



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN

Requerimiento de Materiales Productivos Dinámico

Autor: Javier Montañés

Tutor: Germán Tisera

Córdoba

2015



Requerimiento de Materiales Productivos Dinámico por Javier Montañés se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Agradecimientos

- *A los profesores German Tisera y Martin Ludueña, por su apoyo y por guiarme en el proceso.*
- *A los Ingenieros Aldo Rozze y Guillermo Rozze, dueños de la Empresa INDUMIX SA, por facilitarme hacer uso de la empresa para desarrollar la herramienta del trabajo de aplicación.*
- *A Germán Tisera por ser el Tutor de este trabajo de aplicación, y por guiarme en el proceso.*
- *A mi hermana, Magister María Fernanda Montañés, por su revisión final y por aconsejarme realizar la Maestría.*

Índice de contenidos

PRESENTACION DEL PROYECTO	- 1 -
Resumen.....	- 1 -
Marco Teórico	- 2 -
Metodología	- 2 -
Objetivos del trabajo.....	- 4 -
Límites o Alcance del trabajo.....	- 5 -
Organización del trabajo.....	- 5 -
Introducción.....	- 6 -
CAPITULO 1: GESTION DE INVENTARIOS	- 8 -
1.1 Importancia de la gestión de inventarios.....	- 8 -
1.2 Inventarios de seguridad y puntos de reorden	- 9 -
1.3 Decisiones para la administración de inventarios	- 10 -
1.3.1 Preguntas fundamentales para la administración de inventarios.....	- 11 -
1.3.2 Elementos que constituyen al marco de referencia para la toma de decisiones en producción e inventarios.....	- 11 -
1.4 Factores de importancia para la toma de decisiones en inventarios	- 12 -
1.4.1 Factores de costo	- 12 -
1.4.2 Tiempos de reposición	- 12 -
1.4.3 Tipo y patrón de demanda	- 13 -
1.5 Gestión de Inventarios en INDUMIX.....	- 13 -
CAPITULO 2: JUST IN TIME	- 15 -

2.1 Filosofía de Just in Time.....	- 15 -
2.2 Programación de la producción con JIT.....	- 16 -
2.3 Fuente de información.....	- 17 -
2.4 Desventajas del JIT.....	- 18 -
CAPITULO 3: ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION.....	- 19 -
3.1 Concepto de administración de la producción.....	- 19 -
3.1.1 Núcleo de la dirección de operaciones.....	- 20 -
3.1.2 Funciones adicionales.....	- 21 -
3.2 Dificultades de la gestión de la producción.....	- 22 -
3.3 Objetivo de la administración de la producción.....	- 23 -
3.4 Información para la gestión de la producción.....	- 24 -
3.4.1 El plan maestro de producción.....	- 24 -
3.4.2 La estructura del producto.....	- 24 -
3.4.3 El estado de los stocks.....	- 25 -
3.4.4 Las rutas de producción.....	- 25 -
3.5 Requerimientos de Materiales Productivos (MRP).....	- 26 -
3.5.1 Información con que se alimenta el MRP.....	- 27 -
El MRP parte de información básica formada por:.....	- 27 -
3.5.2 Otra información relevante.....	- 28 -
3.6 Beneficios.....	- 29 -
3.7 Administración de la producción en INDUMIX.....	- 31 -
La estructura del producto.....	- 31 -
CAPITULO 4: DESARROLLO DE UN MRP DINÁMICO PARA INDUMIX.....	- 32 -

4.1 Qué implica el desarrollo de un MRP dinámico	- 32 -
4.2 Plan Maestro / Plan de entrega	- 33 -
4.3 Estructuras de productos.....	- 35 -
4.4 Niveles de inventarios	- 36 -
4.5 Requerimiento de materiales productivos MRP	- 36 -
CAPITULO 5: IMPLEMENTACIÓN DE UN MRP DINÁMICO EN INDUMIX.....	- 40 -
CONCLUSIONES FINALES	- 41 -
BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN	- 44 -

Índice de gráficos

Gráfico N° 1: Metodología para el desarrollo de un MRP dinámico	- 4 -
Gráfico 2: Gestión de Inventarios	- 14 -
Gráfico N° 3: Just in time	- 17 -
Gráfico N° 4: Administración de la Producción	- 19 -
Gráfico N° 5: Vista de "Inicio" de la Herramienta de MRP dinámico	- 32 -
Gráfico N° 6: Gráfico de relación entre tablas	- 33 -
Gráfico N° 7: Ejemplo de Orden de Compra de INDUMIX.....	- 37 -
Gráfico N° 8: Instrucciones de Uso de la herramienta MRP dinámico	- 40 -

Índice de tablas

Tabla N° 1: Plan Maestro de Producción de INDUMIX.....	- 34 -
Tabla N° 2: Estructura de Producto de una máquina de INDUMIX.....	- 35 -
Tabla N° 3: Requerimiento de materiales para un producto de INDUMIX	- 36 -
Tabla N° 4: Flujo de Fondos	- 37 -
Tabla N° 5: Avances de la Producción.....	- 38 -
Tabla N° 6: Desviaciones plan compras, según necesidades de producción ...	- 39 -

PRESENTACION DEL PROYECTO

Resumen

INDUMIX SA es uno de los principales fabricantes de equipos para la dosificación, elaboración y transporte de hormigón de Sudamérica. Produce plantas elaboradoras de hormigón, motohormigoneras, sistemas de carga, silos, entre otros, con el objetivo de brindar las mejores soluciones al mercado.

Si bien es líder en el mercado nacional, es una industria de baja rotación, en donde las barreras de entrada son altas. La empresa cuenta con productos estandarizados pero también con numerosos proyectos especiales que agregan valor a los clientes.

La fábrica cuenta con un plan maestro anual de fabricación y con un plan de entregas trimestral. La planificación de compras es realizada mediante estos planes, generándose órdenes de compra con entregas planificadas, estáticas, que se ajustan a las necesidades de materiales de producción.

Existen diferentes factores que modifican el plan de entrega provocando un desfase entre las necesidades reales y el programa de compras ya generado. Esto puede ocasionar quiebres de stock o en su contrario sobre stock con los inconvenientes financieros que éstos pueden conllevar.

El objetivo de este trabajo es realizar una herramienta, un MRP (Requerimiento de Materiales de Producción) dinámico que permita revisar, contrastar y realizar la activación dinámica de las órdenes de compra de la materia prima, donde se concentra el 70% de la utilización de la mano de obra, con el avance o grado de cumplimiento real del plan de producción.

Marco Teórico

Este trabajo se enmarca y toma conceptos de administración de la producción, administración de inventarios y de la filosofía de *just in time*. Los principales autores son: SCHROEDER Roger, “Administración de operaciones”; GAITHER Norman, FRAZIER, Grez, “Administración de Producción y Operaciones”; VIDAL HOLGIN Carlos Julio (2005), “Fundamentos de Gestión de Inventarios”, Colombia.

Metodología

Como se mencionó en la introducción, el objetivo de este trabajo es realizar una herramienta, un MRP dinámico que permita revisar, contrastar y realizar la activación de las órdenes de compra de materia prima, elaborado en base al plan maestro, pero que se retroalimente de manera automática con el avance o grado de cumplimiento real del plan de producción.

Para ello se analizó profundamente el marco teórico de diferentes temáticas, todas relacionadas de alguna manera al MRP, como son la gestión de inventarios, la filosofía oriental de *just in time* y los principios básicos de administración de la producción. Bajo este contexto teórico, se analizó que aspectos favorables podrían incorporarse en el trabajo de aplicación para el desarrollo de la herramienta objeto de estudio, y si la estructura y características de la empresa INDUMIX se podían adaptar o, qué cambios debían realizarse, para operar de manera más eficiente y poder implementar con éxito la herramienta de MRP dinámica desarrollada.

De lo anteriormente expresado, se observa que la primer entrada de información en INDUMIX es el **Plan Maestro**, en donde se establece qué máquinas se fabricarán en el período que se inicia.

En base a ello, se determinan los materiales necesarios, para lo que se debe conocer la composición de cada uno de los productos; ésto es lo que se conoce como la **Estructura del Producto**. En todos los casos, están formados por diferentes partes, componentes o materiales. Los diferentes elementos que conforman un producto y la

manera de cómo se van combinando en el proceso de fabricación componen la lista de materiales.

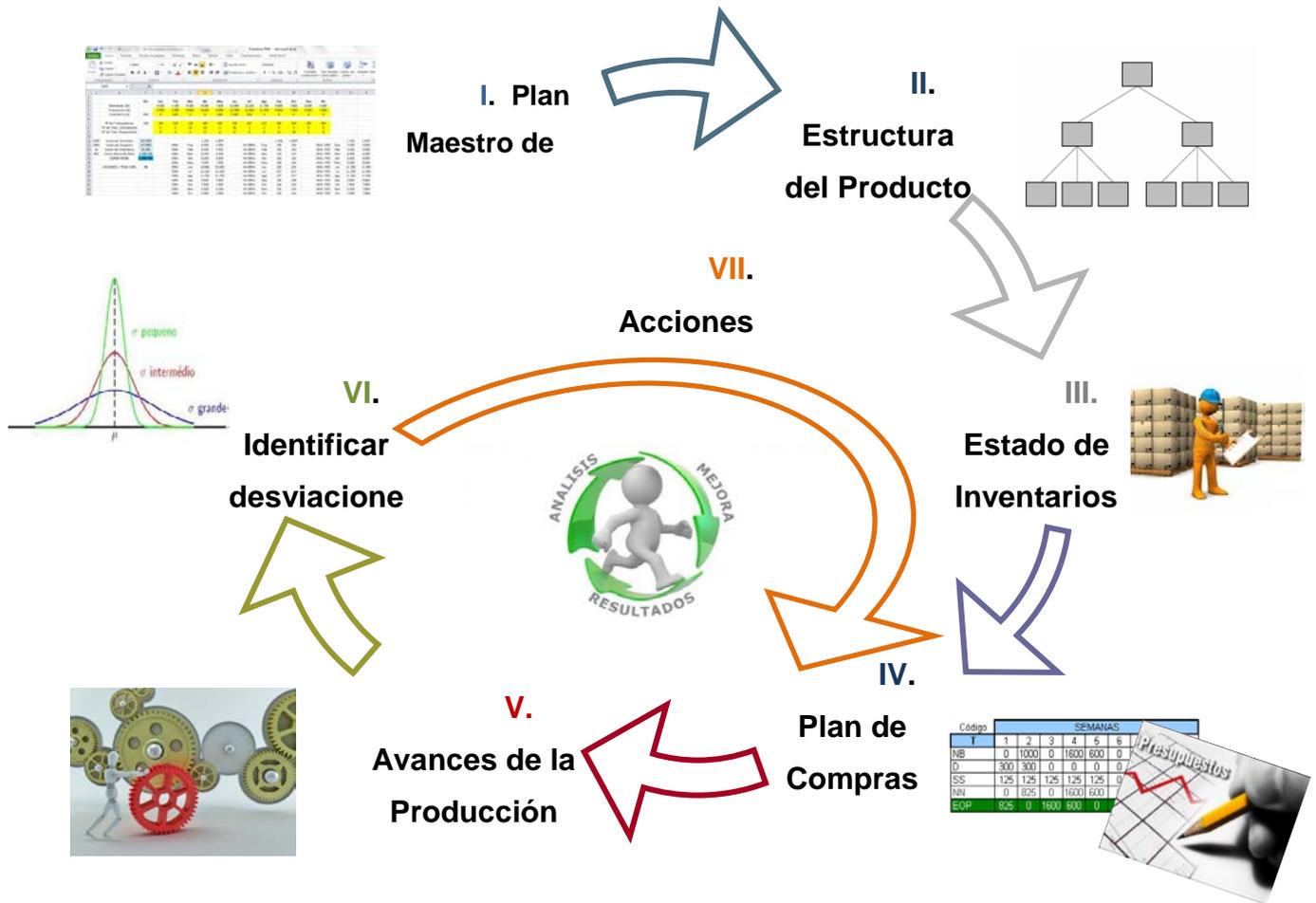
Otra entrada de información que alimenta el proceso, es la disponibilidad de materiales, es decir, **el Estado de los Inventarios**. Esto, no consiste únicamente en saber qué es lo que hay en el almacén, sino también, cantidades pendientes de recibir, existencias al principio de cada período, stocks de seguridad, etc.

Con el plan maestro, las estructuras de producto y el estado de los inventarios se genera el **Plan de Compras**.

Una vez generado el plan de compras y habiendo comenzado el proceso productivo, se debe chequear el **grado de avance de producción**, contrastar con el Plan de Compras e **identificar las desviaciones**.

Luego se debe verificar el grado de cumplimiento del plan de compras y los niveles de stock y generar un **nuevo MRP con el avance del proceso productivo** en donde se identifiquen e incorporen las diferencias en las necesidades, para poder tomar las **acciones correctivas** necesarias en el Plan de Compras. Es aquí donde el trabajo de aplicación cobra mayor relevancia, brindando una herramienta de trabajo dinámica, donde el MRP se va retroalimentando de manera automática. Lo anteriormente expuesto se puede resumir en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 1: Metodología para el desarrollo de un MRP dinámico



Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

Objetivos del trabajo

Existen diferentes factores que modifican el plan maestro de producción, provocando un desfase entre las necesidades reales y el programa de compras ya generado. El objetivo de este trabajo, es realizar un MRP dinámico que permita contrastar y realizar la activación de órdenes de compra, con el avance o grado de cumplimiento real del plan de producción, llevando el proceso de una planificación estática a una dinámica.

Esta herramienta permitiría una retroalimentación del Plan de Compras en relación a las variables mencionadas, lo cual lograría una disminución del 15% en los niveles de stock y un ahorro del 50% de las horas perdidas de mano de obra generadas por faltante de materias primas. Todo ello repercute directamente en la situación económica y financiera de la empresa, generando un flujo de fondos más favorable.

Límites o Alcance del trabajo

El trabajo se focaliza en el desarrollo de una herramienta de MRP para la empresa INDUMIX, considerando la materia prima de todas sus máquinas. Esto es: chapa, perfiles, caños y macizos. Se diseñará e implementará la herramienta de MRP dinámica en la empresa elegida.

Esto se puede aplicar al resto de los componentes que constituyen las máquinas fabricadas por la empresa. Ésta etapa no forma parte de este trabajo, sin embargo, se prevee su implementación en el corto plazo.

Asimismo la herramienta desarrollada puede ser utilizada en otras pequeñas o medianas empresas.

Organización del trabajo

El presente trabajo de aplicación consta de cinco capítulos:

Capítulo 1: Gestión de inventarios

Capítulo 2: Just in time

Capítulo 3: Administración de la producción

Capítulo 4: Desarrollo de un MRP dinámico para INDUMIX.

Capítulo 5: Implementación del MRP dinámico en INDUMIX

Introducción

INDUMIX es uno de los principales fabricantes de equipos para la dosificación, elaboración y transporte de hormigón de Sudamérica. Provee a la industria de la construcción de plantas elaboradoras de hormigón, motohormigoneras, sistemas de carga, silos, etc. con el objetivo de brindar las mejores soluciones al mercado.

La planta se encuentra en Monte Cristo, a 25 km de la ciudad de Córdoba y cuenta con 12.000m² cubiertos. La planta se encuentra totalmente equipada con herramientas y maquinarias de última generación, como por ejemplo un robot de soldadura único en su tipo. Cada nave está asistida por puentes grúa de 10 tn. Todo el predio cuenta con instalaciones centrales de aire comprimido, gas natural para el uso de las cabinas, horno de pintura y gases de soldadura.

Si bien es líder en el mercado, es una industria de baja rotación debido a las altas barreras de entrada, dadas por la infraestructura necesaria, el *know how* y la confianza y lealtad de los clientes.

La fábrica cuenta con un plan maestro anual de fabricación que es elaborado en la finalización de cada ejercicio contable (31 de Mayo de cada año) en base a las tendencias del mercado y a la capacidad instalada de la misma. También cuenta con un plan de entrega que se realiza trimestralmente en base a las máquinas vendidas, a las pendientes de fabricación y a la tendencia del mercado. La planificación de compras se realiza mediante estos planes, generándose órdenes de compra con entregas planificadas y estáticas que se ajustan a las necesidades de materiales de producción.

Existen diferentes factores que modifican el plan de entrega, como por ejemplo, variaciones en la demanda del mercado, problemas productivos que generan la necesidad de flexibilización de la producción, faltantes de insumos importados, etc. provocando un desfasaje entre las necesidades reales y el programa de compras ya generado. Esto puede ocasionar quiebres de stock o en su contrario sobre stock, con los inconvenientes financieros que estos pueden generar.

INDUMIX administra horas de mano de obra transformando materia prima, generando valor agregado. En ésta se concentra el 70% del uso de la mano de obra, por lo que un quiebre de stock de materia prima significa tener grandes pérdidas de horas productivas, ineficiencia e ineficacia. A su vez el proceso de fabricación tiene un período

muy extenso, esto significa que desde el momento que ingresa la materia prima hasta el momento que se cobra una máquina, transcurren normalmente 90, 120, 150 días (60 días período de fabricación y 30, 60, 90 financiación interna del cliente) por lo que el apalancamiento financiero es negativo. Esto implica que un exceso de stock puede traer grandes problemas financieros a la empresa.

Es por ello que resulta de fundamental importancia contar con una herramienta de MRP dinámica, que se retroalimente para gestionar eficientemente los recursos y mejorar la situación económica y financiera de la empresa.

CAPITULO 1: GESTION DE INVENTARIOS

1.1 Importancia de la gestión de inventarios

Debido a que la gestión de inventarios es fundamental para desarrollar e implementar la herramienta de MRP dinámica, objeto de éste trabajo de aplicación, se detallarán en éste capítulo los principales conceptos y decisiones que se pueden tomar respecto a la administración de inventarios para considerarlos y tenerlos en cuenta en el desarrollo del modelo.

Las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (*'lead times'*). Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos. Se pueden, sin embargo, atenuar estas causas mediante alguna de las siguientes estrategias:

La obtención de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo. A mayor información disponible oportunamente, la planificación será mucho más fácil y eficaz.

La consolidación de centros de distribución y bodegas para aumentar los volúmenes de demanda por instalación, ya que más altos volúmenes de demanda conducen generalmente a menores niveles de variabilidad de la misma.

La estandarización de productos para evitar el mantenimiento de inventarios, de una gran diversidad de ítems que sólo difieren en aspectos menores de forma, color, condición, etc.

El mejoramiento de alianzas y de sistemas de comunicación con proveedores y clientes para la reducción de tiempos de reposición.

La emisión de órdenes conjuntas para diversos grupos de ítems, con el objeto de balancear su inventario y la consolidación de despachos desde (o hacia) diversas localidades, a través de técnicas como el *'cross-docking'* (Principio de posposición de tiempo).

La reducción de demoras y tiempos de reposición a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, incluyendo los tiempos de tránsito en los sistemas de transporte.

1.2 Inventarios de seguridad y puntos de reorden

Debido a que las causas que generan la necesidad de mantener inventarios no pueden ser eliminadas totalmente, la mejor alternativa es aplicar sistemas óptimos de gestión y control.

El problema en la mayoría de las empresas, radica en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de reorden, (o inventarios máximos) se determinan exclusivamente con base en el promedio de la demanda, ignorando su variabilidad. Por ejemplo, para cierto ítem, se podría establecer el inventario de seguridad en “dos semanas de inventario”. Esto significa que, en promedio, el inventario de seguridad, duraría aproximadamente dos semanas de demanda. En realidad, dicho inventario puede durar mucho menos o mucho más de dos semanas, dependiendo de la variabilidad de la demanda del ítem considerado.

Es un error conceptual grave, por lo tanto, definir inventarios de seguridad y puntos de reorden (o inventarios máximos) de un ítem, proporcionalmente a su demanda promedio en forma exclusiva. De aquí precisamente, provienen los desbalances de inventario mencionados anteriormente. Cuando la variabilidad de la demanda del ítem del ejemplo del párrafo anterior es baja, dos semanas de inventario de seguridad puede ser un exceso en el que se está invirtiendo capital innecesariamente. Por el contrario, si la variabilidad de la demanda del ítem es alta, dos semanas de inventario de seguridad puede ser muy poco y puede generar quiebres de stock de dicho ítem.

La clave consiste entonces, en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de ítems con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de ítems con alta variabilidad. El balance de esta operación es frecuentemente positivo y se puede mejorar significativamente el servicio al consumidor, sin invertir un peso adicional en inventarios. Se puede mantener el servicio actual (si éste es adecuado) con mucho menos capital invertido, o se puede diseñar una combinación intermedia de ambos beneficios.

La solución entonces a estos problemas frecuentes de desbalanceo de inventarios, es diseñar e implementar estrategias adecuadas de control de inventarios, a través de las siguientes alternativas:

- Utilización de sistemas adecuados de pronósticos de demanda.
- Medición adecuada de los tiempos de reposición y su variabilidad.
- Implementación de la clasificación ABC para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría.
- Definición de los lugares más adecuados dentro de la cadena de abastecimiento, donde se debe mantener inventarios y determinación de los niveles correspondientes.
- Analizar la naturaleza del proceso productivo bajo estudio y los aspectos financieros relacionados con inventarios, tales como los plazos de pago y sus descuentos asociados.
- Generación de indicadores de eficiencia que consideren simultáneamente todas las variables de interés.

1.3 Decisiones para la administración de inventarios

Las decisiones que deben tomarse para la administración de un sistema de inventarios, son muy complejas, no sólo por su importancia propia, sino por las interrelaciones con los otros sistemas de la organización. Los ítems en inventario pueden diferir en muchos aspectos como por ejemplo:

Costo y apariencia física (peso, volumen, color, forma, estado físico).

Ítems perecederos (por deterioro con el tiempo, por robos, por obsolescencia tecnológica).

Modo de almacenamiento (en contenedores, barriles, estantes, estibas, sobre el piso, en cajas de cartón, artículos inflamables, refrigerados o con condiciones controladas, etc.).

Modo de empaque (por unidad, docenas, cientos, millares, promociones, etc.).

1.3.1 Preguntas fundamentales para la administración de inventarios

Estas preguntas, enmarcan el proceso decisorio general con respecto a los inventarios y serán la clave para definir las características de los diferentes tipos de control de inventarios. Las mismas son:

- ¿Con qué **frecuencia** debe revisarse el inventario del ítem?
- ¿**Cuándo** debe ordenarse el ítem?
- ¿Qué **cantidad** debe ordenarse en cada requisición?

1.3.2 Elementos que constituyen al marco de referencia para la toma de decisiones en producción e inventarios

Cualquier decisión que se tome con respecto a un ítem de un inventario en particular, está enmarcada dentro del siguiente contexto:

- La relación del ítem en consideración con otros ítems.
- La inversión total en el inventario agregado.
- El plan maestro de la organización.
- Los sistemas de producción/distribución de los proveedores y clientes de la empresa.
- La economía regional y mundial como un todo.

En base a este marco de referencia, se pueden tomar diferentes decisiones, tales como:

- Decisiones **estratégicas** de largo plazo, como por ejemplo la definición de la localización de una nueva planta manufacturera o centro de distribución.
- Decisiones **tácticas** de mediano plazo, como por ejemplo la selección de una empresa transportadora para el próximo semestre o la programación de la producción del próximo mes.
- Decisiones **operacionales** de corto plazo o inmediatas, como por ejemplo la ruta de los camiones para efectuar los despachos el día de mañana, o la programación de los trabajos en cierta máquina para hoy.

1.4 Factores de importancia para la toma de decisiones en inventarios

Los siguientes factores se deben tener en cuenta al momento de tomar una decisión sobre la política de inventarios de una empresa.

1.4.1 Factores de costo

El valor unitario del ítem: Este costo es muy importante, ya que el costo de llevar el inventario depende de él.

El costo de llevar o mantener el inventario: Este costo comprende los costos de almacenamiento y manejo, el costo del espacio utilizado, los costos de capital, los seguros e impuestos, y los costos de riesgo en los que se incurre por el hecho de tener almacenados los ítems.

El costo de ordenamiento: Cada orden para reponer el inventario tiene varios costos asociados, los cuales en general son fijos y no dependen del tamaño de la orden. Estos costos corresponden al procesamiento, transmisión, manejo y compra de la orden.

El costo de falta de inventario: Este costo se produce cuando se recibe una orden y no hay suficiente inventario disponible para cubrirla. Generalmente se expresa como un porcentaje del costo del ítem. Entonces, pueden ocurrir tres posibilidades: se genera una orden pendiente, se pierde la venta, o se produce una combinación de ambas. Este costo es muy difícil de estimar debido a su naturaleza intangible.

1.4.2 Tiempos de reposición

Tiempo de reposición: El *tiempo de reposición* o "*lead time*" es el tiempo que transcurre entre el momento de expedir una orden de compra o de producción y el instante en que se tienen los artículos listos para ser demandados por el cliente. Generalmente el *lead time* comprende las siguientes etapas:

- Tiempo administrativo que transcurre entre la decisión de emitir una orden y su correspondiente preparación.
- Tiempo de tránsito de la orden hasta el proveedor.
- Tiempo empleado por el proveedor para procesar la orden.
- Tiempo de tránsito entre el proveedor y el lugar donde es solicitada la orden.

- Tiempo de recepción, inspección y almacenamiento en el lugar donde es solicitada la orden.

1.4.3 Tipo y patrón de demanda

Un aspecto muy importante de la demanda, es su caracterización como *demanda independiente*, o como *demanda dependiente* o *derivada*. La demanda independiente es generada por entes externos a la empresa, como por ejemplo, los clientes que compran los productos terminados que ésta manufactura. La demanda dependiente, por el contrario, depende de los requerimientos internos de la empresa.

Otro aspecto de fundamental importancia para el diseño de un sistema de administración de inventarios, es el patrón que sigue la demanda. El patrón de demanda más simple es el de *demanda perpetua*, la cual se mantiene por largos períodos de tiempo y su fluctuación se mantiene dentro de rangos “pequeños”. En cambio, la demanda *periódica* o *estacional*, ocurre cuando se esperan picos en determinadas épocas del año, como es el caso de artículos de Navidad o productos relacionados con las estaciones climáticas. Este patrón de *demanda errática* tiene la característica de presentar grandes variaciones a lo largo del tiempo. La diferencia entre este patrón y el periódico es que en el errático los picos no son predecibles. Pueden existir patrones de demanda que varían de un período a otro: como por ejemplo la demanda de cuadernos, en la época previa a la entrada a los colegios y universidades se presentan picos predecibles de demanda, mientras que entre estos picos, la demanda puede catalogarse como relativamente estable.

1.5 Gestión de Inventarios en INDUMIX

En la actualidad INDUMIX no cuenta con stock real por sistema; esto implica que sólo posee los verdaderos niveles de stock en el inventario de cierre de ejercicio y en los inventarios de control trimestrales. Esto dificulta la gestión de los mismos.

Debido a que la gestión de inventarios es fundamental para desarrollar e implementar la herramienta de MRP dinámica, objeto de éste trabajo de aplicación, se toman los siguientes conceptos claves que debieran ser aplicados en INDUMIX:

La necesidad de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo.

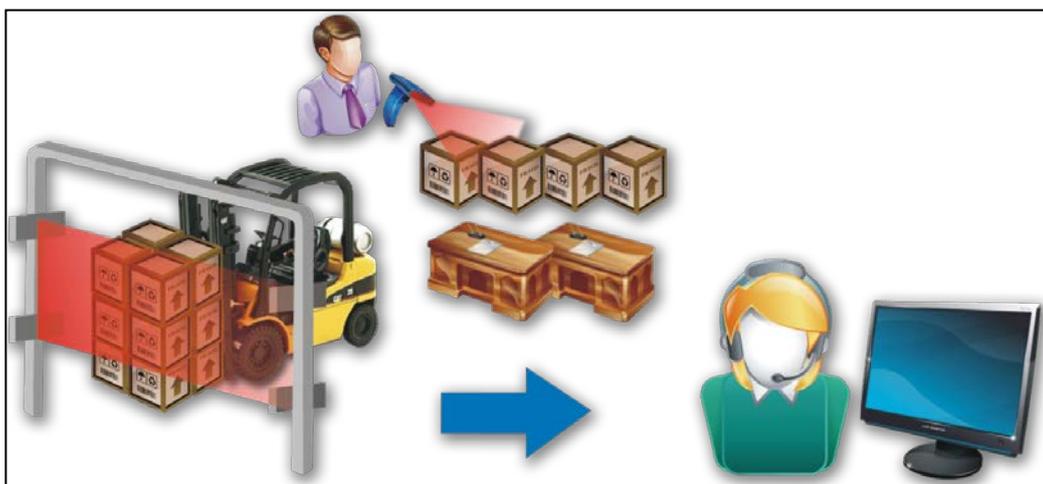
La reducción de demoras y tiempos de reposición a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, incluyendo los tiempos de tránsito en los sistemas de transporte.

La importancia de liberar capital invertido en inventarios de seguridad.

Los costos de llevar o mantener el inventario. Costos de almacenamiento y manejo, costo del espacio utilizado, etc.

El costo de falta de inventario. Este costo se produce cuando se recibe una orden y no hay suficiente inventario disponible para cubrirla.

Gráfico 2: Gestión de Inventarios



Fuente: http://www.smart-tek.mx/RFID_Inventarios.php (Blog de Aula Prof. Oscar Boluda Ivars).

CAPITULO 2: JUST IN TIME

2.1 Filosofía de Just in Time

Para desarrollar la herramienta de MRP dinámico, se pueden tomar ideas o principios básicos de la filosofía de *Just in Time (JIT)*. Es importante tener en cuenta que no se puede exportar puramente el modelo teórico, ya que en un país como Argentina, es muy difícil de aplicar completamente. El modelo *Just in Time* depende de factores que uno no puede controlar. Sin embargo, es interesante para desarrollar la herramienta de MRP explorar esta filosofía y tomar lo que mejor se adapte a las necesidades concretas de la compañía bajo análisis.

La producción JIT es simultáneamente una filosofía y un sistema integrado de gestión de la producción, que evolucionó lentamente a través de un proceso de prueba y error, a lo largo de un período de más de quince años. En las fábricas japonesas se estableció un ambiente adecuado para esta evolución, desde el momento en que dio a sus empleados la orden de "eliminar el desperdicio". El desperdicio puede definirse como "cualquier cosa distinta de la cantidad mínima de equipamiento, materiales, partes, espacio y tiempo, que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto". Cualquier cosa que no contribuya con valor al producto se considera desperdicio.

Así, el objetivo de partida de los sistemas JIT, se traduce en la eliminación del despilfarro; es decir, supresión de actividades innecesarias (sobreproducción, operaciones innecesarias, desplazamientos y movimientos, inventarios, averías, tiempos de espera, etc.)

Una definición del objetivo del JIT sería producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan.

Los proveedores suministrarán en menores cantidades con mayor frecuencia, con lo que se consigue reducir sustancialmente, los inventarios de materia prima, a la vez que aplicaban esta forma de trabajar en sus operaciones internas, por lo que también se reducen los stocks intermedios.

Se subraya el uso del JIT para manufactura repetitiva, a la producción en masa, esto es, fabricación de productos discretos, estandarizados y en gran cantidad. Sin embargo, algunos conceptos del JIT pueden aplicarse a la producción por lotes.

2.2 Programación de la producción con JIT

En el JIT el programa maestro se plantea de uno a tres meses con el objetivo de permitir que los centros de trabajos y los proveedores planeen sus respectivos programas de trabajo. Dentro del mes en curso, el programa se ajusta diariamente. En otras palabras, se produce la misma cantidad de producto diariamente, durante el mes entero. Además, se programan lotes pequeños para proporcionar una demanda casi constante. Tiempos de preparación cortos, resultan en tamaños de lotes pequeños, económicos y tiempos de espera de producción más cortos.

La disminución del tiempo de preparación de las máquinas es un punto clave en el JIT. Con los tiempos de espera más cortos y menos material en proceso, el sistema de producción también es más flexible a los cambios del plan maestro. Con cambios repentinos y lotes pequeños, se requiere que el trabajador realice múltiples funciones. El JIT requiere no sólo mayores habilidades, sino un trabajo en grupo y coordinación mucho mayores, dado que el inventario no está disponible para cubrir problemas en el sistema.

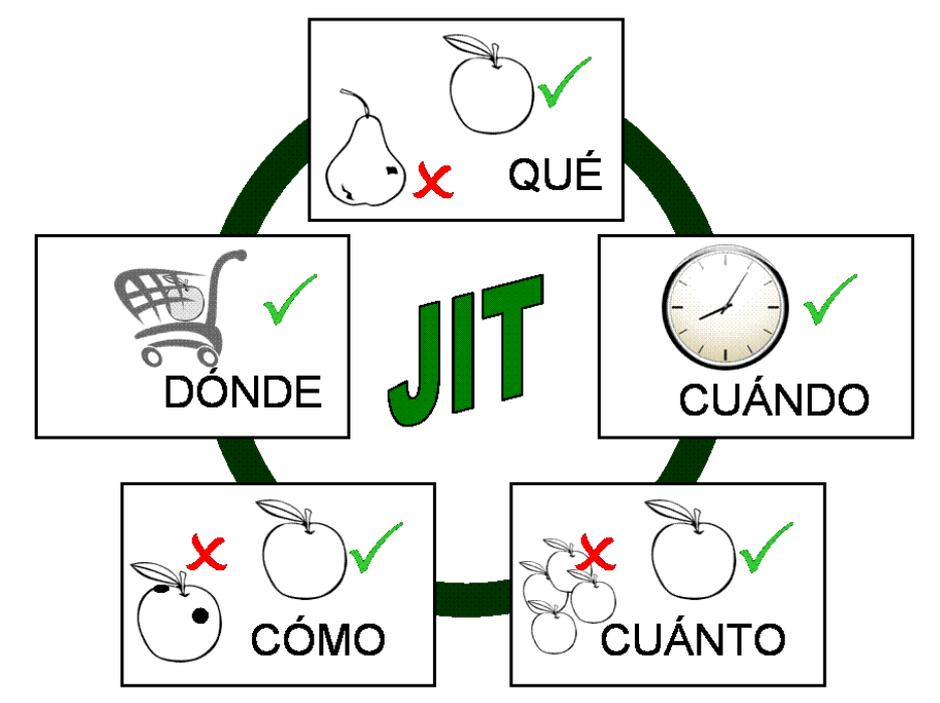
El nivelado de la producción, y la adaptación de la misma a la demanda, tiene por objetivo reducir las fluctuaciones de las cantidades a fabricar. El nivelado de la producción consiste en determinar el volumen diario de producción, de forma que se mantenga aproximadamente constante. Las pequeñas variaciones en la demanda pueden ser absorbidas sin problemas por el sistema *Kanban*¹. Sin embargo, cambios más bruscos terminan provocando la acumulación de existencias, o la necesidad de establecer horas extras para poder cumplir con los objetivos de producción.

Una vía para reducir la incertidumbre, pasa por mejorar los pronósticos de la demanda. Otra alternativa, consiste en intentar equilibrar, en la medida de lo posible, la producción a lo largo del horizonte de planificación. No se trata de producir la misma cantidad de cada producto todos los días, sino de mezclar pequeñas cantidades de distintos productos en la producción diaria.

¹*Kanban* es un sistema basado en señales para indicar la necesidad de un artículo, para provocar el movimiento, la producción, o el suministro de una unidad en una fábrica. Es la señal que el cliente indica, para que un producto sea relleno en el punto de stock.

En definitiva el JIT nos obliga a hacernos y responder las siguientes preguntas:

Gráfico N° 3: Just in time



Fuente: Yomar Altamar, Gerencia de Cadena de suministros

2.3 Fuente de información

En los sistemas JIT se utilizan sistemas de información *pull* o de arrastre. En un sistema *pull*, el consumo de material necesario para un proceso, desencadena la reposición por el proceso precedente, con lo que únicamente se reemplaza el material consumido por el proceso posterior, el sistema de señales más difundido es el *Kanban*. En contraposición, los sistemas tradicionales de producción se caracterizan por la utilización de sistemas de producción tipo *push* o de empuje. Esta forma de producción genera, a partir de pedidos en firme y previsiones, las órdenes de aprovisionamiento y producción, que se controlan mediante un sistema de información centralizado. Así, la finalización de dichas órdenes, desencadena el lanzamiento de los correspondientes procesos de planificación de la producción.

2.4 Desventajas del JIT

Las características de los sistemas productivos JIT, obligan a los suministradores de materias primas y componentes a **programas con entregas** muy exigentes. Disponer de una red de proveedores dignos de confianza, es vital para el sistema JIT. Es necesario que los proveedores cumplan con exigentes requerimientos de calidad, y que se ubiquen en las proximidades de la empresa, para facilitar entregas frecuentes de pequeños lotes de partes o componentes. Una de las creencias más extendidas respecto a los sistemas JIT, es que no eliminan la necesidad de mantener stocks, sino que solamente la desplazan hacia los proveedores. Esto sólo es cierto si los proveedores no aplican también el sistema.

Si se cuenta con una red de proveedores que también apliquen la filosofía de JIT pueden aprovechar las ventajas derivadas de una demanda estable y segura, de los avisos previos respecto a variaciones en el volumen de producción, de la asistencia en cuestiones de ingeniería y administración, y en general, de los beneficios que se derivan de las estrechas relaciones cliente-proveedor, que caracterizan a la producción justo a tiempo.

En INDUMIX los proveedores no trabajan con estándares altos de calidad de entrega, por lo tanto sería imposible que el Plan de Compras dependa exclusivamente de los proveedores. Se necesita proactividad por parte de la empresa, para anticiparse a la demanda, planificar la producción y los requerimientos de materiales y que las órdenes de entrega se vayan activando automáticamente a través de una herramienta que retroalimente el proceso.

Sin embargo, dentro de la empresa INDUMIX, se toma de la filosofía de JIT, los conceptos de disminución el nivel de stock (los proveedores suministraran en menores cantidades con mayor frecuencia, con lo que se consigue reducir sustancialmente los inventarios de materia prima) y minimización de los tiempos improductivos.

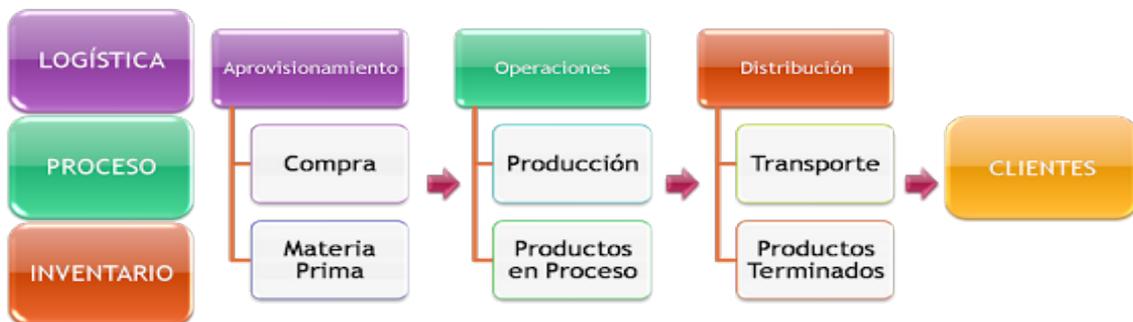
CAPITULO 3: ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION

3.1 Concepto de administración de la producción

La administración de la producción comprende la planificación, la organización y el control de todas las actividades relacionadas con la obtención, el traslado y el almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo; por eso se entiende como un sistema integrado. El objetivo que quiere conseguir, es, satisfacer las necesidades y los requerimientos de la demanda de la manera más eficaz y con el mínimo costo posible. Asimismo, la logística incluye lo que hace referencia a los flujos de información aplicada.

La dirección de operaciones o de la producción, se incluye en un marco más general, que es la organización de la empresa. El concepto **de operación implica las actividades necesarias para realizar económicamente la producción**. Es decir, se trata de determinar qué es lo que hay que producir, cuándo y qué cantidad, con qué medios, etc., además de las acciones oportunas para que estas decisiones se lleven a cabo y pueda hacerse un control posterior. Un sistema productivo, en sentido amplio, es un sistema que, a partir de unas entradas que denominamos factores de la producción (materiales, recursos, mano de obra, saber trabajar, capital), genera unas salidas que genéricamente denominamos productos, de mayor valor que las entradas y por los que el sistema, o la empresa que lo sostiene, obtiene beneficios. La principal finalidad de las empresas de manufactura es este proceso de transformación, tal como lo demuestra el siguiente gráfico.

Gráfico N° 4: Administración de la Producción



Fuente: Blog de Investigación de Operaciones. Pub. por Melissa Ojeda Lizarazo.

Las empresas de fabricación son un sistema extremadamente complejo, cuyo funcionamiento depende de centenares (o miles) de decisiones elementales (asignación de órdenes de trabajo, aprovisionamientos, movimientos de materiales, órdenes de fabricación, etc.) que se generan a partir del tratamiento y del análisis de miles de datos (productos que se deben fabricar, material almacenado, datos de producción, información sobre los productos, etc.). Estas decisiones responden a objetivos diversos y en muchos casos contradictorios (entrega a los clientes dentro de ciertos plazos, minimización de los costos de fabricación, reducción de stocks, optimización del uso de recursos y de mano de obra, respuesta a las expectativas del personal, etc.).

En la administración de la producción, para conseguir su objetivo básico, hacen falta diferentes actividades o funciones, que se pueden dividir en dos grupos: el núcleo de la dirección de operaciones y las funciones adicionales. A continuación se explicarán cada una de ellas.

3.1.1 Núcleo de la dirección de operaciones

El núcleo de la dirección de operaciones está conformado por la previsión de la demanda, la planificación, la programación, el lanzamiento y el control de la producción.

Previsión de la demanda: el objetivo principal es conseguir entregar a los clientes los productos que adquieren y, por lo tanto, hay que tener disponibles estos productos en el momento en que se produzca la demanda. Para conseguirlo, es conveniente tener información de cómo será esta demanda con suficiente anticipación; para eso es necesaria una adecuada previsión de la demanda.

Planificación: una vez sepamos lo que hay que entregar, tenemos que prever cómo podemos actuar para aprovechar al máximo los puntos fuertes del sistema productivo y cómo podemos superar los puntos débiles; éste es el objetivo de la planificación, que se acostumbra a dividir en dos fases:

- Gestión de stocks: según lo que hayamos planificado, los flujos de materiales generarán reservas, cuya gestión debe ser optimizada; por lo tanto, hay que estudiar los niveles apropiados y registrar adecuadamente los movimientos físicos de los materiales.

- Cálculo de necesidades: según la gestión de stocks establecida y los resultados de la planificación, se crearán necesidades, tanto de materiales como de otros recursos de producción.

Programación: el resultado del cálculo de necesidades es un conjunto de órdenes de trabajo concretas que se tienen que ejecutar en el sistema productivo; pero todavía hay numerosos detalles que se deben estudiar y decidir para optimizar el uso del sistema, fundamentalmente problemas de secuenciación y de determinación de calendarios concretos, que impliquen la asignación de recursos concretos a trabajos determinados: esto es la programación.

Lanzamiento: una vez programadas las órdenes de producción, hay que comunicar al sistema productivo qué tiene que hacer; se trata, por lo tanto, de ordenar la ejecución. Esto se conoce como lanzamiento de la producción.

Control de producción: dirigir, nunca es una actividad unidireccional. Es necesario obtener retroalimentación, que dé a los responsables de la dirección de operaciones la información necesaria para adecuar las sucesivas decisiones a las nuevas circunstancias. No es posible planificar, gestionar los stocks, programar sin saber qué está pasando realmente en el interior del sistema productivo. Además, no es suficiente con recoger la información, hay que evaluarla y tomar las medidas correctivas convenientes. Todo esto constituye el control de la producción.

3.1.2 Funciones adicionales

La gestión del sistema productivo, requiere además del núcleo de las direcciones de producción, otras actividades que se pueden sintetizar en las siguientes:

Diseño del sistema: el sistema productivo no es estático. Por múltiples razones, se producen en él cambios continuos, que se tienen que prever, estudiar y planificar. Dentro de esta función que se denominada “diseño del sistema”, se incluyen los estudios de métodos y tiempos, los problemas de renovación y de fiabilidad, de distribución en planta, de localización, etc.

Mantenimiento: el sistema productivo, en su estado actual, se compone de máquinas e instalaciones, cuya disponibilidad debe asegurarse durante el máximo tiempo posible. Es necesario un plan de mantenimiento y de inversión en maquinarias e instalaciones.

Calidad: los clientes esperan que los productos que se les entregan, cumplan con especificaciones determinadas. Esto significa que los productos que salen del sistema productivo deben cumplir las especificaciones requeridas.

Producción y operaciones: Se entiende por “producción” al proceso según el cual ciertos materiales se transforman en otros. Se trata, pues, de un concepto relacionado al de transformación. Esta transformación se puede entender de manera estricta, limitada a transformaciones físicas (manufactura), o bien de manera amplia, incluyendo transformaciones de lugar (transporte), de utilidad (servicios) o de otro tipo, pero, en todo caso, implica la creación de algo que antes no existía como tal y que tiene una utilidad mayor. Se puede tratar de una cosa material (bienes) o inmaterial (servicios) y su creación durante el proceso productivo implica el consumo de otros recursos (materias primas, mano de obra, energía, horas de máquina, etc.) que desaparecen en el proceso.

3.2 Dificultades de la gestión de la producción

La administración de la producción es un desafío en sí mismo, ya que se encuentra frente a situaciones que son difíciles de prever o solucionar en el día a día, tales como:

- Mucha información presenta un cierto grado de incertidumbre: las previsiones comerciales o de ventas, incertidumbre respecto de la cantidad de productos defectuosos que se fabrican, el contenido de los almacenes puede no estar actualizado en tiempo real, etc.

- El volumen de información que hay que procesar puede ser enorme: pedidos de clientes, movimientos de material de almacén, previsiones comerciales, productos y componentes, centros de trabajo, órdenes de producción, compras de materiales, etc. Esta información, además, es generada y utilizada por diferentes departamentos y esto hace que la coordinación sea compleja.

- Hay que afrontar de manera rápida y eficaz las situaciones y los hechos imprevistos o aleatorios: como retrasos en las entregas de los proveedores, ausentismo laboral, averías del sistema, rechazo de productos, reducción de los plazos de entrega de los productos, o un aumento de la oferta de productos con más variabilidad y personalización, entre otros.

Es evidente que todo este sistema necesita un instrumento que permita coordinar el gran volumen de información que se genera y que, a la vez, alimente, y transforme las decisiones de la alta dirección de la empresa en órdenes concretas que puedan ser asumidas por el proceso productivo.

3.3 Objetivo de la administración de la producción

Un sistema de gestión de la producción tiene como finalidad el control de un proceso de producción, de empresas del entorno de fabricación, proceso que en general se desarrolla en etapas diversas y complejas: primero, materias primas se transforman en productos semielaborados; después la unión de varios de estos productos puede generar componentes y, finalmente, el montaje de estos componentes puede permitir la obtención del producto final.

La gestión de la producción debe facilitar a la empresa la administración (de acuerdo con las previsiones y los sucesos futuros) de los recursos disponibles y definir las necesidades de recursos que habrá, así como emprender las acciones necesarias para obtenerlos. En general, la gestión de la producción, actúa en dos fases. Primeramente se define qué materiales, componentes o semielaborados son necesarios, en qué momento hacen falta, en qué cantidad y en qué lugar. A continuación, se calculan las necesidades de los diferentes recursos de producción (básicamente mano de obra y maquinaria) que se necesitan para llevar a cabo el programa de fabricación determinado en la fase anterior.

Ya se ha comentado la importancia de la gestión de la producción como coordinadora del gran volumen de datos que se genera en el sistema productivo. Una primera inquietud que nos puede generar, es en qué consiste esta información.

Si quisiéramos gestionar o dirigir el funcionamiento de un proceso productivo, lo primero que tendríamos que hacer es tomar la decisión sobre qué debe producir este sistema o, en otras palabras, cuáles y cuántos productos se tienen que fabricar, esto es lo que se denomina Plan Maestro.

Una vez determinado el qué, podremos interesarnos por el cómo se fabrican estos productos: tenemos que saber de qué elementos o materiales se componen los productos finales y cuál es el proceso de transformación que experimentan.

3.4 Información para la gestión de la producción

Básicamente las fuentes de información para la gestión de la producción son las siguientes:

3.4.1 El plan maestro de producción

De manera muy esquemática, un plan maestro de producción (MPS: *Master Plan Scheduling*) no es nada más que la definición de las cantidades y las fechas en que han de estar disponibles para la distribución los productos de demanda externa de la empresa, es decir, aquellos productos finales que se entregan a los clientes.

Normalmente, el plan maestro de producción abarca un horizonte de entre 4 y 6 meses y se renueva semanal o quincenalmente. Se realiza a partir de la planificación a largo plazo de la empresa, sobre la base de las previsiones de ventas y de los pedidos (en firme y pendientes de confirmar) de los clientes.

3.4.2 La estructura del producto

La gran mayoría de productos que podemos encontrar en nuestro entorno están formados por diferentes partes, componentes o materiales. Los diferentes elementos que forman un producto y la manera como se van combinando en el proceso de fabricación, componen la lista de materiales, que se puede representar en forma de árbol como la siguiente figura.

Una lista de materiales tiene las siguientes características:

- En primer lugar, podemos ver que la estructura contiene diferentes niveles: cada cambio de un nivel inferior a uno superior, indica una etapa en el proceso de fabricación, que en muchos casos se traduce en un almacenamiento intermedio. El nivel de elaboración máxima de los artículos, que en general corresponderá a aquellos que comercializa la empresa, la denominaremos nivel de productos acabados. El nivel de menor elaboración de los productos, es decir, los que compramos en el exterior, lo denominaremos nivel de materias primas.

- En segundo lugar, cada elemento de la estructura debe estar definido de manera unívoca y sin ambigüedades. Cada artículo debe estar codificado de manera que no pueda inducir a ningún tipo de error.

- En tercer lugar, detallamos lo que se conoce como estructura modular del producto. En lugar de existir distintas listas de versiones de cada uno de los productos, consideremos que cada producto final está formado por su estructura base, que agrupa los elementos comunes a las diferentes versiones, más una serie de módulos que identifican cada una de las posibles variantes.

3.4.3 El estado de los stocks

Para saber qué hemos de producir hay que conocer las disponibilidades de los productos, es decir, el estado de los inventarios. Este conocimiento no consiste únicamente en saber qué es lo que hay en el almacén (parte del stock puede estar comprometido para la realización de otros productos, órdenes que se lanzaron en periodos anteriores pueden estar pendientes de recepción, etc.). En general se deberá disponer de información sobre:

- Existencias al principio de cada período, que corresponderá a las existencias reales que hay en el almacén. Debemos saber las existencias físicas que están disponibles para el sistema productivo.

- Cantidades pendientes de recibir, procedentes de órdenes de producción o aprovisionamiento que han sido lanzadas en períodos de tiempos anteriores, pero que aún no han sido recibidas.

- Cantidades comprometidas para otras órdenes de producción.

- Stocks de seguridad, definidos en previsión de las posibles oscilaciones de la demanda.

3.4.4 Las rutas de producción

La ruta de un producto es la descripción de cómo circulan los materiales a través del sistema productivo, entre los centros de trabajo que lo forman, y de las operaciones que en cada uno de estos centros, se realizan para poder ir transformando los diferentes artículos en productos acabados.

Así, para cada etapa del sistema productivo, cada cambio de nivel en la estructura del producto (materias primas, productos semielaborados, productos acabados), se deberá tener información sobre:

- Los centros de trabajo donde se realizan las operaciones
- Las operaciones que se realizan en cada uno de los centros.
- La secuencia en que se deben realizar estas operaciones.

Hay dos datos básicos relacionados con esta descripción del proceso de fabricación que serán de gran interés a la hora de gestionar la producción:

- El tamaño del lote de fabricación o aprovisionamiento, ya que en muchos casos la producción no se realiza unidad por unidad, sino en series productivas. En este caso, se debe tener en cuenta que la adecuación de un sistema productivo a la fabricación de un producto requiere tiempos de preparación (cambio de herramientas, ajuste de las máquinas, cambio de moldes, etc.) que pueden no resultar rentables para la producción de un pequeño número de unidades.

- Los plazos de fabricación y aprovisionamiento, es decir, el periodo de tiempo que ha de transcurrir desde que se lanza una orden de fabricación o aprovisionamiento hasta que el producto correspondiente queda a disposición de ser usado.

3.5 Requerimientos de Materiales Productivos (MRP)

El MRP es un sistema para planear y programar los requerimientos de los materiales, en el tiempo para el cumplimiento del plan maestro de producción. Es un sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales. Se garantiza la prevención y solución de errores en el aprovisionamiento de materias primas, el control de la producción y la gestión de stocks. Proporciona un programa de producción y aprovisionamiento a partir de tres fuentes de información: el plan maestro de producción (demanda dependiente), el estado de los inventarios y la estructura de fabricación (lista de materiales y rutas de los productos).

El MRP se basa en la consideración de dos tipos de artículos dentro de la empresa, los artículos asociados a una **demanda externa**, a los que denominaremos genéricamente productos acabados (la información figura en el plan maestro de producción) y los que responden a las **necesidades internas** (piezas, componentes, semielaborados, y materias primas) y cuyas necesidades se pueden calcular de manera

mecánica a partir del conocimiento de la estructura del producto, mediante lo que se conoce **como explosión de necesidades**.

También proporciona resultados, tales como las fechas límite para los componentes, las que posteriormente se utilizan para el control de taller. Permite calcular los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo en el área de producción.

3.5.1 Información con que se alimenta el MRP

El MRP parte de información básica formada por:

- Las cantidades de productos acabados que se quieren fabricar y los momentos en que éstos deben estar listos. Esta información en general la facilita el plan maestro de producción. El plan maestro de producción (MPS) se inicia a partir de los pedidos de los clientes de la empresa o de pronósticos de la demanda anteriores al inicio del MRP. Diseñado para satisfacer la demanda del mercado, el MPS identifica las cantidades de cada uno de los productos terminados y cuándo es necesario producirlo durante cada período futuro, dentro del horizonte de planeación de la producción. El MPS proporciona la información focal para el sistema MRP, controla las acciones recomendadas por el sistema MRP en el ritmo de adquisición de los materiales y en la integración de los subcomponentes, los que se engranan para cumplir con el programa de producción del MPS.

- La cantidad de materiales, componentes y elementos constructivos de los que se dispone en el momento actual para la fabricación de los productos y las posibles variaciones previstas de éstos stocks.

- La estructura de los productos que se quieren fabricar, es decir, la lista de materiales correspondiente a los productos acabados. La base del MRP es el listado de materiales que identifica cómo se manufactura cada uno de los productos terminados, especificando todos los artículos, su secuencia de integración, sus cantidades y cuáles centros de trabajo realizan la secuencia de integración en las instalaciones. A la lista de materiales deberá agregarse información por separado que contenga el lead time (tiempo de reposición de cada producto), las unidades disponibles y las unidades programadas para ser recibidas.

- Datos de fabricación de los productos: lotes, plazos de entrega de los productos, etc.

3.5.2 Otra información relevante

Otros subsistemas de información a lo largo de la organización han sido relacionados de una manera lógica con el sistema MRP. Los datos del estado del inventario podrían llegar a ser tanto una parte de los sistemas de información como de mercadotecnia y compras. Este tipo de integración de la información, de hecho, es exactamente la razón de ser del MRP.

La planeación de los recursos de manufactura, es un sistema de información integrado que va más allá del MRP, para sincronizar todos los aspectos del negocio. Coordina las ventas, compras, manufactura, finanzas e ingeniería, al adoptar un plan de producción focal y utilizando una sola base de datos unificada para planear y actualizar las actividades de todos los sistemas.

El proceso implica elaborar, a partir del plan general de negocios, un plan de producción que especifique cada mes los niveles generales de producción, para cada línea de productos para un horizonte. Este plan afecta todos los departamentos funcionales. Se espera entonces que producción trabaje de acuerdo con los niveles de compromiso, que el departamento de ventas venda a esos niveles y finanzas asegure los recursos financieros adecuados.

Guiado por el plan de producción, el programa maestro de producción especifica cada semana las cantidades que se deben fabricar de cada producto. En este punto, se realiza una verificación para determinar si la capacidad disponible, es aproximadamente adecuada para sustentar el programa maestro propuesto. Si no es posible, la capacidad; o bien el programa maestro, deben ser modificados. Después de que se ha elaborado un programa realista, factible desde el punto de vista de la capacidad, el siguiente paso es la ejecución del plan; se generan los programas de compras y los programas de taller. Con esto, se puede determinar las cargas de los centros de trabajo, los controles del taller y las actividades de seguimiento de los vendedores para asegurar si se implementará el programa maestro.

La naturaleza dinámica del sistema es una ventaja decisiva, pues reacciona bien ante condiciones cambiantes, de hecho, promueve el cambio. El cambiar las condiciones

del programa maestro en diversos períodos hacia el futuro puede afectar no sólo la parte final requerida, sino también a cientos (y hasta miles) de partes componentes.

3.6 Beneficios

Se calcularon los beneficios actuales y futuros del MRP. Entre ellos se mencionaron una mayor rotación de inventarios, disminución en el tiempo de espera de entrega, mayor éxito en el cumplimiento de las promesas de entrega, disminuciones en los ajustes internos de producción, para compensar los materiales que no se tienen disponibles.

Para muchas empresas, representa una mejoría con respecto a los sistemas anteriores de planeación y control de la producción. Sus aplicaciones aumentan a medida que los gerentes de operaciones continúan implantando mejores métodos para la administración de materiales.

Los sistemas MRP están concebidos para:

- Disminución de inventarios, determina cuántos componentes de cada uno se necesitan y cuándo hay que llevar a cabo el plan maestro. Evita costos de almacenamiento continuo y la reserva excesiva de existencias en el inventario.

- Disminución de los tiempos de espera, identifica cuáles de los muchos materiales y componentes necesita, (cantidad y ritmo), disponibilidad, y qué acciones (adquisición y producción) son necesarias para cumplir con los tiempos límite de entrega.

- Las promesas de entrega realistas, al emplear el MRP, producción puede darle a mercadotecnia la información oportuna sobre los probables tiempos de entrega a los clientes en perspectiva. El resultado es una fecha de entrega más realista.

- Incremento de la eficiencia, proporciona una coordinación más estrecha entre los departamentos y los centros de trabajo a medida que la integración del producto avanza a través de ellos.

La lógica de procesamiento del MRP acepta el programa maestro y determina los programas componentes para los artículos de menores niveles sucesivos, a lo largo de las estructuras del producto. Calcula para cada uno de los períodos en el horizonte del tiempo de programación, cuántos de cada artículo se necesitan, cuántas unidades del

inventario existente se encuentran ya disponibles, la cantidad neta que se debe de planear al recibir las nuevas entregas y cuándo deben de colocarse las órdenes para los nuevos embarques, de manera que los materiales lleguen exactamente cuando se necesitan.

Un **inventario de demanda dependiente** está compuesto por las materias primas, los componentes que son usados en la producción de artículos que sirven para la fabricación de otros artículos o para la fabricación de productos finales. Los requerimientos de todos los componentes son dictados por la programación maestra de la empresa. Los **inventarios de demanda independiente** constan de los productos terminados, partes de servicio y otros artículos cuya demanda aumenta en relación del ambiente incierto del mercado. Por esto, la distribución de inventarios generalmente responde a una demanda altamente incierta e independiente. Las demandas dependientes normalmente pueden calcularse, mientras que las demandas independientes usualmente requieren alguna clase de pronóstico.

De todas formas, y a pesar de la potencialidad que tiene un sistema como el MRP, éste se basa en hipótesis que en algunos casos restringen la posibilidad de su aplicación:

- El tamaño de los lotes se determina de forma independiente para cada uno de los artículos según una política definida a priori.
- Los plazos de fabricación y aprovisionamiento son fijos y conocidos para cada artículo, y pueden variar de un artículo a otro.
- Está orientado a los productos acabados, de forma que calcula las necesidades de los componentes a partir de las de los artículos finales.
- Se basa en la demanda futura de los productos acabados, reflejada en el plan maestro de producción.
- La exploración de las necesidades se realiza en carga infinita, es decir, no se consideran las posibles limitaciones de capacidad productiva que pueda haber.

3.7 Administración de la producción en INDUMIX

La principal premisa de INDUMIX es la planificación: los ítems que no se planifican representaran un problema en el futuro, por lo tanto es fundamental determinar las necesidades, cuándo, qué cantidad, con qué medios, se va a llevar a cabo el plan de producción

La herramienta que se desarrollará se basa en diversos conceptos de administración de la producción, entre los que se destacan los siguientes:

- Plan de producción.
- La estructura del producto.
- Niveles de stock / Pendientes de entrega.
- El MRP.
- Programación (El resultado del cálculo de necesidades se debe reflejar en un conjunto de órdenes de compra).
- Control de producción (Es necesario retroalimentación para adecuar las sucesivas decisiones. No es posible planificar, gestionar los stocks, programar, sin saber qué está pasando realmente en el interior del sistema productivo).

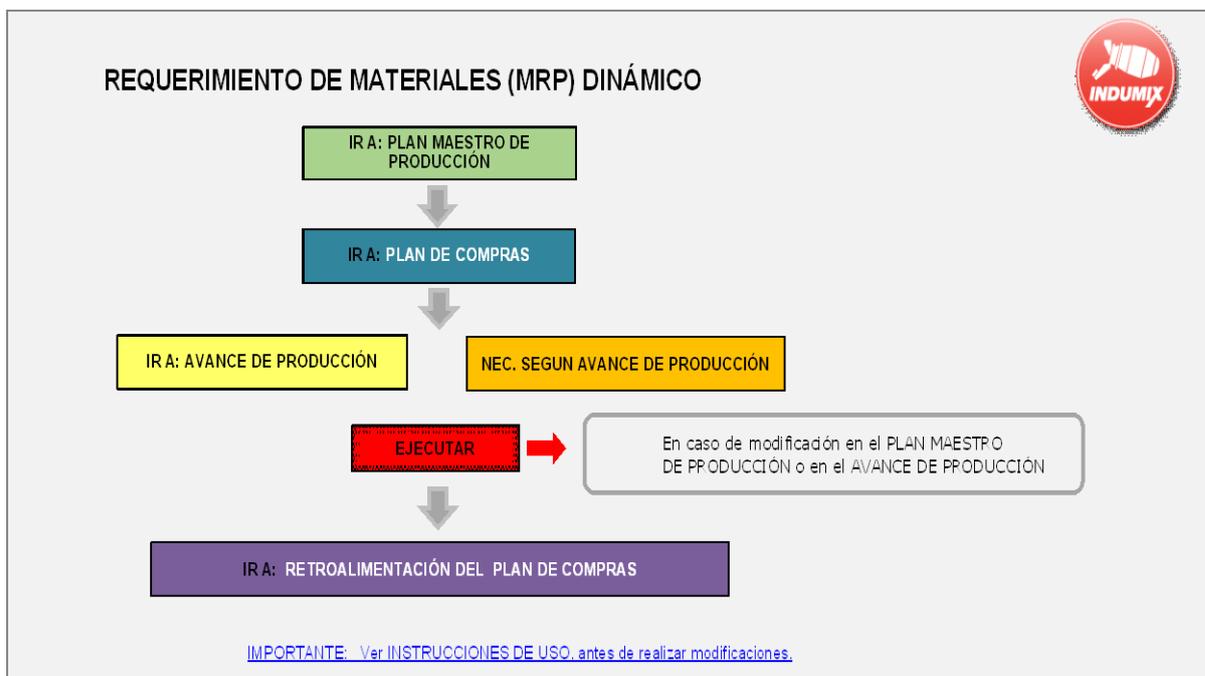
CAPITULO 4: DESARROLLO DE UN MRP DINÁMICO PARA INDUMIX

4.1 Qué implica el desarrollo de un MRP dinámico

El desarrollo de una herramienta de MRP dinámico implica el conocimiento del Plan Maestro de Producción, las estructuras de los productos, el estado de los inventarios, el plan de compras, los avances de la producción y la identificación de los desvíos. Con los desvíos se retroalimenta al sistema obteniendo un MRP dinámico lo cual permite a la empresa disminuir el nivel de stock y disminuir las horas perdidas de mano de obra por falta de materia prima lo que repercute directamente en la situación económica y financiera de la empresa.

En este capítulo por lo tanto se mostrará la herramienta desarrollada en Excel, a través de la visualización de diferentes pantallas, que se resumen en la pestaña de “Inicio” que se muestra a continuación:

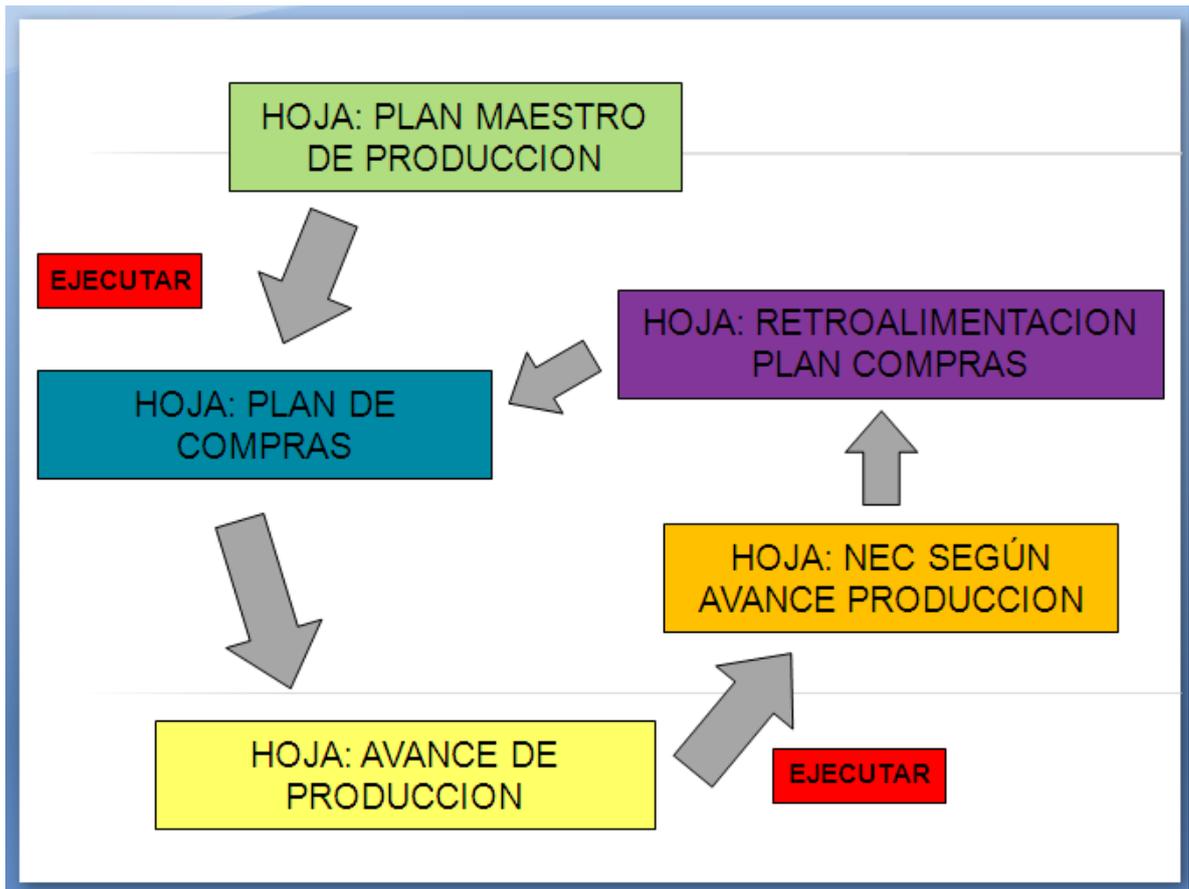
Gráfico N° 5: Vista de “Inicio” de la Herramienta de MRP dinámico



Fuente: Elaboración propia

Las diferentes tablas se relacionan como muestra el siguiente flujograma y se explicará durante el desarrollo de este capítulo

Gráfico N° 6: Gráfico de relación entre tablas



Fuente: Elaboración propia

4.2 Plan Maestro / Plan de entrega

El primer input de información es el **Plan Maestro / Plan de entrega**, que establece las máquinas que se fabricarán en el período. Se realiza a partir de la planificación a mediano y largo plazo de la empresa. INDUMIX cuenta con un plan maestro anual de fabricación que es elaborado en la finalización de cada ejercicio contable (31 de Mayo de cada año) en base a las tendencias del mercado y a la

capacidad instalada de la empresa. La compañía también cuenta con un plan de entrega que se realiza trimestralmente en base a las máquinas vendidas, a las pendientes de fabricación y a la tendencia del mercado, sobre la base de las previsiones de ventas y de los pedidos (en firme y pendientes de confirmar) de los clientes.

A continuación se presenta el Plan Maestro estándar:

Tabla N° 1: Plan Maestro de Producción de INDUMIX

TEMA:	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN												
	MES:	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15
PERÍODO:	PER 1	PER 2	PER 3	PER 4	PER 5	PER 6	PER 7	PER 8	PER 9	PER 10	PER 11	PER 12	CANT. PROG.
MTI TF	12	10	13	11	12	13	13	8	10	12	12	13	139
MTI MA	3	4	4	6	7	5	6	3	4	5	4	3	54
MTS MA	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	24
PD 40	2		2		1	1	2		1	1	1	1	12
PD 60	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	24
PD 80	2	1	1	2	4	2	1	2	2	2	2	3	24
PD 100		1		1			1	1	1		1		6
PD 120						1				1			2
SIF 75 TN	7	8	9	9	9	8	9	6	8	9	10	8	100
SIM 75 TN	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	8
SC 18	1	1	1	0	2	2	2	1	1	2	2	1	16
SC 22	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
TIR	7	8	11	9	10	12	12	7	10	12	12	10	120
MHI 2M	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6
MHI 3M	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

En la vista de inicio del programa “MRP Dinámico” se puede visualizar el botón:

IRA: PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Este nos vincula a la hoja “PLAN MAESTRO DE PRODUCCION” donde se debe cargar la planificación estimada para el ejercicio o el período analizado.

4.3 Estructuras de productos

Una vez determinado el qué, nos concentraremos en el cómo se fabrican las máquinas; tenemos que saber de qué elementos o materiales se componen los productos finales y cuál es el proceso de transformación que experimentan.

Los productos están formados por diferentes partes, componentes o materiales. Se puede armar por lo tanto una **estructura del producto**. Los diferentes elementos que forman un producto y la manera en que se van combinando en el proceso de fabricación componen la lista de materiales, que se puede representar en forma de árbol.

A continuación se presenta un listado de materiales (sólo materia prima) de una máquina estándar.

Tabla N° 2: Estructura de Producto de una máquina de INDUMIX

MAQUINA	CODIGO	DESCRIPCION	RUBRO	CANT	UN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010200001	CHAPA SAE1045 3/16" 1520x7200	CHAPA	2,1275	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100004	CHAPA SAE1010 3/16"1520 x 7500	CHAPA	0,56	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP040200010	CAÑO RECTANG. 140 x 80 x 6.35	CAÑOS	0,22	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100003	CHAPA SAE1010 1/8" 1520 x 8170	CHAPA	0,358	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP030200039	CUADRADO SAE 1026 - 76.2 mm	MACIZOS	0,267	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010400001	CHAPA SAEF30-26 3/8"2500x12000	CHAPA	0,203	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100008	CHAPA SAE1010 1/2" 1500x 6000	CHAPA	0,1383	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100001	CHAPA SAE1010 2mm 1025 x 3000	CHAPA	0,0895	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020300023	UPN N° 12 (120x55x7)	PERFILES	0,041	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010200001	CHAPA SAE1045 3/16" 1520x7200	CHAPA	0,06	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP040100004	CAÑO REDONDO D.33 4x2 9	CAÑOS	12,7	MT
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP030200036	CUADRADO SAE 1026 - 50.8 mm	MACIZOS	0,03564	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP040100005	CAÑO REDONDO D.42 2x2 9	CAÑOS	7,1	MT
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100005	CHAPA SAE1010 1/4" 1520 x 6000	CHAPA	0,0228	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020100001	PLANCHUELA 1 1/2" x 1/2"	PERFILES	0,016	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020300021	UPN N° 8 (80x45x6)	PERFILES	0,0122	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP040100006	CAÑO REDONDO D.48 3x3 56	CAÑOS	2,46	MT
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020100015	PLANCHUELA 2 1/2" x 5/16"	PERFILES	0,011	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100004	CHAPA SAE1010 3/16"1520 x 7500	CHAPA	0,0103	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020100010	PLANCHUELA 1 x 3/16"	PERFILES	0,0066	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP020100012	PLANCHUELA 2 1/2" x 1/4"	PERFILES	0,001	TN
MOTOHORMIGONERA mod. MTI 8 TF	MP010100007	CHAPA SAE1010 3/8" 1500 x 6000	CHAPA	0,001	TN

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

4.4 Niveles de inventarios

Para saber qué hemos de producir hay que conocer las disponibilidades de los productos, es decir, **el estado de los inventarios**. Este conocimiento no consiste únicamente en saber qué es lo que hay en el almacén (parte del stock puede estar comprometido para la realización de otros productos) sino también, cantidades pendientes de recibir, existencias al principio de cada período, stocks de seguridad.

Esta información debe tenerse en cuenta a la hora de realizar el plan de compras.

4.5 Requerimiento de materiales productivos MRP

En base al plan maestro, las estructuras de productos y a los niveles de stock, se genera el MRP, vinculando todos los inputs. De esta forma se determinan las necesidades de materiales y el flujo de fondos en dólares

Una vez cargado el plan maestro de producción, se debe ejecutar la herramienta a través del botón **EJECUTAR** que se encuentra en la pestaña de "Inicio" de esta manera se genera el plan de compras inicial y el flujo de fondos que se muestran a continuación en las tablas 3 y 4 respectivamente:

Tabla N° 3: Requerimiento de materiales para un producto de INDUMIX

				PLAN DE COMPRAS								
				MES:	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	
RUBRO	CODIGO	DESCRIPCION	UN	Pr. U\$S	PER 1	PER 2	PER 3	PER 4	PER 5	PER 6	PER 7	
CANOS	MP040100004	CAÑO REDONDO D.33 4x2 9	MT	3,07	223,40	206,95	246,05	248,30	279,20	261,00	284,15	
	MP040100005	CAÑO REDONDO D.42 2x2 9	MT	3,90	806,13	1.045,96	895,93	1.170,83	1.080,16	1.193,19	1.238,69	
	MP040100006	CAÑO REDONDO D.48 3x3 56	MT	4,51	68,12	62,47	71,39	72,75	83,01	82,01	91,93	
	MP040100007	CAÑO REDONDO D.60 3x3 25	MT	6,14	0,00	9,30	0,00	0,00	0,00	9,30	9,30	
	MP040100008	CAÑO REDONDO D.76x3 25	MT	8,06	227,28	252,69	291,20	301,80	302,26	306,10	321,15	
	MP040100009	CAÑO REDONDO D.88 9x3 65	MT	10,95	228,74	229,92	274,87	282,69	285,98	259,09	284,72	
	MP040100015	CAÑO REDONDO D.219 1x4	MT	42,97	33,90	12,80	33,90	27,50	27,50	27,50	33,90	
	MP040100016	CAÑO REDONDO D.273 0x4 05	MT	52,28	79,80	83,55	112,05	99,20	120,50	127,10	121,45	
	MP040100017	CAÑO REDONDO D.323 8x4,80	MT	70,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	MP040110009	CAÑO SIN COSTURA 9,5 x 1,5	MT	2,63	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	
MP040200010	CAÑO RECTANG. 140 x 80 x 6.35	TN	1.890,55	3,58	3,69	4,02	4,35	4,55	4,86	5,08		
Total CANOS					1.670,95	1.927,33	1.929,41	2.207,42	2.183,16	2.290,15	2.410,37	

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

Tabla N° 4: Flujo de Fondos

FLUJO DE FONDOS PLAN DE COMPRAS										
CODIGO	DESCRIPCION	UN	MES:	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
			Pr. U\$S	PER 1	PER 2	PER 3	PER 4	PER 5	PER 6	PER 7
MP040100004	CANO REDONDO D.33 4x2 9	MT	3,07	685,89	635,39	755,43	762,34	857,21	801,33	872,41
MP040100005	CANO REDONDO D.42 2x2 9	MT	3,90	3.143,91	4.079,24	3.494,13	4.566,24	4.212,62	4.653,44	4.830,89
MP040100006	CANO REDONDO D.48 3x3 56	MT	4,51	307,19	281,71	321,93	328,07	374,34	369,83	414,56
MP040100007	CANO REDONDO D.60 3x3 25	MT	6,14	0,00	57,10	0,00	0,00	0,00	57,10	57,10
MP040100008	CANO REDONDO D.76x3 25	MT	8,06	1.831,77	2.036,56	2.346,93	2.432,36	2.436,07	2.467,02	2.588,32
MP040100009	CANO REDONDO D.88 9x3 65	MT	10,95	2.504,43	2.517,35	3.009,50	3.095,12	3.131,14	2.836,73	3.117,35
MP040100015	CANO REDONDO D.219 1x4	MT	42,97	1.456,66	550,01	1.456,66	1.181,66	1.181,66	1.181,66	1.456,66
MP040100016	CANO REDONDO D.273 0x4 05	MT	52,28	4.171,75	4.367,80	5.857,71	5.185,94	6.299,45	6.644,49	6.349,12
MP040100017	CANO REDONDO D.323 8x4,80	MT	70,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MP040110009	CANO SIN COSTURA 9,5 x 1,5	MT	2,63	0,00	52,63	0,00	0,00	0,00	52,63	52,63
MP040200010	CANO RECTANG. 140 x 80 x 6.35	TN	1.890,55	6.775,72	6.981,79	7.607,56	8.229,55	8.603,88	9.182,38	9.598,30
TOTAL CANOS U\$S				20.877,32	21.559,58	24.849,86	25.781,28	27.096,37	28.246,61	29.337,34

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

Con esta información se genera la orden de compra, estática. A continuación se muestra un ejemplo:

Gráfico N° 7: Ejemplo de Orden de Compra de INDUMIX

INDUMIX S.A **X**

Compañía de Tecnología para Pastores

Av. San Matheo 650 - (BELLEROS) CUIT: 30-50481219-3
 Monte Celato - Córdoba - R.E.S.E.T.I.S.A. Dep. Bienes: 2873787
 Tel: (03-543) 421-953 - Fax: (03-543) 442-700 Montep: Mta. Ch... 27-018
 http://indumix.com.ar - e-mail: info@indumix.com.ar Distrito de Bienes: 04/05/04

ORDEN DE COMPRA NRO: 0001-00031722 Fecha: 02/10/2014

Empresa: 010401 - MARCO AURELIO SOSA S.A.C.I.F CUIT: 30-50481219-3
 Domicilio: AV. PADRE CLARET 5700 Tel/Fono: (03543) 421-953
 X5022LJRL0 Fax: (03543) 442-700
 E-mail: info@marcoosureliososa.com.ar

Det.	UN	Descripción	Código de Artículo	Precio Unitario	Quantificando (Q)	PRECIO TOTAL
__**	MT	CANO REDONDO D.33 4x2 9	MP040100004	21,923	0,00	21,923,00
		07/10/2014 200,0000				
		04/11/2014 300,0000				
		01/12/2014 300,0000				
__**	MT	CANO REDONDO D.42 2x2 9	MP040100005	31,968	0,00	319,796,00
		07/10/2014 2000,0000				
		04/11/2014 2000,0000				
		01/12/2014 1000,0000				
502,8000	MT	CANO REDONDO D.48 3x3 56	MP040100006	34,806	0,00	1,770,31
		01/12/2014 100,0000				
700,0000	MT	CANO REDONDO D.76x3 25	MP040100008	31,968	0,00	31,968,00
		04/11/2014 400,0000				
		01/12/2014 300,0000				
30,0000	MT	CANO REDONDO D.219 1x4	MP040100015	303,600	0,00	30,360,00
		01/12/2014 30,0000				
10,0000	TN	CANO RECTANG. 140 x 80 x 6.35	MP040200010	10,902,000	0,00	287,175,00
		04/10/2014 9,0000				
		04/11/2014 9,0000				

CONTINUACION DE REP.
IMP. de 4,41.

Código de Seguimiento:

Doc. Adjuntos:

Autorizó: JAVIER MONTAÑES

SUBTOTAL: \$ 532,795.41

IVA 10,5% / 21%: \$ 111,887.04

TOTAL: \$ 644,682.45

FORMA DE PAGO: 2 - CUENTA CORRIENTE 30 DIAS

LUGAR DE ENTREGA:

PARAM. DE PROC. Y PROD. A CONTROLAR:

Solicitamos confirmar la recepción de la presente Orden de Compra dentro de las 24 (veinticuatro) horas de la fecha de emisión. En caso contrario, aceptamos las CONDICIONES GENERALES DE COMPRA publicadas por la empresa. Solicitar copia al/la responsable/a de Abastecimiento y Almacén. Solicitamos contar en la Pastora de Venta y en los Escritos de entrega el número de la presente Orden de Compra. Solicitar, la Forma de Pago con vencido en la Pastora de Venta cuando sea la indicada en la presente Nota de Pedido para evitar errores en la liquidación del pago de la misma. Los valores detallados corresponden a especies, animales/a o parte/a entregado/a salvo cuando se encuentre expresado Monto Celato (Córdoba) en la empresa solicitada en cualquier caso por parte del Proveedor.

INDUMIX S.A ES UNA EMPRESA QUE CUENTA CON SU SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD CERTIFICADO POR IRAM BAJO NORMAS ISO 9001:2008 - RI 9000 - 812.

Fuente: Información suministrada por INDUMIX

Una vez generado el plan de compras y habiendo comenzado el proceso productivo, se debe chequear el **grado de avance de Producción**, contrastar con el Plan de Compras e **identificar las desviaciones**.

A continuación, se muestran los avances de producción, mostrando en rojo las variaciones en la programación de producción, de acuerdo al Plan Maestro. Esta metodología de trabajo se realiza de manera automática, ya que la herramienta de Excel compara el Plan Maestro de Producción con los Avances de la Producción y al detectar desvíos los marca en color rojo.

El avance del plan de producción se carga haciendo click en

IRA: AVANCE DE PRODUCCIÓN

en la pantalla inicio:

Tabla N° 5: Avances de la Producción

TEMA:	AVANCE PRODUCCION												
MES:	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	Total
PERÍODO:	PER 1	PER 2	PER 3	PER 4	PER 5	PER 6	PER 7	PER 8	PER 9	PER 10	PER 11	PER 12	CANT. PROG.
MTI TF	10	15	13	11	12	13	13	8	10	12	12	13	142
MTI MA	2	6	4	6	7	5	6	3	4	5	4	3	55
MTS MA	1	4	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	25
PD 40	0		2		1	1	2		1	1	1	1	10
PD 60	1	4	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	25
PD 80	1	2	1	2	4	2	1	2	2	2	2	3	24
PD 100		2		1			1	1	1		1		7
PD 120						1				1			2
SIF 75 TN	5	10	9	9	9	8	9	6	8	9	10	8	100
SIM 75 TN	0	5	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	12
SC 18	0	3	1	0	2	2	2	1	1	2	2	1	17
SC 22	0	4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11
TIR	5	10	11	9	10	12	12	7	10	12	12	10	120
MHI 2M	0	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	7
MHI 3M	0	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	7

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

En función del análisis de los avances de la producción, se visualiza automáticamente en el programa, las variaciones en las necesidades, es decir de los desvíos en el Plan de Compras.

La herramienta se ejecuta a través del botón **EJECUTAR** de ésta manera se genera la retroalimentación del sistema que se puede visualizar al hacer click en icono

IRA: RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE COMPRAS donde se observa un cuadro que compara la información del plan de compras original, con el avance de la producción, resaltando en rojo aquellas diferencias que superen en más o en menos un 5%.

En función de los desvíos detectados, se activa a los proveedores en de acuerdo a las nuevas necesidades, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 6: Desviaciones plan compras, según necesidades de producción

		RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE COMPRAS											
		VOLVER A INICIO											
					jun-14				jul-14				
					PER 1				PER 2				
RUBROS	CODIGO	DESCRIPCION	UN	PRECIO U\$S	PLAN COMPRAS	AVANCE PRODUC.	DIFER. / ACTIVAC.	% Dif.	PLAN COMPRAS	AVANCE PRODUC.	DIFER. / ACTIVAC.	% Dif.	
CANOS	MP040100004	CANO REDONDO D.33 4x2 9	MT	3,07	223,40	168,35	55,05	25%	206,95	325,00	-118,05	-57%	
	MP040100005	CANO REDONDO D.42 2x2 9	MT	3,90	806,13	484,40	321,73	40%	1.045,96	2.088,71	-1.042,75	-100%	
	MP040100006	CANO REDONDO D.48 3x3 56	MT	4,51	68,12	40,28	27,84	41%	62,47	134,84	-72,37	-116%	
	MP040100007	CANO REDONDO D.60 3x3 25	MT	6,14	0,00	0,00	0,00	0%	9,30	18,60	-9,30	-100%	
	MP040100008	CANO REDONDO D.76x3 25	MT	8,06	227,28	146,01	81,27	36%	252,69	421,98	-169,29	-67%	
	MP040100009	CANO REDONDO D.88 9x3 65	MT	10,95	228,74	138,17	90,57	40%	229,92	401,54	-171,62	-75%	
	MP040100015	CANO REDONDO D.219 1x4	MT	42,97	33,90	6,40	27,50	81%	12,80	67,10	-54,30	-424%	
	MP040100016	CANO REDONDO D.273 0x4 05	MT	52,28	79,80	54,45	25,35	32%	83,55	108,90	-25,35	-30%	
	MP040100017	CANO REDONDO D.323 8x4,80	MT	70,47	0,00	0,00	0,00	0%	0,00	0,00	0,00	0%	
	MP040110009	CANO SIN COSTURA 9,5 x 1,5	MT	2,63	0,00	0,00	0,00	0%	20,00	40,00	-20,00	-100%	
	MP040200010	CANO RECTANG. 140 x 80 x 6.35	TN	1.890,55	3,58	2,64	0,94	26%	3,69	7,75	-4,06	-110%	

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

CAPITULO 5: IMPLEMENTACIÓN DE UN MRP DINÁMICO EN INDUMIX

Con el objetivo de que la herramienta desarrollada se pueda implementar sin inconvenientes y la pueda utilizar cualquier persona que no esté vinculada necesariamente al proceso de compras y abastecimiento o producción, se desarrolló un instructivo.

Es fundamental capacitar a las personas para el uso de la herramienta y comunicarles que si bien se retroalimenta automáticamente, la carga de los datos fuentes de información es fundamental y es responsabilidad de cada usuario, no modificar el plan maestro de producción original y cargar correctamente los datos que hacen a su función.

A continuación se muestra el Instructivo de Uso:

Grafico N° 8: Instrucciones de Uso de la herramienta MRP dinámico

INSTRUCCIONES DE USO

REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) DINÁMICO



El siguiente instructivo, detalla paso a paso el contenido de cada pestaña u hoja de excel, en donde se desarrolla la herramienta de MRP dinámico. Se indica qué debe cargarse como inputs, cómo modificarlo o qué información se puede modificar y cómo; y finalmente como se ejecuta la macro que realiza la retroalimentación al Plan de Compras y permite realizar las activaciones de los ordenes de compra necesarias.

En la hoja de "Inicio" se visualiza a través de un gráfico las principales hojas de la herramienta, que deben ser cargadas o pueden modificarse y podrán ser visualizadas.

La herramienta cuenta con otras pestañas, las cuales no podrán ser modificadas. Al usuario le saltará un mensaje de error, en caso de posicionarse en una celda que no pueda ser modificada.

1. En el Plan Maestro de Producción, **PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN** debe cargar la información sobre la producción estimada durante el próximo año. El periodo va de Junio a Mayo, coincidiendo con el Cierre del Ejercicio Contable de la Empresa
2. Ejecutar herramienta, a través del botón **EJECUTAR** que se encuentra en la pestaña de "Inicio". De ésta manera se genera el Plan de Compras inicial.
3. El Plan de Compras se visualiza en la pestaña "PLAN COMPRAS", o se puede acceder desde el Inicio, haciendo click en:
IR A: PLAN DE COMPRAS
4. Una vez comenzada la producción, se debe cargar el avance del Plan de Producción, haciendo click sobre el ícono:
IR A: AVANCE DE PRODUCCIÓN que se encuentra en "Inicio".
5. Ejecutar herramienta, a través del botón **EJECUTAR** que se encuentra en la pestaña de "Inicio". De ésta manera se genera la retroalimentación al sistema.
6. Desde la pestaña de "Inicio", hacer click sobre el ícono: **IR A: RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE COMPRAS** Allí se visualiza un cuadro que compara la información del Plan de Compras original, con el avance de la producción, resaltando en rojo, aquellas diferencias que superen en más o en menos un 5%.

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por INDUMIX

CONCLUSIONES FINALES

El objetivo de este trabajo fue realizar una herramienta, un MRP dinámico para la empresa INDUMIX que permita revisar, contrastar y realizar la activación de las órdenes de compra de materia prima, elaborado en base al plan maestro que la empresa realiza, pero que se retroalimente de manera automática con el avance o grado de cumplimiento real del plan de producción.

El diseño de la herramienta fue potenciado y alimentado de principios o conceptos básicos de la gestión de inventarios, la filosofía de *just in time*, y de la administración de la producción. Este marco teórico que fue desarrollado en los diferentes capítulos, permitió además de tener una visión objetiva y profundizar conceptos teóricos, analizar el funcionamiento de la empresa en relación a cada uno de los temas tratados.

Ello significó una gran contribución a la empresa, ya que se analizó cada proceso y se hicieron mejoras, tales como la reducción de stocks y disminución de horas de mano de obra perdidas por falta de materia prima. Ello implicó trabajar fuerte en el **estado de los inventarios**, ya que se identificó en el relevamiento realizado un deficiente manejo de los niveles de stock, e inconsistencias entre lo planificado y lo producido con las siguientes consecuencias:

- Pérdida del 15% de horas de mano de obra productiva directa por faltantes de materia prima.
- Sobredimensionamiento del plan de compras en un 20% y altos niveles de stock.
- Problemas financieros a la hora de afrontar los compromisos de pagos.

Este análisis realizado, constituyó un diagnóstico sobre la gestión de inventarios en INDUMIX, lo cual significó de gran importancia, ya que los problemas fueron detectados y desde allí se hizo más fácil realizar una acción correctiva.

Para dar solución a los problemas planteados se perfeccionó la **estructura de cada producto** que fabrica la empresa, para identificar con precisión las diferentes partes y componentes que lo conforman.

Asimismo, se trabajó en conjunto con personal de producción, para contar con información certera sobre con el **avance de la producción**.

Se trabajó partiendo del **plan maestro anual de fabricación**, que es elaborado en la empresa en la finalización de cada ejercicio contable, en base a las tendencias del mercado y a la capacidad instalada de la misma y del **plan de entrega** que se realiza trimestralmente en base a las máquinas vendidas, a las pendientes de fabricación y a la tendencia del mercado, y sobre la base de las previsiones de ventas y de los pedidos (en firme y pendientes de confirmar) de los clientes.

En base a ello, se determinan los **materiales necesarios**, considerando la estructura del Producto y la disponibilidad de materiales, es decir, el estado de los Inventarios; y se genera el **Plan de Compras**.

Hasta el momento la empresa trabajaba con órdenes de compras estáticas, el Plan de Compras no se retroalimentaba, lo cual significaba grandes pérdidas para la empresa en términos económicos y financieros.

La implementación de MRP dinámico, que se retroalimenta del grado de avance de producción, le permitió a la compañía identificar los desvíos en las necesidades de materia prima y corregir o generar automáticamente un nuevo Plan de Compras. Se analizó el trimestre (diciembre 2014, enero y febrero del 2015), para realizar mediciones respecto a las variables relevantes, y se abordó a los siguientes resultados:

- Disminución de los inventarios en un 12.5%. Esto generó mayor rotación de los inventarios dando disponibilidad de capital para las reinversiones que está realizando la empresa con la incorporación de 2000m² productivos, así como para el crecimiento de 15% que se prevee para el próximo ejercicio.
- Disminución de la pérdida de horas por faltantes de materia prima en un 55.3%. El rendimiento de la mano de obra es un factor crítico para la empresa. La mano de obra directa cobra premio en función de su rendimiento por lo que la ineficiencia debido a faltantes de materia prima genera mucho descontento entre el personal y a la empresa le genera inconvenientes. La disminución de los faltantes es un resultado que generó gran repercusión en la empresa.
- Lo anteriormente mencionado generó una optimización de los recursos financieros de la empresa. El descalce financiero es muy alto ya que el ciclo productivo ronda

en promedio en los 60 días, más 60 días de cobro. Una mejora en este aspecto es altamente valorado.

- Generación de un flujo de fondos. Contar con un flujo de fondos real es fundamental para cualquier empresa para poder tener un margen de movimiento para realizar sus operaciones diarias, y además facilitar la realización de algunas estrategias.

Los resultados alcanzados en el trimestre analizado fueron muy satisfactorios, por lo que la gerencia quedó totalmente satisfecha e involucrada para que se siga trabajando en ese sentido.

Por otro lado, es importante aclarar que la herramienta fue diseñada para que la pueda usar cualquier persona independientemente del conocimiento técnico que tenga sobre la materia. Asimismo, es posible de aplicar en otras pequeñas y medianas empresas.

BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía:

- SCHROEDER Roger, Administracion de operaciones
- GAITHER Norman, FRAZIER, Grez, Administración de Producción y Operaciones
- VIDAL HOLGIN Carlos Julio (2005), Fundamentos de Gestion de Inventarios, Colombia.

Páginas Web:

- ZORNOZA Luis (2004), Sistemas MRP (<http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/mrp.htm>)
- FILLET Felipe Eduardo, Sistema de administración de inventarios MRP Planificación de los requerimiento de materiales (<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/mrp.pdf>)
- GOMEZ GOMEZ Alberto (<http://pgio/uniovi/esdocumentosassignaturasdescargasmrp1.pdf>)
- PEREZ MIRA Domingo (2007) (http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48044/componente48042.pdf)
- Requerimiento de materiales MRP (<http://www.gestiondeoperaciones.net/plan-de-requerimientos-de-materiales/ejemplo-del-plan-de-requerimientos-de-materiales-mrp/>)
- Concepto de MRP (<http://viviaangrup.galeon.com/enlaces998822.html>)
- Blog de Aula del Ciclo de grado superior en Comercio Internacional Profesor: Oscar Boluda Ivars (http://www.smart-tek.mx/RFID_Inventarios.php).
- Blog de Investigación de Operaciones. Publicado por Melissa Ojeda Lizarazo (http://inop2.blogspot.com.ar/2011/02/gestion-de-inventarios_23.html).
- Yomar Altamar, Gerencia de Cadena de suministros (<http://yoalme.wordpress.com/2013/03/18/72>)

Fuente de Información Interna de la Empresa:

Información suministrada por INDUMIX relacionada al trabajo de aplicación.