



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN UNA PLANTA FARMACÉUTICA, EN EL  
ÁREA DE ACONDICIONAMIENTO DE SÓLIDOS ORALES.**

**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTÍNUA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO-BIÓLOGO.**

**P R E S E N T A**

**DAVID CERECERO NOVELO**

**MÉXICO D.F.**

**2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO.**

**PRESIDENTE:                   MARCOS ENRIQUEZ RODRIGUEZ.**

**VOCAL:                           RAUL LUGO VILLEGAS.**

**SECRETARIO:                 ALEJANDRO ZANELLI TREJO.**

**1er SUPLENTE:               ALEJANDRO GUITIERREZ MORENO.**

**2do SUPLENTE:               JORGE RAFAEL MARTINEZ PENICHE.**

**FACULTAD DE QUÍMICA:**

**Asesor:                         Marcos Enríquez Rodríguez.**

**Sustentante:                 David Cerecero Novelo**

## INDICE.

Objetivo .....	iv.
Introducción.....	v.
Capítulo 1. Sistemas de Capacidad.	
• Importancia de un sistema de cálculo de capacidad. ....	1.
• Definiciones sobre capacidad. ....	2.
• Planificación de la capacidad. ....	4.
Capítulo 2. Descripción de la Situación Actual y Desarrollo.	
• Planta de Producción. Área de Acondicionamiento. ....	10.
• Capacidad Instalada de Planta. ....	11.
• Situación Actual Sobre la Demanda Proyectada. ....	18.
Capítulo 3. Desarrollo del Sistemas para la Optimización de Capacidad y Análisis de Resultados.	
• Sistema de Monitoreo de la Eficiencia. ....	21.
• Resultados y Análisis de la información. ....	24.
Capítulo 4. Análisis de Resultados.	
• Proyección de la capacidad del área de Acondicionamiento.....	38.
Conclusiones. ....	42.
Bibliografía. ....	44.

## OBJETIVO

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Química Farmacéutica Biología y durante el diplomado en Administración de la Producción, para analizar desde un punto de vista productivo, la situación del área de acondicionamiento de formas sólidas en una planta de producción farmacéutica.

En el análisis se deben de identificar los factores que permitan generar un impacto positivo a la eficiencia productiva del negocio y generar una visión a futuro sobre el desempeño del mismo.

El análisis se focalizará en las cinco líneas que conforman el área de acondicionamiento, se medirá la eficiencia y capacidad de cada una de ellas durante el periodo del año 2009, y se propondrán escenarios y sugerencias para el periodo 2010.

## INTRODUCCIÓN.

Las plantas de producción de formas farmacéuticas, al igual que cualquier planta de producción, requieren de sistemas que ayuden a administrar y mejorar la capacidad instalada ya que esto permite la óptima administración de los recursos humanos y materiales.

Para lograr un sistema funcional, se deben considerar todas las variables que afectan la producción, las más generales van desde factores de demanda y planeación de la producción, hasta las más particulares como el tipo de tecnología instalada de producción y empaque, los procedimientos de fabricación y variables propias de los procesos de fabricación.

Al conocer los factores que afectan la producción y de cómo interactúan estos con la misma, se permitirá tener un mejor control sobre la administración como por ejemplo utilización de los equipos, el movimiento de personal, generación de proyectos para la transferencia de tecnología y adquisición de nuevos equipos.

Se llevó a cabo un seguimiento detallado de las actividades relacionadas al acondicionamiento en el área de sólidos orales, para detectar puntos de mejora e implementar acciones que permitan mantener un sistema de mejora continua.

El análisis se centrará al estudio de escenarios a mediano y largo plazo, en donde se presentaran panoramas enfocados principalmente a la planeación de la producción y la eficiencia de los equipos de producción.

## Capítulo 1.

### SISTEMAS DE CAPACIDAD.

#### **Importancia de un sistema de cálculo de capacidad.**

En la industria farmacéutica, al igual que en otras industrias productoras, es de suma importancia las proyecciones hacia futuro. Si se conoce la evolución futura de la demanda y del comportamiento de la compañía, específicamente en la planta de producción, las decisiones que se tomen serán mas adecuadas y por lo tanto, permitirán obtener mejor aprovechamiento de las oportunidades y a su vez manejar de manera mas eficiente los problemas propios de la producción<sup>1</sup>.

Generalmente, parte de las previsiones se basan en la experiencia personal, como por ejemplo el contratar mas empleados con la suposición de que la demanda aumentará en un futuro; lo mismo ocurre con la adquisición de equipos. Cabe mencionar que al no contar con un análisis mas detallado y específico, se pueden tomar decisiones incorrectas que en consecuencia provocarán pérdidas económicas a la compañía, por ejemplo en los dos casos anteriores, se puede considerar la mejora de la productividad de tal forma que no sea necesario la contratación de personal; o transferir productos de un equipo a otro con menos carga aprovechando los recursos con los que ya cuenta el negocio sin la adquisición necesaria de nuevos equipos.

Las decisiones tomadas sin un sistema establecido que soporte las mismas, puede generar errores que cuando menos provoque consecuencias económicas negativas. Por ejemplo, si no se toma una decisión a tiempo sobre el manejo de recursos y la demanda desciende, la capacidad de producción será superior al nivel de requerimientos y la plantilla de personal será excesiva con lo que los costos se incrementarán y se reducirá el margen de beneficios. Por el contrario, si la demanda aumenta, la capacidad de producción se verá rebasada y los costos directos de producción se incrementarán al trabajar horas extras junto con una mayor presencia de averías en los equipos por

---

<sup>1</sup> Evans Anderson, Sweenwy Williams, *Applied Production & Operations Management*, 3rd Edition, West Publishing Company, 1990. Pág. 219.

ejemplo. También se provocaría la adquisición de equipos de forma apresurada por lo que el costo sería superior a que si el mismo se hubiera adquirido de forma anticipada.

La capacidad del sistema de producción define los límites competitivos de la empresa. De forma específica, establece la tasa de respuesta de la empresa ante el mercado, su estructura de costos, la composición de personal y la estrategia general de inventarios.

### **Definiciones sobre capacidad.**

La *capacidad* es la tasa de producción que puede obtenerse de un proceso. Generalmente se mide en unidades de salida por unidad de tiempo aunque en casos particulares puede medirse en horas disponibles para producción.

La *capacidad diseñada* es la tasa de producción que se quisiera tener en condiciones normales, es decir, es la capacidad para la cual se diseño el sistema.

La *capacidad máxima* es la tasa de producción mas alta que puede obtenerse cuando se emplean de manera óptima los recursos productivos. Sin embargo la utilización de recursos puede ser deficiente en este nivel máximo ya que hay que considerar los incrementos de costo de energía, horas extra de trabajo, aumento en el costo de mantenimiento, etc.

*Capacidad efectiva* se refiere a la mayor capacidad posible considerando los estándares de calidad, la programación de la producción, el mantenimiento de los equipos, la capacidad de la mano de obra, etc. Esta capacidad es una reducción de la capacidad diseñada y refleja las condiciones normales de operación. La capacidad efectiva nunca excede la capacidad diseñada, generalmente es menor.



La *capacidad actual* refleja la capacidad con que se cuenta considerando los paros de máquina, falta de trabajadores, materiales defectivos, etc. Considera factores conocidos pero imprevistos, suele utilizarse un valor 15% menor a la capacidad efectiva<sup>2</sup>.

Hay factores externos e internos que afectan la capacidad. Entre los factores externos se encuentran los reglamentos gubernamentales (horas de trabajo, seguridad, contaminación), acuerdos con los sindicatos, capacidad de suministro de los proveedores, etc. Los factores internos mas importantes son el diseño de productos y servicios, el personal (capacitación, motivación, métodos de trabajo), la distribución física de la planta y el flujo de los procesos, las capacidades y el mantenimiento de los equipos, administración de los materiales, sistemas de control de calidad y los sistemas de dirección, entre otros.

El periodo en el cual se define los requerimientos de producción de la empresa suele afectar las tecnologías disponibles para fabricar ese bien, cuanto mas corto sea el periodo, menos opciones tendrá una empresa para adquirir o contratar mas insumos y utilizarlos en la producción. En microeconomía generalmente se distingue entre dos periodos de producción: la producción en el corto y en el largo plazo. El corto plazo es un periodo que no permite a la industria adquirir y poner en funcionamiento nuevas instalaciones de producción, no hay nuevas plantas ni equipos. En contraste , el largo plazo permite a la empresa construir nuevas instalaciones para satisfacer la demanda del mercado.<sup>3</sup>

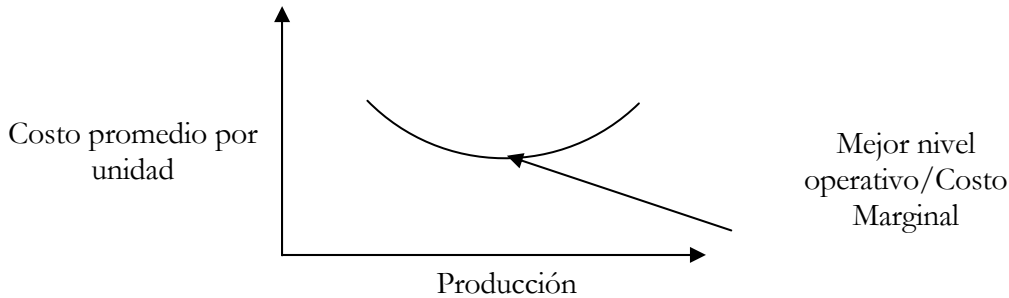
Una empresa perfectamente competitiva no decide el precio de su producto, mas bien lo determinan las interacciones de todas las empresas y los consumidores en el mercado, y está mas allá de la influencia de las empresas. Como todas las empresas, una empresa que es perfectamente competitiva decidirá cual es el nivel de producción que maximice sus utilidades, y una condición necesaria para maximizar las utilidades es que la empresa escoja un nivel de producción tal, que el ingreso recibido por la última unidad producida, o ingreso marginal, iguale apenas el costo en que se incurrió para producir esa ultima unidad o costo marginal. Producir una unidad adicional,

---

<sup>2</sup> Evans Anderson, Sweenwy Williams, *Applied Production & Operations Management*, 3rd Edition, West Publishing Company, 1990. Pág. 222

<sup>3</sup> Pepall Lynne, Richards Daniel, Norman George. *Organización Industrial*. 3ª Edición. Ed. Thomson. 2006. Pág. 21.

significaría incurrir en un costo extra, que rebasa el precio en que la unidad se podría vender. Por el contrario, si se produjera menos, se ahorraría menos en costos de lo que significaría en ingresos.



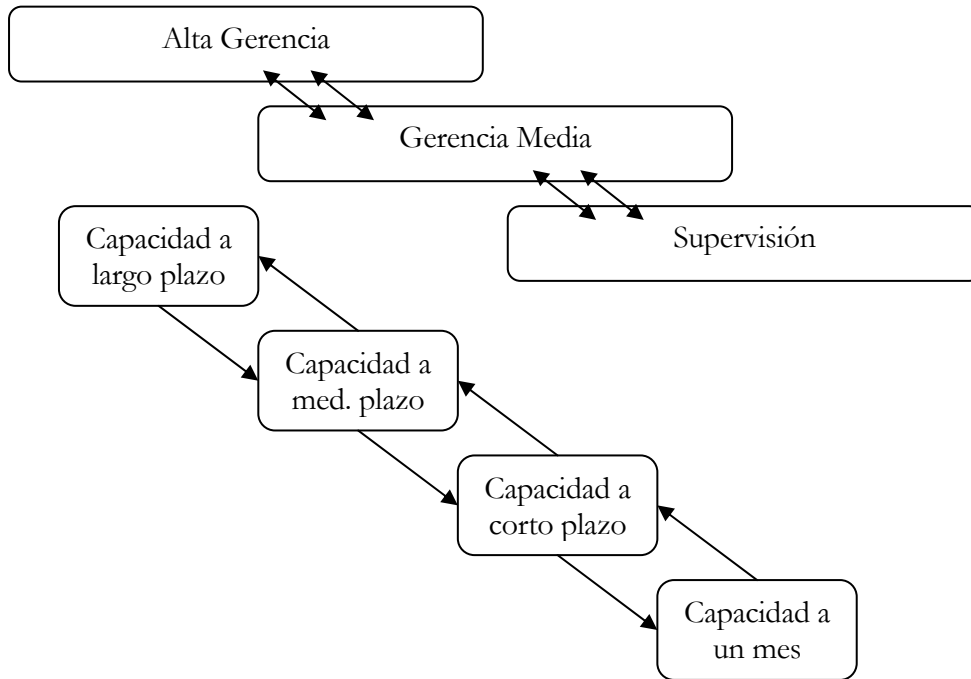
### **Planificación de la capacidad.**

El objetivo de la planificación de la capacidad es establecer el nivel de capacidad que satisfaga la demanda del cliente de manera rentable. La planificación de la capacidad se puede contemplar a largo plazo (mas de un año), a mediano plazo (de 6 a 18 meses) y a corto plazo (menos de seis meses). En ocasiones puede ser de utilidad considerar un plazo de un mes con fines estratégicos<sup>4</sup>. Dependiendo del área a la cual se dará servicio, será el tipo de planificación que se utilice. Mientras que a nivel de supervisión o control directo de piso interesa un plan que muestre la capacidad de forma que permita administrar la producción; a nivel de alta gerencia interesa un plan de capacidad que ayude a la toma de decisiones, como por ejemplo la adquisición de nuevo equipo.

El primer paso es evaluar la capacidad existente. Se debe de revisar y medir la capacidad tanto de las unidades individuales (equipos de fabricación) como del área productiva y de la compañía completa.

---

<sup>4</sup> Los periodos mencionados van acorde a la política interna de la compañía. Estos periodos pueden cambiar según el tipo de empresa donde se realice la planeación.



El segundo paso es evaluar los requerimientos de la compañía. Se requiere evaluar los requerimientos futuros por tecnología, producto o mercado, y considerar factores internos y externos que afecten la demanda.

Lo siguiente es definir todas las alternativas posibles según la capacidad con que se cuenta y según el tipo de resultados que se desean. En otras palabras, se definen todas las posibles alternativas de uso de capacidad buscando el mejor desempeño de la compañía.

Una vez que se han definido los panoramas (o alternativas) con los que se trabajará la capacidad, se debe de hacer la implementación del sistema. Es importante señalar que el sistema que se implemente es tan dinámico como vayan cambiando los requerimientos en la demanda, por lo que se debe de encontrar en constante actualización para que el sistema cumpla con las funciones para las que fue creado.

### ***Conceptos básicos sobre Planeación y Capacidad.***

#### *Planeación de la capacidad utilizando factores globales.*

Se trata de un enfoque simple para la planeación gruesa que incluso no requiere de programación avanzada. El origen de los datos vienen del plan maestro de producción mas que de los planes detallados de materiales. Este procedimiento se basa en factores de planeación derivados de estándares o datos históricos para los productos finales. Cuando los factores se aplican a los datos del plan maestro de producción, los requerimientos generales de materia prima o de capacidad en horas máquina pueden ser estimados. Este estimado general se asigna a los centros individuales de trabajo con base a los datos históricos de carga de trabajo.

La forma en que se calcula la carga es multiplicando el tiempo estándar por pieza por el número de piezas requeridas por periodo.

#### *Listas de capacidad.*

Este método permite hacer un enlace mas directo entre los productos finales individuales de trabajo. Toma en cuenta los cambios en la mezcla de productos por lo que se requieren mas datos que el método anterior. Se requiere una lista de materiales y los datos de proceso. Esta forma de cálculo indica el tiempo estándar total que se utiliza para elaborar un producto final en cada centro de trabajo requerido en su manufactura. Los cálculos consisten básicamente en multiplicar los valores de tiempo por unidad para los usos indicados en la lista de materiales.

Se requiere la siguiente información para poder generar la carga de capacidad por centro de trabajo. Hay que tener en cuenta que el plan maestro de producción solo proporciona los requerimientos para los productos terminados (en el ejemplo productos A y B), no de sus componentes, los requerimientos para los componentes deben de derivarse o “explosionarse” a partir de los requerimientos de sus dependientes (en el ejemplo productos A1, A2, B1 y B2).

Producto	A	B
Componentes	A1	B1
	A2	B2

#### Detalles de Productos y Componentes

Producto	Centro de trabajo	Tamaño de lote	Horas de Preparación (h.)	Tiempo de proceso (pz/h)
A	100	20	2	8
B	100	3	2	5
A1	200	14	4	2
A2	300	2	3	4
B1	200	10	4	2
B2	200	2	4	3

La forma de obtener la carga de trabajo para los centros de trabajo 100, 200 y 300 es obteniendo los requerimientos de los productos según su tamaño de lote, y luego extrapolar estos requerimientos a los componentes para después realizar el mismo proceso que con los productos. Al final se obtendrán las cargas en horas para los productos y sus componentes y solo hay que clasificarlas por su centro de trabajo para obtener la carga de trabajo o utilización de la capacidad.

Para el producto A en el periodo 1 se requieren 31.35 pz, el tamaño de lote de fabricación es de 20 pz por lo que se requerirán 2 lotes o 40 pz. La velocidad de proceso para este producto es de 8 piezas por hora, entonces requeriremos 5 horas más 4 horas de preparación (2 horas por lote) dándonos un total de 9 horas requeridas para el centro de trabajo 100.

Dado que el producto A se conforma de A1 y A2, se requieren de 40 pz para cada uno de ellos. Haciendo el mismo ejercicio que con el producto A resulta que se necesitan 33 y 56 para los centros de trabajo 200 y 300 respectivamente.

Haciendo el mismo ejercicio para el producto B en el periodo 1 obtendremos los siguientes datos:

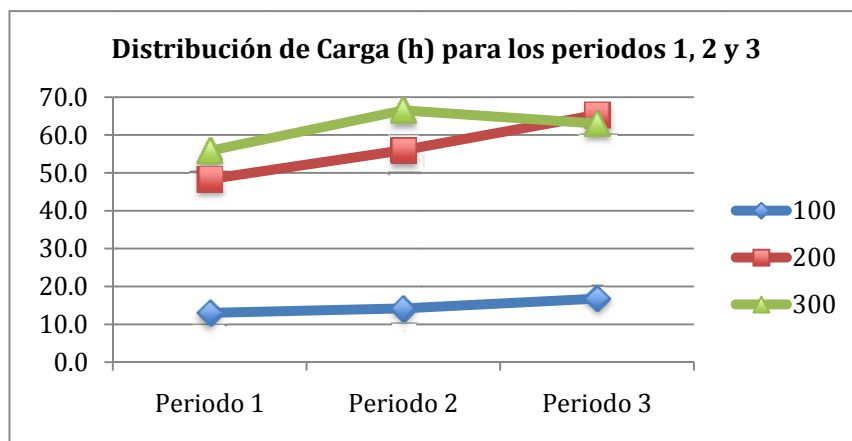
Producto	Centro de trabajo	Horas Totales
A	100	9.0
B	100	5.2
A1	200	33.0
A2	300	56.0
B1	200	9.0
B2	200	14.0

Se debe de hacer el mismo cálculo para cada uno de los periodos que se deseen analizar y sumar por periodo los requerimientos en horas para cada uno de los centros de trabajo involucrados.

Para el ejemplo anterior se obtiene la siguiente información:

Centro de trabajo	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
100	13.0	14.2	16.8
200	48.4	56.0	65.3
300	55.8	66.5	63.0

Gráfica 1. Ejemplo de distribución de carga



En este ejemplo, la carga para el centro de trabajo 100, es notablemente mas baja que para los centros 200 y 300.

Según los requerimientos de cada compañía, se puede hacer la estimación de piezas requeridas por tamaño de lote (como en el ejemplo) o por los requerimientos netos del periodo. Si el cálculo es por tamaño de lote de producción, habrá menos error en la estimación cuando el periodo sea mas grande, como por ejemplo periodos anuales.

### *Perfiles de recursos.*

Los métodos anteriores no toman en cuenta el tiempo específico de las cargas de trabajo proyectadas a los centros individuales de trabajo. El método de perfil de recursos toma en cuenta los datos de tiempos de entrega para proporcionar proyecciones con fase de tiempo de los requerimientos de capacidad.

Cuando los periodos son largos en relación a los tiempos de entrega , gran parte de la información con fase de tiempo puede llegar a perderse al agregar datos. Puede resultar que en periodos mayores a una semana esconderán datos importantes en los requerimientos de capacidad.

Para generar este análisis, se requiere de la información de los métodos anteriores, como la información de la lista de materiales y tiempos de proceso estándar, mas el tiempo de entrega de producción de cada producto final y de sus componentes.

Se debe de evaluar el nivel requerido de detalle de la información, ya que mientras mas sea el detalle es mas complejo el manejo de los datos. En ocasiones suele ser suficiente el nivel de detalle que proporciona el método de las listas de capacidad.

## Capítulo 2.

### DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DESARROLLO.

#### **Planta de Producción. Área de Acondicionamiento.**

En esta área hay cinco líneas de acondicionamiento, cada una de las cuales tienen características diferentes según el tipo de materiales que pueden procesar. Dos líneas pueden procesar blisters compuestos de Aluminio con PVC o PVDC; dos líneas pueden procesar blisters compuestos de Aluminio-aluminio y aluminio-aluminio-papel, y la línea restante puede procesar frascos.



*Fotografía 1. Ejemplo de Forma de empaque en Blister.*

Las dos líneas que pueden manejar blisters de aluminio-aluminio-papel cuentan con controles adicionales de condiciones de temperatura y humedad.



La distribución de las 5 líneas de empaque que se consideran en el estudio es la siguiente:

Línea 1. Blisters ALU/PVC – ALU/PVDC/PAPEL.

Línea 2. Blisters PVC - ALU.

Línea 3. Blisters ALU/PVC – ALU/PVDC/PAPEL.

Línea 4. Blisters ALU/PVC – ALU.

Línea 5. Frascos.

### **Capacidad Instalada de Planta.**

El modelo que se utiliza para evaluar la capacidad de planta se basa en el modelo de Listas de Capacidad. El origen de la información es la demanda estimada en forma de piezas requeridas por periodo<sup>5</sup>, una base de datos donde se encuentra información individual por producto relacionada al cálculo de capacidad<sup>6</sup> (tamaño de lote, horas requeridas por lote, tamaño de campaña de producción, etc.); y hojas de cálculo por periodo donde se transforma toda la información en forma de horas por equipo. A partir de éstas hojas de cálculo se recupera la información y se reúne en otra hoja de cálculo donde se puede revisar a detalle la capacidad máxima, la capacidad estándar, la capacidad actual y la información requerida para cada centro de trabajo, que en este caso es cada una de las 5 líneas de acondicionamiento que se consideran en el estudio. A continuación se presenta el detalle de la forma en que se maneja la información para obtener la capacidad del área de empaque.

---

<sup>5</sup> Información proporcionada por al área de planeación de la producción.

<sup>6</sup> Base construida en base a información histórica y recolección de especificaciones individuales de producto.

## ***Demanda.***

La proporciona el área de planeación de la producción en base los requerimientos del corporativo<sup>7</sup>, de forma que la información ya viene procesada en piezas por producto y separada por periodo. Puesto que el área de empaque es la última etapa de la cadena de producción directa, las piezas pueden calcularse sin ningún tratamiento adicional en el periodo como lo requeriría el cálculo de capacidad de las etapas previas de producción (considerando que en la explosión de la demanda de los productos dependientes se debe de considerar el factor del tiempo de anticipación requerido para que estos productos se encuentren disponibles en tiempo para la última etapa productiva).

La confiabilidad del modelo de capacidad está directamente relacionada con la exactitud de los datos proporcionados en la demanda. Dado que ésta se encuentra en constante actualización. Es conveniente correr el sistema de capacidad cada vez que haya un cambio en la demanda, o al menos tener la certeza de que se está utilizando la información mas reciente principalmente cuando se vaya a utilizar el modelo para tomar alguna decisión estratégica en el área.

*Tabla 1. Ejemplo de cómo se proporciona la información de la demanda para el cálculo de capacidad<sup>8</sup>.*

Code	Description	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
30105001	BIP... GRAG. V-20				
30203000	BUS... COMPO. N COMPR. V-20		7,676		
30203001	BUS... COMPR. V-36			23,194	
30203003	BUS... COMPR. CA				
30325001	DUL... GRAGEAS 5 MG. -10	7			
30325006	DUL... GRAGEAS 5 MG -10		675		675
30325007	DUL... GRAGEAS 5 MG -25		6	6	
30325008	DUL... GRAGEAS 5 MG -50			825	
30325016	DUL... GRA5MG SENSOR100				675
30325037	DUL... GRAGEAS 5 MG V-10				36,416
31473035	MIC... PLUS80+12.5MG 28		24,126		24,126
31473038	MIC... PLUS80+12.5MG V14AMX	329,225			328,336
31473040	TEL...+HIDRO TABS SS-14				
31473056	MIC... 20MG -30			15,326	
31473076	MIC... TAB 40MG 30 TMX	3,778			736,666
31473077	MIC... TAB 80MG 30 TMX			437,333	437,333

<sup>7</sup> El corporativo recolecta la información de la demanda de clientes a nivel internacional, procesa la información y dirige los requerimientos específicos a cada uno de los sitios de producción con que cuenta el negocio.

<sup>8</sup> Todas las bases de datos se procesan con el software Excel 97 de Microsoft.

## Base de datos. Información Detallada de Productos.

Se trata de una base en donde se registra información relacionada al cálculo de capacidad.

Tabla 2. Ejemplo de la base de datos donde se encuentra la información requerida para el cálculo de capacidad.

Code	Description	Hrs Maq.	Hrs Set	Hrs Change	Line	Pcs/lot	Pcs/pkg	Run
30105001	BIP... N GRAG. V-20	0.173	1.5	6.00	B2	50,000	20	1
30203000	BUS... . N COMPR. V-20	0.351	1.5	6.00	B2	30,000	20	2
30203001	BUS... N COMPR. V-36	0.533	1.0	6.00	B2	16,666	36	2
30203003	BUS... N COMPR. CA	0.155	1.5	6.00	B2	30,000	20	2
30325001	DUL... GRAGEAS 5 MG. -10	0.473	1.0	6.00	B2	45,000	10	3
30325006	DUL... GRAGEAS 5 MG -10	0.150	1.0	6.00	B2	450,000	10	1
30325007	DUL... GRAGEAS 5 MG -25	0.150	1.0	6.00	B2	180,000	25	1
30325008	DUL... GRAGEAS 5 MG -50	0.270	1.0	6.00	B2	90,000	50	1
30325016	DUL... GRA5MG SENSOR100	0.540	1.0	6.00	B2	45,000	100	1
30325037	DUL... GRAGEAS 5 MG V-10	0.165	1.5	4.00	B2	300,000	30	1
31473035	MIC... PLUS80+12.5MG 28	0.357	1.0	8.00	B1	75,000	28	4
31473038	MIC... PLUS80+12.5MG V14AMX	0.255	1.0	8.00	B1	40,000	14	2
31473040	TEL...+HIDRO TABS SS-14	0.550	1.0	8.00	B1	35,714	14	2
31473056	MIC... 20MG -30	0.690	1.0	7.00	B1	66,667	30	1
31473076	MIC... TAB 40MG 30 TMX	0.510	1.0	8.00	B1	33,333	30	10

La información requerida para el cálculo de capacidad es la siguiente:

- Horas Máquina (Hrs Máq.). Se trata de uno de los campos mas importante ya que aquí es donde se capturan las horas requeridas para acondicionar los productos. Debido a que los tamaños de lote para órdenes de empaque están sujetos a cambio, la información no puede ser capturada como horas por lote, sino como velocidad. La forma estándar de capturar ésta información es de número de horas por cada 1000 piezas<sup>9</sup>. Por ejemplo, el producto 030105001 tiene 0.173 horas por cada 1000 piezas, es decir que este producto se acondiciona a una velocidad de 5,780 pz/h.
- Horas *Setup*. (Hrs Set). Debido a que en una misma línea de empaque se pueden acondicionar diferentes productos, existen dos tipos de cambios de formato o *Setup*. Los *Setup* cortos o tipo I comprenden las actividades de limpieza y ajuste cuando en la línea de empaque se cambia de un lote de producto a otro del mismo producto. Generalmente son tiempos cortos (alrededor de una hora) debido a que se hace una limpieza sencilla y a que

<sup>9</sup> Se toma este estándar de velocidad, debido a que el ERP (*Enterprise Resource Planning*) que es el software con el que cuenta la compañía y es donde se encuentra contenida toda la información relacionada a los productos así lo considera.

no existe un cambio de formato como tal, sino que solo se hacen algunos ajustes para poder acondicionar el siguiente lote. Ésta es la información que se captura en este campo.

- Horas de Cambio de Formato (*Hrs. Change*). En este campo se captura la información relacionada a las horas requeridas para los *Setup* largos o tipo II. Éste tipo de cambio se aplica cuando se cambia de un lote de un producto a otro de un producto diferente. Las actividades que se consideran son la limpieza completa de todo el equipo y de toda el área; y el cambio completo del formato de toda la línea de empaque.
- Equipo de producción (*Line*). Es donde se define por que línea de empaque se acondicionará el producto. B1 es línea 1, B2 línea 2 y así sucesivamente hasta línea 5.
- Tamaño de lote (*Pcs/Lot*). Es donde se encuentra definido el tamaño de lote de cada uno de los productos. Cabe mencionar que el área de acondicionamiento tiene la versatilidad de empaclar órdenes de diferentes tamaños de lote por producto. Sin embargo, para fines de cálculo, se considera un tamaño de lote estándar (en base a datos históricos de producción) para poder estimar un aproximado de lotes requeridos.
- Piezas por presentación (*Pcs/Pkg*). Se define el número de piezas (tabletas / cápsulas) requeridas por cada unidad individual de producción.
- Tamaño de campaña (*Run*). Se define el número de lotes por campaña. Es preferible, siempre y cuando los requerimientos de la demanda lo permitan, manejar tamaños de campaña lo mas grandes posible. Por cada campaña se requiere de un *Setup* Tipo II (largos) y el resto de los cambios de la campaña serán de Tipo I (cortos). Esto permite disponer de mas capacidad de cada uno de los equipos de empaque. Al igual que el tamaño de lote, el tamaño de campaña está sujeto a los requerimientos de la demanda y para fines de cálculo se considera un aproximado en base a los datos históricos de producción.

**Hoja de calculo por periodo.**

Se trata de una hoja de cálculo donde son considerados todos los cálculos referentes a un periodo. Hay tantas hojas de cálculo como los periodos requeridos en el estudio. Toda la información resultante de estas bases se reúne en una hoja de cálculo final donde se presenta solo la información resumida<sup>10</sup>.

Tabla 3. Ejemplo de la hoja de cálculo por periodo.

PRODUCT		REQ	Lots	Pack	H. Machine	H. Setup 1	Pcs Req.	Line	B1		
		Period 1		(000)	(Hrs.)	(Hrs.)	(000)		PACKS	H. MAQ	H. SETUP
									Blister		
									Linea 1		
									700.0	273.1	35.0
TOTAL											
Total pz.											700.0
Total hrs.											308.1
Run Time											273.1
CHO Time											35.0
%UTILIZATION (With change over)											308.1
31473038	MIC 80+12.5MG V14AMX	329	9	360,000	84.0	16.0	4,609	B1	329	84.0	16.0
31473076	MIC TAB 40MG 30 TMX	371	12	399,996	189.1	19.0	11,123	B1	371	189.1	19.0
31473077	MIC TAB 80MG 30 TMX	-	-	-	0.0	0.0	-	B1	0	0.0	0.0

Se encuentra dividida en dos secciones. En la primera sección (parte amarilla) es donde se realiza en si todos los cálculos de capacidad. Los cálculos son los siguientes:

- Requerimientos del periodo ( REQ Period#). Se encuentran los datos de los requerimientos del periodo en piezas (el dato se encuentra en millares de piezas con el fin de simplificar la información).
- Lotes requeridos (Lots). Es el número de lotes requeridos según la demanda del periodo dividida entre el tamaño de lote del producto. La cifra se encuentra redondeada hacia la cifra superior, es decir, si por ejemplo los requerimientos arrojaran 8.3 lotes, la cifra a considerar para los cálculos posteriores serán 9 lotes.

<sup>10</sup> Todas las as bases de datos se procesan con el software Excel 97 de Microsoft.

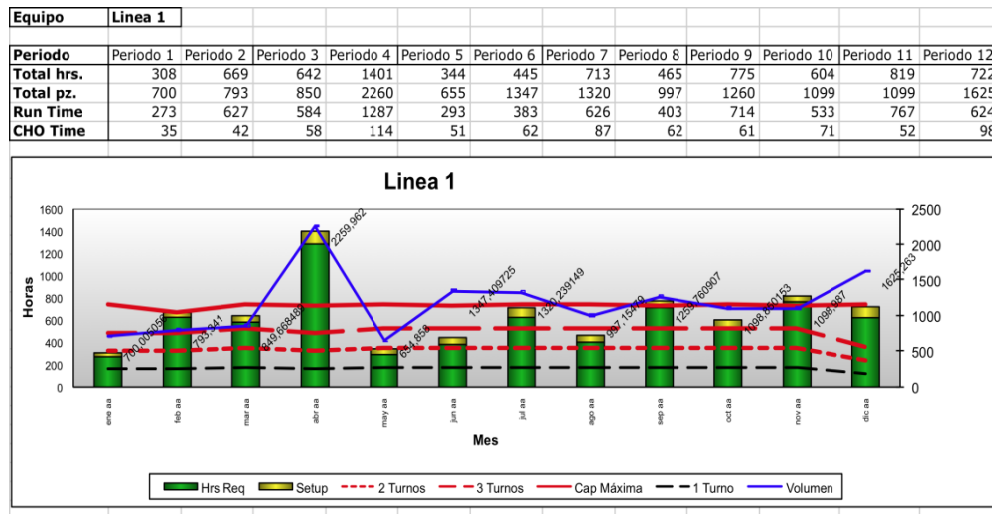
- Piezas reales a producir. (*Pack*). Es el número de piezas reales a producir, se calcula multiplicando el número de lotes requeridos por el tamaño de lote del producto. Esta cifra siempre será igual o mayor a las piezas requeridas en el periodo.
- Horas máquina requeridas (*H. Machine*). Es el número de horas requeridas por producto para el periodo. Se calcula de diferente forma según el tipo de periodo. Si los periodos son anuales, se utilizan las piezas resultantes del campo de piezas reales a producir. Si los periodos son mensuales se utilizan las piezas directas del requerimiento del periodo, hay que recordar que el área de empaque tiene la versatilidad de variar el tamaño de lote de las ordenes de producción, y el hacer el cálculo de esta forma dará información mas aproximada.
- Horas *Setup* requeridas. (*Hrs Setup*). Son las horas requeridas para cambio de formato por producto, el cálculo se apoya en el tamaño de campaña para hacer el cálculo de horas requeridas de cambio *Setup I* y *Setup II*.
- Unidades requeridas (*Pcs Req*). Se trata de un campo informativo, es el numero de piezas individuales (tabletas, cápsulas) que se acondicionarán en la línea de empaque. Esta información es solo informativa para medir de alguna forma la tasa de piezas individuales que pasan por la línea.
- Línea de empaque. (*Line*). En este campo solo se hace referencia al equipo donde se acondicionará el producto. Esta información se utilizará en la siguiente sección de la hoja de cálculo.

La siguiente sección de la hoja de cálculo (sección azul), se encuentra conformada por columnas dedicadas a cada una de las líneas de empaque, según el campo de “línea de empaque”, a estas columnas se dirige la información de piezas requeridas, horas de máquina requeridas y las horas de setup requeridas previamente calculadas.

## Hoja de Cálculo Resumen.

En ésta hoja de cálculo se resume toda la información calculada y es donde en realidad se puede apreciar los requerimientos contra la capacidad de los equipos.

Imagen 2. Ejemplo de hoja de cálculo con el resumen de la información calculada para capacidad.



La capacidad se encuentra expresada en horas. Se presenta la información calculada para construir una gráfica de capacidad por equipo. Los requerimientos de horas máquina y *Setup* se muestran en la gráfica en forma de barras. Esta es la capacidad actual, está conformada por la suma de las horas Máquina y las horas Setup.

La capacidad máxima son las horas disponibles por periodo: en los periodos mensuales, 24 horas todos los días que conforman el mes; y en los periodos anuales 24 horas los 365 días del año.

La capacidad diseñada para este sistema comprende las horas disponibles en tres turnos de trabajo los 5 días de la semana (no incluye días festivos.)

La capacidad efectiva considera dos turnos productivos 5 días a la semana, la diferencia de horas que hay entre la capacidad diseñada y la efectiva es el rango que se deja disponible para

las pérdidas de horas normales de la producción (cambios en programas de producción, ajuste de los equipos, reuniones con el personal, etc.).

Como referencia, también se incluye en el reporte gráfico la capacidad a un turno (un turno productivo 5 días a la semana); y el volumen requerido por periodo por equipo de acondicionamiento.

### **Situación actual sobre la demanda proyectada.**

De forma general, en todas las líneas hay meses con “picos” de requerimientos que salen de la capacidad diseñada e incluso máxima de las líneas, sin embargo, hay que considerar que esta información proviene de los datos brutos de la demanda, y que el área encargada de la planeación, se encarga de suavizar o distribuir en meses anteriores o posteriores la demanda de forma que esta se presente de una manera mas uniforme. Sin embargo, a pesar de la mencionada suavización, hay líneas que en un futuro relativamente cercano presentarán problemas de capacidad debido a que la suavización de la demanda puede ser máximo de +/- tres meses<sup>11</sup>.

De las líneas analizadas las que no presentan complejidad son las líneas 2 y 4. Las líneas 1, 3 y 5 requerirán de un análisis mas a fondo para definir la estrategia de producción que deberá tomarse. La línea 2 en realidad no presenta problemas de capacidad a mediano plazo (próximo año), en forma general se encontrará trabajando incluso un poco por debajo de la capacidad efectiva. La línea 4 se encontrará trabajando alrededor de la capacidad diseñada, habrá ocasiones que el efecto de la suavización no será suficiente para trabajar debajo de la capacidad diseñada, pero esta demanda de horas podría ser cubierta de forma extraordinaria por horas extras por parte del personal (Ver Gráficos 2 y 4).

---

<sup>11</sup> Se ha observado que es muy complicado suavizar hacia delante mas de tres meses debido a las fechas comprometidas de entrega con el corporativo (clientes); así como la suavización hacia atrás, debido a la variación de requerimientos y al incremento del nivel de inventarios.

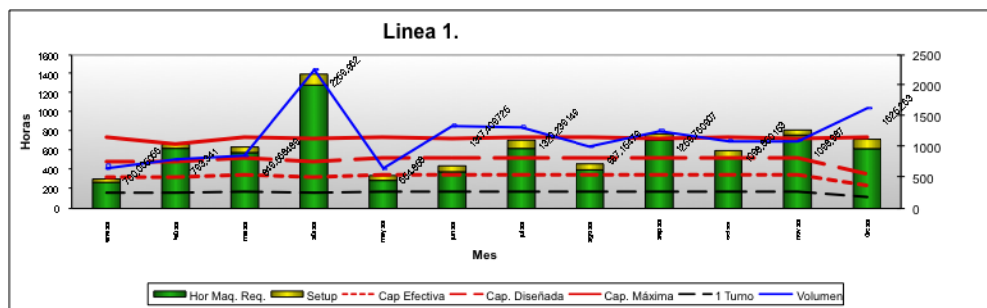


El problema real se encuentra en las líneas 1, 3 y 5, en las que se puede observar que, en el mejor de los casos, se encontrarán trabajando de forma rutinaria arriba de la capacidad diseñada y habrá periodos en los que no se podrá satisfacer la demanda. No es factible adquirir una línea adicional de producción por tres principales razones:

- La prontitud con que se presentarán los problemas de capacidad.
- La mayoría de los productos que se acondicionan son específicos para cada una de las líneas de empaque.
- El costo de una nueva línea de empaque es muy alto<sup>12</sup>.

Es necesario desarrollar alternativas que permitan liberar capacidad para cada una de las tres líneas implicadas.

Gráfico 1. Capacidad calculada para Línea 1 de acondicionamiento.



<sup>12</sup> Según políticas del corporativo, la decisión de compra de equipos mayores, corresponde a la unidad estratégica del corporativo (casa matriz) y no de la unidad responsable local.

Gráfico 2. Capacidad calculada para Línea 2 de acondicionamiento.

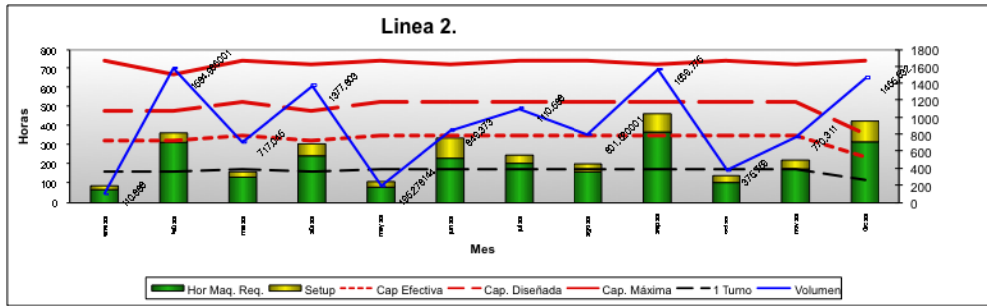


Gráfico 3. Capacidad calculada para Línea 3 de acondicionamiento.

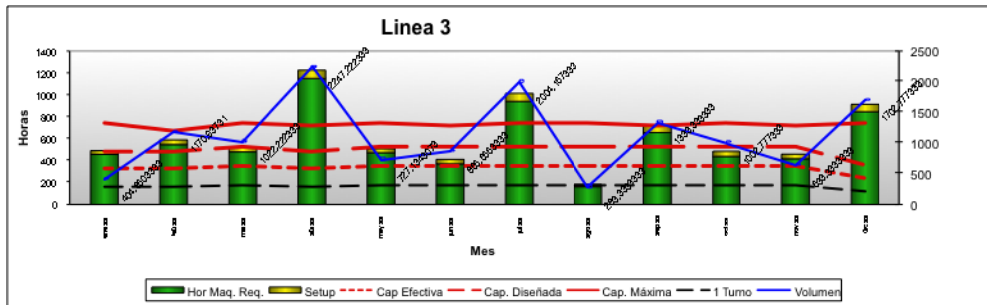


Gráfico 4. Capacidad calculada para Línea 4 de acondicionamiento.

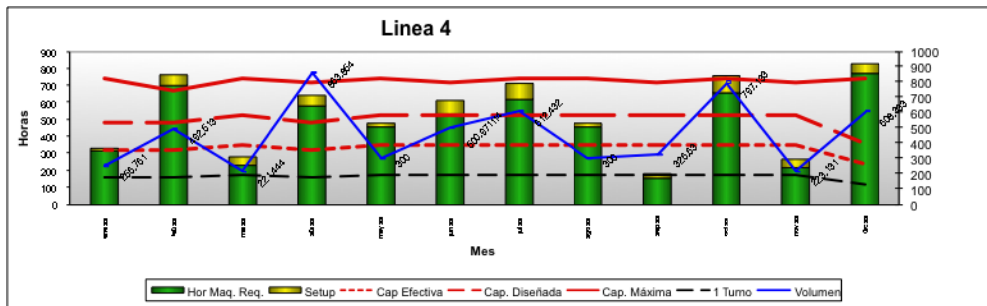
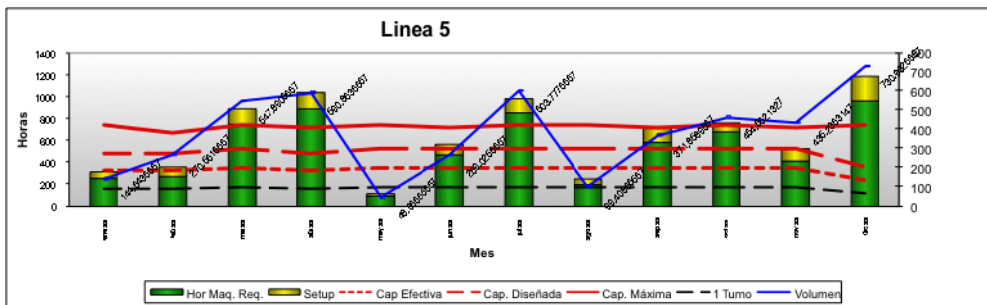


Gráfico 5. Capacidad calculada para Línea 5 de acondicionamiento.



### *Capítulo 3.*

## DESARROLLO DEL SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CAPACIDAD Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### **Sistema de Monitoreo de la Eficiencia.**

Debido a la necesidad de incrementar la eficiencia de las líneas de empaque, se lleva a cabo el desarrollo de un sistema que permite además de medir la eficiencia de los equipos, identificar los factores causantes de pérdidas más significativa de forma que se puedan tomar decisiones.

El sistema básicamente consiste en recopilar datos del desempeño de todo el proceso de acondicionamiento de cada uno de los lotes de producción. La información se recopila en forma de horas (o fracciones de horas) que implica el desarrollo de cada una de las etapas de preparación (limpiezas, cambios de formato); la etapa productiva o el proceso de acondicionamiento en sí; y el tiempo implicado en cada uno de los paros que ocurren de forma normal (paros para comida del personal, cambio de turno del personal) o atípica durante el acondicionamiento (avería de alguno de los módulos de las líneas de acondicionamiento por ejemplo).

Esta información se recupera en un formato. En el cual el personal designado a recuperar la información debe de estar previamente capacitado. Es muy importante explicar al personal encargado de la captura la importancia de la confiabilidad de los datos ya que a partir de aquí se monitorearán a los lotes, los equipos, las áreas y el sitio como tal y es de suma importancia identificar perfectamente los factores que son causantes de las pérdidas de eficiencia si es que se quiere obtener mejoras reales en el desempeño.<sup>13</sup>

La información recuperada es capturada en una base de datos (Office Excel 97 de Microsoft) para realizar diversos cálculos y su posterior análisis.

---

<sup>13</sup> El sistema es iniciativa del equipo estratégico del corporativo, cada sitio tiene la libertad y responsabilidad de la implementación a nivel local, bajo ciertas pautas establecidas en políticas del corporativo.

Tabla 4. Ejemplo de la información recuperada por orden de trabajo.

End of Order	Order Number	Batch Number	Local Code	Article Name SKU	Processed Quantity Tablets [ PU ]	Type of Change-over	Changeover Times [hrs.]	Breaks/Lunch Times [hrs.]	Running Time	Not Scheduled Downtime
08 ene 13	12841	855135	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,317	II	6.00	1.00	6.50	1.75
08 ene 13	12843	855136	031473077	MIC TAB 80MG -30	15,340	I	4.00	0.00	4.00	0.00
09 ene 13	12844	855137	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,338	I	1.00	0.00	4.75	0.00
09 ene 13	12915	951035	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,401	I	1.00	0.00	4.75	1.00
10 ene 13	12916	951036	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,396	I	1.00	0.00	5.00	0.00
10 ene 13	12917	951037	031473077	MIC TAB 80MG -30	15,998	I	1.00	0.00	4.25	0.00
10 ene 13	12918	951038	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,363	I	1.00	0.00	4.00	0.00
13 ene 13	12919	951039	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,450	I	1.00	0.00	4.50	0.00
14 ene 13	12925	951045	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,315	I	1.00	0.00	6.25	0.75
14 ene 13	12926	951046	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,347	I	1.00	0.00	4.25	0.00
14 ene 13	12927	951047	031473077	MIC TAB 80MG -30	16,152	I	0.83	0.00	5.00	0.00

La información requerida es la siguiente:

- Cantidad de piezas reales (*Processed Quantity Tablets*). Esta información es requerida para obtener la velocidad real del lote producido.
- Hrs Setup y Tipo Setup (*Type of Changeover / Changeover time*). Se especifica el tipo de Setup (I o II) y las horas empleadas en éste según el cambio de formato del que se haya tratado. El tiempo se considera desde que se inicia el desarmado del equipo (Setup II) o la limpieza general del equipo (Setup I). Se deja de considerar el tiempo de Setup una vez que se han llevado a cabo las limpiezas correspondientes, los cambios de formato y el ajuste de la línea con los nuevos materiales. En éste campo solo se coloca la información proveniente de otros campos donde se encuentran desglosadas cada una de las etapas de los cambios de formato. Esto con el fin de poder analizar cada una de las actividades implicadas y poder generar informes detallados de causas principales.
- Horas de Proceso (*Running Time*). Son las horas empleadas únicamente en el proceso de acondicionado. Cualquier tipo de evento que no se trate de la producción en si, es considerada como una pérdida y debe de reportarse en otro campo.

- Horas Receso (*Brakes / Lunch time*). Son las horas dedicadas al receso del personal y a su tiempo de comida. Debido a que el equipo se encuentra en un estado no productivo, por así decirlo, es necesario considerarlo como un desglose de tiempo aparte.
- Horas de Paro (*Not Sheduled Downtime*). Al igual que los tiempos de setup, en éste campo se coloca la información proveniente de otros campos donde se encuentran desglosadas las causas mas comunes que generan retrasos en la producción.

El cálculo de la eficiencia consiste en comparar velocidad real del proceso contra una velocidad teórica o estándar de desempeño. Dentro de la velocidad real calculada se deben de considerar todos los paros programados y no programados:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Real}}{\text{Velocidad Teórica}} \times 100$$

La velocidad real se calcula dividiendo las piezas reales producidas entre la suma del tiempo de proceso, el tiempo de setup, el tiempo de receso y los tiempos de paro.

La velocidad Teórica se calcula con las piezas reales producidas entre el tiempo estándar. Éste tiempo estándar se obtiene de datos históricos de producción.

Para líneas de acondicionamiento, el valor de la eficiencia deberá de encontrarse alrededor de 60%<sup>14</sup>. Esto debido a que por las líneas de acondicionamiento pasan diferentes productos lo que incrementa los tiempos de cambio de formato.

En una hoja de cálculo se reúne la información por periodo y se hace un resumen gráfico del desempeño de eficiencia.

---

<sup>14</sup> Según *Benchmarking* a nivel corporativo.

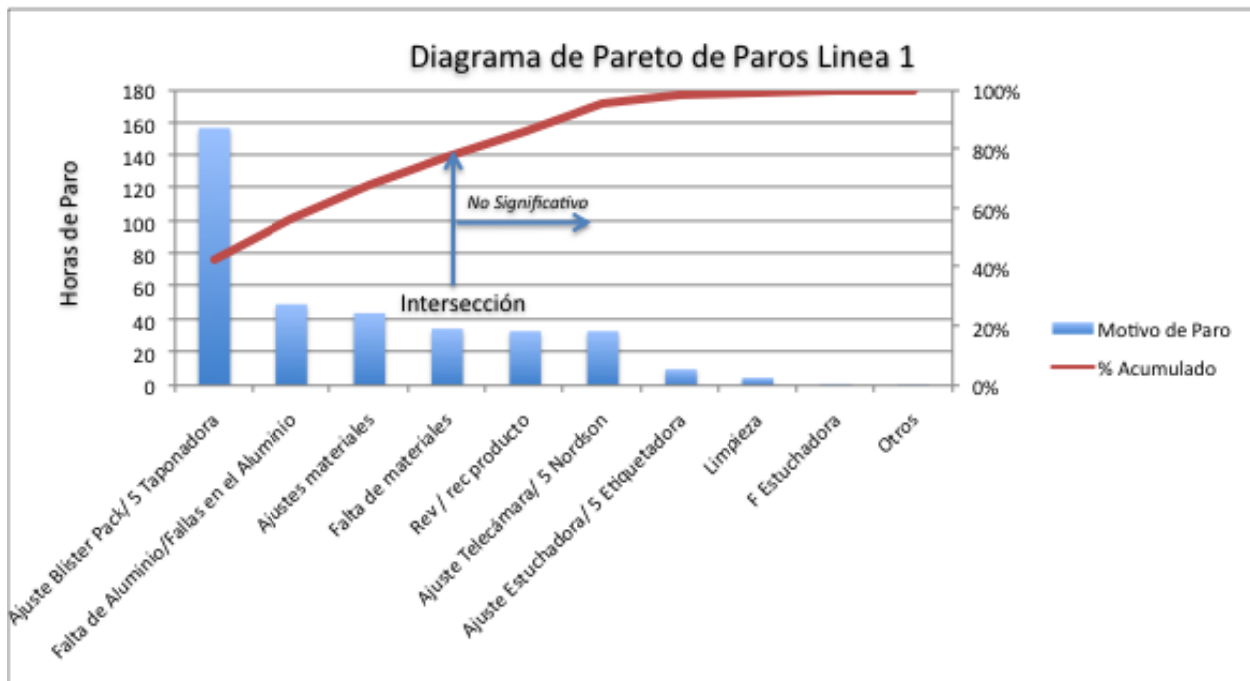
A continuación se presentan los resultados de eficiencia y volumen producido para cada una de las cinco líneas de acondicionamiento consideradas en el estudio.

## Resultados y Análisis de la información.

### Línea 1.

Como se revisó anteriormente, ésta línea requiere de optimización puesto que en un futuro se estima un aumento en los requerimientos de la demanda. En esta línea solo se acondicionan 5 productos que pertenecen a la misma familia, por lo que la optimización no se dirigió hacia la disminución de los tiempos de cambio de formato (aunque no dejan de ser importantes), revisemos el desglose detallado de los paros.

Gráfico 6. Análisis de Pareto para Línea 1



Se presentan en forma de grafica de Pareto, que es una forma de revisar la información bajo el principio del 80/20 o el 80% de los efectos son causados por el 20% de los factores<sup>15</sup>.

Para el caso de la línea 1, el 80% de los paros se deben a los ajustes en el módulo Blister Pack (el módulo Blister Pack es la sección de la línea de acondicionamiento donde ocurre el sellado de los blisters y el corte para obtener blisters individuales), la falta de aluminio impreso, el ajuste de materiales una vez iniciado el proceso y la falta de materiales.

En realidad las cuatro causas están relacionadas a una sola causa raíz. El cliente solicita que la identificación de lote y fecha de caducidad se encuentren impresos dentro del diseño del aluminio con que se forman los blisters, por lo tanto la impresión de aluminio debe de hacerse en la misma compañía. Pero el cliente solicita también que detrás de cada alveolo que conforma el blister se encuentre información que describe e identifica al producto, por lo tanto, al momento de sellar el PVC con el aluminio, debe de existir una sincronización con muy poco margen de error, de forma que coincida la cavidad del cada uno de los alvéolos con el diseño impreso en el aluminio. La forma de hacer la sincronización de estos materiales es mediante “tacas” o barras que van impresas en la sección del aluminio que será cortada puesto que no forma parte del blister. La línea de acondicionamiento tiene sensores que detectan la presencia de estas tacas y es capaz de sincronizar los materiales con el corte del troquel.

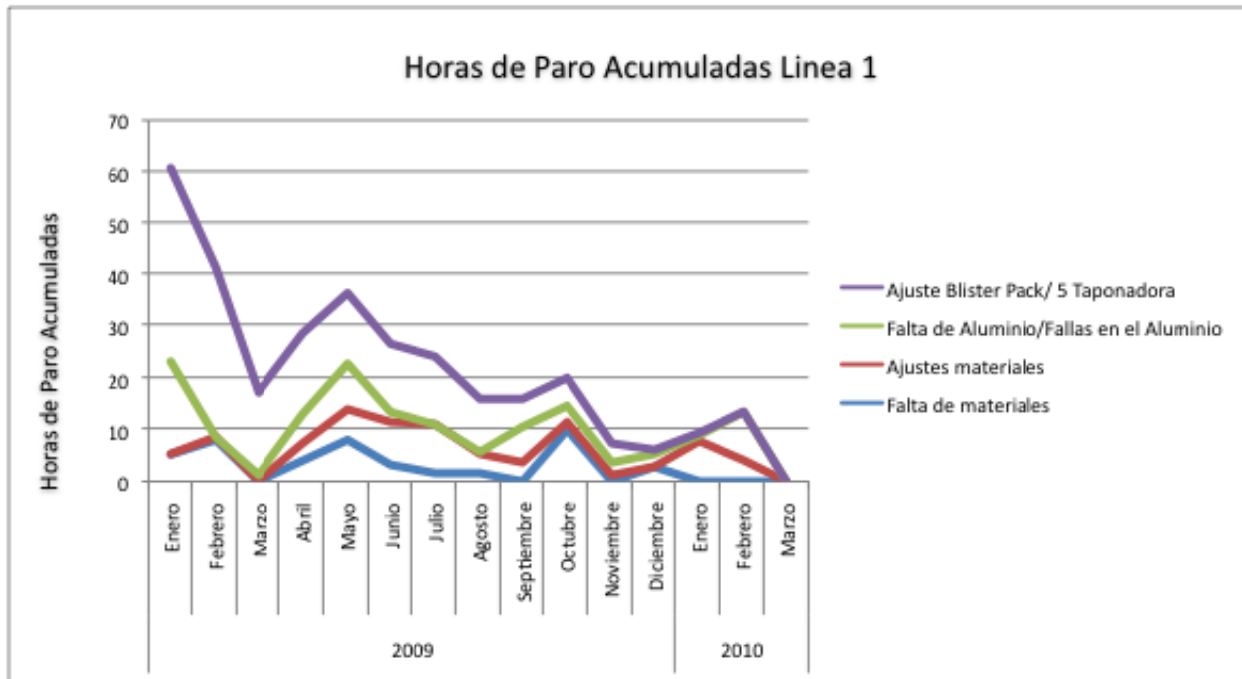
Se identificó que en la primera parte de las bobinas de aluminio impreso, la impresión era defectuosa afectando la impresión de las tacas, lo que provocaba que, ya en la línea de producción, se perdiera la sincronización de los alvéolos con el aluminio, lo que generaba pérdidas en tiempo por el ajuste de los materiales, lo cual generaba desperdicio de materiales provocando que se solicitaran materiales adicionales urgentes, provocando que se detuviera el proceso de acondicionamiento en espera de la impresión del nuevo aluminio solicitado.

Se solicitó al área encargada de la impresión del aluminio, mejorara la calidad del material entregado, lo cual impactó en la disminución de los tiempos de las cuatro causas principales que afectan el desempeño de la línea como se muestra a continuación.

---

<sup>15</sup> Bangs Alford. Manual de la producción. 3ª Ed. Ed. Uteha, Noriega Editores, 1996.

Grafico 7. Horas de Paro en el análisis de la Línea 1



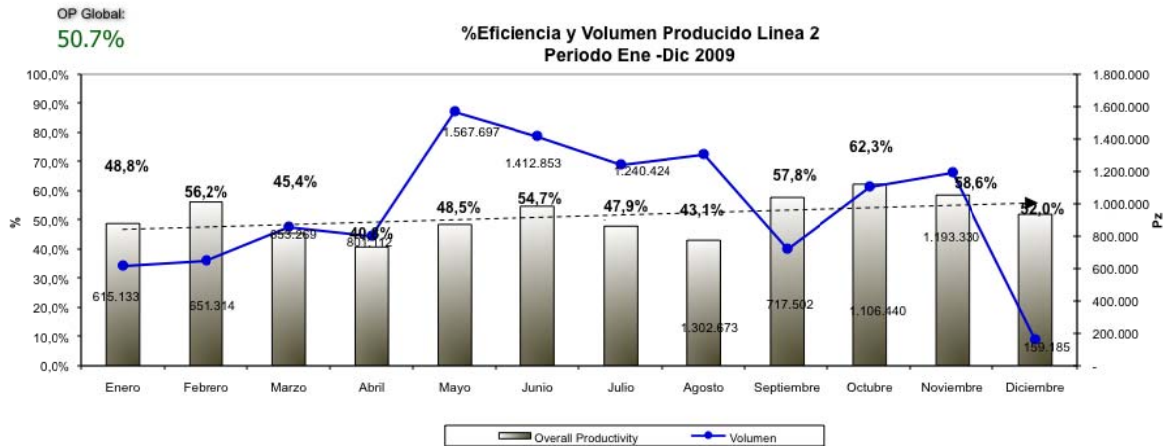
Se observa una disminución notable en las horas acumuladas de estos 4 factores. De forma general se han logrado ahorrar alrededor de 21 horas mensuales promedio.

### **Línea 2.**

Según los cálculos de capacidad presentados anteriormente, esta línea no tendrá problemas de capacidad durante el próximo año. A continuación se presenta el seguimiento de eficiencia mes a mes durante el año 2009:

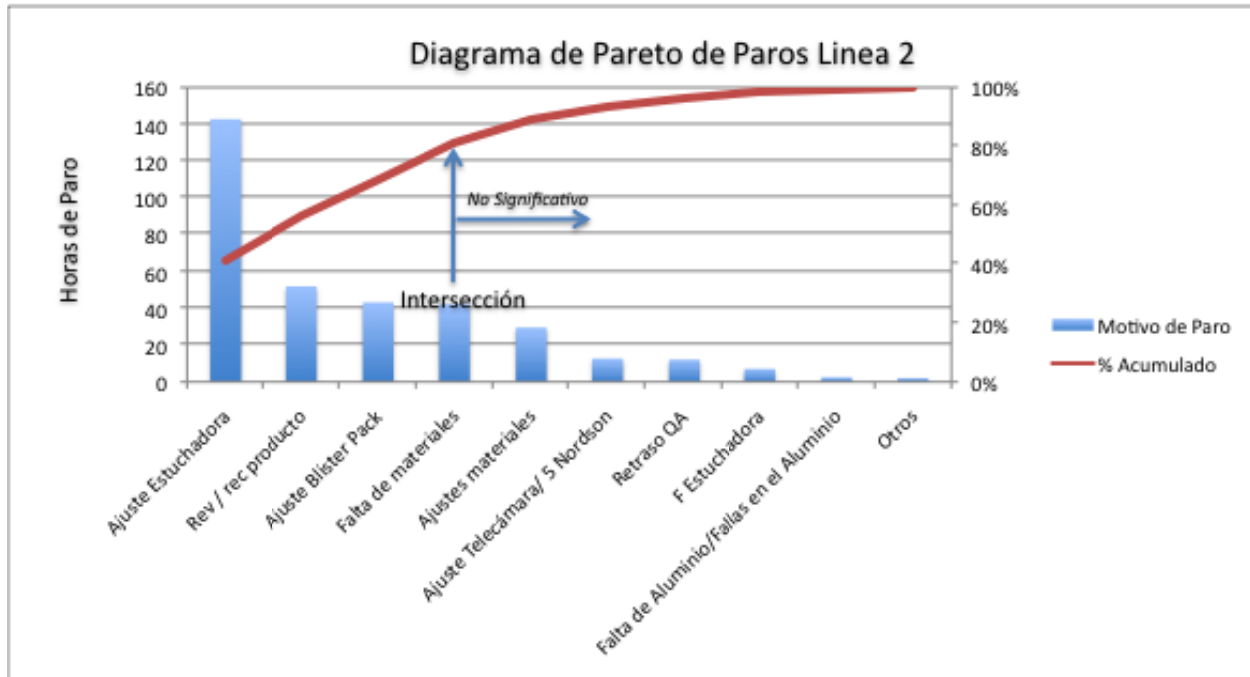


Gráfico 8. Eficiencia y Volumen para línea 2. Periodo 2009



La eficiencia de la línea depende en cierta forma del volumen producido. A pesar de que se observa que el volumen no es constante a lo largo del año, si se observa una tendencia positiva en el desempeño general de la línea (alrededor de un 3% anual). Esto se debe en parte a reuniones que se llevan a cabo aproximadamente cada 15 días directamente en piso. En estas reuniones se encuentran presentes los operadores de la línea, los supervisores y jefe de área, el jefe de mantenimiento y el planeador de la línea. En las reuniones se tratan los problemas que se van suscitando durante el proceso y ahí mismo se toman las decisiones correspondientes a los problemas presentados. Los paros de ésta línea son los siguientes:

Gráfico 9. Análisis de Pareto para Línea 2.



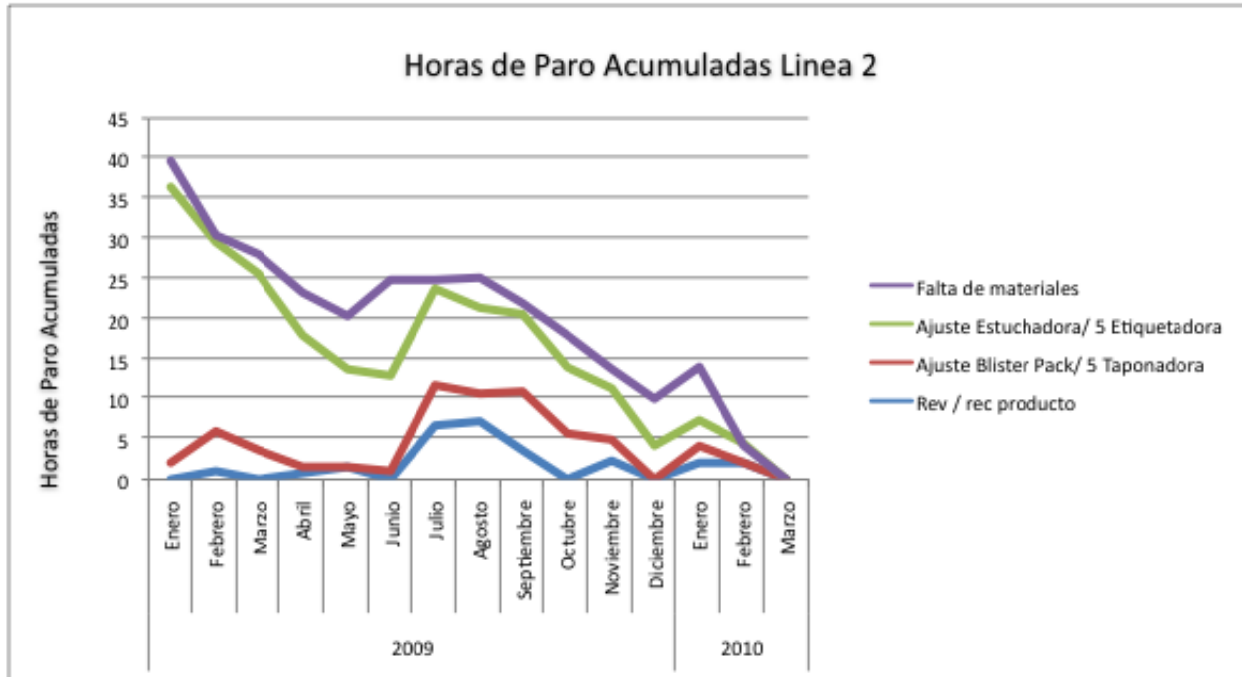
Las principales causas que generan retraso en la producción son los ajustes en la Estuchadora (sección de la línea encargada de desdoblar el estuche o cajilla, introducir los blisters y cerrar el estuche), y la revisión y recuperación de producto. La causa de esto, es que uno de los productos que se acondicionan en ésta línea, y que representa el 60% del volumen que se acondiciona en este equipo, tuvo un cambio en el material del estuche el cual no era totalmente compatible con la estuchadora con que se cuenta actualmente provocando que el cerrado fuera deficiente. Todos los blisters que se encuentra en estuches defectuosos deben de ser recuperados y reintegrados a la línea para colocarlos en nuevos estuches<sup>16</sup>.

Gracias a las reuniones que se llevan a cabo de forma rutinaria, se dio aviso al área encargada del mantenimiento de los equipos, la cual hizo las modificaciones necesarias al equipo.

<sup>16</sup> Generalmente se opta por no hacer recuperación de producto, debido a que en la mayoría de los casos, es mas el costo implicado en la recuperación, que lo que se recupera en sí, pero este no es el caso, el producto del que se trata es de alto costo, por lo que se prefirió recuperar.

En la siguiente gráfica se puede observar de forma general la disminución de las horas de paro de la línea de producción:

*Gráfico 10. Horas de Paro en el análisis de la Línea 2.*



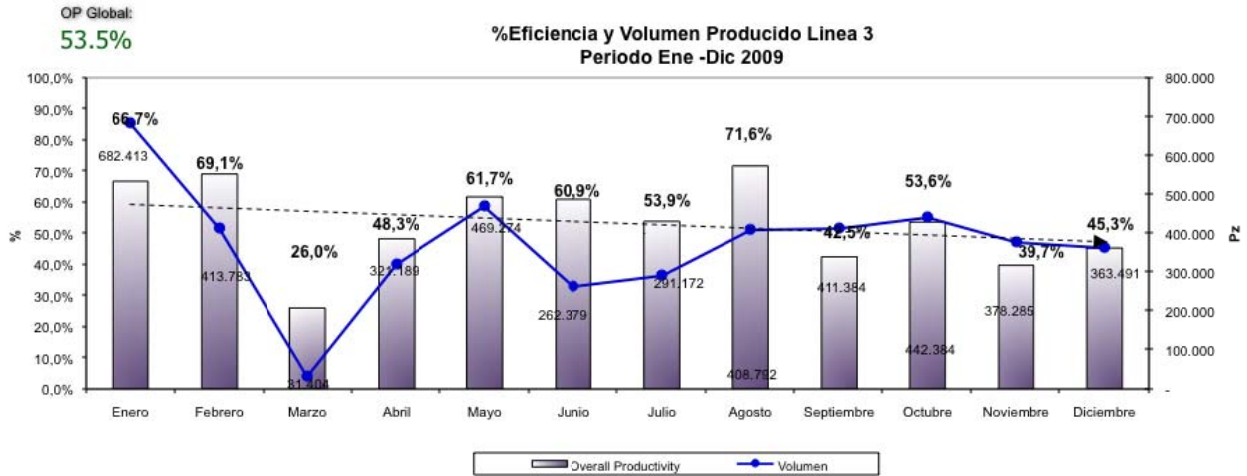
Se puede observar una mejora a partir del mes de agosto, que es cuando el área de mantenimiento modificó la estuchadora de la línea. Con esto se obtuvo un ahorro promedio de 40 horas mensuales.

### **Línea 3.**

El caso particular con ésta línea es que se encuentra en un proceso de transición de productos. Durante los primeros 9 meses de 2009 dejó de producir gradualmente una familia de productos, a la vez que se fue introduciendo una nueva familia de productos que se harían por primera vez en esta línea. Dado que la transición lleva un proceso de aprendizaje por parte de los operadores y los mecánicos encargados del mantenimiento, es normal que los tiempos de cambio de formato (Setup) sean grandes y que se presenten paros al proceso de

acondicionamiento que deberán de ir disminuyendo gradualmente con el tiempo. Reflejo de esto es la eficiencia reportada en el 2009, donde se puede observar una tendencia negativa.

Gráfico 11. Eficiencia y Volumen para línea 3. Periodo 2009



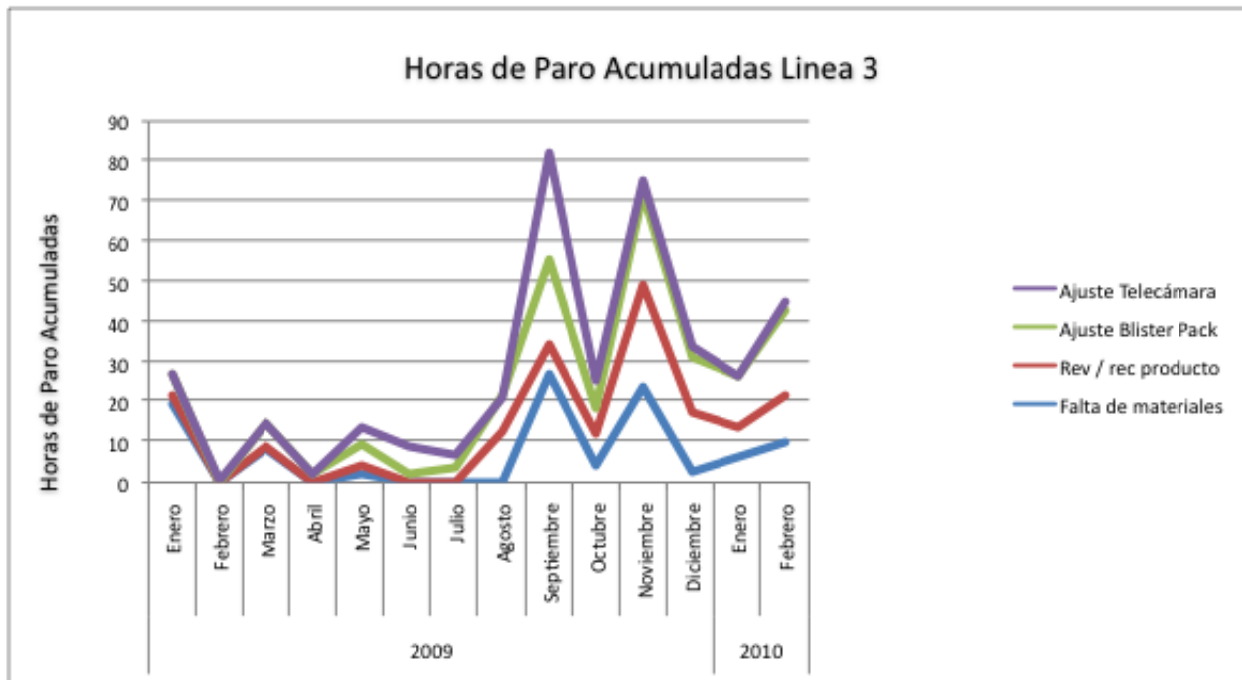
Los paros reportados durante 2009 son los siguientes:

Gráfico 12. Análisis de Pareto para Línea 3.



El 80 % de los paros se encuentran distribuidos entre El ajuste a Blister Pack, Ajuste telecámara, revisión y recuperación de producto y falta de materiales. Todo como consecuencia de la introducción de los nuevos productos. Sin embargo podemos observar que gradualmente los paros van disminuyendo, como es esperado.

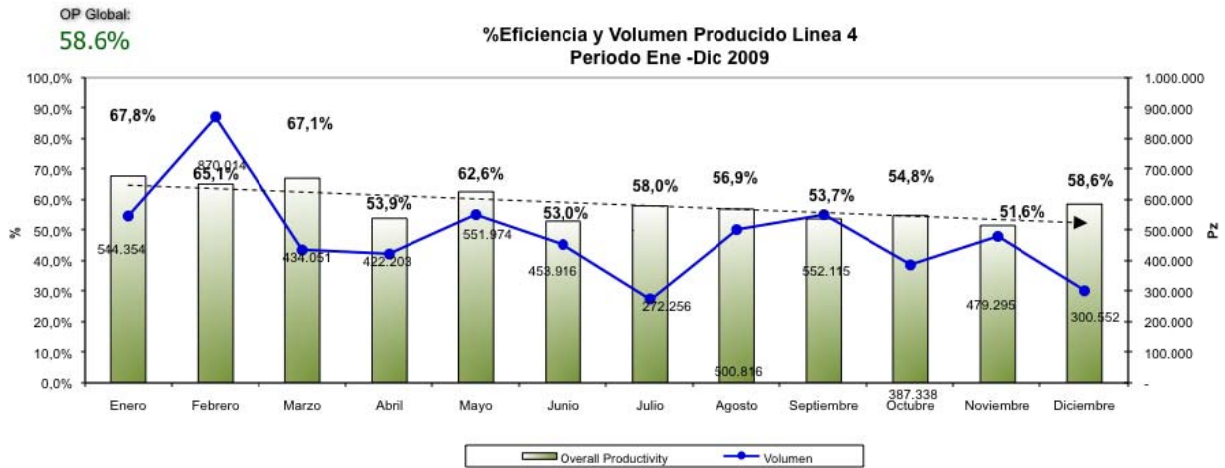
*Grafico 13. Horas de Paro en el análisis de la Línea3.*



**Línea 4.**

De las 5 líneas que comprenden el estudio, ésta línea es la que presenta menor variación en el volumen y menores cambios de último momento en los programas de producción. Esto lo podemos observar en la gráfica de seguimiento a la eficiencia del año 2009:

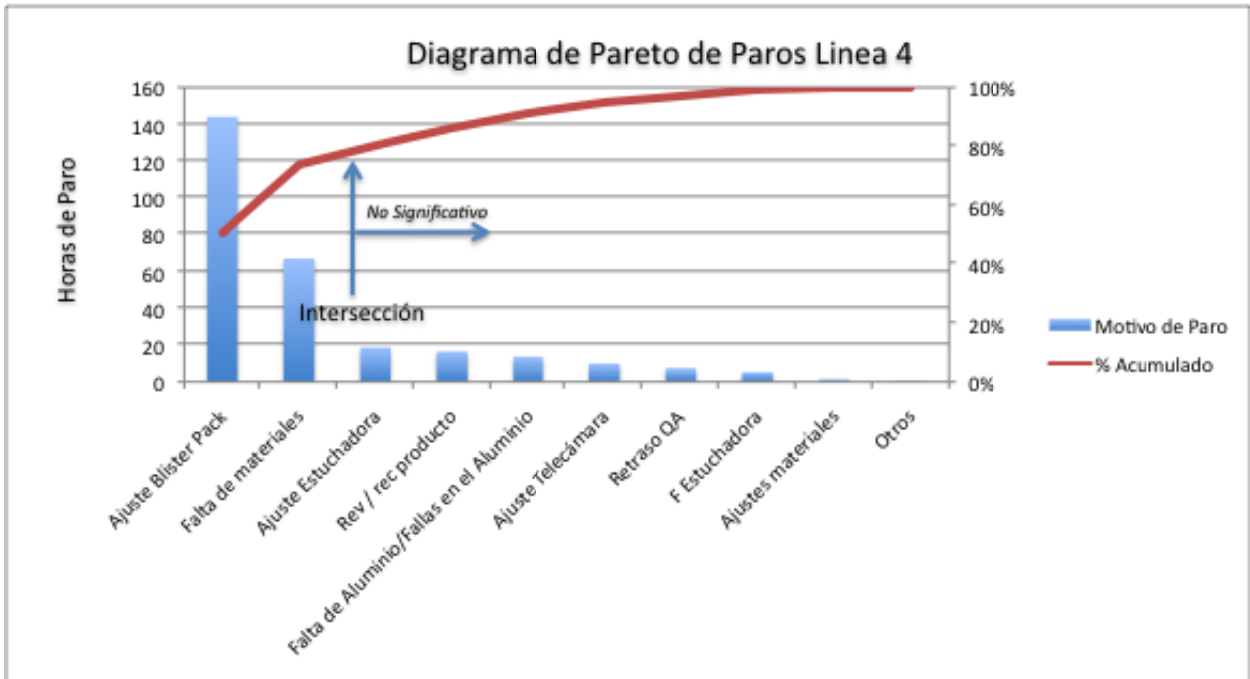
Gráfico 14. Eficiencia y Volumen para línea 4. Periodo 2009.



Si se observa la línea del volumen (línea azul), se puede observar una relativa constancia en los requerimientos de volumen. También podemos observar una tendencia negativa en la eficiencia que en éste caso, se encuentra relacionada a la ligera disminución en el volumen.

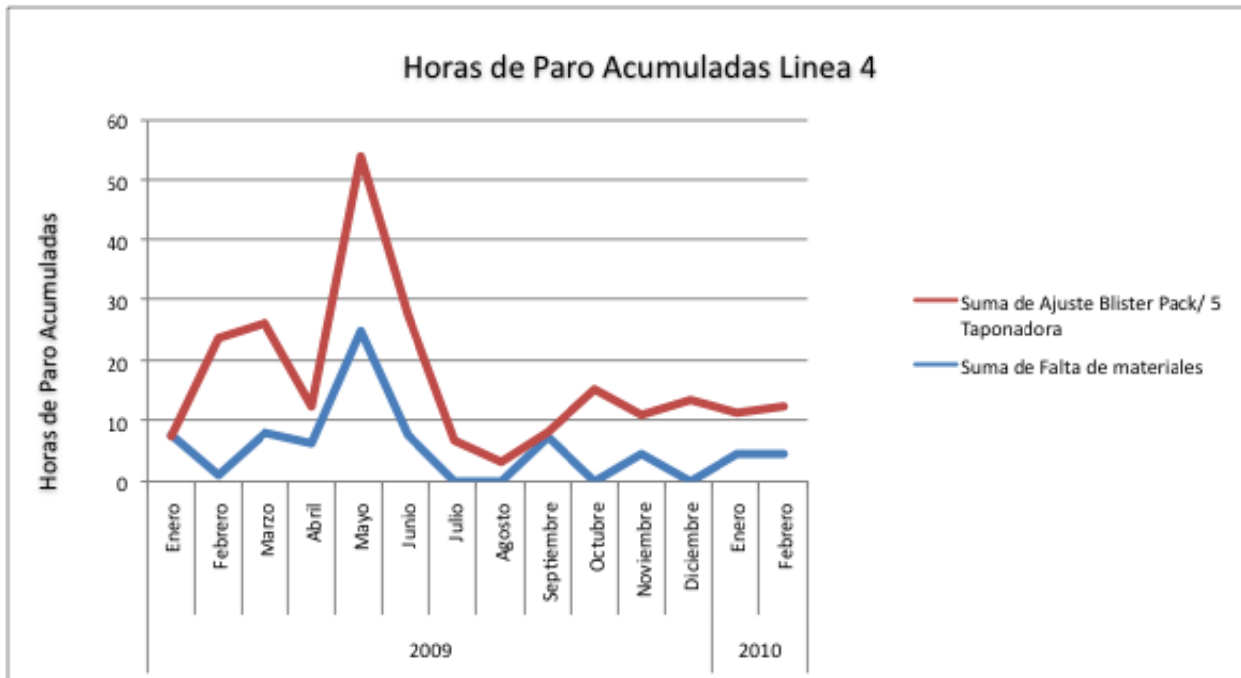
A continuación se presentan los paros observados en ésta línea:

Gráfico 15. Análisis de Pareto para Línea 4



Las dos causas principales de retraso, son los ajustes en el Módulo Blíster Pack y la falta de materiales provocada por los ajustes en el mismo módulo. De manera específica, el módulo Blíster Pack falla en que el equipo tiene un error de diseño (confirmado por el proveedor) lo cual genera que cada cierto tiempo (aproximadamente cada 2 meses), se rompe una parte del formato que se encarga del sellado, generando pérdidas de tiempo y de material. A mediados del año 2010 se espera la recepción del nuevo módulo de sellado, con lo cual se ahorrará alrededor de 15 horas mensuales.

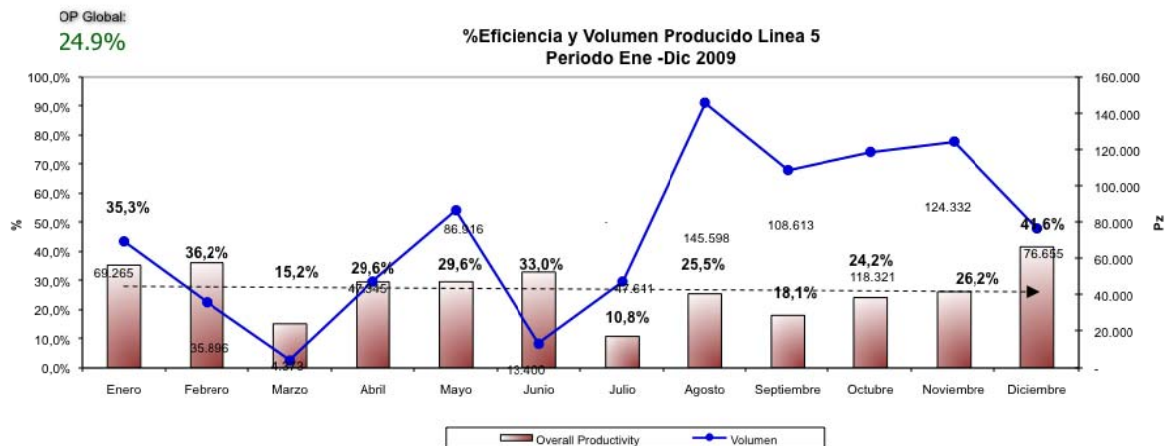
Grafico 16. Horas de Paro en el análisis de la Línea4.



### Línea 5.

Ésta línea acondiciona formas farmacéuticas sólidas en frascos. Además de que la velocidad de acondicionamiento en frascos es considerablemente menor a la de acondicionamiento en blísteres (del orden de 1 a 10). Ésta línea es la que cuenta con mayor número de productos y a su vez con menor volumen asignado. Esto impacta directamente en el aumento de las horas de cambio de formato (alrededor de un 40%) debido a la ausencia de campañas de producción. El alto número de horas de cambio de formato impacta directamente en la eficiencia de la línea, tanto así, que a pesar de que existieron meses con alto volumen acondicionado, el valor de la eficiencia se mantuvo bajo.

Gráfico 17. Eficiencia y Volumen para línea 5. Periodo 2009.

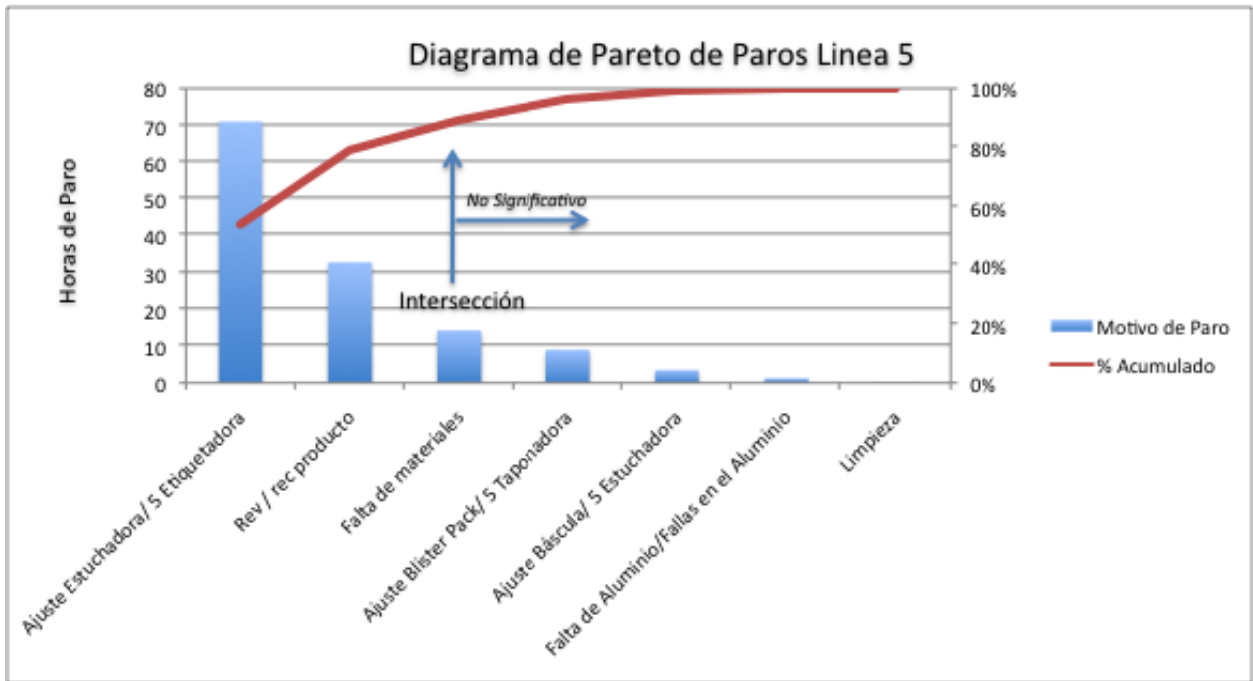


Los paros que se presentan en esta línea son mas bien bajos, no más allá de los paros normales que se presentan en el resto de las líneas de acondicionamiento<sup>17</sup>:

<sup>17</sup> Según información histórica recopilada de datos de producción.



Gráfico 18. Análisis de Pareto para Línea 5

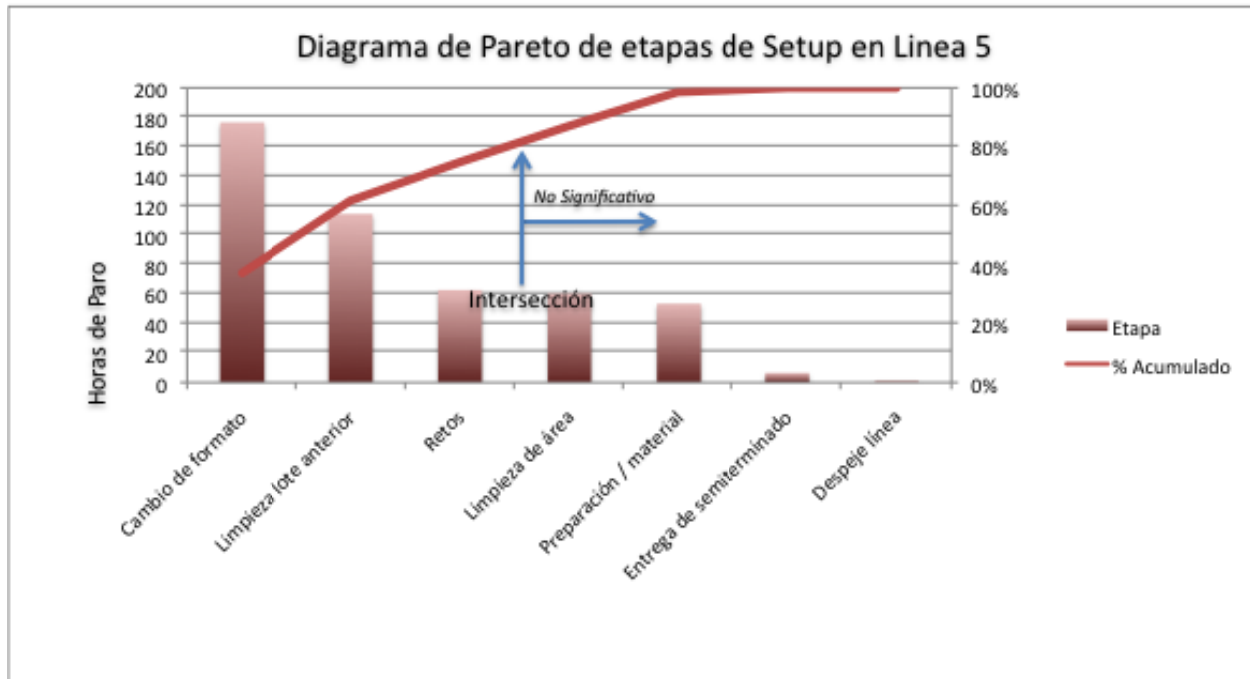


Las dos causas que afectan más a la línea son la etiquetadora y la recuperación de producto, las cuales no van más allá de las 35 horas, que es considerablemente menor a las 150 horas de paro que se han presentado en otras líneas.

Se consultó con el área de planeación la posibilidad de hacer campañas de producción e incluso suspender la producción de aquellos productos que retrasan más la producción y con poco volumen, pero resulta ser que los productos que se acondicionan aquí son estratégicos para las ventas al mercado internacional, de forma que por el momento no se puede tomar ninguna de las opciones propuestas.

La alternativa resultó en hacer los cambios de formato más eficientes, para lo cual se hizo un monitoreo de cerca de cada una de las actividades implicadas resultando el siguiente análisis:

Gráfico 19. Análisis de Pareto para Setup Línea 5



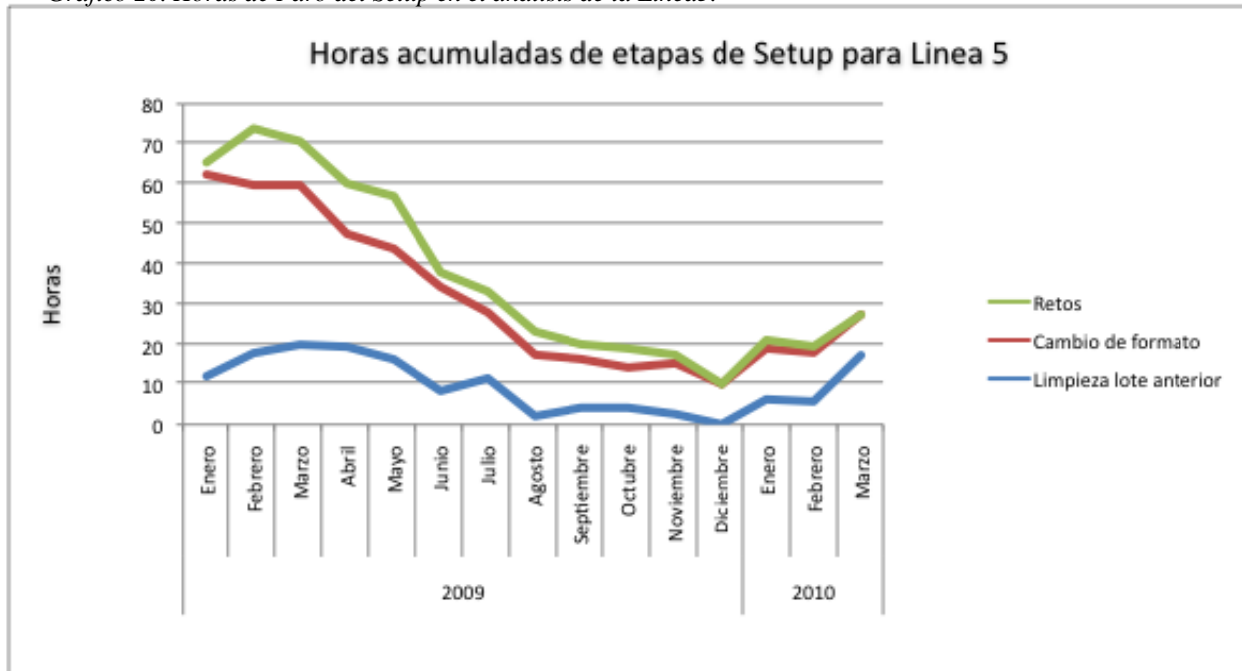
De las actividades que representan mayor tiempo durante el cambio de formato son: El cambio de formato, la limpieza del lote anterior y los retos antes de iniciar el proceso de acondicionado.

Se tomaron las siguientes decisiones:

- El cambio de formato generalmente lo realiza un solo mecánico. Se capacitó a los operadores de línea en aquellas actividades no críticas del cambio de formato, de forma que el mecánico solo se concentra en las actividades complejas y al final supervisa las actividades realizadas por el personal operativo.
- La limpieza del área la realiza una cuadrilla de 5 personas. Se solicita ayuda al personal de limpieza de las otras áreas de la planta de forma que en ocasiones se han llegado a reunir cuadrillas de hasta 10 personas.

A partir de la implementación de estas decisiones, se han obtenido mejoras en los tiempos de éstas actividades, con lo que en promedio se proyecta ahorrar alrededor de la mitad del tiempo que actualmente requiere un cambio de formato.

Grafico 20. Horas de Paro del Setup en el análisis de la Línea5.



## Capítulo 4.

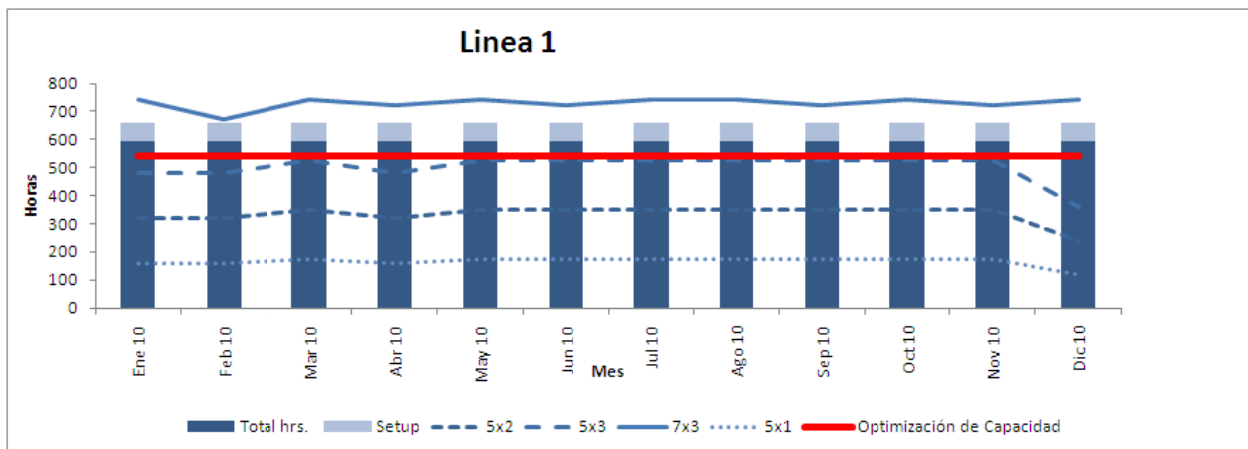
### ANÁLISIS DE RESULTADOS.

#### Proyección de la Capacidad del Área de Acondicionamiento.

Según las mejoras de los análisis realizados, se hace una nueva proyección de capacidad del área. Los datos de la demanda se “suavizarán”, es decir, que se distribuirán los picos de demanda entre los meses que tengan capacidad disponible.

#### Línea 1.

Gráfico 21. Proyección de la capacidad y Resultado de la Optimización. línea 1.



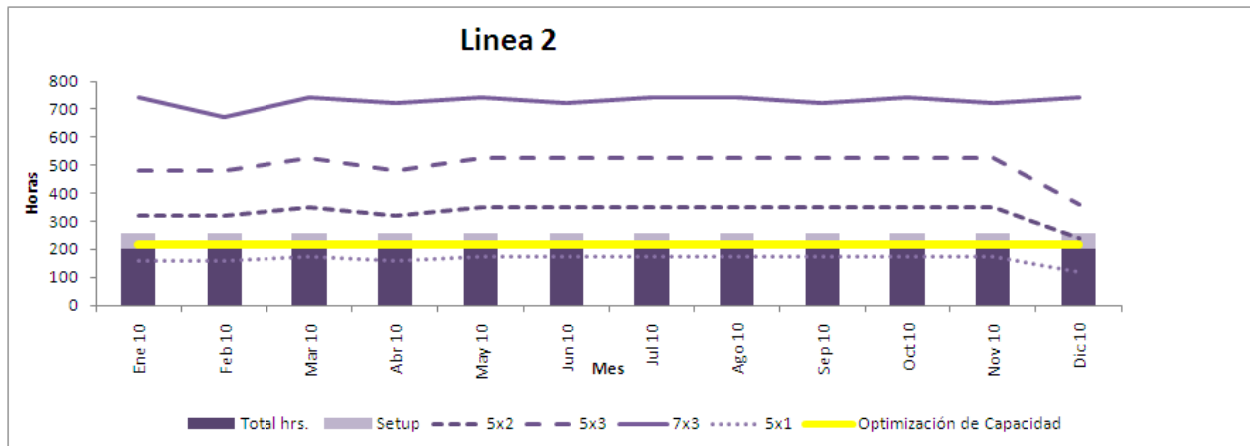
En el gráfico podemos observar la línea “Optimización de Capacidad”, ésta línea representa la utilización de la línea después del proceso de optimización que resultó del análisis. El ahorro de horas después de la optimización, llevará a la línea a trabajar cercanamente a la capacidad diseñada, lo cual implica un gran ahorro en horas extras. El ahorro en horas extras representará alrededor de 5700 horas anuales.

Las mejoras en el proceso de impresión de aluminio disminuyeron en gran forma los paros de la línea pero adicionalmente se disminuyeron los problemas de rechazo por el área de control de calidad. Éste efecto se observó en las líneas 1, 2, 3 y 4, que es donde se acondiciona en blisters.

### ***Línea 2.***

Ésta línea en realidad no presentará problemas de capacidad. Ésta línea cuenta con personal para laborar dos turnos y debido a que la línea se encontrará trabajando en promedio 1.5 turnos, las horas restantes disponibles de personal podrán utilizarse en aquellas líneas que requieran horas extras adicionales de trabajo (de ésta forma se evita el pago de horas extras, puesto que el personal se encontrará trabajando dentro de su jornada normal). Al contar con capacidad disponible, la línea tiene la versatilidad de recibir carga adicional de otras líneas de los productos que así lo permitan.

*Grafico 22. Proyección de la capacidad y Resultado de la Optimización. línea 2.*

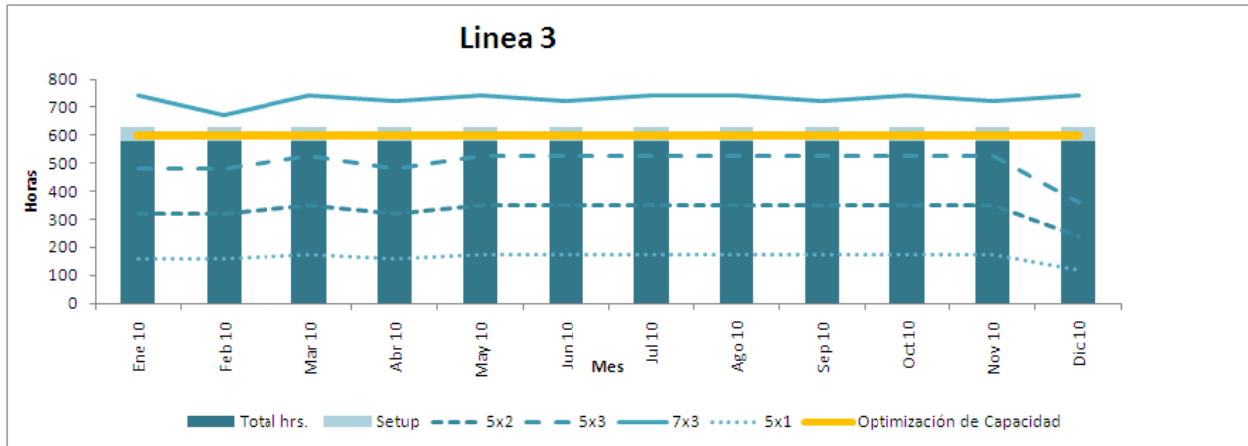


### ***Línea 3.***

En el caso de ésta línea, se requiere de más experiencia en todos los niveles (operadores, mecánicos, supervisores, jefe de área, planeadores) en el acondicionamiento de los nuevos

productos. Los paros deberán de continuar con la tendencia a disminuir conforme se valla adquiriendo experiencia en los procesos. Es importante mantener el monitoreo de cerca para continuar identificando las causas principales que afecten la eficiencia y disminuyen la capacidad de la línea.

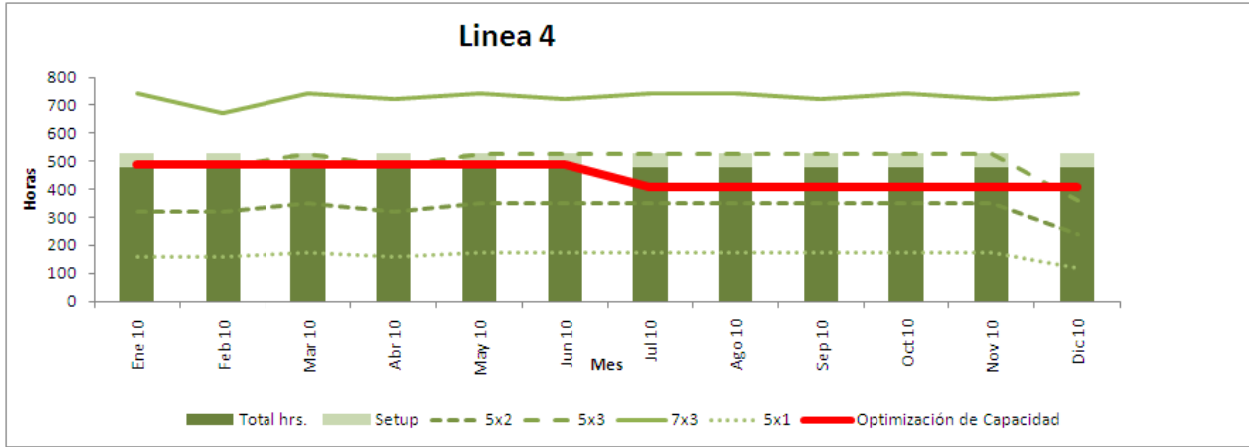
Grafico 23. Proyección de la capacidad y Resultado de la Optimización. línea 3.



#### Línea 4.

Ésta línea se encontrará trabajando de forma habitual a tres turnos. Según el éxito de la instalación del nuevo módulo. Se estarán ahorrando horas en los ajustes de la línea lo que liberará capacidad de la línea. Podrán tomarse dos alternativas: continuar con la plantilla de personal para tres turnos y el tiempo ocioso emplearlo en las líneas donde se requiera; o a partir de la llegada del nuevo módulo, disminuir la plantilla de personal para cubrir solo dos turnos y las horas adicionales requeridas trabajarlas con horas extras o con personal disponible de otras líneas (como la línea 2).

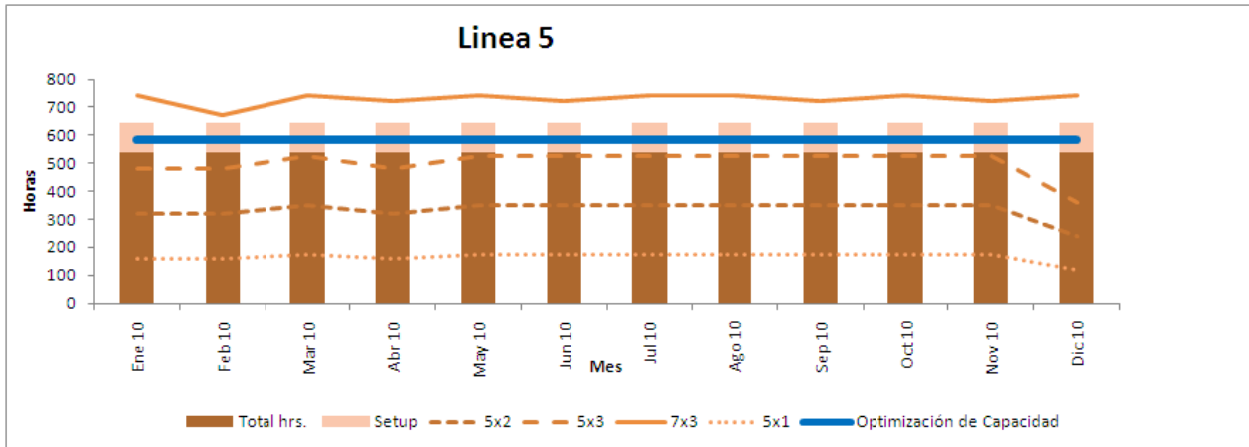
Grafico 24. Proyección de la capacidad y Resultado de la Optimización. línea 4.



**Línea 5.**

Esta línea presentará un aumento en los requerimientos de la demanda debido a la introducción de nuevos productos (de la misma familia que los productos nuevos de la línea 3). Con el ahorro de los cambios de formato se llevará esta línea a trabajar muy cercano a la capacidad diseñada, el excedente de horas deberán de cubrirse con horas extras o con personal disponible de otras líneas. Las horas teóricas con que se calcularon los requerimientos en realidad se encuentran excedidas, en la operación normal deberemos de observar tiempos de proceso mas cortos, sin embargo, eso solo se podrá observar una vez que comience la producción normal de dichos productos.

Grafico 25. Proyección de la capacidad y Resultado de la Optimización. línea 5.



## CONCLUSIONES.

Con ayuda de los conocimientos adquiridos durante la carrera de Química Farmacéutica Biología y el énfasis que se da en conocimientos de mayor especialización en el Diplomado de Administración de la Producción, se comprende la importancia y el impacto de factores que afectan la cadena productiva, en este caso, el área de acondicionamiento de formas farmacéuticas sólidas en una planta farmacéutica.

El caso de estudio del presente trabajo permite hacer un análisis que requiere de conocimientos no solo de la parte de administración del negocio, sino de conocimientos adicionales específicos de la industria farmacéutica, que se encuentra regulada con la finalidad de asegurar la calidad hacia la salud de los pacientes.

Después del análisis de los resultados y de la aplicación de algunas acciones derivadas del mismo, se obtienen principalmente los siguientes beneficios:

- Eficiencia del proceso productivo derivado del resultado de las acciones tomadas según los casos particulares de cada una de las líneas de acondicionamiento estudiadas, se obtienen beneficios económicos derivados de la disminución de horas improductivas (menos horas extras de personal, menos horas de utilización improductiva de equipo, mejor flujo de materiales, mejor calidad en materiales suministrados a la línea, disminución en horas relacionadas al *Setup* de línea y en consecuencia mejor utilización del personal relacionado como mecánicos y personal de limpieza).
- Conocimiento estratégico que permitirá la toma de decisiones fundamentadas y oportunas, derivado del análisis de la proyección de capacidad en cada una de las líneas de acondicionamiento estudiadas. Algunas de las acciones propuestas son por ejemplo, el ajuste en la plantilla de personal, re-distribución de productos en las líneas de empaque existentes, comunicación con el área de planeación de la producción para aumentar el tamaño de las campañas de producción y suspender el acondicionamiento de productos que no aportan valor al negocio.



El monitoreo de capacidad permite visualizar a futuro situaciones que pudieran comprometer la disponibilidad de los equipos para la producción requerida. Hacer el ejercicio de cálculo de capacidad de forma periódica permite anticiparnos a situaciones que podrían afectar el suministro del producto al cliente.

Es necesario hacer un monitoreo a detalle de cada una de las líneas de acondicionamiento y de cada uno de los lotes de producción, de forma que se puedan identificar y atacar aquellos factores que pudieran afectar la eficiencia de los equipos así como comprometer la capacidad estimada. El proceso de monitoreo de la producción es un sistema de mejora continua que permite obtener cada vez un área de acondicionamiento más eficiente.

## **Bibliografía**

Compañas, Ramón; Corominas, Albert. Organización de la producción II, Dirección de operaciones I, 1a ed. Editions UPC, 1998. pag. 29-43.

Shaikh Anwar M., Moudud Jamee K. Working Paper No. 415. *Measuring Capacity Utilization in OECD Countries: A Cointegrations Method*. The Levy Economics Institute of Bard College. Annadale on Hudson, NY, November 2004.

Vollmanh Thomas E., Whybank D. Clay Robert Jacobs F.; Planeación y control de la producción, Administración de la Cadena de Suministros. 5ta Edición. McGraw Hill 2005. Pags 356-386.

Evans Anderson, Sweenwy Williams, *Applied Production & Operations Management*, 3rd Edition, West Publishing Company, 1990

Smith, Chris. *Theory and the Art of Communications Design*. State of the University Press, 1997.

Pepall Lynne, Richards Daniel, Norman George. Organización Industrial. 3ª Edición. Ed. Thomson. 2006

Maynard. Manual de Ingeniería y organización Industrial. 3ª Ed. Reverté S.A, 1987.

Bangs Alford. Manual de la producción. 3ª Ed. Ed. Uteha, Noriega Editores, 1996.

### **Páginas de Internet.**

<http://www.euraltia.com/shop/otraspaginas.asp?paginanp=66&t=mrp,-plan-de-recursos-manufactura.htm>