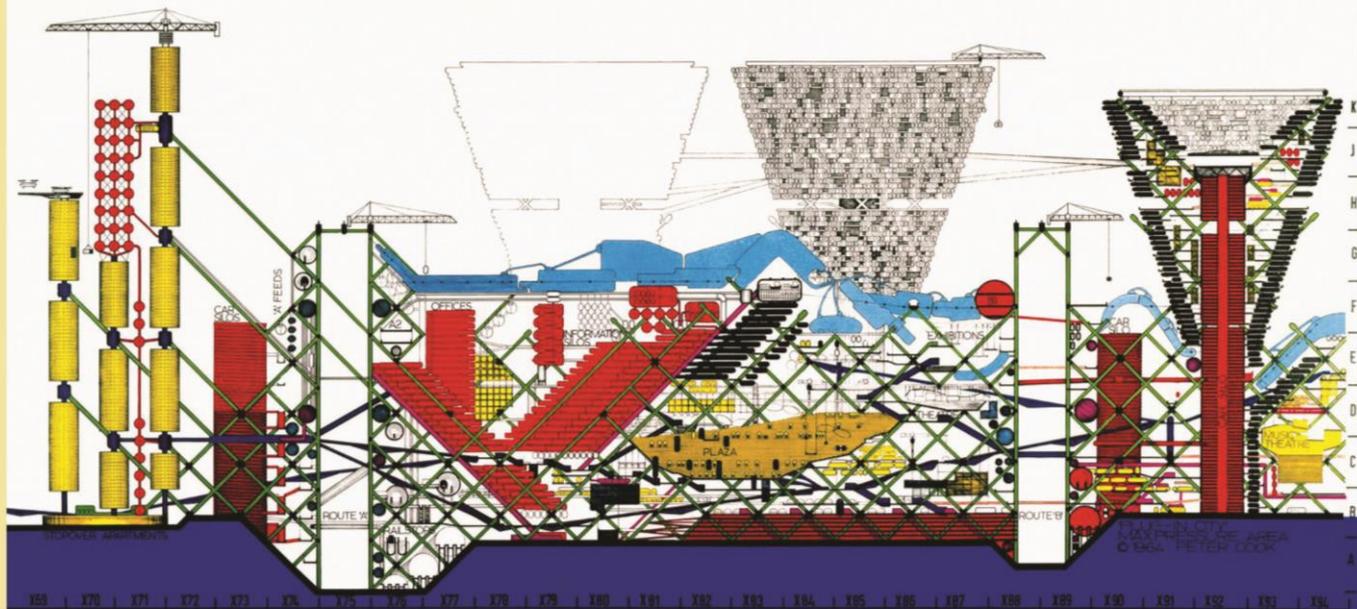


Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas  
EDITOR & COMPILADOR



S  
I  
S  
T  
E  
M  
A  
S

DINÁMICOS

# Desarrollo de un modelo de planeamiento de producción con inventario dinámico para la gestión de operaciones de empresas manufactureras del rubro farmacéutico (1° parte sin costos)



**Gustavo Raúl Quispe Canales**

Ingeniería Industrial – Universidad Ricardo Palma

Maestría en Ingeniería Industrial con Mención en Gestión y Planeamiento empresarial - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Doctorando en Gestión de Empresas - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Experiencia 21 años en la docencia y 30 años en el sector empresarial. Actualmente Docente Universitario y Coordinador del Programa de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma.

Correo Electrónico: Gustavo.QuispeC@urp.pe.

## Resumen

El modelo de planeamiento de la producción con inventario dinámico tiene como base los sistemas MRP y permite que las gerencias funcionales definan la forma de utilizar los recursos críticos de la organización, como: Inventarios, Mano de Obra, Capacidad de Máquinas, de almacenamiento u otro recurso crítico que sea definido. Para esto el modelo responderá a la política de inventario; a la política del tamaño de lote de cada familia de producto; a los turnos de trabajo u horas extras. Los beneficios a lograr describimos: Planear las ventas y la producción con un único objetivo; Desagregar el Plan de ventas y producción en el programa maestro de producción para que sea ejecutado; Eliminar o reducir los problemas de abastecimiento; Reducir los inventarios; Eliminar reducir los inventarios que se destruye cada año fiscal; Planear la capacidad de máquina y de la mano de obra; Eliminar o reducir las reprogramaciones.

**Palabras Claves:** Plan de producción, Capacidad, Inventario, Recurso Critico.

## Abstract

The production planning model with dynamic inventory is based on MRP systems and allows functional management to define how to use the critical resources of the organization, such as: Inventories, Manpower, Machine Capacity, Storage or other Critical resource that is defined. For this the model will respond to the inventory policy; To the lot size policy of each product family; To work shifts or overtime. The benefits to be achieved are: Plan sales and production with a single goal; Disaggregate the sales and production plan in the master production program to be executed; Eliminate or reduce supply problems; Reduce inventories; Eliminate reducing inventories that are destroyed each fiscal year; Plan the capacity of machine and labor; Eliminate or reduce reprogramming.

**Key Words:** Production Plan, Capacity, Inventory, Critical Resource

## Nomenclatura

**MRP:** planeamiento de los requerimientos para manufactura.

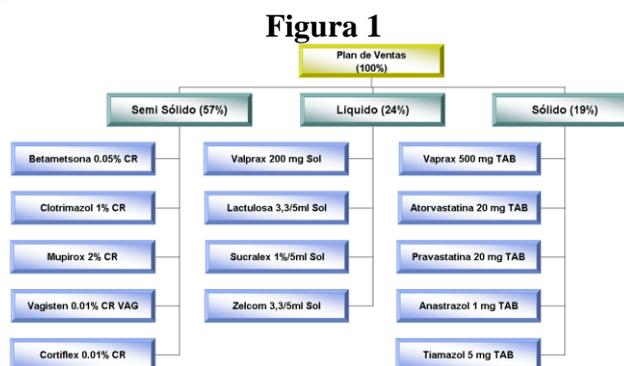
**PMP:** programa maestro de producción.

**MKT:** marketing.

## 1. Introducción

El plan de producción vincula los objetivos y las metas con los planes de producción correspondientes a productos individuales y sus componentes específicos que intervienen en ellos (PMP) (Krajewski, L., Ritzman, L.). Esta forma de gestión permite que toda la organización trabaje e invierta sus recursos según el plan de negocio de la Cía. Los gerentes funcionales tomaran decisiones y definirán como trabajar los recursos en este plan de mediano plazo, con un horizonte de tiempo de 3 a 18 meses, con períodos de planificación mensual, trimestral o semestral. En el Perú las empresas manufactureras tienen una brecha entre sus planes estratégicos y los planes operativos, pues trabaja directamente con el programa maestro de producción, a pesar de dar políticas, es el nivel de jefatura donde toma las decisiones finales. El plan de producción trabaja con diferentes familias o agrupaciones de productos, que pueden darse según sea el mercado o los procesos de producción en el caso de las Cías. manufactureras y ambas clasificaciones están íntimamente relacionados a través de la lista de planificación, permitiendo su transformación entre ellos; ver una lista de planificación con tres familias:

### Lista de planificación



Fuente: Quispe, G. 2017

El plan de producción requiere de cuatro elementos:

Una unidad lógica global para medir las ventas y la producción.

Una previsión de la demanda en las unidades agregadas.

Un método para determinar los costos y

Un modelo que combine las ventas, la producción, los inventarios, las políticas, la capacidad y los costos. (Heizer, J.; Render B.).

**Figura 2**

Plan de Ventas del año 2018					
ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
36000	36000	39000	39000	46000	46000
Plan de Ventas de Semi Sólidos del año 2011					
ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
20,520	20,520	22,230	22,230	26,220	26,220
Plan de Ventas de Líquidos del año 2011					
ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
8,640	8,640	9,360	9,360	11,040	11,040
Plan de Ventas de Sólidos del año 2011					
ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
6,840	6,840	7,410	7,410	8,740	8,740

Fuente: Quispe, G. 2017

Al final manualmente insertar líneas en blanco para distribuir en forma equilibrada los textos y párrafos de tal forma que ocupen todo el margen vertical desde la primera línea a la última, de la misma forma el tamaño de las celdas de las tablas. También existen desarrollos de software específicos que realizan este trabajo.

## 2. Desarrollo del modelo de planeamiento con inventario dinámico

La gerencia funcional juega un papel importante, puesto que es el responsable de los resultados de los procesos de la cadena del valor de la organización, para esto es necesario que el gerente funcional se empodere de todos los procesos que le corresponde, siendo para ello, necesario que desarrolle un Planeamiento Gerencial de Ventas y Producción que regule a todos los demás programas: como el de producción y de todas las áreas de servicios: Compras, Almacenes, Calidad, Mantenimiento, RRHH, Finanzas, Contabilidad, Investigación y Desarrollo; trabajando toda la compañía con un único Plan. De esta forma proporcionaría los mecanismos para conciliar los planes de alto nivel y comunicar el Plan Aprobado a toda la compañía. Este nuevo proceso permitiría:

- Planear las ventas y la producción con un único objetivo. Sobre el cual se tomará las decisiones sobre los recursos a utilizar y los ingresos a lograr.
- Desagregar el Plan de ventas y producción en el programa maestro de producción para que sea ejecutado.
- Eliminar o reducir los problemas de abastecimiento.
- Reducir los inventarios.
- Eliminar o reducir los inventarios que se destruye cada año fiscal.
- Planear la capacidad de máquina y de la mano de obra con anticipación.
- Eliminar o reducir las reprogramaciones del programa de producción sobre el cual toda la compañía trabajará.

De acuerdo a lo expuesto ya se puede definir el problema que el presente estudio de investigación va a desarrollar.

### El problema

- ¿Cuáles son los requerimientos del modelo de planeamiento de la producción con inventario dinámico para gestionar las operaciones de empresas manufactureras del rubro farmacéutico?

### Problemas específicos

- ¿Qué variables y parámetros logísticos y de producción intervienen en el proceso del planeamiento de la producción con inventario dinámico para lograr un planeamiento gerencial que permita tomar decisiones sobre los inventarios?
- ¿Qué variables y parámetros logísticos y de producción intervienen en el proceso del Planeamiento de la Producción con inventario dinámico para lograr un planeamiento gerencial que permita tomar decisiones sobre la capacidad de los activos críticos?
- ¿Qué variables y parámetros logísticos y de producción intervienen en el proceso del Planeamiento de la Producción con inventario dinámico para lograr un planeamiento gerencial que permita tomar decisiones sobre la capacidad de la mano de obra directa?
- ¿Qué variables y parámetros logísticos y de producción intervienen en el proceso del Planeamiento de la Producción con inventario dinámico para lograr un planeamiento gerencial que permita tomar decisiones que minimicen los costos directos?

Los objetivos que forman parte de su funcionalidad del modelo que se desarrolla son:

- Minimizar los costos y maximizar las ganancias.
- Maximizar el servicio al cliente.
- Minimizar la inversión de inventario.
- Minimizar los cambios en las tasa de producción.
- Minimizar los cambios en los niveles de la MOD.
- Maximizar la utilización de planta y equipo. (Heizer, J.; Render B.).

El modelo requiere de las siguientes entradas:

1. *Política de inventarios*. Presenta la decisión de la gerencia de trabajar con un nivel de inventario expresado en días de abastecimiento (Cobertura)
2. *Política de producción*. Presenta la decisión de la gerencia de trabajar con un tamaño de lote: LxL, cantidad fija (FOQ), cantidad económica (EOQ) u otro.
3. *Cantidad mínima*. Es la cantidad mínima que se debe producir o comprar.
4. *Capacidad de producción*. Expresado como una tasa de producción.
5. *Estándar (HH/1000)*. Expresa la cantidad de HH que se requiere para producir una unidad agregada.
6. *Eficiencia MOD*. Expresa el rendimiento de la mano de obra directa frente al estándar.

#### A. Diseño

Para el diseño del modelo fue necesario seguir la siguiente secuencia de actividades:

- Identificar los objetivos.
- Seleccionar los datos de entrada y su calidad:
  - Política de inventarios. Presenta la decisión de la gerencia de trabajar con un nivel de inventario expresado en días de abastecimiento (Cobertura)
  - Política de producción. Presenta la decisión de la gerencia de trabajar con un tamaño de lote: LxL, cantidad fija (FOQ), cantidad económica (EOQ) u otro.
  - Cantidad mínima. Es la cantidad mínima que se debe producir o comprar.
  - Capacidad de producción. Expresado como una tasa de producción.
  - Estándar (HH/1000). Expresa la cantidad de HH que se requiere para producir una unidad agregada.
  - Eficiencia MOD. Expresa el rendimiento de la mano de obra directa frente al estándar.

**Funcionamiento del osp del modelo de planeamiento de producción con inventario dinámico.**

**Figura 3**



Fuente: Quispe, G. 2017

**B. Programación**

**Cuando la capacidad es mayor que la demanda**

<p>P Producción por período. X Ventas por períodos β Tamaño de lote α Política de inventario d Días efectivos del período i Inventario en proceso I Inventario disponible θ Capacidad por turno δ Porcentaje de horas extras μ Horas por turno σ Días de inventario</p>	<p>Si:</p> $\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) \leq (I_{(i-1)} + p_i)$	$P(x) = \frac{\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) - (I_{(i-1)} + p_i)}{\beta} * \beta$
	<p>⇒</p>	$P(x) = 0$
		$\frac{\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) - (I_{(i-1)} + p_i)}{\beta}$ <p style="font-size: small;">Es un número ENTERO siempre.</p>

**Análisis de capacidad cuando capacidad mayor que demanda**

si:

$$P(x) = \frac{\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) - (I_{(i-1)} + p_i)}{\beta} * \beta \leq \theta$$

⇒

$$P(x) = \frac{\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) - (I_{(i-1)} + p_i)}{\beta} * \beta$$

### Análisis de capacidad cuando capacidad menor que demanda

si:

$$P(x) = \frac{\sum_i (X_i + X_{(i+1)} * \frac{\alpha}{d}) - (I_{(i-1)+} * pI)}{\beta} * \beta > \theta$$

⇒  $P(x) = \beta * \mu$

si:  $\sigma \leq \alpha$

$$P(x)_{Extra} = \left[ \frac{X_{(i+1)} * \alpha / d * \beta}{\beta} \right]$$

### Análisis de la capacidad de mano de obra directa

$\mu$	Estándar de la MOD	HES	=	$P(x) * \mu$
HES	Horas Hombre Estándares	HEE	=	$\frac{P(x) * \mu}{e}$
e	Eficiencia de la MOD	LD	=	LI * TMOD
HEE	Horas Hombre Esperadas	NP	=	NP * TMOD
LD	Labor directa de la MOD	TMOD	=	$\frac{HEE}{LD}$
LI	Labor Indirecta de la MOD	HOP	=	$d * \mu$
NP	Labor No Productiva	NOPP	=	$\frac{TMOD}{HOP}$
TMOD	Total HH de la MOD			
HOP	Horas por Operario por período			
NOPP	Número de operarios por período			

### C. Pruebas

Se simuló los dos escenarios:

- Cuando la Capacidad es mayor que la demanda.
- Cuando la Capacidades menor que la demanda.
- Planificar la mano de obra directa
- Evaluar todas las variables, parámetros, estándares y políticas, en los resultados.

### Cuando la capacidad es mayor que la demanda

**Figura 4**

Estándar HH/1000	PI	30	UND/HORA	396	TL	2,000
20.25	HE <=	0%	TURNO	9.60	VM	500
Períodos	0	I	II	III	IV	TOTAL
Días		62	63	62	61	248
Capacidad		234,000	238,000	234,000	230,000	936,000
<b>VENTA</b>		<b>91,500</b>	<b>123,500</b>	<b>109,000</b>	<b>111,000</b>	<b>435,000</b>
Ordenes Proceso		10,000				10,000
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>126,000</b>	<b>116,000</b>	<b>112,000</b>	<b>108,000</b>	
1° TURNO		126,000	116,000	112,000	108,000	462,000
Inventario Py	16,000	60,500	53,000	56,000	53,000	222,500
Días de Inventario		11	31	30	31	
Capacidad de Producción Utilizada		54%	49%	48%	47%	

Fuente: Quispe, G. 2017

## Cuando la capacidad es menor que la demanda

### Figura 5

Estándar HH/1000	PI	30	UND/HORA	396	TL	2,000
Períodos	0	I	II	III	IV	TOTAL
Días		62	63	62	61	248
Capacidad		234,000	238,000	234,000	230,000	936,000
<b>VENTA</b>		<b>354,000</b>	<b>341,500</b>	<b>357,500</b>	<b>419,500</b>	<b>1,472,500</b>
Ordenes Proceso		8,000				8,000
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>459,619</b>	<b>358,000</b>	<b>402,000</b>	<b>230,000</b>	
2° Turno		225,619	120,000	168,000	0	
1° Turno		234,000	238,000	234,000	230,000	936,000
Inventario Py	50,000	163,619	180,119	224,619	35,119	603,476
Días de Inventario		9	30	31	33	
Capacidad de Producción Utilizada		196%	150%	172%	100%	

Fuente: Quispe, G. 2017

## Planeamiento de la mano de obra directa

### Figura 6

Estándar HH/1000	PI	30	UND/HORA	396	TL	2,000
Períodos	0	I	II	III	IV	TOTAL
Días		62	63	62	61	248
Capacidad		234,000	238,000	234,000	230,000	936,000
<b>VENTA</b>		<b>100,500</b>	<b>102,500</b>	<b>124,000</b>	<b>99,500</b>	<b>426,500</b>
Ordenes Proceso		4,000				4,000
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>122,000</b>	<b>114,000</b>	<b>112,000</b>	<b>104,000</b>	
1° TURNO		122,000	114,000	112,000	104,000	452,000
Inventario Py	24,000	49,500	61,000	49,000	53,500	213,000
Días de Inventario		15	30	31	30	
Capacidad de Producción Utilizada		52%	48%	48%	45%	

H	Estándar de la MOD	20.25				
HES	H - H Estándares		2,470.50	2,308.50	2,268.00	2,106.00
e	Eficiencia de la MOD	0.80				
HEE	H - H Esperadas		3,088.13	2,885.63	2,835.00	2,632.50
LD	Labor directa de la MOD	0.85	3,088.13	2,885.63	2,835.00	2,632.50
LI	Labor Indirecta de la MOD	0.10				
NP	Labor No Productiva	0.05				
TMOD	Total HH de la MOD	1.00	3,633.09	3,394.85	3,335.29	3,097.06
HOP	HorasxOperariosxPeriodo		595.20	604.80	595.20	585.60
NOPP	N° de operariosxPeriodo		6	6	6	5

Fuente: Quispe, G. 2017

## D. Materiales

Archivos en Excel y Word de la experiencia de más de 25 años en la industria farmacéutica, cosmética y de consumo

## 3. Resultados

- El modelo de planeamiento de producción con inventario dinámico, es el resultado de como un gerente de operaciones logra a través de él dar respuesta a las necesidades de la organización.
- Revisando sus resultados en el caso que la capacidad es mayor que la demanda.
- La producción cumple con el tamaño de lote fijo, siempre planifica el lote o múltiplos del tamaño de lote.
- Los inventarios cumplen con los días que exige la política de inventarios.
- Nos presenta la capacidad utilizada.
- Revisando sus resultados en el caso que la capacidad es menor que la demanda:
- La producción cumple con el tamaño de lote fijo, siempre planifica el lote o múltiplos del tamaño de lote.
- Los inventarios cumplen con los días que exige la política de inventarios.

- Nos presenta la capacidad utilizada y como lo excede el primer turno nos propone crear un nuevo turno.

Podemos crear más escenarios y cada uno de ellos valorizarlos, para luego elegir el mejor.

#### **4. Conclusiones**

Se concluye que durante las pruebas desarrolladas de simulación, el modelo siempre responde a las políticas que se definen de inventarios, producción y los parámetros logísticos y de producción. En el período cero el modelo puede quedarse bajo de inventarios porque las ventas fueron altas o pueden quedarse con inventarios altos por la baja venta. En cualquiera de los casos el sistema al ejecutarse lo regula en forma automática según las políticas y parámetros.

#### **5. Observaciones**

Una variable importante en el modelo es la previsión de la demanda, los inventarios en “mano”, en proceso, etc. en el presente se utilizan números aleatorios; por ejemplo tomamos de la proyección de ventas la menor y la mayor, lo mismo hacemos con los inventarios y utilizamos números aleatorios.

En el caso de la eficiencia de la mano de obra directa se utiliza la eficiencia histórica promedio logrado en cada familia de producto. Se puede aplicar la mejora continua, si proyectamos las mejoras que cambian los estándares a partir de un determinado periodo que se implementa la mejora. Esto afecta directamente a la planificación de la mano de obra directa.

#### **6. Recomendaciones**

Las recomendaciones en principio van de la mano con las observaciones, una para cada una, pero no se limitan a partir de una observación. Se puede obviar dependiendo del criterio de los autores. En caso de ir se conserva el mismo criterio de las observaciones para presentarlas.

#### **7. Reconocimientos**

En este capítulo se muestra el agradecimiento a las personas o instituciones que brindaron su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación o proyecto, también quienes contribuyeron de alguna forma en la realización de este.

Este reconocimiento es personalizado y en tercera persona, debe mencionar su aporte y aspectos académicos.

**8. Literatura citada.**

- [1]. **Landvater, D., Gray, C.** MRP II Standard System. United State of America. Oliver Wight. 1988.
- [2]. **Krajewski, L., Ritzman, L.** Administración de Operaciones. Quinta Edición. México: Pearson Educación. 2000.
- [3]. **Domínguez, J.** Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos de la producción y Servicios. 1a Edición. España: Mc Graw Hill. 1999.
- [4]. **Domínguez, J.** Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos de la producción y Servicios. 1a Edición. España: Mc Graw Hill. 1999.
- [5]. **Heizer J.,Render B.** Dirección de la producción: Decisiones Estratégicas.6aedición. España: Prentice. 2001.
- [6]. **Heizer J.,Render B.** Dirección de la producción: Decisiones tácticas.6a edición. España: Prentice. 2001.
- [7]. **Heizer J., Render B.** Principles of Operations Management. 7thEdition. EEUU: Prentice. 2007.
- [8]. **Nahmias, S.** Análisis dela Producción y Operaciones, Pearson. 2000.
- [9]. **Laniado, Henry., García, Andrés.** *Modelo de producción-inventario con tiempo de espera proporcional al tiempo de producción.* Volumen 2, número 3, paginas 51-64. Noviembre 2005.