



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# Administración de Operaciones

## Repechaje

2024

# Producción de Lansoprazol para el tratamiento del reflujo crónico

### Grupo 1:

Victoria Gutman

Jimena Morales

Lucía Ricca

Juan Pablo Susena

### Grupo 2:

Rocío Arocena

Julieta Baldi

Federico Cavaliere

Francisco Gómez

### Grupo 3:

Giuliana Buzó

Franco Larrañaga

Ana Paula Castelli

Marcos Gama

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Estudio de caso.....	3
2.1 Introducción.....	3
2.2 Flujo del proceso.....	3
3. Estrategias de administración de la capacidad de producción.....	4
3.1 Agregar turnos o días en meses de zafra.....	5
3.1.1 Alternativa 1: sábados.....	6
3.1.2 Alternativa 2: 2 turnos.....	6
3.1.3 Alternativa 3: 3 turnos.....	6
3.2 Nivel de la fuerza laboral.....	7
3.2.1 Alternativa 1: sábados.....	7
3.2.2 Alternativa 2: 2 turnos.....	7
3.2.3 Alternativa 3: 3 turnos.....	7
3.3 Redistribución del personal.....	8
3.4 Tercerización.....	8
3.5 Alianza con otra empresa.....	8
3.6 Utilización de horas extras.....	8
3.7 Estrategias de marketing.....	8
3.8 Recomendación.....	9
<b>4. Flujograma.....</b>	<b>9</b>
4.1 Flujograma original.....	9
4.2 Alternativa 1.....	10
4.3 Alternativa 2.....	11
4.4 Alternativa 3.....	12
5. Matriz de transformación para la producción de producto terminado.....	13
5.1 Matriz Producto Proceso.....	13
5.2 Matriz de transformación.....	14
<b>6. Análisis de la demanda de materia prima, producto semiterminado y producto terminado.....</b>	<b>15</b>
<b>7. Análisis de la hoja BOM y criterios para la creación de esa referencia para un ERP tipo.....</b>	<b>16</b>
<b>8. Estimación de requerimientos de materiales para atender la demanda trimestral... 18</b>	
8.1 Caso 1 - Inventario inicial proporcionado por la consigna:.....	20
8.2 Caso 2 - Mayor inventario de materiales.....	21
8.3 Caso 3 - Menor inventario de materiales.....	21
8.4 Posible extensión.....	22
<b>9. Explotar las necesidades de materiales para la producción de 10.000 estuches de producto terminado, considerando las mermas.....</b>	<b>22</b>
9.1 MRP.....	23
9.2 Análisis de la orden de compra.....	25
9.3 Otras posibles alternativas de estrategia de negocios.....	27
9.4 Ejemplo integrador.....	29
<b>10. Anexos.....</b>	<b>30</b>
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>30</b>

# 1. Introducción

El presente informe tiene como objetivo realizar un análisis de la producción del medicamento Lansoprazol en una empresa. Esto se realizará a través del estudio de diferentes estrategias de administración de la capacidad, el armado de una matriz de transformación para la producción de producto terminado y el análisis de órdenes de compra según las necesidades de materia prima. Además, se presentan las ventajas de adoptar un MRP.

## 2. Estudio de caso

### 2.1 Introducción

El caso de estudio se centra en una empresa del sector de la industria farmacéutica. Este sector se dedica a la producción, desarrollo, investigación y comercialización de productos químicos con fines medicinales. Esta industria no solo ha tenido impacto en la salud de las personas, sino también en la economía global, debido a la incidencia que ésta tiene en la creación de puestos de trabajo y a la alta comercialización que genera.

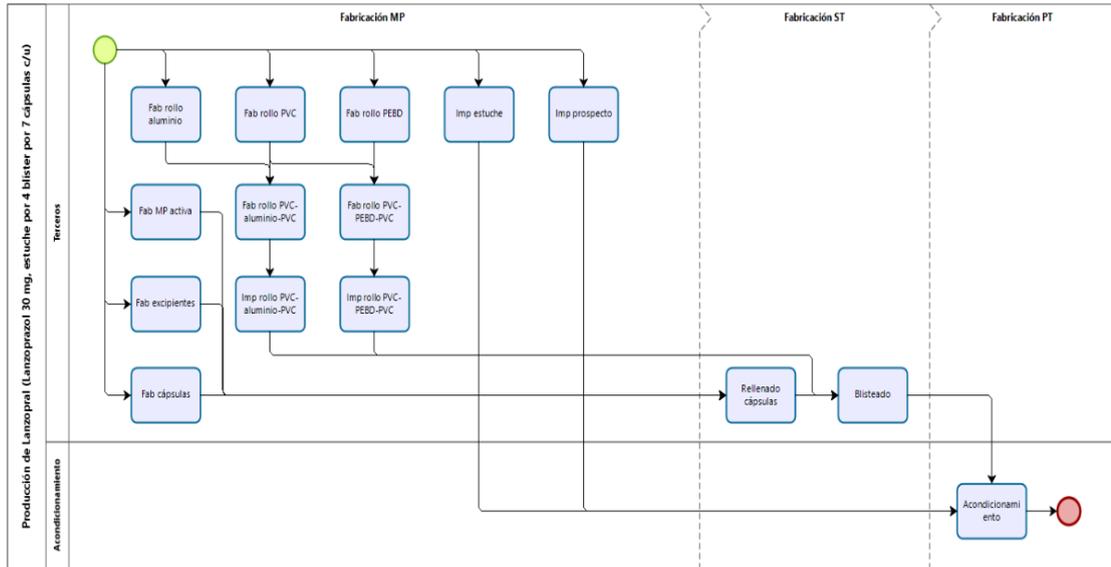
La industria farmacéutica ha experimentado un gran crecimiento en las últimas décadas. A su vez, ha evolucionado de la manufactura y comercio tradicionales a un mercado importante de licencias y patentes. En Uruguay el sector también ha crecido de forma significativa. Si bien existen empresas vinculadas a la industria desde principios del siglo XX, en los últimos 30 años, su número y su producción se multiplicaron considerablemente.

El análisis expuesto en este informe se enfoca en la producción de Lansoprazol de la empresa de interés. Este medicamento reduce la cantidad de ácido que se produce en el estómago. Es típicamente utilizado para tratar úlceras de estómago, la enfermedad causada por reflujo gastroesofágico (una afección por la que el ácido del estómago causa ardor de estómago) y afecciones por las que el estómago elabora demasiado ácido.

### 2.2 Flujo del proceso

La empresa se dedica al acondicionamiento del medicamento Lansoprazol 30mg, en un estuche con cuatro blisters de siete cápsulas cada uno, y el resto de actividades de impresión y fabricación es realizado por terceros. Esto implica que los prospectos, las cajas y las cápsulas ya insertadas en los blisters se compran a distintos proveedores.

Como se puede visualizar en el flujograma presentado en la *Figura 1*, el proceso se divide en tres partes; fabricación de materia prima, fabricación de producto semiterminado y fabricación de producto terminado. Adicionalmente, el flujograma indica el responsable de cada etapa, especificando si es realizada por la empresa o si es tercerizada.

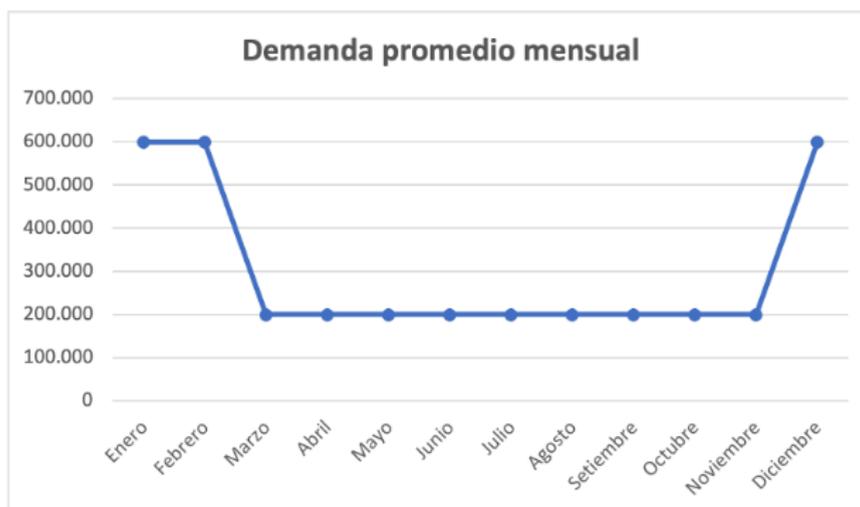


**Figura 1: Flujograma actual de producción de Lansoprazol.**

### 3. Estrategias de administración de la capacidad de producción

Para realizar un análisis de la administración de la capacidad de la producción de Lansoprazol se realizaron múltiples supuestos. En primer lugar, se supuso que los meses con mayor demanda son aquellos relacionados con las reuniones de fin de año, navidad, año nuevo y vacaciones de verano, por lo tanto son diciembre, enero y febrero. Esto se supuso ya que hay varios factores dietéticos o formas de vida que pueden contribuir al reflujo, por ejemplo el chocolate, la pimienta, la menta, las grasas, el café y las bebidas alcohólicas favorecen la relajación del esfínter esofágico inferior y, por lo tanto, el reflujo. En la *Figura 2* se presenta la gráfica de la demanda mensual promedio de cajas de Lansoprazol.

Por otro lado, como la empresa trabaja 20 días al mes, se dedujo que la misma trabaja de lunes a viernes y se contabilizó un período de 4 semanas en 1 mes.



**Figura 2: Demanda promedio mensual de cajas de Lansoprazol.**

El análisis comparativo de estrategias de la capacidad de producción se llevará a cabo en base a múltiples factores presentados en la *Tabla 1*, tales como: la demanda promedio mensual, el mínimo de cajas por hora a producir y la cota de la capacidad máxima.

Estrategia	Demanda promedio mensual	Mínimo cajas por día	Mínimo cajas por hora	Capacidad máxima
Original (meses no zafra)	200.000	10.000	1.250	333.333
Original (meses zafra)	600.000	30.000	3.750	1.000.000
3.1.1: Sábados - meses zafra	600.000	25.000	3.125	1.000.000
3.1.2: 2 turnos - meses zafra	600.000	30.000	1.875	1.000.000
3.1.3: 3 turnos - meses zafra	600.000	30.000	1.250	1.000.000
3.2.1: Sábados - todo el año	300.000	12.500	1.562,5	500.000
3.2.2: 2 turnos - todo el año	300.000	15.000	937,5	500.000
3.2.3: 3 turnos - todo el año	300.000	15.000	625	500.000

**Tabla 1:** Cálculo de capacidad máxima para distintas estrategias.

La capacidad máxima se calculó a partir de (1), tomando como dato *Utilización = 60%*, debido a que este es el coeficiente típico para la industria nacional (a partir de datos de la CIU) y se definió que la mínima Producción Real necesaria equivale a la demanda mensual promedio

$$Utilización = Producción Real / Capacidad Máxima * 100\% \quad (1)$$

Además, cabe aclarar que la demanda promedio mensual es de 5.600.000 cápsulas, lo que representa 200.000 cajas y es conocido que la demanda promedio mensual en zafra será el triple, por lo tanto 600.000 cajas.

En la *Tabla 2* se presentan datos adicionales, que fueron útiles para realizar los cálculos respecto a días y horas de trabajo.

Estrategia	Días laborables en 1 mes	Horas trabajadas en 1 día
Original	20	8
Agregar sábados	24	8
Agregar 1 turno	20	16
Agregar 2 turnos	20	24

**Tabla 2:** Datos adicionales respecto a días y horas de trabajos.

En la sección a continuación, se presentan diferentes estrategias de administración de la capacidad de producción y se analizan sus ventajas y desventajas.

### 3.1 Agregar turnos o días en meses de zafra

La primera estrategia consiste en agregar turnos o días de trabajo únicamente en los meses de zafra. El objetivo es disminuir la cantidad de cajas que se deben acondicionar por hora para cumplir al menos con la demanda promedio mensual.

La implementación de esta estrategia implica la contratación de personal zafral. Este hecho tiene ventajas, tales como: la reducción de costos asociados a beneficios de empleados a tiempo completo y la flexibilidad al poder ajustar la cantidad de personal según la demanda estacional. Sin embargo, existen desventajas a la contratación zafral, entre ellas: falta de compromiso de parte de los trabajadores temporales, pérdida de eficiencia en caso de que exista falta de experiencia o capacitación y hasta posible impacto en la moral de los trabajadores fijos.

A continuación, se distinguen tres alternativas de esta estrategia, que serán desarrolladas individualmente.

### **3.1.1 Alternativa 1: sábados**

La primera alternativa consiste en agregar un turno de 8 horas los sábados en los meses con aumento de demanda. Teniendo en cuenta el supuesto explicado al comienzo de la sección esto representa 24 días de trabajo en el mes.

Esta estrategia implica que la cota mínima de cajas a producir es 3.125 cajas por hora y que la cota de la capacidad máxima necesaria es de 1.000.000 cajas. Ambas cotas deben tenerse en cuenta a la hora de considerar esta alternativa dado que solo se conoce que en meses de baja la empresa es capaz de producir al menos 1.250 cajas por hora y que cuenta con una capacidad máxima de al menos 333.333 cajas por mes.

### **3.1.2 Alternativa 2: 2 turnos**

La segunda alternativa radica en agregar un turno de 8 horas durante los tres meses del año con mayor demanda y el resto del año se mantiene únicamente con un turno de 8 horas.

Contar con dos turnos únicamente en los meses de zafra implica que la cota mínima de cajas a producir es 1.857 cajas por hora. Solo contamos con la información de que la empresa es capaz de producir 1.250 cajas por hora cuando la demanda mensual es de 200.000 cajas, por lo tanto, al definirse por una estrategia, hay que tener en cuenta si producir 1.857 cajas por hora es factible.

Adicionalmente, esta alternativa necesita como mínimo que la capacidad máxima mensual de la empresa sea de 1.000.000 cajas. Basado en los datos conocidos, es sabido que la empresa tiene una capacidad máxima suficiente para poder cumplir en los meses de baja demanda, valiendo esta cota 333.333 cajas mensuales, sin embargo se desconoce la capacidad máxima y este dato se debe contrastar con la capacidad que exige esta alternativa.

### **3.1.3 Alternativa 3: 3 turnos**

Esta alternativa, a diferencia de la anterior, se basa en incorporar dos turnos de 8 horas durante los tres meses del año con mayor demanda.

De forma análoga, esta estrategia implica que la cota mínima de cajas a producir es 1.250 cajas por hora y que la cota de la capacidad máxima necesaria es igualmente 1.000.000 cajas.

Al igual que en la anterior alternativa, se debe considerar que esta estrategia puede estar exigiendo más capacidad de la poseída. Sin embargo, se puede afirmar que la empresa puede producir el mínimo de cajas que implica esta alternativa, ya que coincide con el mínimo que se produce en los meses de baja demanda.

De las tres alternativas planteadas la más conveniente en términos de cajas a producir por hora es la Alternativa 3. Sin embargo, para tomar una decisión final se debe comparar también los diferentes costos que implican las contrataciones para cubrir los turnos adicionales, así como también considerar los costos de agregar el día sábado.

### **3.2 Nivel de la fuerza laboral**

Esta estrategia implica emplear el inventario para satisfacer los picos de la demanda, nivelando la fuerza de trabajo a lo largo del año. Se busca tener una producción constante durante todo el año de tal manera de satisfacer la demanda los meses de zafra y el resto de los meses stockearse del inventario sobrante. En este caso se demandan 200.000 cajas por mes durante 9 meses del año y durante 3 meses se triplica la demanda quedando en 600.000 cajas por mes. De esta manera se supone hacer un promedio de todo el año de la demanda mensual y producir 300.000 cajas por mes.

En esta estrategia, no solo hay que tener en cuenta si la maquinaria se encuentra apta para satisfacer la producción necesaria para el cumplimiento de la demanda, sino que también se debería de analizar si se cuenta con espacio suficiente para el almacenamiento de los productos terminados, así como también considerar los costos de almacenamiento. Adicionalmente, es destacable que las alternativas de la sección 3.1 necesitan una capacidad máxima de al menos 1.000.000 cajas, mientras que las siguientes tres alternativas necesitan la mitad de esta cifra.

#### **3.2.1 Alternativa 1: sábados**

La primera alternativa es agregar un día más de trabajo, los sábados, durante todo el año. Aquí, se necesitaría producir como mínimo 1.562,5 cajas por hora para satisfacer la demanda. Cabe destacar que esta cantidad supera a la de la situación original, la cual es 1.250 cajas/hora. A su vez hay que considerar que la cota de la capacidad máxima necesaria es de 500.000 cajas por mes lo cual supera a la situación original que tiene una capacidad máxima de 333.333 cajas por mes.

#### **3.2.2 Alternativa 2: 2 turnos**

En esta alternativa se agrega otro turno de trabajo de 8 horas trabajando 5 días a la semana durante todo el año. Dentro de la segunda opción, el mínimo necesario de cajas por hora para satisfacer la demanda es de 937,5. Aquí se puede ver que la cantidad mínima necesaria se encuentra por debajo de la situación original, sin embargo la cota de la capacidad máxima es 500.000 cajas por mes lo que supera a la original que es de 333.333 cajas por mes.

#### **3.2.3 Alternativa 3: 3 turnos**

La tercera alternativa propone agregar dos turnos de 8 horas durante todo el año. Esto significa que la planta opera las 24 horas del día durante 5 días a la semana. La cantidad mínima que se necesita producir son 625 cajas por hora, cifra menor a la de la producción actual, y por lo tanto se sabe que es factible. Al igual que en las situaciones anteriores la cota de capacidad máxima supera a la de la situación original por lo tanto habría que evaluar si es factible.

### **3.3 Redistribución del personal**

Bajo el supuesto de que la restricción de la capacidad radica en la falta de personal y no en una limitación en las instalaciones y máquinas disponibles, se considera una estrategia de redistribución del personal. En el caso de que la farmacéutica elabore más de un medicamento, se podría colocar personal dedicado a producir otros medicamentos (de baja demanda esos meses) a elaborar Lansoprazol en sus meses de zafra.

Esta estrategia cuenta con las ventajas de evitar contrataciones (y los costos y capacitación que estas implican) y, al mantener el régimen actual de trabajo, se evitan costos de utilizar máquinas en turnos adicionales o costos en horas extra.

### **3.4 Tercerización**

Realizar una adquisición externa de trabajo a partir de otras empresas en los meses con aumento de demanda.

Esta alternativa trae como ventajas la reducción de costos operativos y una mayor flexibilidad cuando se presentan cambios de demanda. Sin embargo, trae como desventaja la pérdida de control sobre los procesos y la calidad, y también genera dependencia con los proveedores.

Las operaciones de servicios pueden subcontratar asistencia secretarial, operaciones de centros de llamadas, servicios de aprovisionamiento o instalaciones durante periodos de alta demanda.

### **3.5 Alianza con otra empresa**

En esta opción la empresa buscará abastecer los meses de zafra mediante alianzas estratégicas compartiendo la capacidad con una empresa del rubro. Realizar alianzas brinda el acceso a nuevos mercados, nuevas tecnologías y permite mejorar la administración de recursos.

### **3.6 Utilización de horas extras**

Se podría recurrir a utilizar horas extras para realizar ajustes en la mano de obra a corto y mediano plazo en vez de realizar contrataciones y despidos, ya que el cambio en la demanda se considera temporal. Esta opción tiene la desventaja de que el tiempo extra cuesta el doble del tiempo regular, y que los trabajadores tienen el derecho a negarse a realizar horas extras, por lo que no se podría planificar con exactitud y anticipación.

### **3.7 Estrategias de marketing**

Con esta estrategia se plantea estimular mediante publicidad y promociones de forma de aumentar la demanda en los meses de baja demanda. Esto busca administrar la misma de forma integral teniendo en cuenta las capacidades.

### **3.8 Recomendación**

En conclusión, teniendo en cuenta las estrategias recientemente analizadas, se recomienda aplicar la alternativa 3.2.2., la cual consiste en agregar un turno durante todo el año. Esta estrategia le va a permitir a la empresa almacenar productos en los meses de baja demanda para poder cumplir en los meses de alta demanda. De todas las alternativas similares mencionadas en los puntos 3.1 y 3.2, esta es la más razonable en términos de cantidad de cajas a producir por hora y de la capacidad máxima, ya que estas cifras son las más cercanas a las del sistema actual, y por lo tanto es la opción más factible.

Igualmente no se descarta la posibilidad de aplicar un conjunto de estrategias para la mayor optimización de recursos. Por ejemplo se podría combinar la estrategia seleccionada con la redistribución de personal, presentada en la sección 3.3.

Es importante aclarar que esta decisión queda sujeta a datos de la empresa como la Capacidad máxima y la Producción real, que en este informe fueron estimados como una cota a partir de la demanda, además de la necesidad de hacer un análisis de costos de las alternativas para tener en cuenta según los recursos financieros y de capital humano disponibles.

## **4. Flujograma**

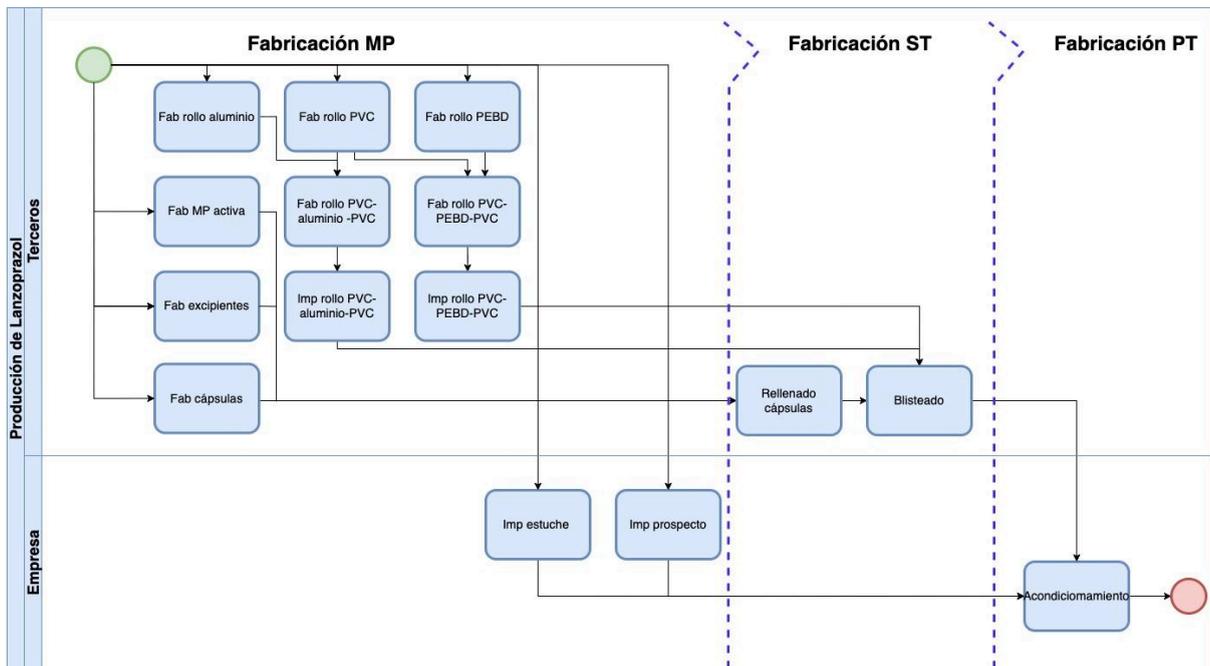
Basándonos en el mapa de procesos brindado en el ejercicio, planteamos alternativas sobre cuáles procesos es conveniente que realice la empresa y cuales tercerizar.

### **4.1 Flujograma original**

Como se puede ver en la *Figura 1*, en la situación actual, la empresa se encarga del acondicionamiento del producto, mientras que el resto de las actividades son tercerizadas. Esta configuración logra una reducción importante en los costos ya que no necesita invertir en maquinaria. Al llegar los blisters armados la empresa tiene menos cantidad de procesos de control de calidad, lo cual es una actividad crucial en los medicamentos. Se logra mayor flexibilidad para adaptarse a las variaciones en la demanda ya que no depende de la capacidad de la empresa, se puede cambiar de proveedor si es necesario. Hay menos exposición a riesgos asociados con la producción.

Sin embargo, los costos de intermediarios y transporte son elevados y existe una dependencia hacia los proveedores, que puede afectar la calidad y tiempos de entrega. La empresa debe realizar una buena selección de los proveedores, lo cual puede implicar la elección entre múltiples opciones o un monopolio en la cadena de suministro.

## 4.2 Alternativa 1



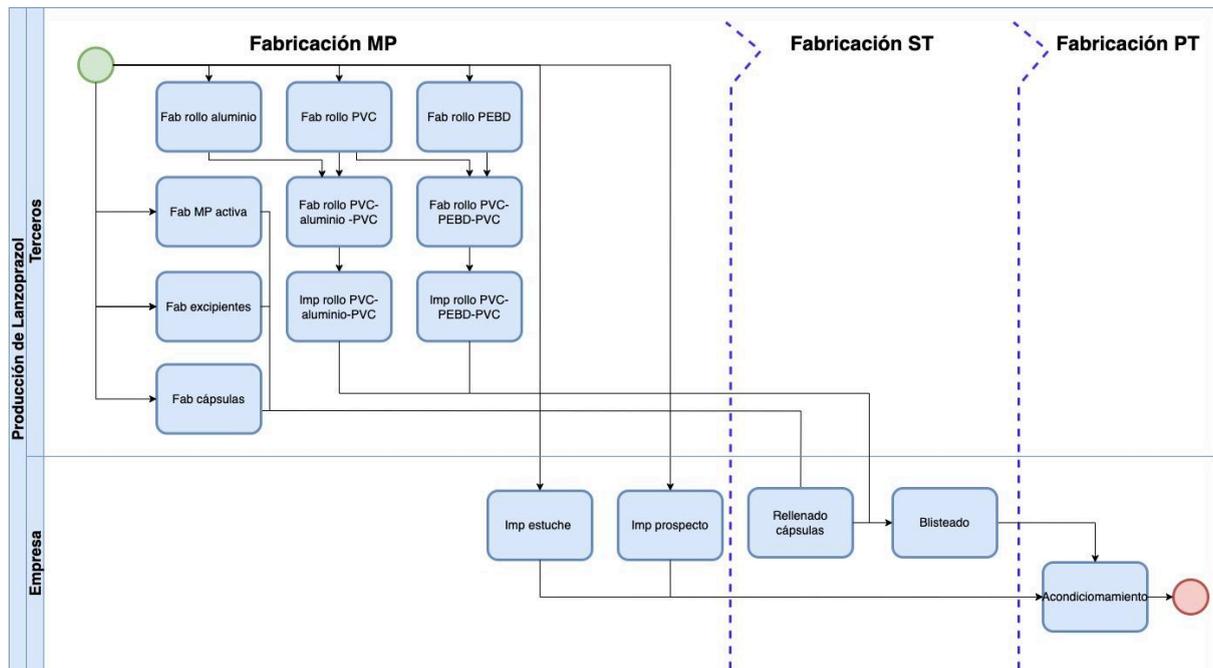
**Figura 3: Flujograma de la alternativa 1**

En esta alternativa consideramos que la empresa en la fase de fabricación de materia prima se encarga de la impresión de los estuches y prospectos necesarios. Además, en la fase de producto terminado se encarga del acondicionamiento del producto y el resto de los procesos son tercerizados.

Incluimos la impresión del prospecto y estuche a los procesos internos de la empresa ya que consideramos que es una opción accesible que no requiere de demasiada inversión en maquinaria para implementarse y beneficiosa para la empresa en cuanto a costos e independencia. Brinda mayor capacidad para realizar cambios rápidamente. El acondicionamiento del producto es un proceso que ya realiza la empresa por lo tanto no es necesaria una gran inversión inicial ya que cuenta con la maquinaria necesaria. Tener este proceso dentro de las actividades de la empresa genera mayor control sobre el producto final y rapidez para implementar cambios por ejemplo en cantidades de empaquetado. Sin embargo, puede tener limitaciones para picos de demanda.

Contar con menos cantidad de procesos internos dentro de la empresa genera menos recursos humanos que gestionar y menos controles de calidad, sin embargo, los costos son mayores debido al transporte y gran contratación de proveedores.

### 4.3 Alternativa 2

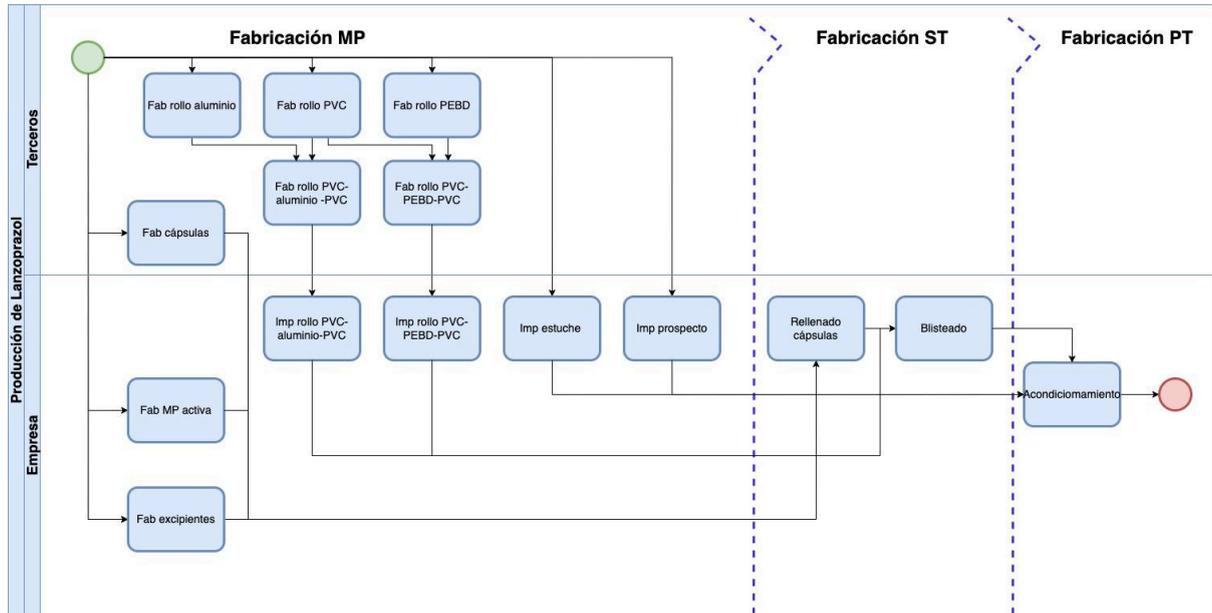


**Figura 4: Flujograma de la alternativa 2**

Para esta segunda configuración del flujograma consideramos que la empresa incorpora al igual que en la alternativa anterior, en la fabricación de materia prima, la impresión del estuche y la impresión del prospecto. A su vez, para el sector de fabricación de semiterminado la empresa optó por incorporar dentro de sus procesos, el llenado de cápsulas y el blisteadado. Realizar estas tareas genera flexibilidad ante cambios de requerimientos de clientes, menor dependencia de los proveedores que en la situación original o la alternativa 1 y por lo tanto mayor dominio de los plazos de entrega. Como desventaja se observa que se deben realizar mayores controles de calidad, factor importante y estricto en los medicamentos.

Finalmente, en la fase de producto terminado la empresa se encarga del acondicionamiento.

## 4.4 Alternativa 3



**Figura 5: Flujo de la alternativa 3**

Como tercera alternativa, consideramos que la empresa en la fase de fabricación de materia prima se encargue de:

- Fabricación de materia prima activa
- Fabricación excipientes
- Impresión rollo PVC-aluminio-PVC
- Impresión rollo PVC-PEBD-PVC
- Impresión de estuches
- Impresión de prospectos

También se encarga del llenado de cápsulas y blisterado correspondientes a la fase de semiterminados y del acondicionamiento correspondiente a la fabricación de producto terminado.

Consideramos de importancia esta alternativa ya que, en caso de contar con más de un medicamento en su producción, permite a la empresa no depender en gran medida de los proveedores y responder rápidamente ante cambios en la demanda de productos, ya que permite decidir cuánto producir, qué imprimir, cuando rellenar las cápsulas o que medicamento blisterar primero. Consideramos que la fabricación de los rollos de aluminio, PVC, PEBD, la mezcla entre ellos y la fabricación de cápsulas es tercerizada por la maquinaria que esto conlleva. A su vez, al incorporar mayor cantidad de procesos, la empresa debe de gestionar más recursos humanos e incorporar mayores controles de calidad a sus procesos.

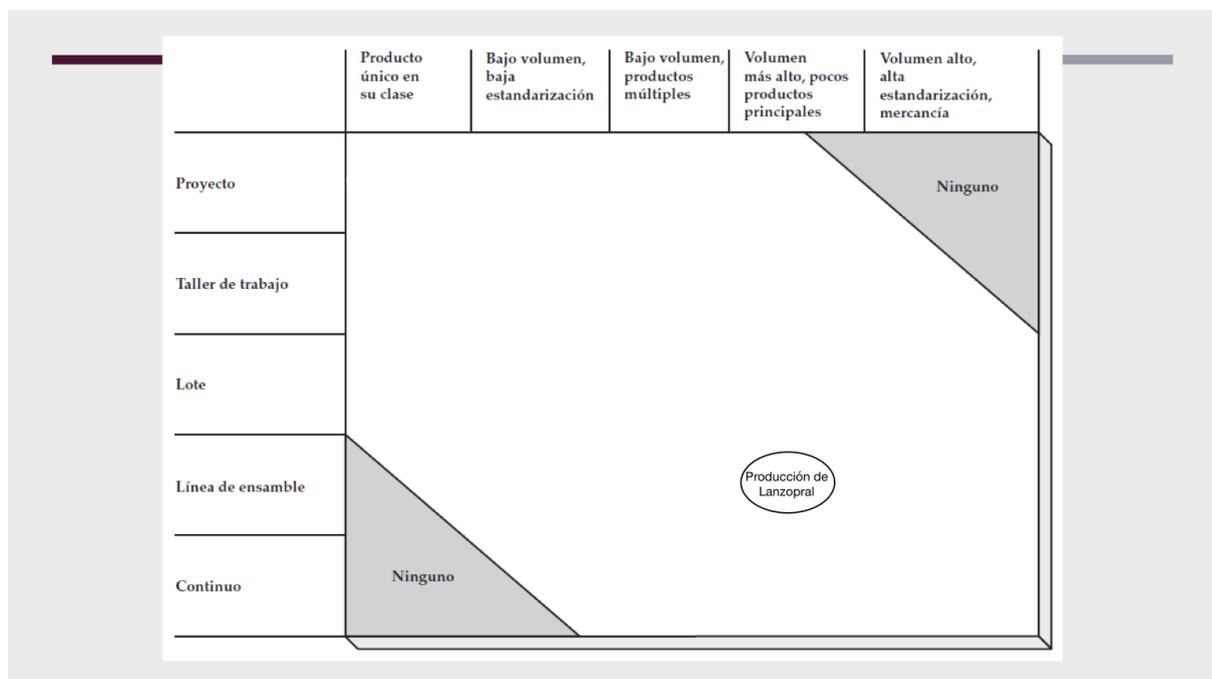
## 5. Matriz de transformación para la producción de producto terminado

### 5.1 Matriz Producto Proceso

Primero, consideramos relevante presentar la matriz de transformación producto/proceso, esto nos permite describir con mayor claridad cómo se dan los procesos de acondicionamiento de Lansoprazol.

La matriz de transformación producto-proceso tiene como objetivo indicar las opciones estratégicas disponibles tanto para productos como para procesos.

Para construir esta matriz es necesario primero observar y definir algunas características del proceso como el diseño del proceso de producción, el volumen de producción y la cantidad de productos que se producen. En este caso se observa que la fabricación del producto es una línea de ensamble ya que es una secuencia lineal de operaciones donde el producto Lansoprazol es acondicionado. Se destaca también que se manejan altos volúmenes y se acondiciona solo un producto. Por estas razones se decidió ubicar al proceso en dicho lugar de la matriz que se presenta a continuación.



**Figura 6:** Matriz de Producto-Proceso

## 5.2 Matriz de transformación

La matriz de transformación de producto terminado en operaciones es una herramienta que proporciona una visión detallada de las cantidades requeridas de los distintos insumos para el proceso de producción sin mermas, permitiendo una gestión eficiente y una mejora de las operaciones. Para obtener las cantidades de producto requerido en términos reales (incluyendo mermas) hay que multiplicar la entrada  $Q_i$  por la merma  $m_i$ .

Para construir dicha matriz es necesario identificar los distintos insumos que se requieren para obtener el producto terminado y sus cantidades. Esto se detalla en la tabla a continuación.

Identificador	Insumo	Cantidad	Unidad
MPI 001	Mezcla de excipientes premezclados	27,160	g
MPA 001	Lansoprazol	840	mg
MEV 001	Capsula azul-blanco	28	u
SEC 001	Lansoprazol 30mg encapsulado	28	u
MEV 002	Lámina PVC-AI-PVC	12	mg
MEV 003	Lámina PVC-PEBD-PVC	12	mg
SEB 001	Lansoprazol 30 mg blister	4	u
MEP 101	Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 capsulas	1	u
MEE 101	Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 capsulas	1	u
PTA 001	Lansoprazol 30 mg estuche x 28 capsulas	1	u

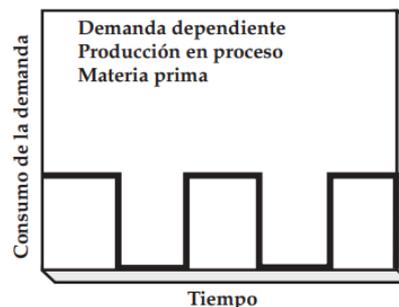
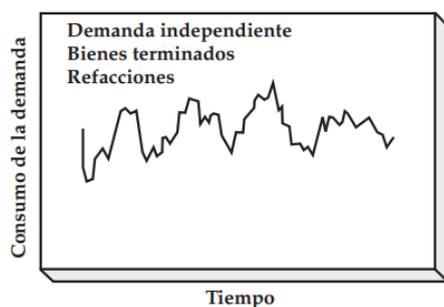
Con esta información entonces se puede armar la matriz de transformación, que es la siguiente:



## 6. Análisis de la demanda de materia prima, producto semiterminado y producto terminado

Los inventarios pueden estar sujetos a dos tipos de demandas. Por un lado, la demanda independiente es aquella que es influida por las condiciones del mercado externas a la empresa, por lo tanto independiente de las operaciones. Puede mostrar un patrón tanto fijo como aleatorio dependiendo de las preferencias del cliente.

Los artículos con una demanda dependiente son aquellos que poseen una demanda que se relaciona con otro artículo y que no queda independientemente determinada por el mercado.



Distintos patrones de demanda implican diferentes enfoques para la administración del inventario. Por ejemplo, para una demanda independiente es apropiado pensar en una filosofía de reabastecimiento, para que siempre haya productos disponibles para los clientes se reabastecen a medida que se usa el inventario. Para este tipo de demanda existen varios sistemas posibles: Modelo de la cantidad económica de la orden (EOQ), Sistema P, Sistema Q y ABC. El primero se basa en una cantidad de supuestos para calcular la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos totales de inventario, incluyendo los costos de pedido y los costos de mantenimiento. Los supuestos son: la tasa de la demanda es constante, recurrente y conocida; el tiempo de espera es constante y conocido; no se permite algún faltante de inventario; los artículos o los materiales se ordenan o se producen en un lote y la totalidad del lote se coloca en el inventario en un solo movimiento; el costo unitario del

artículo es constante y no se conceden descuentos por mayoreo; el costo de mantenimiento se relaciona linealmente con el nivel promedio del inventario; el costo de ordenamiento o de preparación de las máquinas para cada lote es fijo e independiente del número de artículos en ese lote y el artículo es de tipo individual, sin interacciones con otros en el inventario. El Sistema P es aquel en que el inventario se revisa y se reabastece a tiempos regulares (revisiones periódicas) y al final de cada periodo, se realiza un pedido para llevar el nivel de inventario hasta un punto predeterminado (tamaño del pedido variable). Es una forma de simplificar la planificación al tener fechas fijas para revisar y ordenar el inventario. En contraste, en el Sistema Q el inventario se revisa constantemente y se realiza un pedido cada vez que el nivel del inventario cae por debajo del punto de reorden (cantidad de la orden constante y periodo de la orden variable). Por último, el sistema ABC es una técnica de clasificación de inventarios basada en el valor y la importancia de los artículos. Permite enfocar la gestión en los artículos más valiosos (Categoría A). Mejora la eficiencia del control de inventarios y ayuda a priorizar recursos y esfuerzos en los artículos que impactan más en el valor total del inventario.

Por otro lado, se usa una filosofía de requerimiento (necesidad) para un tipo de demanda dependiente, la cantidad de inventario que se ordena se basa en las necesidades de artículos con un nivel más alto. Existen sistemas de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP por sus siglas en inglés) que abarcan este tipo de demanda. Es una metodología utilizada para gestionar la producción y el inventario en entornos de manufactura. Su principal objetivo es asegurar que los materiales y componentes estén disponibles cuando se necesiten para la producción, minimizando los inventarios y optimizando la eficiencia de la operación. Los tipos de MRP son: MRP-I Sistema de control de inventarios, MRP-II Sistema de control de producción e inventarios y Sistema de planeación de los recursos de manufactura (ERP, enterprise resource planning system). Un sistema de ERP es extensivo a toda la empresa y se utiliza para planear y controlar todos los recursos, incluyendo los inventarios, la capacidad, el efectivo, el personal, las instalaciones y el capital. Está integrado con los subsistemas de información corporativa (contabilidad, ventas y marketing, RRHH, finanzas) mediante DB corporativa.

La naturaleza de la demanda entonces conduce a dos filosofías de administración de inventarios las cuales contienen diferentes conjuntos de métodos.

Luego de esta introducción podemos concluir que los productos terminados (PT) presentan claramente una demanda independiente, y que en contraste tanto las materias primas (MP) como los productos semiterminados (PS) están sujetas a una demanda dependiente ya que son artículos que no se venden al cliente. El producto terminado incluye el estuche con 4 blister de 7 cápsulas cada uno más el prospecto reglamentario. Por otro lado el producto semiterminado abarca el encapsulado y el blisteado, y por último como materia prima tenemos Lansoprazol, excipientes varios, cápsulas, lámina plástica lamina de aluminio, prospecto y estuche.

## **7. Análisis de la hoja BOM y criterios para la creación de esa referencia para un ERP tipo**

La Lista de Materiales (BOM, por sus siglas en inglés, Bill of Materials) es un documento esencial en el ámbito de la manufactura y la gestión de proyectos. Una BOM detalla todos los componentes, subcomponentes, materias primas y cantidades necesarias para fabricar un producto final. Este documento actúa como una guía integral que garantiza que todos los elementos necesarios para la producción estén disponibles, contribuyendo a la eficiencia y precisión del proceso de fabricación. Implementar una BOM en un sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) es fundamental para optimizar las operaciones de una empresa. Un ERP es un software que integra y automatiza las funciones clave de una organización, desde la gestión de inventarios y compras hasta la contabilidad y los recursos humanos. Al incorporar una BOM en un ERP, las empresas

pueden lograr varios beneficios significativos, como la mejora en la gestión de inventarios, ya que la BOM permite un control preciso de los materiales necesarios, evitando excesos o carencias en el inventario. Además, facilita la planificación y programación de la producción al asegurar que todos los componentes estén disponibles en el momento adecuado. También minimiza los costos asociados con el almacenamiento excesivo de materiales y las interrupciones en la producción debido a la falta de componentes. La integración de la BOM con otras funciones del ERP, como compras y contabilidad, asegura una comunicación fluida y precisa entre diferentes departamentos, aumentando así la eficiencia operativa. Finalmente, permite un seguimiento detallado de todos los componentes utilizados, lo cual es crucial para cumplir con regulaciones y normativas de calidad.

Para asegurar una implementación exitosa de la BOM en el ERP, es vital ingresar los siguientes datos de manera precisa y completa:

- **Nombre del Producto Final:** Identificación clara del producto que se va a fabricar.
- **Código de Producto:** Un código único que identifica el producto final en el sistema.
- **Componentes e Insumos:** Listado detallado de todos los componentes y materias primas necesarios.
- **Códigos de los Insumos:** Códigos únicos para cada componente y materia prima para facilitar su seguimiento y gestión.
- **Cantidades Requeridas:** Cantidad exacta de cada componente necesaria para fabricar una unidad del producto final.
- **Costos de los Componentes:** Costos asociados a cada componente, lo cual es crucial para calcular el costo total de fabricación.
- **Proveedores:** Información sobre los proveedores de cada componente, lo que ayuda en la gestión de compras y negociaciones.
- **Plazos de Entrega:** Tiempos estimados de entrega para cada componente, lo que es esencial para la planificación de la producción.
- **Especificaciones Técnicas:** Detalles técnicos y características de cada componente, necesarios para asegurar la calidad del producto final.

Aplicándolo al caso del Lansoprazol, el BOM que se tiene a mano no tiene explícitamente todos los datos necesarios, pero tiene los suficientes como para poder ingresarlo a un sistema. Por ejemplo el costo de los insumos o el tiempo de producción. Si tomamos el caso donde la empresa toma toda la línea de producción de medicamento desde la materia prima, este es el resultado para hacer una unidad de Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas, esto se puede ver en la figura 7. En la misma se observa la explosión de partes y exactamente la cantidad necesaria de cada insumo, ahora se pueden generar órdenes de producción y a partir de ella saber cuánto se debe comprar.

Producto	Cantidad
[PTA001] Lanzoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	1,00
▼ [SEB001] Lanzoprazol 30 mg blíster	4,00
[MEV002] Lámina PVC-Al-PVC	0,00
[MEV003] Lámina PVC-PEBD-PVD	0,00
▼ [SEC001] Lanzoprazol 30mg encapsulado	28,00
[MEV001] Cápsula azul-blanco	2.800,00
[MPA001] Lanzoprazol	840,00
[MPI001] Mezcla excipientes premezclados	27.160,00
[MEP101] Prospecto Lanzoprazol 30 mg x 28 cápsulas	1,00
[MEE101] Estuche Lanzoprazol 30 mg x 28 cápsulas	1,00

**Figura 7:** Interfaz de el BOM del ERP libre Odoo.

## 8. Estimación de requerimientos de materiales para atender la demanda trimestral

Para estimar los requerimientos de materiales necesarios para satisfacer la demanda trimestral, comenzamos por cuantificar esta demanda y traducirla en términos de estuches/cajas de Lansoprazol, nuestro producto terminado. Considerando que la demanda promedio es de 5.600.000 cápsulas por mes y que cada estuche contiene 28 cápsulas, la demanda promedio mensual es de 200.000 cajas de producto terminado. Dado que la demanda mensual se triplica, la demanda se eleva a 600.000 cajas mensuales.

Conocer esta proyección del incremento sustancial de la demanda en este periodo de tres meses ofrece varias ventajas significativas para la empresa de medicamentos ya que permite prepararse adecuadamente y aprovechar múltiples beneficios estratégicos, asegurando el éxito durante este periodo crítico como se mencionan anteriormente en la parte uno.

En nuestro caso, haremos foco en la Planificación y Aprovisionamiento de requerimientos de los materiales. Sabiendo que la demanda se triplicará se pueden tomar medidas que nos permitan asegurar un suministro adecuado de materias primas que se indican en la BOM, evaluando las necesidades y los existencias en el inventarios para colocar las órdenes de compra necesarias.

Con el incremento de la demanda, surge una mayor necesidad de materias primas y productos semi terminados necesarios para el acondicionamiento del producto terminado. A continuación, se presenta una comparación de las necesidades para cubrir ambas demandas, teniendo en cuenta las mermas y los subproductos.

Descripción del artículo	Cantidad para satisfacer demanda promedio mensual	Cantidad para satisfacer demanda mensual de la zafra
Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	200.200 u	600.600 u
Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	200.401 u	601.201 u
Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	200.401 u	601.201 u
Lansoprazol 30 mg blíster	802.403 u	2.407.208 u
Lansoprazol 30 mg encapsulado	5.791.112 u	17.373.327 u
Lámina PVC-AI-PVC	858,571 kg	2.575,713 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	858,571 kg	2.575,713 kg
Mezcla de excipientes premezclados	5.785.900 g	17.357.692 g
Lansoprazol	178.946 g	536.836 g
Cápsula azul-blanco	596.485 g	1.789.453 g

Para gestionar eficientemente el inventario y satisfacer la demanda, es crucial calcular adecuadamente las órdenes de compra que deben realizarse. Con el aumento de la demanda, surge la pregunta clave: **¿Cómo afecta el inventario en la colocación de órdenes de compra?**

Para los cálculos se utiliza la ecuación básica y más genérica para el cálculo de las órdenes de compra, donde se coloca una orden de compra con la cantidad exacta que falta para cubrir la demanda, considerando el inventario inicial:

$$\text{Órdenes de compra} = \text{Necesidades} - \text{Inventario inicial}$$

A partir de esta fórmula, procederemos a calcular las órdenes de compra necesarias para satisfacer la demanda para el distintos niveles de inventario disponible a la hora de colocar las órdenes de compra.

### 8.1 Caso 1 - Inventario inicial proporcionado por la consigna:

Descripción del artículo	Inventario
Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	18.100 u
Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	20.000 u
Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	25.000 u
Lansoprazol 30 mg blíster	78.000 u
Lansoprazol 30 mg encapsulado	156.000 u
Lámina PVC-Al-PVC	10 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	10 kg
Mezcla de excipientes premezclados	1.500.000 g
Lansoprazol	5.000 g
Cápsula azul-blanco	150.000 g

Dado que se precisa producir 600.600 estuches de Lansoprazol considerando la merma correspondiente, y teniendo en cuenta que se tiene en stock 18.100 cajas, debemos producir 582.500 unidades. Para ello, según la Lista de Materiales (BOM, por sus siglas en inglés), deberíamos comprar los siguientes materiales:

Descripción del artículo	Requerimiento
<b>Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas</b>	<b>582.500 u</b>
Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	581.201 u
Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	576.201 u
Lansoprazol 30 mg blíster	2.329.208 u
Lansoprazol 30 mg encapsulado	17.217.327 u
Lámina PVC-Al-PVC	2.566 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	2.566 kg
Mezcla de excipientes premezclados	15.857.692 g
Lansoprazol	531.836 g
Cápsula azul-blanco	1.639.453 g

## 8.2 Caso 2 - Mayor inventario de materiales

¿Qué ocurriría si en el inventario se encontrara una cantidad considerablemente mayor de materiales, como las láminas, que son fáciles de almacenar y podrían tener un bajo costo de almacenamiento? En ese caso, la empresa farmacéutica podría haber optado por adquirir una gran cantidad de unidades desde un principio por distintas razones económicas.

Por ejemplo, aumentar el inventario de las láminas a 10.000 kg.

Descripción del artículo	Inventario
Lámina PVC-AI-PVC	10.000 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	10.000 kg

Para este caso, es evidente que, dado que se dispone de grandes cantidades en el inventario, no es necesario colocar una orden de compra de laminas en este mes. Además, este inventario disponible sería suficiente para cubrir la demanda de los tres meses siguientes, durante los cuales la demanda se triplica.

## 8.3 Caso 3 - Menor inventario de materiales

Para continuar con el análisis de sensibilidad, podríamos considerar el caso en el que solo contamos con 0.5 kg de estos mismos materiales en el inventario. En este escenario, sería urgente colocar la orden de compra para poder satisfacer la demanda del mes.

Descripción del artículo	Inventario
Lámina PVC-AI-PVC	0,5 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	0,5 kg

Para este caso, se precisará comprar las siguientes cantidades:

Descripción del artículo	Orden de compra
Lámina PVC-AI-PVC	2.575 kg
Lámina PVC-PEBD-PVC	2.575 kg

Dado que las láminas vienen en rollos de 11 kg, se deberían comprar 234 rollos de cada tipo de lámina para poder satisfacer la demanda mensual de la zafra.

Este análisis de sensibilidad se puede aplicar a todos los materiales y productos semiterminados. El inventario disponible juega un papel crucial en la decisión de colocar

órdenes de compra, y la elección de cuánto inventario almacenar es esencial para el éxito de una empresa. Un inventario bien calculado optimiza los costos, mejora la eficiencia operativa, asegura la disponibilidad de productos y facilita la toma de decisiones estratégicas. Además, ayuda a minimizar riesgos asociados con interrupciones en la cadena de suministro y permite una mejor gestión del capital de trabajo. En resumen, una gestión de inventario eficaz es fundamental para mantener la competitividad y sostenibilidad de la empresa a largo plazo.

## 8.4 Posible extensión

Es interesante ver que las empresas farmacéuticas utilizan datos históricos y modelos de pronóstico para anticipar la demanda futura y planificar la producción, y que a menudo calculan su inventario en términos de "días de inventario" para asegurar que tengan suficiente stock para cubrir la demanda durante el tiempo que toma abastecer los materiales (lead time).

Para ello se establece un stock de seguridad asegurando que siempre tengan suficientes materiales para cubrir la demanda durante el lead time y evitar interrupciones en la producción.

Como posible extensión del trabajo, creemos que sería interesante considerar la inclusión de este stock de seguridad, en términos de días de cobertura. Para ello, primero se debe determinar la demanda diaria promedio. Con esta información, se puede calcular el inventario en términos de días de cobertura. A continuación, utilizando la estimación de los lead times (el tiempo que transcurre desde que se coloca una orden hasta que el material está disponible para su uso), se puede calcular el punto de reorden. Este punto de reorden garantizará que la empresa no se quede sin stock.

Tomemos el caso inicial en el que la empresa farmacéutica enfrenta una zafra en la que la demanda se triplica, necesitando producir 600.600 estuches de Lansoprazol y contando con un inventario inicial de 18.100 estuches. Considerando la demanda mensual y, bajo la hipótesis de que el lead time es de 10 días, procederemos a calcular los parámetros necesarios.

1. **Demanda Diaria Promedio (DDP)** =  $600.600/30 = 20.020$  estuches
2. **Inventario en Días de Cobertura** =  $18.100/20.020 = 0,9$  días
3. **Punto de Reorden** =  $20,020 \times 10 = 200,200$  estuches

Esto significa que la empresa debería colocar una orden de compra cuando su inventario caiga a 200.200 estuches para asegurar que no se quede sin stock durante el lead time. Conociendo el punto de reorden de 200.200 estuches, se puede utilizar el BOM (Bill of Materials) para calcular los materiales necesarios para producir esta cantidad. Esto permite colocar órdenes de compra adecuadas para cada material y producto semiterminado, asegurando así que el inventario se mantenga dentro de los días de cobertura planificados.

## 9. Explotar las necesidades de materiales para la producción de 10.000 estuches de producto terminado, considerando las mermas

Se comenzará el análisis de la explosión de las necesidades de materia prima para la producción de Lansoprazol explicando una herramienta que que facilita las tareas de varios sectores de la empresa a la hora de prepararse para cumplir con la demanda que se les requiere, los MRP.

## 9.1 MRP

Los MRP (Material Requirements Planning) son sistemas de información que se usan para planear y controlar los inventarios y la capacidad. El sistema ERP, a través de una base de datos común, integra al MRP la información proveniente de las áreas de marketing, ventas, finanzas/contabilidad y recursos humanos.

### Existen dos tipos de sistema MRP:

#### 1) MRP I:

Este tipo de MRP tiene como base el plan maestro de producción y su objetivo es planificar las necesidades de compra de materia prima. Genera órdenes de producción y de compra para cantidades correctas según la información ingresada. Pero solo abarca el área de producción, es decir, no tiene en cuenta la capacidad actual de la organización.

#### 2) MRP II:

Es un sistema de control de la producción y de los inventarios. Se denomina también como sistema de bucle cerrado, esto es debido a que planifica y controla todos los recursos para la producción, incluyendo el inventario y capacidad de fábrica (MO y Maquinaria). Genera fechas de entrega válidas y las actualiza periódicamente, de esta manera se adapta mejor al mercado que el sistema de tipo I.

Este informe se centrará particularmente en el tipo II, ya que es el sistema utilizado por la empresa que produce el medicamento para el tratamiento del reflujo crónico.

Los MRP son sistemas impulsados por la demanda e impulsan los materiales hacia la producción para satisfacer las necesidades futuras. Para esto la administración construye un programa maestro que contiene información sobre los pronósticos, la planeación agregada, las órdenes futuras, el inventario, entre otras cosas. El sistema usa esta información para determinar qué componentes o partes deben ordenarse e impulsarse en la producción. Por todos los datos de los cuales dispone, el programa maestro, representa entonces una mejor base para la planeación de los inventarios de materia prima y de producción en proceso que la demanda pasada. El programa de cómputo explota el programa maestro en órdenes de compra de materia prima y órdenes de trabajo para la programación de la fábrica. Este proceso se llama explosión de partes e implica una lista de materiales detallada, la BOM, que divide el producto final en el programa maestro en todas las partes necesarias para su producción. Además, en el proceso de explosión de partes, es indispensable considerar los inventarios de partes que ya están disponibles así como las que están en tránsito.

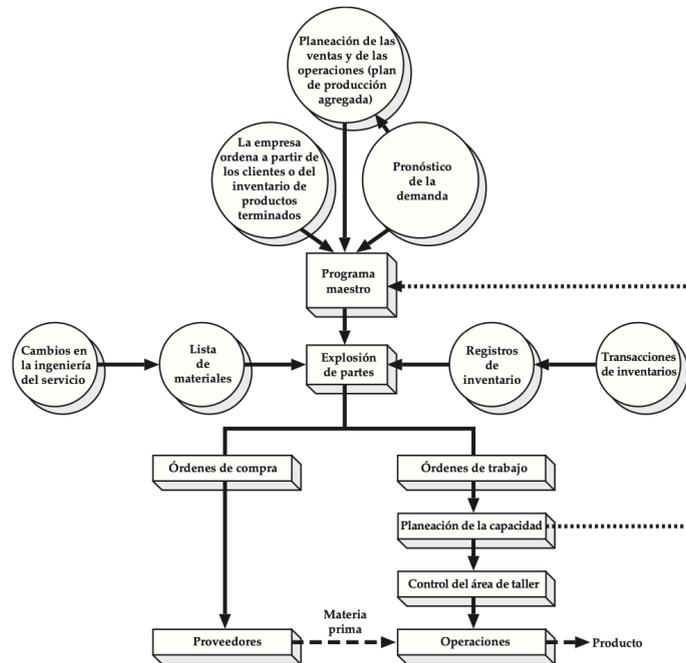
El resultado del proceso de explosión de partes consta de dos tipos de órdenes:

- órdenes de compra que van a los proveedores
- órdenes de trabajo, o de producción, que van a la fábrica

Antes de que las órdenes de trabajo se envíen a la fábrica, los planificadores de materiales verifican si se dispone de una capacidad suficiente para fabricar las partes requeridas. Esta es la principal diferencia entre un sistema MRP II y uno MRP I, si la capacidad requerida está disponible, las órdenes de trabajo se mandan al sistema de control del área de taller. Si la capacidad no está disponible, los planificadores deben hacer un cambio en la capacidad o en el programa maestro a través del bucle de realimentación, representado en la figura 8 como una línea punteada. Una vez que las órdenes de

producción se mandan al sistema de control del área de taller, el progreso está a cargo del personal del área de taller; ellos deben asegurarse de que se terminen a tiempo.

En la siguiente figura presenta la totalidad del sistema MRP II hasta la producción del producto terminado:



**Figura 8:** Sistema de MRP con un bucle cerrado.

Como se puede apreciar en la Figura 8 existen algunos elementos importantes que se deben de tener en cuenta al realizar una orden de compra utilizando un sistema MRP:

- 1) **Pronóstico de la demanda:** Utilizando datos históricos, actuales se puede pronosticar la demanda futura para saber cuánto producir.
- 2) **Planificación de la producción:** Para esto se debe tener en cuenta el tiempo que se tarda en recibir las materias primas (lead time), el tiempo que toma la producción de un producto terminado, la capacidad de la planta, las mermas o desperdicios de cada proceso, y con esa información planificar las órdenes minimizando recursos y tiempos de inactividad
- 3) **Lista de materiales (BOM):** Se construye una lista completa y detallada de todos los materiales y componentes que se necesitan para obtener una unidad de producto terminado.
- 4) **Mapa de procesos:** Se define cada uno de los subprocesos que forman parte del proceso principal.
- 5) **Registros de inventarios:** Implica tener datos exactos de cantidades actuales disponibles, de las órdenes en camino y disponer de una cantidad mínima de inventario para evitar interrupciones en la producción y quiebres de stock.

- 6) **Órdenes de compra:** Se debe determinar el tamaño óptimo de lote de compra para minimizar costos de pedido y almacenamiento, como también la frecuencia para realizar pedidos.
- 7) **Proveedores:** Realizar una evaluación y selección de proveedores confiables que cumplan con los plazos de entrega y requisitos de calidad. También se debe analizar la posibilidad de obtener descuentos por volumen o por pronto pago.
- 8) **Revisión continua:** Se debe estar en permanente control para así ver el rendimiento del sistema en todo momento.

## 9.2 Análisis de la orden de compra

Ahora que ya se vió de qué se trata un sistema MRP y los elementos necesarios para aplicarlo, se tratará las necesidades para la producción de 10.000 estuches:

Para explotar las necesidades de materiales para la producción de 10.000 estuches de producto terminado se consideran las siguientes mermas:

- 7% merma en laminado (plástico y aluminio)
- 5% merma en procesos de impresión (lámina plástica, lámina de aluminio, prospecto)
- 3% merma de cápsulas y relleno en proceso de llenado de cápsulas.
- 0.1% merma en acondicionamiento.

Se sabe que la empresa tiene el siguiente inventario actual:

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES EN INVENTARIO	UNIDAD
PTA001	Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	1200	u
MEP101	Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	2000	u
MEE101	Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	1500	u
SEB001	Lansoprazol 30 mg blíster	560	u
SEC001	Lansoprazol 30 mg encapsulado	2800	u
MEV002	Lámina PVC-AI-PVC	15	kg
MEV003	Lámina PVC-PEBD-PVC	12	kg
MPI001	Mezcla de excipientes premezclados	100	kg
MPA001	Lansoprazol	2	kg
MEV001	Cápsula azul-blanco	10	kg

**Figura 9:** Tabla de inventario

Se quiere, teniendo en cuenta el inventario actual, generar una orden de compra para lograr producir 10.000 estuches considerando las mermas en cada proceso. Esta tarea se convierte en sencilla y eficiente cuando se tiene un sistema MRP.

Para un correcto uso del mismo es recomendable generar un archivo utilizando la herramienta Excel para tener incluida la BOM, las mermas y a partir de esta información generar ordenes de compra precisas. (Anexo 1).

Teniendo en cuenta el inventario existente se puede calcular la necesidad de insumos para la producción de 10.000 estuches:

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES NECESARIAS	UNIDAD
PTA001	Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	10.010	u
MEP101	Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	10.021	u
MEE101	Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	10.021	u
SEB001	Lansoprazol 30 mg blíster	40.122	u
SEC001	Lansoprazol 30 mg encapsulado	289.570	u
MEV002	Lámina PVC-Al-PVC	42.931	kg
MEV003	Lámina PVC-PEBD-PVC	42.931	kg
MPI001	Mezcla de excipientes premezclados	289.310	g
MPA001	Lansoprazol	8.948	g
MEV001	Cápsula azul-blanco	29.826	g

**Figura 10: Tabla de necesidad**

Como ya se mencionó anteriormente para los cálculos se utiliza la ecuación

$$\text{Órdenes de compra} = \text{Necesidades} - \text{Inventario inicial}$$

lo que da como resultado la orden de compra a realizar:

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES A COMPRAR	UNIDAD
PTA001	Lansoprazol 30 mg estuche x 28 cápsulas	8.810	u
MEP101	Prospecto Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	8.021	u
MEE101	Estuche Lansoprazol 30 mg x 28 cápsulas	8.521	u
SEB001	Lansoprazol 30 mg blíster	39.562	u
SEC001	Lansoprazol 30 mg encapsulado	286.770	u
MEV002	Lámina PVC-AI-PVC	28	kg
MEV003	Lámina PVC-PEBD-PVC	31	kg
MPI001	Mezcla de excipientes premezclados	189.310	g
MPA001	Lansoprazol	6.948	g
MEV001	Cápsula azul-blanco	19.826	g

**Figura 11:** Tabla de orden de compra a efectuar

Lo que se puede concluir de las tablas es que existe una gran diferencia en relación a las cantidades a comprar de cada elemento. Como ya se mencionó, la cantidad a comprar depende tanto del inventario actual como de la necesidad.

Si el inventario es mucho menor a la necesidad entonces la compra debe ser considerable. Una de las razones de tener poco inventario podría ser que el costo de almacenamiento es alto para ese producto.

Si el inventario es cercano a la necesidad entonces la compra debe ser en el entorno de una cantidad mucho menor a las correspondientes a inventario y necesidad. Razones por las cuales sucede esto puede ser que el producto tiene un costo de almacenamiento bajo y además es fácil de almacenar. Otra posible explicación podría ser la existencia de un MOQ por parte del proveedor.

### 9.3 Otras posibles alternativas de estrategia de negocios

A través de la idea de buscar nuevas alternativas a las ya planteadas por el grupo 1 para la creación del flujograma de la empresa, con nuestro grupo pensamos en qué actividades debería realizar la empresa y cuáles deberían ser tercerizadas para optimizar costos y poder ser menos dependientes de los distintos proveedores que actualmente tiene la empresa.

Las alternativas que se nos ocurrieron son:

- 1) El laboratorio blistea además del acondicionamiento.
- 2) El laboratorio encapsula, blistea y acondiciona.



Respecto a la alternativa 2 también pensamos en la continuidad del proceso y en disminuir la dependencia de los proveedores ya que todos los productos semi terminados quedarían en mano de la empresa lo cual le brindaría una mayor autonomía y decisión a la hora de posibles imprevistos.

Algunas de las cosas que tuvimos en cuenta para no realizar algunas de las actividades en la empresa de las que actualmente se tercerizan es que según consultamos con un ingeniero químico con experiencia en el sector (Ramiro Roselli), no es recomendable realizar las impresiones de los prospectos y del estuche ya que estos procedimientos deben realizarse por empresas expertas en eso para así realizar un trabajo excelente y que las impresiones no cuenten con desperfectos ya que las regulaciones en esta industria son muy exigentes.

Otra cosa que también tuvimos en cuenta fue que no es recomendable realizar la producción de materia prima activa en un laboratorio diseñado exclusivamente para el acondicionamiento por diversas razones que abarcan desde la infraestructura y el cumplimiento regulatorio hasta la seguridad, calidad y costos.

Los procesos de calidad en las industrias farmacéuticas son muy exigentes y rigurosos por lo cual es más eficiente y seguro tercerizar la producción de materias primas activas a instalaciones especializadas y con certificación para poder realizar este tipo de procesos.

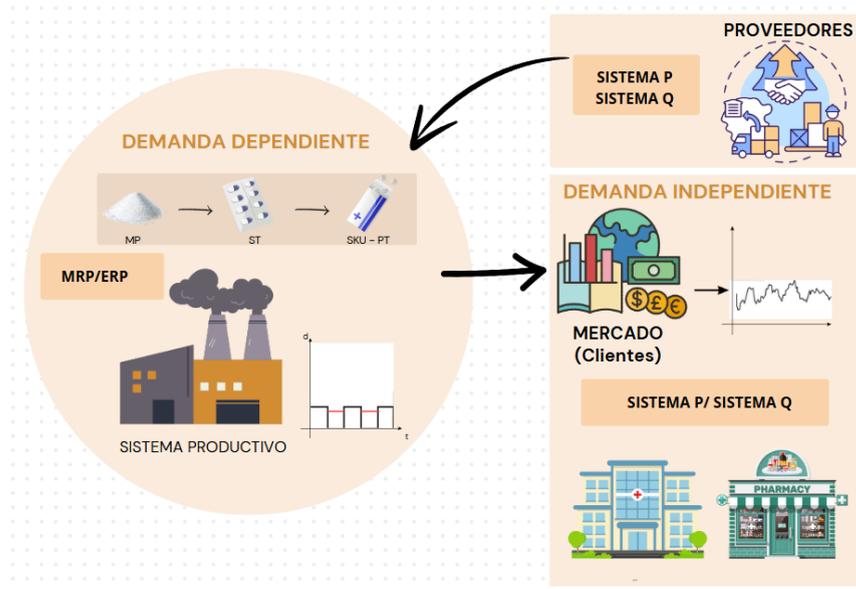
Nuevamente es vital la posibilidad de tener un sistema MRP/ERP para gestionar los procesos de producción complejos, poder incrementar el control sobre las mermas o pérdidas de producción, tener una capacidad de respuesta rápida es vital; sobre todo cuantos más servicios realice la empresa y sean menores los tercerizados.

En la empresa en la cual se aplique la función de compras mejora como resultado del uso de un sistema de MRP/ERP. El área de compras desarrolla credibilidad con los proveedores ya que con la información actualizada que brinda el MRP/ERP los materiales realmente se necesitan cuando se piden. Esta agilización en el proceso de compra permite que los gerentes de esa área puedan concentrarse en su función principal: calificar a los proveedores, buscar fuentes opcionales de abastecimiento y trabajar con los proveedores para asegurar la entrega de partes de calidad a tiempo y a un costo bajo.

Además, los proveedores pueden proyectar con anticipación la capacidad antes de que se les pida, ya que reciben reportes de las órdenes futuras planeadas. Conectar las órdenes planeadas de los clientes y los proveedores a lo largo de toda la cadena de suministro es una buena práctica que aporta una base sólida para la administración de dicha cadena.

## **9.4 Ejemplo integrador**

En este caso se presenta un ejemplo integrador para lograr reafirmar los conceptos de demanda independiente y dependiente vistas en el curso, ya que es un tema que puede generar confusión en los estudiantes.



**Figura 14: Ejemplo integrador**

Como se puede ver en la **Figura 14** se tiene al laboratorio de Lansoprazol (sistema productivo) donde la gestión de inventarios está sujeta a una demanda dependiente. En estos casos es conveniente utilizar sistemas MRP o ERP, particularmente en el caso del medicamento se utiliza el MRP II con su bucle cerrado (**ver Figura 8**) logrando mantener un flujo continuo de materiales, optimizando la producción y minimizando los costos. Como se vió a lo largo del informe realizar una orden de compra utilizando un sistema MRP es una tarea eficaz y sencilla cuando detrás de ella hay planificación como también control, tanto de inventarios, demanda y producción.

Por otro lado, en la parte de afuera se tiene la demanda independiente que como ya fue mencionado anteriormente es aquella que se rige por las condiciones impuestas por el mercado y depende de las preferencias de los clientes.

Se puede observar que existen dos potenciales clientes del laboratorio que podrían ser hospitales o farmacias de barrio, depende del acuerdo al cual se llegue con el cliente si se utiliza un sistema P o sistema Q. Una posible alternativa sería pensar que hospitales utilizan un sistema P, revisando cada semana sus inventarios ya que muchos productos siguen una demanda predecible (como por ejemplo los jarabes para la tos en invierno).

Las farmacias generalmente compran la misma cantidad de cierto producto, tienen un sistema de "revisión continua" (cada vez que el personal vende un medicamento va a las estanterías y lleva una noción de cuanto queda, no poseen ningún tipo de depósito con más inventario).

Análogamente al caso de farmacias y hospitales, ocurre entre el laboratorio y sus proveedores, el mismo compra ciertos productos a terceros utilizando sistemas P o Q, dependiendo de la estrategia elegida.

## 10. Anexos

- Excel con mapa de procesos, BOM y Pro\_Inv\_Nec\_Compra

## 11. Bibliografía

- *Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos.*  
R.G Schroeder, S.M Goldstein, M.J Rungtusanatham.