logra tener claridad por toda la organización de qué es lo que se espera de MRPII y que es lo que le demanda la organización.

B.1.1. Implicaciones en el control de piso

Como un sistema integrado y unificado de planeación, MRPII se relaciona extensamente con el uso, mantenimiento y administración de la información de la empresa.



* **Revisión y liberación de órdenes.-** Obteniéndose una base de datos exacta, actual y completa, MRP II puede simplificar la tarea de la documentación de la orden. El usuario no tiene que evaluar diferentes archivos que contienen la misma información para poder encontrar aquel que la tiene actualizada. Al proveer una orden con la información completa, exacta y actual, MRP II reduce la necesidad futura de la intervención del hombre para corregir problemas creados por información pobre.

* **Asignación detallada.-** MRP II se asegura de que las órdenes tengan las rutas y las prioridades correctas. Además, los datos de costos que se obtienen proveen otra dimensión que puede ser considerada cuando se termine la secuencia de la orden.

* **Recolección y monitoreo de la información.-** Los requerimientos de información de MRP II demandan que la información deba ser capturada más frecuentemente (en línea); esto trae como consecuencia que la información sirva para la toma de decisiones inmediata sobre lo que está pasando en el piso de producción así como para el seguimiento contable correspondiente (identificar la condición de cualquier orden, los costos y la extensión del inventario en proceso y la utilización real de las facilidades de producción).

* **Control/Retroalimentación.-** MRP II afecta este conjunto de actividades de dos maneras. Primero, al determinar como una orden, fuera de control puede ser controlada, el usuario puede considerar los costos de varias alternativas. Segundo, al tener una sola base de datos



MRPII simplifica la retroalimentación de la información; el sistema de planeación se da cuenta en forma inmediata de los problemas que existen en el piso.

* **Disposición de orden.-** Al forzar el monitoreo y registro de información más frecuente de todas las órdenes de piso, la disposición de la orden se simplifica. Por lo anterior, la orden ya no tiene que ser medida en términos de estándares de manufactura y costos para completarse la orden. Esta medida ha sido obtenida en cada etapa que avanza la orden a través del proceso de producción.

B.2. Justo a Tiempo (JIT)

Un segundo desarrollo para manufactura es el justo a tiempo, también conocido como: Producción sin inventarios, Inventario Cero y Administración con Justo a Tiempo.

Estos nombres aplican en forma precisa lo que es el objetivo de justo a tiempo: *"producir exactamente lo que se necesita y llevarlo a donde se necesita en forma precisa y cuando es requerido".²⁹*

Una de las mayores preocupaciones del justo a tiempo de manufactura es el control, reducción y eliminación de desperdicios de manufactura en cualquiera de sus diferentes formas. Para muchos gerentes JIT es visto primariamente como un programa para reducir y controlar el inventario de manufactura. Tal perspectiva es de corto

²⁹ Idem

alcance ya que ignora otros beneficios significativos que se obtienen con el JIT. El inventario de manufactura que es el más visible, y en muchos casos, la forma más cara de desperdiciar el dinero, no es la única manera de desperdicio de manufactura que se tiene en una empresa. Otras formas importantes de desperdicio son: desecho, mano de obra excesiva, trabajos innecesarios, movimientos excesivos de partes en la planta, etc.

Muchas de las prácticas y principios que actualmente se consideran como parte del JIT fueron demostradas inicialmente en el Sistema de Producción de la Compañía Automotriz Japonesa Toyota. Este sistema fue desarrollado para soportar los esfuerzos de Toyota para permanecer competitivos en el mercado, a través de controlar los costos de producción, mejorar la productividad de manufactura y, eliminar todas las formas de desperdicio de manufactura. Este sistema fue específicamente diseñado para controlar la producción en un ambiente de manufactura repetitiva.

Una filosofía es un conjunto de directrices que se orientan para usos prácticos. Como una filosofía de manufactura, JIT le presenta a la gerencia un conjunto de perspectivas y guías para administrar los procesos de manufactura. Entre las directrices más importantes se encuentran:

1.- Conocer previamente el tipo de sistema que la empresa quiere.- La primera guía que ofrece el JIT en manufactura, es que el gerente debe saber exactamente que sistema de producción necesita lograr antes de

realizar cualquier programa que modifique el sistema. Esto se sabe solamente después de haber hecho un estudio del sistema actual. Una vez que el gerente sabe cual es el sistema que requiere, esta información se utilizará como un objetivo para poder llevar a cabo la evaluación y transformación del sistema de producción.

2.- En las corridas largas pueden ser cambiadas aquellas limitaciones actuales de producción que causan el desperdicio de manufactura. en las corridas cortas los gerentes encaran muchas limitaciones, éstas son el resultado de factores como la distribución actual de planta, capacidades de máquina, procedimientos actuales de puesta de máquina y flujos de material existentes (estas son las causas principales del desperdicio de manufactura).

La tarea del gerente es identificar cuales son las limitaciones que tiene que cambiar y el método que va a utilizar para modificarlas.

3.- El desperdicio es un síntoma de problemas de manufactura más profundos. Estos problemas requieren un esfuerzo total y coordinado de la empresa.

4.- Los inventarios de manufactura pueden hacer invisibles los problemas al usuario y desmotivan a la necesidad de tener flujos rápidos de materiales y tiempos de entrega cortos.

Bajar el inventario es visto por JIT en Manufactura como uno de los medios de mayor importancia para tener flujos de materiales rápidos



y decrecer los tiempos de entrega. Además, estos decrementos forzarán al personal a resolver esos problemas encubiertos.

Es incorrecto visualizar al JIT como un sistema de Manufactura. Un sistema de manufactura implica un conjunto de procedimientos bien definidos para resolver problemas y este no es el caso con el JIT de Manufactura.

JIT de Manufactura tiende a crear un sistema de manufactura el cual cumpla con los siguientes requerimientos:

- 1.- Producir los productos que el cliente quiere.
- 2.- Producir productos solamente al ritmo que marque el cliente.
- 3.- Producir con calidad perfecta.
- 4.- Producir instantáneamente (tiempos de entrega innecesarios cero).
- 5.- Producir sin desperdicios en mano de obra, material o equipo con un propósito claro de que cero es el inventario ideal.
- 6.- Producir vía métodos que permitan el desarrollo de la gente.

Estos objetivos son alcanzados introduciendo los siguientes cambios en la organización:

- 1.- Reducciones significativas en las puestas de máquinas. El tiempo de paro de máquina que sucede entre la producción de la última pieza de la parte A y la primera pieza buena de producción de la parte B. A manera de que sea exitoso el JIT las puestas de máquina deben ser



extremadamente pequeñas, de tal manera que la operación del sistema de manufactura se pueda mejorar al menos en dos formas significativas: Primera, las puestas de máquina pequeñas son consistentes con las también pequeñas reposiciones de demanda que establece el JIT. Así como las cantidades de reposición se reducen, los costos totales de tener el inventario también se reducen. De manera contraria el número de puestas de máquina requerida se incrementa considerablemente. Con las reducciones en la puesta de máquina, los costos de reposición continuos son casi nulos. Segunda, reduciendo los costos de puesta de máquina ayuda a reducir el tiempo de entrega de reposición (este es otro de los requerimientos del JIT en Manufactura).

2.- Tamaño de lote pequeños.- Las órdenes de cantidades grandes crean numerosos problemas a la gerencia de Manufactura. Por definición este tipo de órdenes crean un inventario con sus respectivos costos de tenerlo. También este tipo de órdenes incrementa el tiempo de entrega de reposición (debido al tiempo que toma procesar la orden). Finalmente, los tamaños de lote grande crean demandas lumpy, es decir de muchos requerimientos pero irregulares, en cada etapa de la estructura del producto.

Bajo JIT en Manufactura, la reposición de los tamaños de lote se reduce a su cantidad más baja posible. Últimamente, la meta de esa reducción es tener tamaño de lote de uno (producir solamente lo que se necesita en el momento en que se necesita).



3.- La mejor calidad en manufactura.- El desecho y el retrabajo son fuentes de incertidumbre en la manufactura. El inventario es manufactura frecuentemente es utilizado para proteger el Sistema de Producción contra los efectos adversos creados por estos problemas.

La calidad que se obtenga en cada operación debe ser excelente a la primera vez. Las razones que contribuyen al desecho y el retrabajo deben ser eliminadas completamente del sistema de producción.

4.- Incremento de la importancia del mantenimiento preventivo.- El mantenimiento preventivo es esencial para el éxito de la operación del sistema. Asegura que la calidad, flexibilidad y confiabilidad del equipo se mejore continuamente y que el proceso de producción siempre está bajo control. Los programas de mantenimiento preventivo reducen ampliamente las incertidumbres de producción ya que se tendrán paros programados. Así como debe ser eliminado el inventario que encubre el tener máquinas descompuestas repentinamente.

5.- Reducir el número de operaciones de producción al mínimo necesario.- El JIT en manufactura demanda una evaluación crítica de los productos y sus procesos de manufactura a manera de identificar cualquier dispositivo o equipo que innecesariamente alargue los tiempos de entrega, compliquen el proceso de producción, o generen desperdicio de tiempo, energía o material. Los tiempos de entrega largos son inconsistentes con los objetivos del Justo a Tiempo en Manufactura. Cuando los tiempos de entrega son largos debe mantenerse un inventario disponible alto para cubrir cualquier demanda



que pueda ocurrir durante el tiempo de entrega de la reposición de la orden.

La implementación exitosa del JIT en Manufactura requiere que la producción de cualquier artículo dentro del sistema se simplifique tanto, que cada artículo se mueva tan directamente como sea posible de principio a fin.

6.- Énfasis en que los Programas de Producción concuerden lo más posible con la demanda requerida.- JIT en Manufactura es esencialmente un sistema de jalar (pull system). Esto es, la reposición de una orden se libera a nivel cero (nivel padre) solamente después de la autorización para su retiro. Los sistemas de jalar, aunque simples de usar en la práctica, requieren que el nivel de producción, como se expresa en el programa de ensamble final, sean uniformemente distribuidos lo más posible en términos de requerimientos de material y mano de obra. Un programa de producción nivelado le da a un sistema de jalar suficiente tiempo para responder a los jalones de la línea de ensamble.

Finalmente, al empear el programa de producción a la demanda requerida, el JIT en Manufactura asegura que el sistema de producción produzca solamente lo que se necesita ni más ni menos. No hay un inventario innecesario producido.

7.- Diseño de producto mejorado.- JIT en Manufactura reconoce que cualquier producto debe satisfacer dos conjuntos de requerimientos mayores. El primero es impuesto por el cliente. El segundo es impuesto



por el sistema de producción. JIT en Manufactura requiere que cualquier dificultad en producción debida al diseño del producto sea identificada antes que el producto se libere al piso.

Otro objetivo de revisar el diseño del producto es identificar y eliminar opciones innecesarias de producto. Estas opciones incrementan la dificultad de pronosticar la demanda del producto y a su vez, tal incertidumbre genera un inventario de colchón.

8.- Involucramiento total del personal.- JIT en Manufactura concede a la gente el papel más importante en su operación. La gente es la fuente de la mayoría de las mejoras introducidas en la operación del sistema. Por ejemplo, en Toyota, la mayoría de la reducción de tiempos en las puestas de máquina resultaron de las sugerencias de los empleados que trabajaron en pequeños grupos con el objetivo de mejorar las mismas.

JIT en Manufactura trata de facilitar este involucramiento, por ejemplo, haciendo que los problemas de producción sean lo más visibles posibles. el trabajador no debe gastar tiempo tratando de identificar el problema.

Bajo JIT en Manufactura, el trabajador no puede ser un participante pasivo en el sistema de manufactura, pero sí, el más involucrado (trabajando en equipo) en el sistema de operación.

No hay que perder de vista que el empleo del JIT afecta no solamente los planes y controles de producción de la gerencia dentro de



la empresa, también afecta las relaciones de la empresa con sus clientes y proveedores. Como resultado, el éxito de la empresa en la práctica del JIT depende de los acuerdos y enlaces que vinculan a la empresa con sus clientes y proveedores.

B.2.1. Implicaciones en el control de piso

Hay un gran efecto en el Control de Piso al implementar las técnicas de JIT en la empresa.

* **Revisión y liberación de órdenes.**- La producción sin inventario requiere una cuidadosa carga del piso. Las órdenes liberadas no deben exceder la capacidad disponible del piso. A través de una carga cuidadosa del piso, las colas de espera y los tiempos de entrega se mantienen cortos.

En el JIT, las actividades de la revisión y liberación de órdenes ya no se realizan por el personal del piso. Estas actividades son parte de la planeación de producción, determinada esencialmente por la gerencia.

Una vez que las órdenes se liberan, todos los componentes necesarios son jalados por los por los ensambles padres.

* **Asignación detallada.**- Por un lado, simplifica ampliamente la tarea de programar y secuenciar las órdenes en el piso. Debido a que las colas son muy pequeñas y los tiempos de entrega cortos, las prioridades de producción pueden ser asignadas usando la regla: primera entrada - primera salida.



Existe también una menor necesidad para reprogramar órdenes. Como resultado de una mayor calidad en manufactura se tienen menos retrabajos, menos sustituciones de material y herramientas, menos sobreproducción debido al desecho, menos desecho producido después del cambio de herramientas, y menos material dañado en su manejo e inusual uso de la capacidad, factores que comúnmente provocan problemas en la producción creando cuellos de botella en los centros de trabajo. Bajo JIT, la asignación detallada de órdenes puede ser hecha de manera muy efectiva en el piso.

Debido a su gran importancia, el mantenimiento preventivo debe ser incluido en el sistema de control de piso como un trabajo a ser programado en bases regulares. El mantenimiento preventivo consumirá recursos a corto plazo pero incrementará capacidad en las corridas largas, mejorando toda la operación del equipo.

* **Recolección y monitoreo.**- Uno de los cambios en esta actividad se debe al resultado del uso de lotes pequeños. A medida que decrece el tamaño de lote, el número de ordenes se incrementará, creando más órdenes que tienen que ser seguidas y monitoreadas en el sistema de control de piso. Ultimamente, el seguimiento formal de órdenes individuales puede ser abandonado completamente, como es el caso de muchos sistemas de manufactura repetitiva.

El monitoreo llegará a ser un proceso continuo haciendo que cada trabajador sea responsable por asegurarse que todas las partes que pasan a través de su estación, cumplen con los estándares permitidos.

* **Control/retroalimentación.-** JIT requerirá que esta actividad sea continua, con un gran énfasis sobre el aspecto del control.

El control será una responsabilidad del trabajador debido a que se debe llevar de una forma rápida y directamente en el piso de producción. Esta actividad requiere un conjunto de señales que indiquen inmediatamente qué se tiene que hacer y qué requiere el trabajador para responder rápidamente a esas señales.

C) JIT en manufactura y su interfase con MRP

La Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP) actualmente es uno de los procedimientos más ampliamente usado para la planeación y control de los inventarios de manufactura. Como en JIT, MRP está interesado en reducir el inventario de manufactura a través de mejorar la coordinación en el flujo de material. JIT sin embargo, no es un sustituto de MRP. En vez de esto, complementa las actividades del MRP.

Como un procedimiento para administrar el inventario, MRP genera un programa desfasado en tiempo de los requerimientos de componentes. MRP visualiza estos componentes así como las puestas de máquina, lotificación y tiempos de entrega como parámetros, y trata de minimizar los niveles actuales del inventario de manufactura expresados en valores actuales de estos parámetros. JIT por otro lado, trata estos parámetros como variables. Parámetros como las puestas de máquina son cambiados si son inconsistentes con el tipo de sistema de



producción que la gerencia quiere tener. Cuando se tiene un enfoque de esta naturaleza, se puede decir que el JIT en Manufactura complementa al MRP.

D) El JIT y el MRPII.

Estas filosofías de manufactura deben visualizarse como dos desarrollos complementarios en la empresa. Por ejemplo, MRPII provee a la manufactura con un enlace continuo y formal con el área comercial. Este enlace puede ser utilizado para hacer consciente al área comercial de la necesidad de proveer al área de manufactura de mejores pronósticos. Estos mejores pronósticos posibilitan a manufactura a reducir sus niveles de inventario. Por el otro lado, MRPII se beneficia del proceso continuo de revisión de la manufactura requerido por el JIT.



CAPITULO V
IDENTIFICACION AUTOMATICA



A) El código de barras

Atendiendo a la necesidad de dar una definición del código de barras, podemos considerarlo, como: *"un conjunto de barras y espacios de diferentes anchos que contienen información, y cuyo contraste puede ser interpretado por dispositivos de lectura óptica"*; si bien, no deja de ser una forma más de capturar información, en una terminal de computadora, tanto por el teclado como por los diferentes puertos seriales empleados.

Al efecto, por aportar un alto grado de confiabilidad, exactitud y velocidad en los sistemas automatizados, el empleo del código de barras se ha incrementado en la actualidad en diversos campos de la industria y en múltiples actividades, encontrando gran aceptación, al considerársele el sistema de identificación que representa un mayor ahorro en costos y tiempo, además de proporcionar exactitud y eficiencia.

El beneficio más importante es la captura de la información en el momento en que ésta se genera (en línea). Esto trae como resultado la calidad de las operaciones. Como ejemplo podemos mencionar los sistemas de tiempo y asistencia con las siguientes estadísticas: en sistemas manuales se tiene el 3% de error y en un sistema con identificación automática solamente el 0.003%³⁰. Si se quiere incrementar el sistema manual, es necesario incrementar la mano de obra por lo menos en un 10%³¹, mientras que por identificación

³⁰ Sharp, Kevin.; "Automatic Identification, Making it play"; Van Nostrans Rein Hold (VNR) computer library, 1990, p. 2.

³¹ Idem.



automática se elimina cualquier clase de formatos y la información se maneja directamente, siendo esta información oportuna y válida.

Advirtiendo que la recolección automatizada de datos, utiliza la más avanzada tecnología electrónica, para capturar la información que se genera en una compañía en base a un sistema de lectura óptica entrelazado a un sistema de computadoras. Debido al gran volumen de información que fluye en los diferentes departamentos de una empresa, es importante evaluar los distintos sistemas de captura de información que combinen los elementos tecnológicos y los recursos humanos disponibles.

Al hablar de tecnología, debemos comprender que no solamente esta integrada por las herramientas, equipos, instrumentos, sino también por las metodologías y prácticas que constituyen el quehacer humano.

Ahora bien, desde siempre ha existido un gran interés por parte de los industriales, en aumentar su competitividad y productividad, como un proceso permanente de búsqueda de la excelencia y de la satisfacción de las necesidades de los consumidores; siendo la tecnología el nuevo instrumento que aporta al estándar con que los países y las organizaciones pueden tener mejores alianzas y procesos de producción compartidos y cooperativos, permitiéndoles igualmente, mantener un idioma y prácticas comunes.

Actualmente, hay una tendencia en el comercio internacional de integrar la tecnología más avanzada de recolección y procesamiento de datos, para aumentar la productividad y competitividad de las empresas a través de metodologías y servicios que ofrezcan una solución de



calidad en sus resultados globales manteniendo un crecimiento sostenido y rendimiento adecuado sobre la inversión; por lo que es necesario contar con sistemas de soporte y procesos que mantengan la información contable y financiera al día, proporcionando transparencia para la asignación de los recursos, y una toma de decisión certera y oportuna.

B) Antecedentes históricos

Aún cuando quedo como proyecto, en 1949 se patentó en Estados Unidos de América, con la misma idea base con que actualmente se le conoce, un código de barras circular. Posteriormente en 1960, se registró por parte de la compañía Sylvania, para aplicaciones de control, la Rail identification Symbols, siendo hasta 1968 cuando la Identicon Corporation, crea el código de barras denominado UPC (Universal product Code) que es empleado en 1974 tanto en los Estados Unidos como en Canadá.

Asimismo, en 1974, INTERMEC presenta el código 39 respondiendo a la demanda de un código alfanumérico, y los sistemas de lectura por codificación se enlazan a los sistemas de computo en este periodo.

En Europa se crea y utiliza en 1976, el código EAN como aportación tecnológica de este Continente, fundamentada en el interés despertado por el código UPC. En 1977 y en 1982, INTERMEC desarrolla los códigos 11 y 93 respectivamente, sin dejar de mencionar que en 1981, se introduce en los Estados Unidos de América el código 128, para aplicaciones industriales.



A nivel nacional, cabe destacar que en 1986 fue fundada la Asociación Mexicana de Código de Barras (AMECOP), aparejando grandes logros y éxitos en su introducción y aplicaciones.

C) Características del código de barras

Antes de cualquier decisión sobre la tecnología a utilizar de identificación automática, es necesario realizar un estudio y analizar qué es lo que se busca, qué información es la que nos interesa, dónde se genera y qué se hace con ella. Además se deben considerar las ventajas de las distintas tecnologías y adaptarlo a las circunstancias que se presentan, esto no significa a que se acoplen a sistemas prefabricados, sino a las capacidades de las tecnologías de identificación automática.

La tecnología de código de barras, constituye una forma diferente de transmitir información a un sistema de computo. Las características que lo diferencian de otros sistemas de transmisión de datos son: la rapidez y la seguridad. A través del código de barras se puede transmitir información 5 veces más rápida que mediante un teclado, y con la seguridad de que esta información está validada en un 100%.

Aunque esta tecnología nace como respuesta a la necesidad de agilizar los sistemas de puntos de venta en los supermercados, actualmente, la cantidad de aplicaciones a nivel industrial que se han desarrollado, ubican al código de barras como la tecnología más viable y económica para la captura de información en procesos como el control de inventarios, inventario físico de existencias, control de desperdicios, monitoreo de máquinas, control de piso, control



estadístico de procesos, control de calidad, seguimiento de órdenes de producción, control de tiempo y asistencia, control de acceso y asignación de recursos, entre otros.

El procedimiento para la captura de la información debe de considerar para su funcionamiento 3 procesos básicos los cuales son: impresión, lectura, e identificación.

La impresión, es el punto de inicio del cuál dependerán todo el funcionamiento del sistema, y la realización adecuada del trabajos los lectores.

Las lecturas se podrán realizar desde un lápiz óptico, hasta pistolas láser portátiles que nos facilitarán las lecturas a distancia, la que a su vez es alimentada a un sistema de computo, para proceder a la decodificación y verificación correspondiente.

La identificación ó decodificación, no es más que la recepción, interpretación y envío en un lenguaje accesible (ASCII), de los caracteres ópticos hacia una computadora.

La decodificación consiste en la detección del grosor de las barras y espacios entre ellas, a través de su captura con lectores ópticos, que deslizan un rayo láser sobre las etiquetas codificadas, y que permiten transformar la cantidad de luz reflejada en un nivel lógico, para crear una cadena de dígitos binarios, que se dirige a una computadora para que se descifre el mensaje enviado a través de distintas simbologías uniformes.

La tecnología del código de barras en los sistemas de manufactura para llevar a cabo la captura de la información del piso de



producción, se han encontrado beneficios cuantiosos, pues la seguridad que permite su uso, hace posible que se incorpore a las actividades de producción, como uno más.

Asimismo, la tecnología de código de barras dentro de sus aplicaciones industriales, implica que no todas sus lecturas, así como la transmisión de datos, puede lograrse junto al equipo de cómputo; por ello se han desarrollado terminales portátiles, que permitan a los usuarios (Supervisores de Producción) total autonomía en la captura de la información, existiendo actualmente equipos tan avanzados, que pueden transmitir la información vía radiofrecuencia, logrando con esto, la actualización de cualquier sistema en tiempo real.

Los elementos a considerarse en cualquier proyecto de integración de código de barras, en toda actividad donde se aplique, son los siguientes:

- **Desarrollo de sistemas:** Consiste en la estructuración y programación de software, para soluciones específicas o a la medida.
- **Decodificadores:** Formados por un sistema de lectura y decodificación, pudiendo ser esta de posición fija o portátil.
- **Impresión y etiquetación:** Formado por un mercado de impresoras o sistemas de etiquetado, su función es sumamente importante pues así se genera el elemento principal de la tecnología de código de barras; y existen diferentes calidades y especialidades de impresión.

En resumen, las principales características que reúne el código de barras, son las siguientes:



-
- 1) Dinámico:** La lectura de un código se puede realizar indistintamente de izquierda a derecha o viceversa, ya que a través de un decodificador se restablece el orden correcto del mensaje.
 - 2) Flexible:** Nos permite elegir el código y seleccionar el tipo de lector de acuerdo al uso y aplicación que se le asigne.
 - 3) Preciso:** Reduce al mínimo la incidencia en errores.
 - 4) Rápido:** La rapidez de la captura de información en un sistema de cómputo se facilita 5 veces más sobre lo normal por teclado.
 - 5) Seguro:** Hace posible la lectura aún cuando la etiqueta sufra deterioro por manchas o maltrato.



CAPITULO VI
SITUACION ACTUAL



UNIVERSIDAD LA SALLE

Como se mencionó al inicio de este trabajo, esta segunda parte comprende la descripción del proceso actual y las propuestas que se hacen para su mejora sustancial.

A) Proceso de manufactura

En ésta sección se pretende describir las actividades y cambios fisicoquímicos que tienen lugar durante el proceso de elaboración de centros de caramelo cubiertos con chocolate.

El proceso de producción se divide en cinco etapas:

- I.- Elaboración de centro.
- II.- Fabricación de cobertura de chocolate.
- III.- Cubierta del centro de caramelo con chocolate.
- IV.- Brillado de centros cubiertos.
- V.- Empaque del producto terminado.

A.1. Diagrama de flujo

El siguiente diagrama de flujo muestra de manera gráfica, el proceso y las operaciones realizadas para la manufactura de centros de caramelo cubiertos con chocolate.

A.2. Descripción de las etapas del proceso**A.2.1. Elaboración del centro de caramelo**

Para llevar a cabo la elaboración del centro de caramelo, es necesario contar con las siguientes materias primas:

- * Glucosa
- * Agua
- * Azúcar granulada

El proceso de manufactura inicia con la preparación del jarabe para lo cual es necesario llenar una olla con recubrimiento de acero inoxidable que recibe el nombre de marmita con glucosa, la cuál es bombeada desde su tanque de almacenamiento. Dicho jarabe se forma con la adición de azúcar granulada y el agua de acuerdo a la formulación. La solución obtenida en dicha marmita se cuece mientras se mantiene en agitación a una temperatura predeterminada; después de alcanzar dicha temperatura, se cierra la alimentación de vapor hacia la chaqueta de la marmita. El volumen obtenido de jarabe cocinado es de 1,000 kg., el cuál es alimentado al Vacuum (cocinador de vacío) por medio de bombeo en batch's (pesadas) de 40 kg. por cocido, a una temperatura de 120 °C teniendo un tiempo de cocimiento de 11 minutos. Posteriormente el cazo del Vacuum es retirado con el caramelo el cual alcanza una temperatura de 106 °C.



En ese momento se lleva a cabo la adición de colorante, escencias y ácido cítrico.

La mezcla de estos ingredientes se lleva a cabo mediante una pala de teflón.

El cocido es vaciado sobre una mesa de trabajo la cual tiene como fin disminuir la temperatura del cocido a 90 °C que permitirá darle la plasticidad requerida.

Cuando se alcanza dicha temperatura, el cocido es transportado a una estiradora que cuenta con tres ejes los cuales llevan a cabo el estiramiento del caramelo. Al término del estiramiento, el cocido es transportado hacia la bastonadora. Ahí la temperatura es de 65 °C., y en la cual se va generando gradualmente un cordón de caramelo. Dicho cordón pasa a la egalizadora que esta formada por 3 pares de discos (egalizadores). Los discos cuentan con un ranurado en su interior que darán un estriado al cordón de caramelo al pasar entre ellos.

El cordón de caramelo pasa continuamente hacia el troquel en donde la tira es cortada en piezas de 5 mm. de espesor y de forma elíptica a las que se les denomina centros. Posteriormente estos centros son transportados por medio de un elevador de canjilones tipo jirafa hacia un túnel de vacío; la presión dentro del túnel es de 57 mmHg. Los centros atraviesan el interior del túnel por medio de una banda transportadora durante un tiempo de 25 minutos. Ahí con la diferencia de presión aumentan su tamaño hasta alcanzar un diámetro promedio de 1.8 cm. y un peso de 1.2 g (el tamaño alcanzado está en función de



la temperatura de alimentación del centro de caramelo a la entrada del túnel).

Los centros de caramelo inflados son inspeccionados sobre una banda en la cual se separan los centros rotos, deformes y los de tamaño muy pequeño los cuales son reprocesados inmediatamente mediante su incorporación a un nuevo cocido. Los centros que si cumplen con las especificaciones son almacenados en bolsas de polietileno con pesos de 11 kg y de 17 kg. cada una.

A.2.2. Fabricación de cobertura de chocolate

Para llevar a cabo la fabricación de cobertura de chocolate se emplea cacao fermentado como materia prima principal. El proceso del cacao fermentado comienza con la recepción del mismo en sacos y se almacena en el área de proceso. Este se vacía en transportadores de cangilones para ser llevado al sistema de limpieza. Ya limpio el cacao, es transportado hacia los tostadores para ser tostado a una temperatura de 145 °C. Una vez tostado, el cacao es llevado al sistema de descascarado y quebrado, donde es eliminada toda la cascarilla.

La parte útil del cacao llamada **NIB**, se transporta hacia un prerrefinador, para reducir su tamaño de partícula (40 a 60 micras aproximadamente) y elaborar el licor de cacao el cual pasa a través de un refinador para reducir aún más su tamaño de partícula (30 a 40 micras), después de lo cual es almacenado en depósitos de acero inoxidable.

Al mismo tiempo, se recibe el azúcar granulada en sacos de poliestireno tejido los cuales se vacían en un elevador de cangilones para ser depositada en una tolva de azúcar pasando por un magneto para eliminar probables residuos metálicos.

El licor de cacao y una parte de la manteca de cacao se pesan en la báscula del sistema automático Bauermeister de acuerdo con la fórmula aprobada, así también el azúcar granulada es pesada y se envían estos ingredientes al tanque mezclador Bauermeister. Los ingredientes son mezclados durante 15 minutos, tiempo en el cual se homogeniza la mezcla. Dicha mezcla es transportada hacia un prerefinador Buhler, con objeto de disminuir el tamaño de partícula a 40-60 micras aproximadamente.

Una vez prerefinada la mezcla, ésta es enviada a los refinadores que cuentan con 5 rodillos, con el fin de disminuir aún más el tamaño de partícula de la mezcla (20 a 30 micras aproximadamente). En esta etapa se deberá de verificar que el tamaño de partícula cumpla con las especificaciones aprobadas.

La mezcla refinada se transporta hacia la concha, donde se adiciona nuevamente manteca de cacao y dos escencias especificadas en la fórmula. El tiempo de conchado para la fabricación de la pasta debe de ser de 36 horas. Una hora antes de finalizar el proceso, se adicionará la parte restante de la manteca de cacao, junto con la lecitina especificada en la fórmula aprobada.



Transcurrido el tiempo de conchado, se toma una muestra para verificar la viscosidad, que debe de ser de 12,000 a 15,000 cp. a 40 °C.

Una vez que se han cumplido con las especificaciones de la cobertura de chocolate, esta es bombeada para su almacenamiento en un depósito térmico a una temperatura entre 45 y 50 °C. para posteriormente ser utilizada en el proceso del cubierto de centros de caramelo.

A.2.3. Cubierto de centros de caramelo con chocolate

El área de cubierto cuenta con 22 tambores de grageo denominados bombos. Hay 9 bombos chicos y 13 bombos grandes con capacidad para procesar 11 y 17 kg cada uno respectivamente, lo que hace una capacidad total de 320 kg por batch.

Los bombos chicos tienen una velocidad de rotación de 14.1 r.p.m. mientras que los grandes giran a 14.35 r.p.m.

La plantilla de mano de obra que opera en este proceso es de 8 personas, que son 7 Ayudantes de Operador en los 22 bombos y 1 Ayudante de Area elaborando mezcla de cocoa con azúcar pulverizada.

Cada uno de los operadores va hacia el área de almacenamiento de las bolsas con centros de caramelo y las transporta manualmente hacia donde se encuentran los bombos en los que va a trabajar. Posteriormente, vacía una bolsa de centros de caramelo por cada uno de los bombos de cubierto.

Después llena una canasta de plástico con cobertura de chocolate la cual ha sido temperada a 32 °C., una vez realizados estos pasos se iniciará el proceso de cobertura de los centros.

Se ponen a funcionar los motores que hacen girar a cada uno de los bombos y se procede a añadir lentamente cobertura de chocolate mediante un cucharón de acero inoxidable con capacidad de 2 kg.

Simultáneamente el operador restante prepara una mezcla de cocoa y azúcar pulverizada en un mezclador horizontal. El mezclador tiene una capacidad para procesar 110 kg por batch y a su vez cada batch se mezcla por un tiempo entre 12 a 15 minutos. Concluido dicho tiempo, se procede a embolsar la mezcla en pesadas de 3 kg. para bombos chicos y de 4 kg. para bombos grandes.

El agregado de la mezcla de polvos a los bombos, se va realizando lentamente cuidando que se vaya esparciendo y adhiriendo en los centros, mientras el bombo gira continuamente hasta terminar de agregar la mezcla. Al término, se detiene el bombo y se abre la compuerta del aire frío hacia el interior del bombo, y se dejan enfriándose los centros durante 1 hora.

Una vez transcurrido el tiempo de reposo, se comienza a agregar nuevamente cobertura de chocolate por medio del cucharón al bombo en movimiento y con la inyección de aire frío abierta. Terminando de agregar el cucharón de cobertura, se detienen el movimiento del bombo y se deja reposar con el aire frío mientras el operador realiza la misma operación con sus otros bombos. Cuando termina los otros bombos



vuelve al primero y repite la operación pero esta vez al terminar de agregar el cucharón con chocolate se deja girando el bombo con la alimentación del aire frío abierta durante 10 minutos aproximadamente en lo que realiza la misma operación con sus otros bombos. Después de ésto, se agregarán 2 cucharones más de chocolate por bombo, y terminado el último periodo de reposo, se para el bombo y se toman 10 centros cubiertos al azar para verificar que el peso promedio sea de 29 +/- 1 g, y en caso de que el peso sea inferior al peso promedio, se agregará chocolate nuevamente hasta alcanzar el peso necesario con el procedimiento ya indicado.

Al dar el peso correcto, los centros ya cubiertos, se dejan girando en el interior del bombo hasta que adquieran una forma esférica (10 a 20 minutos). Después de esto, se detiene el movimiento del bombo y se continúa la inyección de aire frío durante 10 minutos más y así enfriar completamente los centros cubiertos.

Durante cada uno de los periodos de reposo y enfriamiento cada uno de los operadores inspecciona el contenido de sus bombos retirando los centros que se hayan roto y separando los que se hayan unido con otros. Este desperdicio se envía al área de reproceso donde se funde el chocolate y se separa el centro de caramelo.

Al término de este proceso los bombos chicos producen 25 kg y los grandes 40 kg de centro cubierto por lo que la capacidad de la línea en una bombada es de 745 kg. de centro cubierto con un tiempo de 120 minutos.



Los centros ya cubiertos y enfriados, son almacenados en bolsas de polietileno antes de pasar a la siguiente fase del proceso de producción.

A.2.4. Brillado de centros cubiertos

El área de bombos de brillado cuenta con 5 bombos de acero inoxidable con una capacidad para procesar 120 kg de centros cubiertos cada uno, lo que da una capacidad de brillado de 600 Kg por batch.

El personal que labora en esta área son dos personas. Una Envolvedora y un Ayudante de Area.

Las bolsas con los centros cubiertos, son trasladados al área de los bombos de brillado mediante un diablito de carga. Una vez ahí se procede a vaciar 3 bolsas de 40 Kg o 5 bolsas de 25 Kg por bombo.

Posteriormente se ponen a girar los bombos, y se les adiciona goma arábica. Dicha goma se prepara en un recipiente de acero inoxidable y está compuesta por agua y goma arábica en polvo. Esta mezcla se revuelve con un agitador helicoidal durante 15 minutos.

Una vez elaborada la goma para brillado, se agregan lentamente 475 ml de ésta en cada uno de los bombos en movimiento mientras se hace circular aire frío y aire del medio ambiente filtrado al interior del bombo. Al terminar de agregar la goma, el bombo se deja girando, manteniendo las dos corrientes de aire durante 25 minutos aproximadamente, durante este período es importante verificar que los



centros se vayan secando y adquiriendo brillo. Después de adquirir el brillo uniforme, se cierra la compuerta del aire frío, y se deja abierta la del aire del medio ambiente para terminar de secar la goma durante un tiempo de 5 a 10 minutos.

Una vez perfectamente secos, los centros brillados son sacados del bombo y se colocan en una banda transportadora que los lleva hasta un detector de metales, en caso de encontrarse partículas metálicas, el producto es eliminado del proceso. Los centros que no tuvieron problemas son recibidos al final de la banda y son almacenados en bolsas de polietileno de 16 kg. cada una previamente identificadas con el lote de producción del día y turno en que se brilló dicho producto.

A.2.5. Empaque de producto

Para el empaque, se cuentan con tres máquinas empacadoras, con velocidades de 43, 46 y 96 golpes por minuto respectivamente, lo que da una capacidad total de 185 golpes por minuto equivalentes a 115 cajas de producto terminado (corrugados) por hora.

Cada una de las tres máquinas cuenta con una tolva en donde son vaciados los centros brillados. En la parte inferior de la tolva se encuentra un rodillo contador, el cual se encarga de dosificar la cantidad de producto a empacar en unos cangilones que transportan los centros brillados hasta una tolva de descarga.

De la tolva de descarga el producto pasa mediante un tubo hacia el área en donde es embolsado y codificado automáticamente según el



día y el turno en que se esta envasando. Las bolsas de producto terminado de las 3 máquinas son transportadas mediante una banda donde son tomadas por 5 personas para ser empacadas en cajas pequeñas (plegadizas) codificadas por 1 persona manualmente utilizando un sello de goma con el mismo criterio que las bolsas. Por último, 2 personas empacan las plegadizas en corrugados para obtener finalmente el producto terminado en la línea de producción.

Cabe mencionar que la operadora de las máquinas es la encargada de verificar que el producto terminado cumple con las especificaciones. Para ello, cada 15 minutos verifica por medio de una báscula el peso de 20 bolsitas; en caso de encontrar desviación se toman las medidas pertinentes. Además, la lectura tomada es registrada en una gráfica de control estadístico que entrega a la supervisión de producción al término del turno.

Los corrugados ya cerrados y perfectamente sellados son acomodados sobre un pallet de madera de acuerdo a las especificaciones de palletaje. Cada pallet es identificado mediante una tarjeta de cartón en la que se tiene la fecha y turno de producción, la clave y descripción del producto, la cantidad de cajas en el pallet, el número de pallet en el turno y el nombre del supervisor en turno. Además se le coloca una etiqueta de producto detenido (no apto para la venta) mientras pasa su tiempo de cuarentena que es de 5 días a partir del día de fabricación.



Posteriormente se trasladan los pallets al almacén de producto terminado de la planta. El control de la producción del día se realiza turno por turno y se lleva de manera manual. Una vez registrada la producción se encuentra lista para ser enviada al Centro de Distribución de la Ciudad de México.

A.3. Control de piso 100% manual

El sistema de manufactura gira en torno a órdenes de producción mensuales por clave de producto y éstas, a su vez, son divididas (transformadas) en un programa de producción semanal.

Estás órdenes son enviadas por el departamento de Planeación de Producción a los departamentos de: Almacén (materias primas y material de empaque), Producción, Ingeniería Industrial y al de Contabilidad. En ellas, se estarán registrando las salidas de los materiales generadas en base a estándares de producción emitidos por el departamento de planeación de la producción bajo el cual el departamento de producción hará sus órdenes de salida de materiales al departamento de almacén de materias primas y asignadas directamente a las órdenes correspondientes durante el periodo trabajado. Dichos requerimientos son solicitados bajo un formato de salida de materias primas que contiene los siguientes datos: el número de la orden de producción, la fecha, las clave(s) y descripción(s) de las materias primas solicitadas, la cantidad solicitada en kilogramos o piezas y la cantidad real una vez surtida al piso de producción.



A continuación se presenta el documento mediante el cual el departamento de producción, solicita los materiales al almacén de materias primas para el surtimiento del mismo:

ORDEN DE SALIDA DE MATERIAS PRIMAS			No. 0001	
No. orden: _____		Fecha: _____		
Clave M.P.	Descripción	Cantidad en Kg.		
		Pedida	Surtida	
Vo.Bo.Almacén Entregó		Vo.Bo.Producción Recibió		

Es de vital importancia el que la orden de salida, cuente con todos y cada uno de los datos mencionados anteriormente ya que el no contar con alguno de éstos, provocará el no surtimiento del vale para evitar que las órdenes de producción y de materiales caigan en errores como:

- * Desbalanceo de las órdenes contra. los estándares establecidos.
- * Errores de inventarios en cierres.
- * Error en el costeo de las órdenes.

En el momento en que el almacén de materias primas lleva a cabo el surtimiento del vale de materiales, el personal asignado al almacén, lleva a cabo el descargo de los materiales a hojas de control en donde están catalogadas las materias primas y dichas materias primas asignadas a las órdenes de producción. Por consiguiente los insumos de materias primas, son capturadas a dichas hojas de control mediante programas en D'base. Paralelo a este procedimiento, el departamento de producción por medio de los supervisores, tendrán que reflejar cuales son sus insumos durante los turnos trabajados reportando y capturando adecuadamente los reportes elaborados en cada una de las etapas del proceso.

Los datos que el reporte de producción deberá contener para complementar la orden de producción y cerrar el ciclo de transformación de las materias primas son los siguientes:

1. Fecha y turno de la elaboración del reporte.

2. No. de la orden de producción según centro de trabajo.
3. Cantidad producida según centro de trabajo.
4. Cantidad de reproceso por centro de trabajo obtenida durante el turno.
5. Desperdicios obtenidos por centro de trabajo en el turno.
6. Mano de obra por centro de trabajo.

En el momento de que el supervisor realiza dicho reporte, es capturado en el sistema (D'base), y la orden esta siendo cargada y actualizada turno a turno para llevar a cabo el balanceo de las órdenes según los centros de trabajo.

Es importante mencionar que durante los turnos trabajados, y basados en los posibles cambios que se hagan sobre la marcha en el programa de producción, es necesario hacer devoluciones al almacén de materias primas, por lo que existe un documento para poder hacer dicha devolución al almacén. Dicho vale de devolución deberá contener:



ORDEN DE DEVOLUCION DE MATERIAS PRIMAS			No. 0001
No. orden: _____		Fecha: _____	
Clave M.P.	Descripción	Cantidad en Kg.	
		Pedida	Surtida
Vo.Bo.Almacén Recibe		Vo.Bo.Producción Entrega	

La retroalimentación diaria de cada una de las actividades del proceso sirve de base a las diferentes áreas de la Empresa para la toma de decisiones de acuerdo a sus necesidades, es decir:

El departamento de Planeación de la producción en el momento de que el personal del almacén asigna los materiales a producción y actualiza sus inventarios, está en posibilidades de detectar cuáles son



sus requerimientos de materiales para colocar las nuevas órdenes de compra.

Al departamento de Costos, le ayuda para llevar a cabo el costeo de las órdenes, y el comparativo real de los estándares y los insumos durante el mes.

Al departamento de Ingeniería Industrial, para llevar a cabo todas las estadísticas y estudios relacionados al proceso productivo.

Como se ha visto, la importancia que tiene la retroalimentación de lo que ocurre en el proceso productivo es vital para el buen funcionamiento de cada uno de los departamentos de la Empresa, sin embargo, el ciclo de retroalimentación no queda cerrado hasta que al cierre de mes se realiza el inventario mensual, y se concilia toda la información que se realizó durante el mes tanto en las áreas de almacenes como en el piso de producción. Dichos inventarios reportan los inventarios en proceso (piso de producción) y en almacenes, y contribuyen a complementar las órdenes de producción que fueron retroalimentadas durante los turnos de trabajo.

Una vez liberados los inventarios por el departamento de Contabilidad, se lleva a cabo la captura de los inventarios a cada una de las órdenes de materias primas abiertas en el sistema, y se lleva a cabo un cierre (actualización de saldos) preliminar de las órdenes de producción para detectar y aclarar las posibles desviaciones (menores al 5%) contra los estándares o costos para que se pueda llevar a cabo el costeo de las mismas.



Dicho costeo llevado a cabo por un grupo Staff integrado por personal de las áreas de Contabilidad, Planeación de materiales, Ingeniería Industrial, Control de Calidad y Producción, forma la parte más importante del balance ya que ahí es donde se reflejarán y aclararán ante el Comité de Dirección de la Empresa, todas y cada una de las desviaciones de inventarios en todas y cada una de las órdenes de producción.

Una vez aclaradas las desviaciones si es que existen, el grupo Staff procederá a cerrar las órdenes de producción, y dejar todo en manos del departamento de Contabilidad para que se lleve a cabo el cierre definitivo y el costeo de las órdenes de producción.

Una vez realizado el cierre de mes, el departamento de Planeación, emite las órdenes de producción que entrarán en operación para el próximo mes, y le proporciona a las diferentes áreas el Programa de Producción semanal bajo el que se llevará a cabo el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Como podemos observar, la manera en que actualmente se lleva a cabo el Control de Piso, es un proceso 100% manual, en donde se han detectado frecuentemente los siguientes problemas:

A) Factor humano:

1. Errores en la asignación de las claves de las materias primas a la orden de producción.



2. **Error en la asignación de la orden de producción.**
3. **Improductividad en el llenado de los vales de salida y devolución de los materiales por parte del personal de producción asignado en dichas funciones.**
4. **Errores en la toma de inventarios en los cierres de mes programados por el departamento de Costos.**

Estos errores afectan directamente a los niveles de inventarios, y por consecuencia directa a la orden de producción, la compra de materias primas, y el costeo de la orden de producción. Dichas desviaciones deberán de ser aclaradas por parte de Producción en cada cierre de mes, lo cual es un proceso muy complicado y que consume mucho tiempo y recursos, ya que el error se tendrá que localizar manualmente buscando en los vales de materiales y en los reportes de producción diarios.

El hecho de tener errores en estos pasos contribuye a que las tomas de decisiones que son una función primordial en el proceso de manufactura no se tomen adecuadamente aunado a que el monitoreo de las órdenes de producción se ejecuta mensualmente y es un balance acumulado de los turnos trabajados, en donde se pierde la objetividad de los estándares de producción y por consiguiente grandes o pequeñas diferencias en los inventarios en el momento en que las órdenes son costeadas al final del mes.



A.3.1. Control de mano de obra

Además de contar con un proceso que ayude a establecer los controles en el área de manufactura, es necesario el no olvidar la parte más esencial de cualquier proceso y que es el Recurso Humano, por consiguiente, es necesario entender cual es la forma en que el área de Producción administra al personal del piso productivo.

Actualmente en el área de manufactura se cuenta con una plantilla de personal sindicalizado, el cual se encuentra clasificado dentro de un tabulador (Masculino y Femenino) establecido según:

- * Antigüedad en la empresa
- * Habilidad y destreza
- * Responsabilidad hacia el trabajo
- * Disciplina

El tabulador, cuenta con diferentes categorías que son la base para fijar las percepciones del personal así como el tipo de trabajo que puede desempeñar. Dichas categorías son:

a) Personal Masculino:

- Operador A
- Operador B
- Ayudantes de Operador

- Ayudantes de Area
- Ayudantes Generales
- b) Personal Femenino:**
- Maquinista
- Envolvedora
- Ayudante de Operador
- Ayudante de Area
- Ayudante General

Estas categorías se distribuyen en los diferentes centros de trabajo del proceso de acuerdo a cada una de las actividades y responsabilidades que se requieran en cada uno de ellos y de esto el departamento de producción obtiene las bases para la asignación del personal en el Roll de turnos. El personal desarrolla sus actividades de acuerdo a la asignación que se le dio en el roll. Cada roll tiene una vigencia de 15 días, consta de 3 turnos de seis días (Lunes a Sábado), y cada turno es de 8 horas de trabajo diarias.

A.3.2. Roll de turnos

En el caso de que un trabajador desempeñe sus funciones en un centro de trabajo que este clasificado con una categoría mayor a la



suya, será necesario pagarle la diferencia existente entre ellas de acuerdo al número de horas trabajadas en él.

En lo que respecta al control de asistencia, se lleva a cabo por medio de tarjetas personales y un reloj checador. En caso de que un trabajador falte, el supervisor será el encargado de asignar el personal necesario para cubrir la ausencia.

En caso de que el departamento de producción decida trabajar tiempo extra, el supervisor en turno, será el encargado de asignar las cuadrillas de trabajo que laborarán en cada uno de los centros de trabajo, y de llenar los formatos de control de tiempo extra con las horas trabajadas de cada trabajador junto con la categoría en la que se laboró el tiempo extra. Esta información se acumula semanalmente y se emite un reporte en el que el tiempo es desglosado según la categoría en la que se hayan desempeñado las funciones, por ejemplo, un trabajador con una categoría de ayudante de área que haya realizado un trabajo de 10 horas en un centro de trabajo en el que se requería un ayudante de operador recibirá el pago de 10 horas adicionales junto con la diferencia económica entre su categoría y la desempeñada realmente.

Como se puede observar, este sistema presenta varios inconvenientes:

- * El tiempo que el supervisor emplea (improductividad) en realizar las listas correspondientes en lugar de optimizar los procesos de producción.

* Las altas probabilidades de error (información errónea, omisión, etc) en el vaciado de información que pueda generar una desmotivación en el personal por no recibir al final de la semana la remuneración esperada o una pérdida para la empresa en caso de favorecer al trabajador.

Debido a todas estas problemáticas, se hace indispensable el generar una propuesta de implantación de un Sistema de Control de Piso Automatizado que proporcione versatilidad tanto en la gestión del proceso de manufactura como del recurso humano.



CAPITULO VII
PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PISO
EMPLEANDO CODIGO DE BARRAS

Basados en la necesidad de llevar a cabo cambios dramáticos que contribuyan en una mejora sustancial del proceso productivo descrito, nos hemos enfocado en la tarea de generar una propuesta sobre cual sería la mejor manera de optimizar el flujo de información entre todas y cada una de las áreas de la empresa. Esto agilizará las actividades orientadas hacia el monitoreo y control del proceso y permitirá detectar oportunamente cualquier desviación posible para que el personal correspondiente tome las decisiones que considere necesarias.

Por lo tanto, en este capítulo, se describirá paso a paso cual será la manera de llevar a cabo un Control de Piso, basado en información automatizada con ayuda del código de barras.

A.1. Requerimientos del sistema

Para lograr un óptimo manejo de la información a lo largo del proceso, es necesario determinar cuales serán las herramientas que ayudarán en la automatización de la misma.

El equipo que se recomienda es:

1. Sistema I.B.M. A.S.400 (hardware), cuya función primordial será el procesamiento de información y manejo de bases de datos comunes, que servirán a las diferentes áreas de la empresa para generar e interpretar controles y consultas de información.



2. Sistema de control BPC'S (Business Planning and Control System) (Software), para la administración de información basada en los siguientes parámetros:

- Exacta
- En el momento requerido
- Concisa

Es importante mencionar que las bases de datos que se requieren para que el sistema opere adecuadamente, son:

A.- Archivos de planeación.- El propósito de este archivo es registrar los datos relevantes y relacionados a la parte (artículo). Los siguientes campos son especialmente importantes para el Sistema de Control de Piso:

- * Número de parte
- * Descripción de la parte
- * Tiempo de entrega de manufactura
- * Existencia actual
- * Cantidad comprometida
- * Cantidad requerida

B.- Archivos de rutas.- Este archivo contiene los datos relacionados a los eventos requeridos para fabricar o ensamblar un artículo :



- * Número de operación
- * Descripción de operaciones
- * Horas de preparación
- * Horas de corrida
- * Códigos para distinguir tipos de operación

C.- Maestro de centros de trabajo.- Su propósito es agrupar datos como capacidad, estado en que se encuentra, carga y desempeño:

- * Número del centro de trabajo
- * Número de turnos por semana
- * Número de horas máquina por turno
- * Número de horas de mano de obra por turno
- * Eficiencia
- * Utilización
- * Tiempo de espera

D.- Archivos de control.- En él se almacena un resumen de los datos relacionados a la orden como son:

- * Prioridad y estado
- * Información de costos



- * Número de la orden en piso
- * Cantidad a ser producida
- * Cantidad ya terminada y aprobada
- * Cantidad surtida de material
- * Fecha de entrega
- * Diferencia a producir

E.- Archivo de detalle de órdenes en piso.- Su función es almacenar toda la información de planeación, programación y prioridades relacionadas sobre la operación de una orden en el piso, como:

- * Número de operación
- * Horas de preparación reportadas
- * Horas de proceso reportadas
- * Cantidad real reportada
- * Cantidad de desperdicio reportada
- * Tiempo de entrega restante contra. tiempo de entrega

3. Lectoras de códigos de barras, que permitirán el registro oportuno y exacto de la información en el piso de producción y en otras áreas de la empresa tales como:

- a) Asistencia



- b) Tiempos extras
 - c) Nómina
 - d) Inventarios en proceso
 - e) Tiempos ciclos de las diferentes etapas del proceso
 - f) Reprocesos
 - g) Desperdicios
 - h) Tiempos muertos
4. Impresoras de código de barras para la emisión de etiquetas de identificación en los diferentes centros de trabajo del proceso.

A.2. Propuesta de un nuevo sistema

A.2.1. Proceso productivo

Esta sección del proyecto es la parte más importante, ya que después del análisis de la situación actual, se han detectado algunas áreas de oportunidad tendientes a mejorar la productividad de la empresa.

Un elemento indispensable en el Control de Piso, (como se a mencionado en el Capítulo 3), es la **orden de trabajo**. Actualmente, se genera una orden de trabajo mensual cuya única finalidad es la de darle a conocer al departamento de producción la cantidad a producir de un determinado producto, detectándose aquí una primera necesidad de generar órdenes de trabajo por cada uno de los lotes a producir. Dichas



órdenes se identificarán con un código de barras impreso durante todo el proceso, las cuales se irán leyendo en los diferentes centros de trabajo.

Una vez liberadas las órdenes de trabajo, éstas son entregadas al departamento de producción y al almacén de materias primas.

Considerando que el almacén de materias primas y materiales de empaque identifica cada uno de sus materiales (lectores ópticos) en el momento en que son entregados por el proveedor, con un código de barras el cual contiene:

- Clave del producto
- Cantidad y unidad de medida (Kg., piezas., sacos, etc.)
- Fecha de recepción

podrá ir separando las materias primas de acuerdo a las órdenes de trabajo, asignándolas a éstas mediante los códigos mencionados permitiendo tanto un mejor manejo de inventarios como un estricto control de calidad.

Con ésto, el departamento de almacén estará optimizando su operación para que en el momento en que el departamento de producción solicite el surtimiento de la orden, éste la tenga lista para entregar.

Por su parte el departamento de producción, llevará a cabo la asignación del personal sindicalizado, de acuerdo al número de turnos a trabajar designados en las órdenes de trabajo, para que en el momento



en que las materias primas sean distribuidas en los diferentes centros de trabajo, se inicie el proceso de producción:

Una de las actividades necesarias e indispensables a implantar en esta nueva propuesta y en todos los centros de trabajo, es la de registrar cualquier evento (inicio, fin, tiempo muerto, etc.) en el sistema de control mediante el empleo de una plantilla de resumen de actividades en las cuales se encontrarán codificadas en código de barras las diferentes causas que intervengan durante el proceso: es decir, con estas plantillas se podrá registrar en el caso de que se descomponga una máquina, la hora en que se descompuso, la hora de llegada del mecánico al centro de trabajo, la hora de inicio y fin de la reparación y por último la hora de reanudación de operaciones en el centro de trabajo.

Tomando en cuenta que contamos con órdenes de trabajo para cada centro de trabajo, a continuación se mencionarán los cambios que se implantarán en cada uno de ellos:

Como se ha mencionado en líneas anteriores, el primer paso a efectuar por parte de los trabajadores es el de leer su credencial mediante el decodificador para registrar su llegada al centro de trabajo correspondiente. Posteriormente el responsable del centro de trabajo será el encargado de leer el código de barras de la orden a producir, lo que registrará en el sistema tanto el número de orden como la hora de inicio de la operación.

Una vez registrado el inicio de la operación, los trabajadores estarán alimentado (según los centros de trabajo de que se trate) las

materias primas y/o los materiales de empaque que se estén utilizando, así como reprocesos y desperdicios generados durante el proceso.

Con la utilización de las plantillas mencionadas anteriormente se podrá registrar cualquier paro durante el proceso, ya sea por descomposturas, falta de materiales, descansos, comidas, juntas, inventarios, etc. lo que nos dará información nunca antes obtenida y por lo tanto no cuantificable.

Cada vez que en cada centro de trabajo se produzca una unidad de producto (Kg, caja, tarima o batch) se realizará su registro en el sistema mediante el empleo de la plantilla mencionada anteriormente lo que generará una etiqueta de identificación en la impresora de códigos de barras para identificar inventarios en proceso.

Por último, cada vez que un centro de trabajo termine la producción de la orden asignada, el responsable del centro de trabajo será el encargado de registrar el fin del proceso con lo que el sistema será capaz de analizar los siguientes parámetros:

- * Tiempo ciclo por centro de trabajo
- * Tiempo ciclo del proceso de la orden
- * Tiempos muertos (descomposturas, comidas, etc.)
- * Materias primas y/o material de empaque utilizados
- * Falta de materiales



Como se puede observar esta nueva propuesta permite tener información actualizada y al instante de lo que está sucediendo con cada una de las órdenes de trabajo como serían consumos de materiales, tiempos ciclos, tiempos muertos, así como el balance total de la misma; todo esto permitirá una toma de decisiones precisa y fundamentada por parte del personal.

A.2.2. Control de mano de obra

El elemento indispensable para lograr la automatización de la información de la mano de obra será el de asignarle al sistema informático el rol de turnos quincenal con el objeto de asignar automáticamente al personal a los diferentes centros de trabajo así como a las diferentes categorías de acuerdo al trabajo a desempeñar.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las diferencias de categorías se registraban al final de la semana en el formato por parte del supervisor con los inconvenientes ya conocidos; por lo que el tener el rol de turnos proporcionará las siguientes ventajas:

1.- El sistema calculará automáticamente las diferencias de categorías de los trabajadores comparando la categoría que actualmente tienen en el tabulador contra la categoría del puesto asignado en el rol.

2.- Optimización de la elaboración del próximo rol de turnos.

3.- Minimización de los errores (cero) en el manejo de la nómina por parte de producción. Actualmente es de 20% aproximadamente.

Esto facilitará y optimizará el control de las diferencias de categorías que se hacía manualmente por parte del área de producción.

En lo referente al control de mano de obra, la propuesta consiste en lo siguiente:

Cada uno de los empleados de la planta (tanto sindicalizados como personal de confianza) deberá tener una identificación personal con código de barras con la siguiente información:

- Número de Nómina
- Nombre
- Categoría/Puesto

Dicha credencial contribuirá primordialmente para el control de asistencia la cual será la base para:

- Asignación del personal al roll de turnos
- Premios de puntualidad

Asimismo, adicional a esta asistencia, se controlará la siguiente información:

- Tiempos extras
- Diferencias de categorías
- Vacaciones
- Incapacidades



*** Cambios de turno**

El acceso a las instalaciones de la fábrica será única y exclusivamente por la puerta principal. Esta cuenta con un sistema de torniquete que solamente accionará cuando se deslice la credencial por la lectora e identifique al trabajador, registrándose en ese momento la hora de llegada a las instalaciones.

En el momento en que el trabajador se presenta en la planta será necesario que deslice nuevamente su credencial para registrar su asistencia y su puntualidad en el centro de trabajo (cabe señalar que se tienen 2 minutos de tolerancia después de la hora de inicio del turno); este registro servirá para que el supervisor de turno esté enterado de las faltas del día y pueda llevar a cabo las asignaciones de personal necesarias para cubrir las ausencias. Por consiguiente si un trabajador lleva a cabo un registro fuera de tiempo, el sistema pedirá al empleado la autorización por parte del supervisor en turno para poder laborar; esta autorización funcionará de la siguiente manera:

- 1.- Leer clave de autorización vía plantilla o código,
- 2.- Lectura de la credencial del supervisor,
- 3.- Lectura de la credencial del trabajador.

Una vez contando con estos tres movimientos, el trabajador podrá llevar a cabo sus actividades en el centro que le corresponde.

Asimismo, los registros se emplearán para que el departamento de recursos humanos asigne los premios de puntualidad y asistencia.



Si fuera necesario que se labore tiempo extra, éste se podrá registrar y autorizar inmediatamente por el supervisor en turno de la siguiente manera:

- 1.- Leer clave de autorización vía plantilla o código,
- 2.- Lectura de la credencial del supervisor,
- 3.- Lectura de la credencial del trabajador.
- 4.- Digitar el número de horas extras a trabajar.
- 5.- Asignación de categoría.

En el caso de que un trabajador no se encuentre disponible ya sea por vacaciones, incapacidad o permiso el departamento de recursos humanos capturará los periodos correspondientes en el sistema para que el departamento de producción tome las medidas pertinentes en la programación del roll.

El sistema podrá proporcionar de manera individual o acumulada en diferentes formatos y a diferentes áreas la información necesaria sobre el personal del piso de producción.



CONCLUSIONES



1. Los Sistemas de Control de Piso ligan el sistema de planeación al Control de Piso. Como resultado cuando el sistema de planeación sufre algún ajuste o modificación significa que el sistema de Control de Piso también debe cambiar.

Así mismo, no hay que perder de vista que uno de los principales objetivos de la Planeación Maestra es el de desarrollar un plan realizable que cuando sea ejecutado logre satisfacer las necesidades del cliente con la menor inversión en el inventario, el más bajo costo de manufactura y los máximos ingresos en todo el proceso por hora de mano de obra y máquina.

2.- Para cumplir el objetivo de la planeación maestra es necesario encontrar el equilibrio entre las diferentes necesidades de cada una de las áreas que forman la empresa:

- Ventas y Mercadotecnia buscan entregas rápidas.
- Finanzas y Contabilidad buscan nivel de inventario bajo.
- Ingeniería desea un tiempo de diseño más largo.
- Manufactura busca planes de producción fijos y firmes.
- Administración desea un bajo costo.

... y una de las formas de lograrlo es teniendo un sistema de Control de Piso ágil y flexible ante las circunstancias cambiantes del mercado.

3.- El control de la actividad productiva (o Control de Piso) cubre los principios, enfoques y técnicas empleadas por los Gerentes para



planear, programar, controlar y evaluar la efectividad de las operaciones de producción.

4.- El Control de Piso agrupa todos los recursos de manufactura tales como hombres, máquinas, inventarios de materiales y equipo de manejo de materiales.

5.- El Control de Piso constantemente sufre cambios como resultado de la introducción y uso tanto de nuevos procedimientos de planeación como de nuevos métodos de resolver problemas en los procesos. Para el gerente el reto es identificar aquellos cambios que tengan el efecto de mayor potencial hacia el control de piso y determinar como altera al sistema actual para poderlo adecuar a esta mejoras.

6.- El Control de Piso no solamente gerencia el flujo de producción en el piso, sino lo más importante, el flujo de información. Lo que sucede en el control de piso determinará si la empresa cumplirá con sus objetivos globales. Un buen control de piso es tan importante para el éxito de la empresa como lo es una buena planeación.

7.- La información juega un papel muy importante dentro del control de piso. Todas las unidades de la empresa requieren de un desarrollo y la presencia de una base de información exacta, a tiempo y completa, el desarrollo de una base de datos común, y el desarrollo de procedimientos formales para el uso de la información y el mantenimiento de su calidad. Altamente implicado en esto es que la información es un activo corporativo importante, tan importante como el éxito del inventario y debe gerenciarse con el mismo cuidado y atención



a detalle como el que se dedica a la administración y control del inventario.

8.- Aunque la información esté disponible, ningún beneficio se obtendrá si alguien no la transforma en acción.

9.- Los usuarios del sistema de Control de Piso deben estar abiertos a compartir tomas de decisión con personal de otros grupos cuando los problemas sean de mutuo concernientes.

10.- Los sistemas de Control de Piso deben asegurar que las prácticas de operación usadas en el Piso son consistentes con los objetivos corporativos, lo cual implica el conocimiento de la estrategia corporativa.



BIBLIOGRAFIA



BRUHN, E.L., ¿Control de Piso?. Usted no lo puede controlar, si usted no lo conoce", 22va Conferencia Anual APICS, San Louis, Missuri, 1980.

CARTER, Phillip, "Shop Floor Control", Editorial Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1985, p. 35.

GROOVER, M.P., "Sistemas de Producción Automáticos y Manufactura auxiliada por Computadora", Editorial Prentice Hall, Nueva Jersey, 1980, p.511.

HALL, R.W., "Driving the Productivity Machine", APICS, Washington, D.C., 1981.

HALL, R.W., "Zero Inventories", Editorial Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1983.

HOUTZEEL, A., "Integrating CAD/CAM Through Group Technology", Organization for Industrial Research, Massachuset, 1982.

IBM, "Communications Oriented Production and Information Control System", White Plains, N.Y., 1972, p.2.

IBM, "Engineering and Production", Communications Oriented Production Information and Control System, Vol 1, Nueva York, 1982, p.13

JANSON, R.L., "Control de producción", Conferencia APICS, Toronto, Ontario, 1982, pp. 378-383.

KADIS, R.W., "Realtime Feedback-Shop Floor Control", Production and Inventory Management Review 2, No. 6, Junio 1982, pp.40-43



LEVULIS, R.J., "El impacto de Grupos Tecnológicos en la Producción y el Control de Inventarios", 25va Conferencia APICS, Chicago Illinois, 1982, p.67.

MECK, R.A., "Maximizando todos los beneficios del Control de Piso", 18va. Conferencia Anual APICS, San Diego, California, 1975.

MONK, J.G., "Administración de operaciones", Editorial McGraw Hill, 1981, p. 537.

NELLEMANN, D.O., "Closing the Shop Floor Control Financial Loop", 23va Conferencia APICS, Los Angeles, California, 1980.

NICHOLSON, T.A.J., "A Practical Control System for Optimizing Production Schedules", International Journal of Production Research 9, No. 2, 1981, pp. 219-227.

ORLICKY, J.A., "Planeación de Requerimiento de Materiales", Editorial McGraw Hill, Nueva York, 1975, p. 15.

PARAISO, A. "Bar Coding: A Brief Introduction", Production and Inventory Management Review 2, No. 6, Junio 1982, pp. 16-19.

PULLEN, R.D., "A Survey of Cellular Manufacturing Cells", The Production Engineer, September 1976, p. 451.

SHADD and JANNING, "Voice Recognition- Back again and Better", Modern Material Handling 38, No. 6, Abril 1983, p. 52.

SHARP, Kevin.; "Automatic Identification, Making it play"; Van Nostrans Rein Hold (VNR) computer library, 1990, p. 2.

SHERRIL, R. C., "Hot list to queue list", 20va Conferencia Anual APICS, Washington, D.C., 1977.

WALLACE, T.F., "Diccionario APICS", Cuarta Edición, Washington, D.C., 1980, p.26.

