

Aplicación de las técnicas de producción ajustada en una empresa del sector alimentario

**Albert Suñé Torrents, Vicenç Fernández Alarcón, Joan Mundet Hiern,
José María Sallán Leyes**

Departamento de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Terrassa. Universidad Politècnica de Catalunya. C. Colom, 11, 08222 Terrassa. albert.sune@upc.es, vicenc.fernandez@upc.es, joan.mundet@upc.es, jose.maria.sallan@upc.es

Resumen

La empresa objeto de estudio se dedica al ahumado de pescado fresco, el alcance de la implantación incluye los procesos de pelado, precortado, pesado, envasado y encajado del producto ya ahumado. El proyecto se ha desarrollado a través de un acuerdo de cooperación entre la empresa y la Universidad Politècnica de Catalunya, con el objetivo de poner a prueba los principios de producción ajustada (Henderson y Larco, 1999; Womak, 2003).

A partir de un diagnóstico inicial se propone un proyecto de mejora basado en los principios de producción ajustada. Se identifican las fuentes más importantes de despilfarro y se aplican las técnicas de producción ajustada.

Las soluciones implantadas incluyen el uso del análisis de variabilidad (Suñe, Gil y Arcusa, 2004), el reequilibrado de puestos de trabajo, la eliminación de elementos transportadores, la introducción del flujo tirado, la implantación de un bucle kanban, la introducción de información e indicadores visuales (Hirano, 2002) y la redistribución en planta.

Los resultados obtenidos incluyen mejoras referentes al aumento de la productividad, reducción del tiempo de flujo, reducción de los stocks en curso y reducción del tiempo de respuesta (lead time).

Palabras clave: Lean manufacturing, just in time, despilfarro

1. Introducción

El proyecto que se describe a continuación consiste en la aplicación de los principios y las técnicas de producción ajustada (Henderson y Larco, 1999; Womack, 2003) en un entorno industrial. El proyecto ha sido desarrollado en una empresa del sector de alimentación dedicada a la producción de pescados ahumados.

El proyecto ha sido desarrollado conjuntamente por la empresa y la Universidad Politècnica de Catalunya en un convenio de colaboración que ha implicado a 2 profesores del departamento de Organización de Empresas y una alumna que ha desarrollado su proyecto final de carrera. Los ejemplos y soluciones propuestos pueden resultar de gran ayuda para comprender los principios de producción ajustada y poner de manifiesto el potencial de este sistema productivo fuera del sector del automóvil.

2. Marco teórico: las bases de la producción ajustada

De forma general podemos definir un proceso como una secuencia de operaciones que transforma unas entradas (inputs) en unas salidas (outputs) de mayor valor.

De forma particular podemos definir un proceso productivo como una secuencia definida de operaciones que transforma unas materias primas y/o productos semielaborados en un producto acabado de mayor valor.

Cuando dentro de un proceso una operación “añade valor” al producto decimos que es una operación de “valor añadido”. Se define operación de “valor añadido” como aquella operación que hace avanzar al producto hacia su función final. Dicho de otra manera que añade funcionalidad al producto.

Por otro lado se define despilfarro como: “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto” (Shingo, 1993). El sistema de producción ajustada se basa, inequívocamente, en realizar los procesos productivos con el mínimo de pérdidas

3. Descripción del proceso y del producto

La producto principal que se fabrica en las líneas que se estudiarán en el presente trabajo es el salmón ahumado. El producto se compra fresco a productores noruegos. En un tiempo inferior a 3 días hay que limpiarlo y salarlo de acuerdo con las especificaciones de un proceso establecido. Una vez salado se realizará el proceso de ahumado. Esta primera parte del proceso se desarrolla en una sección de la planta que trabaja bajo un flujo empujado por las características propias de la materia prima. Cuando llega un pedido de materia prima se procesa en el mínimo tiempo posible. En esta parte del proceso existen muy pocas variedades de producto, las únicas diferencias radican en el peso de las piezas.

Una vez el producto está ahumado y curado entra en la sala de envasado, que es donde se desarrollará el presente trabajo. El salmón ya ahumado entra a la sala de envasado en carros que contienen 176 filetes de un peso aproximado de 1kg. cada uno. Cada filete es extraído manualmente del carro y se introduce en un peladora que separa la piel de la carne. El filete ya pelado se introduce en una máquina precortadora, cuya misión es lonchar el filete. Cada filete loncheado se deposita en una paleta de plástico. A partir de este punto las referencias se multiplican, dado que el producto final puede envasarse de muchas formas. Los envases más frecuentes son los sobres termosellados a los que se ha hecho el vacío, pero la variedad de pesos y formatos es bastante amplia. En función de la referencia final, el producto pasará por la línea 1, la línea 2 o la línea 3.

En la línea 1, que es la principal, y en la que se fabrican anualmente unas 800.000 unidades se envasan sobres de 80 gr., 100 gr. y 120 gr. Las operaciones a realizar son coger un filete precortado, coger un sobre, poner el sobre encima de una báscula, añadir lonchas hasta obtener el peso indicado, dejar el sobre encima de una cinta transportadora, recoger el sobre de la cinta transportadora y colocarlo sobre un alvéolo de la máquina termoselladora (multivac) que hará el vacío y sellará el sobre.

En la línea 2, el proceso es análogo a la línea 1, pero los sobres pueden ser de 200 gr, 250 gr. o de surtido. La cantidad de unidades que anualmente se fabrican en la línea 2 son unas 90.000.

La línea 3 es distinta en cuanto a maquinaria y operaciones manuales. En la línea 3 se envasa una gran variedad de productos, la referencia principal son piezas precortadas de 450 gr., pero pueden manipularse piezas enteras de o porciones varias. Las operaciones básicas son cortar el producto en la forma especificada, pesar las porciones o los filetes precortados y eliminar producto hasta obtener el peso correcto, colocar el producto en un sobre, colocar el sobre encima de la máquina de vacío (tecnotrip) que hará el vacío automáticamente y sellará los sobres. En la línea 3 se produce un volumen de unas 40.000 unidades.

El producto ya envasado deja de ser sensible a la posible contaminación, de forma cíclica, un operario recoge el producto envasado y lo introduce en cajas de cartón para llevarlas al almacén de producto acabado.

4. Situación inicial: Problemáticas observadas

Se parte de un lay-out inicial de la sala presentado a continuación.

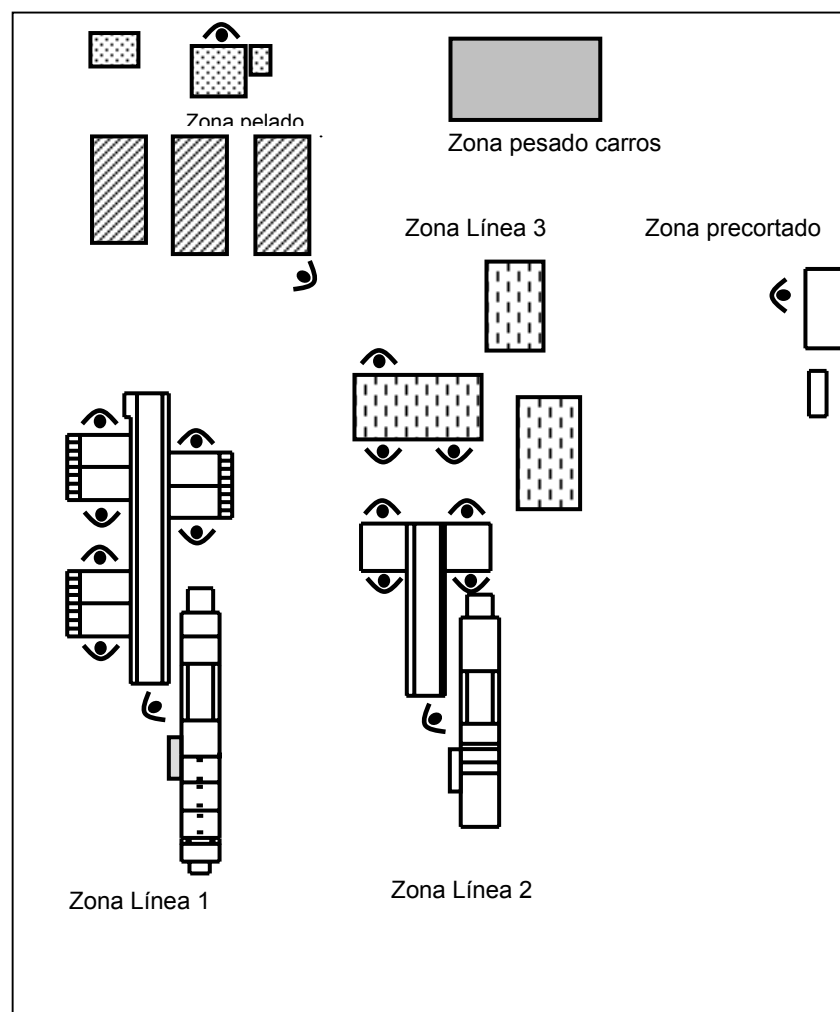


Figura 1. Esquema del layout de la sala de envasado en la situación inicial

Previamente a la implantación de cambios, se procedió a la observación y evaluación de la situación inicial por medio de diversas visitas y entrevistas con todos los responsables de la sala. A partir de esta observación se ha establecido un listado con los principales puntos críticos y problemáticas observadas:

4.1. Poca estabilidad en el número de operarios que intervienen en las distintas tareas

No existe estandarización en el número de operarios por línea o por operación, este número se ve modificado por variaciones en la demanda pero sin poder asegurar una capacidad de producción determinada, ya que los ritmos de producción son muy variables.

El número de personas que ocupan una línea, va variando a lo largo de la jornada, de forma desordenada y sin relevos. Cuando un trabajador requiere abandonar su puesto de trabajo, no existe una dinámica de rotación y ese puesto puede quedar vacante temporalmente.

4.2. Poca normalización de los procesos. Operaciones poco estandarizadas

Las tareas no están estandarizadas, cada operario las realiza de manera distinta y por lo tanto emplea un tiempo de realización también distinto.

No existen documentos donde se especifique como debe realizarse cada una de las operaciones.

Esta problemática se observa claramente en la operación de pesado, donde cada operario realiza una misma tarea a un ritmo distinto, con lo cual se hace muy complicado establecer un tiempo de ciclo común para dicha operación. En este punto, para compensar esta falta de normalización, se produce una acumulación de producto sobre las cintas transportadoras. Hay que añadir que la operación de pesado es la más lenta, por lo que esta replicada de 4 a 6 veces (según la línea).

4.3. Dependencia del responsable del turno

Solo hay una persona en la sala de envasado que sabe en profundidad cómo funcionan las máquinas y como se realizan las operaciones de mantenimiento más básicas. Por lo tanto, si ocurre alguna incidencia y la persona responsable no está presente (o está ocupada en alguna otra tarea), la máquina se detiene indefinidamente hasta que la persona responsable vuelve a estar disponible. Este es un factor de pérdida de productividad importante.

4.4. Poca sincronismo entre las operaciones manuales y automáticas. Funcionamiento discontinuo de las termoselladoras de vacío (Multivac)

Si se paran las maquinas esto no implica obligatoriamente que se detenga la producción, pero sí que se produce una interrupción del flujo.

Las máquinas Multivac son el mejor ejemplo de flujo discontinuo, ya que funcionan aproximadamente un tercio del tiempo total del turno, pero cuando entran en funcionamiento lo hacen a la velocidad máxima.

El funcionamiento discontinuo de las maquinas se debe a la propia sistemática utilizada en la línea de pesado. En general se tiende a acumular paletas de plástico con producto a la entrada de la Multivac (donde se realiza la operación de envasado al vacío) y estas no entran en funcionamiento hasta que la cantidad acumulada de producto es importante; en ese momento es cuando se produce la incorporación de otra persona en la línea, que es la encargada de realizar la colocación de las paletas en los alvéolos de la Multivac.

4.5. Acumulación de stock intermedio

La metodología de las operaciones obliga a acumular cantidades muy elevadas de stock intermedio. Los puntos mas críticos se producen:

- Entre las precortadoras y los puestos de pesado.
- Entre los puestos de pesado y la entrada a la Multivac.

En el primer caso existe un pulmón no dimensionado donde se van acumulando las piezas precortadas. En ocasiones las piezas pueden tener una rotación muy baja, con tiempos de espera de 30 a 45 minutos, además la “falta de espacio” ocasional en este pulmón hace que las piezas se apilen de 2 en 2 con el consiguiente aplastamiento del producto.

En el segundo caso existe una cinta transportadora donde se produce el mayor porcentaje de acumulación de la sala de envasado. Esta acumulación y apilamiento de producto implica aumentar el tiempo de flujo, y se produce una disminución de la calidad del producto final debido al movimiento de las lonchas, al aumento de temperatura del producto, y la pérdida de aceite que repercute en el aspecto final del sobre.

4.6. Existencia de tareas y movimientos que no añaden valor al producto

Los movimientos que se realizan al manipular el producto y que no le añaden valor deben ser minimizados, ya que lo único que aportan es el incremento del tiempo de flujo y de proceso.

Un buen ejemplo de tarea que no añada valor es la realizada por el operario que introduce las paletas de plástico con el producto ya pesado en los alvéolos de la Multivac. La baja carga de este operario es la que provoca una producción por tirones, es decir, cuando este operario carga la máquina, ésta funciona a la máxima velocidad alimentándose del stock acumulado sobre la cinta. Cuando agota el stock acumulado, detiene la máquina y ocupa otro puesto de trabajo.

Otros movimientos que deberían ser minimizados son los desplazamientos desde la zona de pesado a la zona de pescado precortado y viceversa. Las paletas con pescado precortado se transportan manualmente de 2 en 2. En algunos casos la distancia es corta, pero debido a la colocación de la cinta transportadora algunos de los operarios tienen que realizar desplazamientos mayores.

4.7. Pérdida de tiempos al realizar ajustes o cambios en la maquinaria

Para el uso de las máquinas de la sala de envasado se requiere un conocimiento técnico previo, en especial respecto de las dos maquinas de envasado al vacío, las Multivac's, que requieren una manipulación sistemática por cambios de lote, de producto, por finalización de bobinas.

Para el cambio de lote, cuando este está bien organizado, se requiere un tiempo mínimo, ya que sólo se precisa cambiar los números de codificación.

En el caso de cambio de bobina u otras incidencias más complejas, son pocos los operarios en plantilla que saben realizarlo, la duración de estas operaciones es superior a la realmente necesaria, y se depende de la atención del responsable de sala (véase el apartado 7.3.). Dicha problemática se acrecienta ante la lenta reacción frente a los paros y microparos de la maquinaria, al no haber ninguna persona competente que trabaje en la línea de forma permanente.

5. Propuestas de mejora y su implantación

5.1. Diseño de líneas de producción: Normalización y Estandarización

Se pretende realizar el diseño de varios equilibrados para cada línea, permitiéndose un tiempo de ciclo variable para ajustarse a las necesidades de capacidad requeridas por la demanda diaria.

El método utilizado para tomar los datos sobre cada operación ha sido el análisis de variabilidad. A partir de los datos obtenidos se puede proceder a normalizar y estandarizar dichas operaciones. Así se pretende equilibrar y controlar al máximo el ritmo de producción en cada uno de los puestos, y minimizar el stock intermedio.

5.2. Control de tiempos: análisis de variabilidad

Las técnicas tradicionales de medición y organización de trabajo pueden degenerar en una dinámica laboral de confrontación y discusión permanente sobre la validez de los tiempos establecidos por los técnicos de “métodos y tiempos” y sobre las causas de que los trabajadores no los alcancen.

Esta consecuencia es lógica si se reflexiona sobre las condiciones socio-laborales que el taylorismo genera (Suñé, Gil y Arcusa, 2004):

- El cálculo del salario se basa en el número de unidades que el trabajador es capaz de producir tomando como base el tiempo predefinido (prima por rendimiento). De esta forma si hace más unidades que el “tope” fijado cobra más. No es extraño que el trabajador esté permanentemente interesado en demostrar que el tiempo asignado es siempre demasiado poco: un aumento del tiempo asignado implica (con el mismo esfuerzo para él) un aumento de su salario.
- Ese tiempo base es calculado por un técnico de “métodos y tiempos” que mediante una determinada metodología define un método de trabajo (secuencia de operaciones) y le asigna un tiempo. En ningún momento la persona que desempeñará el trabajo participa en esta definición, lo que provoca que se perciba el método de trabajo como algo impuesto. En estas circunstancias no es de extrañar que la figura del técnico de métodos y tiempos sea una de las más “odiadas” entre los trabajadores.

El análisis de variabilidad se plantea como una salida de colaboración entre el trabajador y el ingeniero de procesos. El análisis de variabilidad es una herramienta que, basada en la observación, busca regularizar el ciclo productivo eliminando aleatoriedades, con la participación del operario, promoviendo una dinámica de mejora Kaizen.

La aplicación se ha iniciado con la tarea de pesado, considerada como la más crítica e importante a analizar en la sala de envasado. Como se puede suponer, no solo es importante la duración de la tarea en sí, sino también el aspecto del sobre y la comprobación de que el peso es el correcto, ya que son factores controlados por el departamento de control de calidad.

A partir de la variabilidad se puede definir el Índice de Variabilidad como:

$$VAR\% = \frac{(Tiempo\ máximo - Tiempo\ mínimo)}{Tiempo\ medio} \times 100$$

La variabilidad de cada una de las muestras tomadas oscila entre el 120% y el 275%. La existencia de estas aleatoriedades provoca que varios de los ciclos productivos se alarguen innecesariamente por encima del tiempo mínimo y por lo tanto la capacidad y la productividad del ciclo productivo serán inferiores al óptimo.

Se considera que un ciclo productivo está regularizado cuando el Índice de Variabilidad es del 10% o inferior (de forma estable en el tiempo). Por lo tanto se puede concluir claramente que el ciclo del pesado no está normalizado.

El aumento de la productividad del proceso debe centrarse en la disminución de su variabilidad, regularizando el ciclo productivo al máximo. La mejor forma de disminuir la variabilidad es trabajar en la estandarización y regularización de las operaciones. Por ello se crearán manuales de procesos de cada operación y se sincronizarán las operaciones manuales con las automáticas siempre que sea posible.

5.3. Sincronización de procesos

La sincronización del proceso se obtiene cuando los puestos de trabajo se organizan secuencialmente, correspondiéndose la salida de un puesto con la entrada del siguiente, y siendo los tiempos de ciclo idénticos. La finalidad del sincronismo es instaurar un flujo de producto continuo, unidad a unidad, entre puestos de trabajo de una misma línea y minimizar el stock intermedio.

No obstante algunas de las tareas suponen un tiempo de operación de 2 a 4 veces superior al tiempo de ciclo deseado, con lo que será necesario sincronizar las operaciones que se desarrollen en paralelo.

Los puntos más críticos en los que se pone de manifiesto una cantidad de stock excesiva son los siguientes:

- *Stock entre precortadoras y líneas de envasado:* es un punto importante a tratar. Al salir de las máquinas precortadoras, los filetes son recogidos y acumulados en carros esperando a que las pesadoras vayan a buscarlos. Es en este punto donde un filete puede permanecer como stock intermedio durante un lapso de tiempo elevado (entre 30 y 45 minutos).

- *Stock entre puestos de pesado y máquina de envasado Multivac:* este es el otro punto clave en el intento de sincronizar las operaciones. El diseño inicial de la línea de producción obligan a que se acumule mucho producto pesado para aprovechar el puesto de carga de la máquina (que funciona a intervalos). El producto en curso se acumula sobre una cinta transportadora que recoge los outputs de los puestos de pesado ubicados en paralelo. Esta espera reduce notablemente la calidad del producto y aumenta el tiempo de flujo.

Para resolver el primer punto, tras haber desarrollado un estudio de la capacidad de las precortadoras y la velocidad de consumo de las piezas (para todos los equilibrados y Tc contemplados), características del pescado, referencia que se realice, etc. Se ha optado por crear una sincronización en flujo tirado mediante la incorporación de un bucle kanban (Hirano, 2002).

El bucle kanban diseñado es físico y no requiere de tarjetas. El kanban físico es la paleta donde se ubica un filete, el tamaño de lote calculado es de 10 paletas (correspondiente con un tiempo de consumo de 12 minutos aproximadamente), el número de kanbans del bucle es de 20 paletas por mesa de pesado (una mesa de pesado incorpora dos operarios de pesado) y la caja de constitución de los kanbans es un carro ligero diseñado específicamente para esta función, el stock máximo a pie de línea es de 2 carros por mesa de pesado.

Para reforzar el sincronismo de la sala también ha sido preciso eliminar las cintas transportadoras y rediseñando el proceso con una carga directa sobre las envasadoras Multivac.

La problemática inicial que provoca la falta de sincronización es la colocación discontinua de sobres en los alvéolos de la Multivac y la acumulación de sobres encima de la cinta. Es en este punto donde se plantea la principal guerra contra el derroche: La eliminación de la cinta transportadora implica la eliminación de un puesto de trabajo que no aporta valor añadido (el puesto de carga de la máquina), la implantación de un tiempo de ciclo fijado por la máquina en su avance, la sincronización de las operaciones manuales con las automáticas, la reducción de transportes y manipulaciones innecesarias, y la eliminación de espacios donde se pueda acumular producto. La eliminación de la cinta también implica acercar el puesto de pesado a la máquina y redefinir el layout.

5.4. Lay-out sala de envasado

Los cambios que se han llevado a cabo se han realizado por fases, empezando por la línea 1, y comprobando, en cada fase, que los resultados son beneficiosos para los trabajadores, para el sistema productivo y para el producto. Posteriormente los cambios se han aplicado a la segunda de las líneas con pequeñas modificaciones.

Las mejoras que se han llevado a cabo han sido:

- Ubicación de una zona de carros para los filetes precortados entre zona de precortadoras y zona de pesado.
- La línea 3 ha adoptado una forma longitudinal a la sala y paralela a las otras dos líneas.

- Desplazamiento de las máquinas termoselladoras multivac aguas arriba y enrasado de las salidas de las máquinas, se ha obtenido un espacio que permite realizar otras operaciones en la sala (como por ejemplo encajar).
- Introducción de elementos visuales, como el marcaje de líneas en el suelo para indicar la situación correcta de maquinaria, carros y mesas (Hirano, 2002). De este modo resulta fácil encontrar los objetos bien ubicados y localizar rápidamente qué objetos esta fuera de su lugar. A su vez se han marcado los pasillos, los cuales deben quedar libres en todo momento para facilitar el movimiento de los accesorios y de personas.

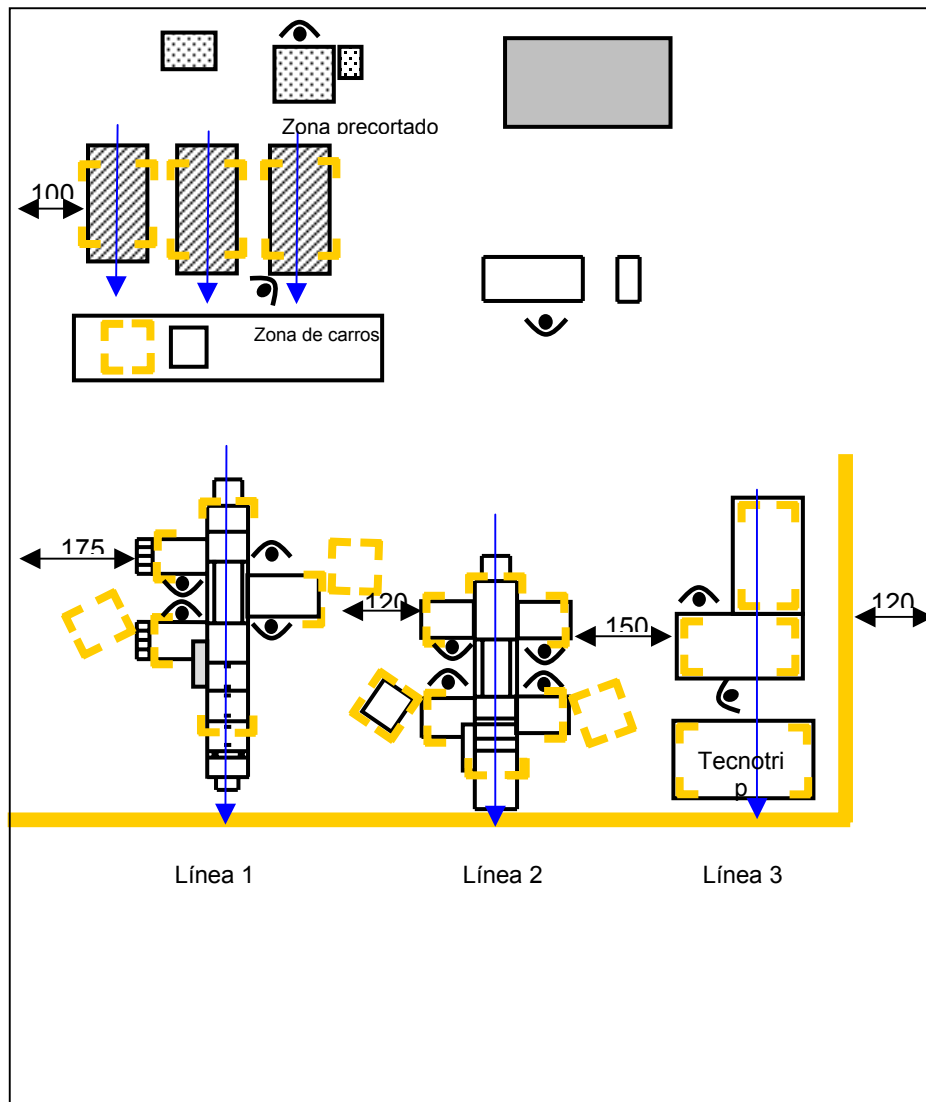


Figura 2. Layout definitivo de la sala de envasado

5.5. Formación a operarios

Todos los cambios anteriormente comentados, han conducido a un cambio de mentalidad en la sala de producción. Este cambio se ha acentuado gracias al apoyo de dos tipos de acciones formativas. La primera de ellas ha sido una breve introducción a la producción libre de despilfarro, donde se han transmitido los conceptos de valor añadido y de despilfarro, y se ha buscado, de forma participativa dónde se encontraban las principales fuentes de despilfarro en

el sistema productivo de la sala. Además se han introducido nociones sobre las actitudes kaizen.

La segunda acción formativa ha consistido en tres jornadas de formación técnica sobre el funcionamiento de la maquinaria. El hecho de trabajar sin stock intermedio provoca que los paros de máquina incidan directamente sobre la capacidad de la línea al detenerse ésta completamente. Para resolver este punto se ha considerado de vital importancia formar a los operarios para que puedan resolver en el mínimo tiempo posible incidencias básicas que ocurran en las máquinas sin tener que acudir al responsable de planta o al servicio de mantenimiento. Esta formación ha sido impartida por el responsable de mantenimiento y ha aumentado el interés y el respeto de los operarios por sus herramientas de trabajo.

6. Resultados y Conclusiones

Mediante los cambios aportados al sistema de producción de la sala de envasado y la nueva distribución en planta, se ha conseguido producir mejor, de forma más controlada y regular e incrementando la calidad del producto final ya que el tiempo de exposición del producto a posibles contaminaciones ambientales ha disminuido considerablemente.

Las consecuencias de estos cambios han conducido a una reducción de la variabilidad de las operaciones manuales, un aumento de un 12% de la productividad de los operarios (sin aumentar su actividad), reducción del tiempo de flujo en un 70%, ahorro del espacio en un 8% y el sostenimiento de una capacidad estable en el tiempo. Como contrapartida, la capacidad máxima se ha visto reducida un 25% en la línea 1, pero este hecho no supone un problema grave en la actualidad porque la demanda es inferior a la capacidad resultante. La flexibilidad de las líneas también ha aumentado porque con el nuevo diseño las líneas 1 y 2 pueden trabajar con una capacidad del 50%, 75% o 100% sin pérdidas de productividad. Lo que permite distribuir el equipo de personas de formas muy variadas para hacer frente a combinaciones de demanda diversas sin necesidad de disponer de stock de producto acabado en exceso.

Referencias

- Henderson, B.A.; Larco, J.L. (1999) *Lean transformation. How to change your business into a lean enterprise*. The Oaklea Press
- Hirano, H. (2002) *Manual para la implantación del JIT. Una guía completa para la fabricación just-in-time*. TGP Hoshin.
- Sekine, K. (1993) *Diseño de células de fabricación. Transformación de las fábricas para la producción en flujo*. Productivity Press
- Shingo, S. (1993) *El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*. Tecnologías de gerencia y producción.
- Suñé, A.; Gil, F.; Arcusa I. (2004) *Diseño de sistemas productivos*. Díaz de Santos.
- Womak, J.P. (2003) *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. The Free Press.