

Planear para agregar valor en un proceso de elaboración y envasado de yogurt

Roberto Encarnación Sotelo, Mg¹, Bryan Magan Tamani, Ing², Rolando Baca Garcia, Ing¹

¹Universidad Privada Del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe, n00050788@upn.pe

²Universidad Privada Del Norte, Perú, n00103911@upn.pe

Abstract— The research is based on aligning production planning to market needs and managing the resources of a food company, demand is stationary, has a variety of presentations, change of parts. Based on the aggregate planning methodology and supported by the JIT system, planning reduced its control variables in scheduling, reducing workforce assignments and greater availability of production lines that must work in each period. At a strategic level, it will help to position your products in national and international markets, increase the business briefcase, create new developments based on innovation or benchmarking, up to the operational approach that is the development and distribution of the requested products, supported by added planning, and continually pulling orders, transformation, and material requirements, integrating work teams and being sustainable over time.

Keywords—Planning and control production, aggregate plan, productivity and just in time

Resumen- La investigación se basa en alinear la planificación de la producción a las necesidades del mercado y administrar los recursos de una empresa de alimentos, la demanda es estacionaria, tiene variedad de presentaciones, cambio de partes. En base a la metodología de la planeación agregada y apoyado por el sistema JIT, la planeación redujo sus variables de control en la programación, reduciendo las asignaciones de fuerza laboral y mayor disponibilidad de las líneas de producción que deben trabajar en cada periodo. A nivel estratégico, ayudará al posicionamiento de sus productos en los mercados nacionales e internacionales, incrementar el portafolio de negocios, crear nuevos desarrollos a partir de la innovación y/o benchmarking, hasta el enfoque operativo que son la elaboración y distribución de los productos solicitados, soportado por la planeación agregada, y jalando continuamente los pedidos, la transformación y los requerimientos de materiales, integrando a los equipos de trabajo y ser sostenible en el tiempo.

Palabras Claves: Planeación y control de la producción, plan agregado, productividad y justo a tiempo

Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.324>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390
DO NOT REMOVE

Planear para agregar valor en un proceso de elaboración y envasado de yogurt

Roberto Encarnación Sotelo, Mg¹, Bryan Magan Tamani, Ing², Rolando Baca Garcia, Ing¹

¹Universidad Privada Del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe, n00050788@upn.pe

²Universidad Privada Del Norte, Perú, n00103911@upn.pe

Abstract— *The research is based on aligning production planning to market needs and managing the resources of a food company, demand is stationary, has a variety of presentations, change of parts. Based on the aggregate planning methodology and supported by the JIT system, planning reduced its control variables in scheduling, reducing workforce assignments and greater availability of production lines that must work in each period. At a strategic level, it will help to position your products in national and international markets, increase the business briefcase, create new developments based on innovation or benchmarking, up to the operational approach that is the development and distribution of the requested products, supported by added planning, and continually pulling orders, transformation, and material requirements, integrating work teams and being sustainable over time.*

Keywords— *Planning and control production, aggregate plan, productivity and just in time*

Resumen- *La investigación se basa en alinear la planificación de la producción a las necesidades del mercado y administrar los recursos de una empresa de alimentos, la demanda es estacionaria, tiene variedad de presentaciones, cambio de partes. En base a la metodología de la planeación agregada y apoyado por el sistema JIT, la planeación redujo sus variables de control en la programación, reduciendo las asignaciones de fuerza laboral y mayor disponibilidad de las líneas de producción que deben trabajar en cada periodo. A nivel estratégico, ayudará al posicionamiento de sus productos en los mercados nacionales e internacionales, incrementar el portafolio de negocios, crear nuevos desarrollos a partir de la innovación y/o benchmarking, hasta el enfoque operativo que son la elaboración y distribución de los productos solicitados, soportado por la planeación agregada, y jalando continuamente los pedidos, la transformación y los requerimientos de materiales, integrando a los equipos de trabajo y ser sostenible en el tiempo.*

Palabras Claves: *Planeación y control de la producción, plan agregado, productividad y justo a tiempo*

I. INTRODUCCIÓN

Debido al incremento en el consumo de productos perecibles, las empresas están dedicadas al mejoramiento continuo de sus procesos para eliminar desperdicios que puedan afectar la productividad y poder cumplir con la demanda de sus clientes a nivel nacional. Las empresas han evolucionado, aprovechando el gran desarrollo tecnológico de la computación, se realizó la denominada evolución del MRP, iniciando con la

planificación de los requerimientos de materiales (MRP I), para pasar a la planificación de los recursos de manufactura (MRP II), luego por los recursos de gestión (MRP III), a la planificación de los recursos de distribución (DRP) y, por último, se menciona la planificación de los recursos de empresa (ERP). Así también la revolución de la filosofía de la producción, el justo a tiempo (JIT) que junto con el TPM y el TQM forman un sistema de mejora continua de la calidad y la productividad a través del Kaizen [1][2].

Los líderes de las operaciones son los responsables de todas las etapas de la cadena de valor (diseño, compras, producción, planeamiento, gestión de materiales, selección de tecnología, mantenimiento y confiabilidad de los equipos), así como coordinar con las áreas de finanzas, contabilidad, marketing para las estrategias del negocio y de las operaciones mismas.

Por lo tanto, los administradores deben ser expertos en administrar sistemas productivos, implementar nuevas tecnologías, con amplios conocimientos de ingeniería, proyectos, dirección de personal, evaluación y manejo de riesgos. El cambio de paradigmas en una organización es importante, ya que podemos persuadir en el personal con cambios positivos no solo en los procesos, sino mantener una cultura organizacional acorde a sus políticas y valores, con el objetivo de cumplir con las estrategias y metas establecidas en pro de ser rentable, competitivo en el sector [3].

II. PROCESO DE PLANEACIÓN

A. Planeación Agregada

Es planear la cantidad y el tiempo de las operaciones productivas a corto plazo (hasta 12 meses) y ajustar el régimen de producción, el empleo de los inventarios y de las otras variables controlables. El término agregado implica que la planeación se realiza en una sola medida de producción o en unidades homogéneas, como vehículos, litros de helado o toneladas de leche fresca. En el corto plazo los planificadores se preocupan en alcanzar la producción deseada. Una vez que la capacidad ha sido fijada, se ha contemplado el diseño de producto, se ha determinado el proceso, la disposición y los equipos de planta y se han diseñado las tareas y el trabajo, las opciones de los planificadores para alcanzar las metas son expectantes [4] [5].

La planeación agregada no solo recibe información del departamento de marketing sobre los pronósticos de la demanda, sino de finanzas, capacidad instalada e ingeniería y diseño, disponibilidad de materias primas o materiales entre otros.

B. Planeación Maestro de la Producción

Especifica cuanto y cuando debe elaborarse, es decir el número de productos o artículos terminados, esto debe estar alineado al plan agregado, es desarrollado por el equipo de planeación de ventas y operaciones. La información que necesita son planes financieros, demanda del cliente, capacidad instalada, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones del inventario y desempeño del proveedor.

C. Planeación de Requerimiento de Materiales

Es una técnica de demanda dependiente que usa una lista estructurada de materiales, inventario, facturación esperada y un plan maestro como input, para determinar los requerimientos, ayuda a programar, solicitar y administrar los componentes de productos. Posteriormente se realiza la explosión de los materiales (MRP I) de todos los componentes para su transformación. Las entradas al MRP I son: el plan maestro, el BOM (Lista de materiales), tiempo de entrega, compras e inventario. Estos cambian con frecuencia, mediante la gestión de compras se generan solicitudes de pedido (SOLPED) y en coordinación con los proveedores se realizan los requerimientos y teniendo las variables de tiempo de entrega, precio y calidad [6].

Las listas de materiales y los planes de requerimientos de materiales se alteran cuando se modifica el diseño, la programación y procesos de producción. Además, los requerimientos de materiales presentan cambios cada vez que se modifica el plan de producción maestro. De esta manera es posible contar con una programación de requerimiento actualizada.

Por parte del proveedor, la confiabilidad en su servicio debe tener en cuenta el tamaño del pedido comparado con el tamaño de pedido solicitado, y tiempo de recepción comparado con el tiempo solicitado.

Con un horizonte de 12 meses, las actividades que se deben tener en cuenta son las siguientes:

- Revisar la carga del plan de demanda.
- Actualizar las etapas previas a la elaboración del plan maestro de producción en el sistema ERP.
- Correr el plan maestro (PMP) y el MRP I en el sistema ERP.
- Descargar o exportar la información del plan de demanda en una plantilla de extensión .xls.
- Descontar los inventarios que se tiene en el proceso productivo y artículos terminados por despachar.
- Analizar y nivelar el plan de producción considerando restricciones y/o variables.
- Dicha información se envía a todos los responsables de la cadena de suministro.

D. Planeación de Capacidad Instalada

Dicha planeación nos alerta si contamos o no con capacidad instalada en el tiempo, esto es importante porque se tomarán decisiones si es conveniente adquirir nuevas líneas de producción, repotenciar los equipos críticos, subcontratar el

proceso o implementar proyectos de mejora continua. Con el objetivo de incrementar la capacidad instalada y tener disponibilidad a corto, mediano o largo plazo, en que se encuentre la demanda.

Finalmente, para detallar el flujo de planear la producción a partir de la planeación agregada, en la figura 1 el proceso de desglosar genera como resultado un programa maestro de la producción que determina los componentes que deben priorizarse, qué debe hacerse y cuando debe hacerse.

Así también muestra el desarrollo de la planeación y que es aterrizada a un plan de la producción semanal. En la planeación agregada gestionaremos de manera eficaz y eficiente los recursos y esté alineado a un sistema pull [7].

El objetivo es planificar la cantidad y el tiempo de las operaciones productivas, con relación al mediano y corto plazo, ajustar el régimen de producción y el empleo de inventarios. Los costos que se deben tomar en cuenta son por horas de trabajo normal, horas extras, contratación y despido [8].

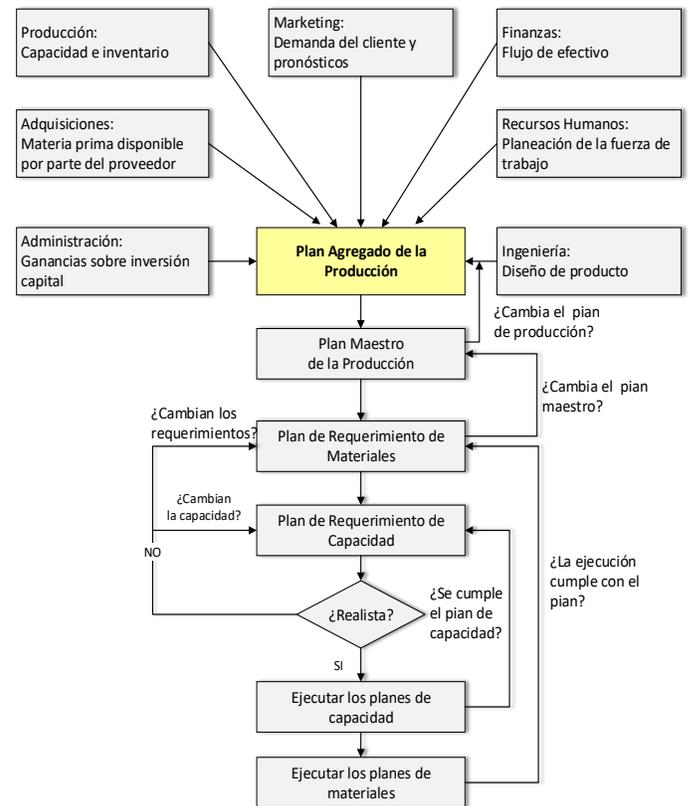


Fig.1 Flujograma del plan agregado. Adaptado de Heizer (2009).

E. Planeación de Recursos Empresariales

Es un software que permite a las compañías automatizar e integrar muchos de sus procesos de negocio; compartir una base de datos común y las prácticas comerciales en toda la empresa, y producir información en tiempo real. El objetivo es coordinar todo el negocio de la empresa, desde la evaluación del proveedor hasta la facturación al cliente. Este objetivo pocas veces se logra, pero los sistemas ERP están evolucionando

como sistemas sombrilla para vincular diversos sistemas especializados. Esto se logra mediante una base de datos centralizada que apoya el flujo de información entre las funciones empresariales [9].

F. Programación de la producción

La programación de las operaciones productivas puede considerarse como la fase en marcha de la planeación, está relacionada con los tiempos para ejecutar las operaciones productivas, pues con estos se asignan proyectos, actividades o tareas.

Una programación efectiva permite que las empresas utilicen sus activos de manera más eficiente, generando mayor productividad por cada inversión que se realiza, lo que posibilita un mejor manejo de los costos; así mismo la flexibilidad que genera les permite una entrega más rápida y, por lo tanto; mejor servicio al cliente; ya que contribuye a una información y resultados más confiables [10]. Para un diseño de un sistema de programación, requiere:

- Asignación de pedidos, medios de producción y personal a los puestos de trabajo y otros puntos específicos.
- Determinar la secuencia idónea para el cumplimiento del pedido, es decir, establecer un régimen de prioridades en las tareas a efectuar.
- Iniciar la realización del trabajo programado.
- Vigilar el estado de pedidos a medida que se van cumpliendo a través del sistema [11].

G. Just In Time

Es un sistema de organización del sistema productivo, que consiste en jalar la demanda de los materiales o productos semielaborados necesario en cada momento, y tiene como objetivo principal eliminar los desperdicios del sistema productivo y todo aquello que no agrega valor. Sus objetivos son las siguientes:

- Poner en evidencia los problemas principales o fundamentales, esto se da cuando se genera inventarios en proceso o sobre stock.
- Eliminar los despilfarros o desperdicios dentro de un proceso productivo.
- Diseñar un sistema que nos ayuden a identificar oportunidades de mejora [12].

Si la demanda cambia de manera considerable en el tiempo, el MRP construye la información en la estructura de planeación, mientras que el JIT no lo hace. La cuestión no es hacer una elección entre planeación y JIT, sino hacer el mejor uso de ambas técnicas.

JIT reacciona lentamente a cambios repentinos en la demanda, mientras que el MRP incorpora pronósticos de demanda en el plan, la comprensión de lo que las diversas metodologías ofrecen, así como sus limitaciones, conduce a un sistema de control y planeación de manufactura bien diseñado y eficiente [13].

III. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

A. Disponibilidad del personal en horas no producidas

En el sistema productivo de yogurt, se ha identificado que el personal de estibado no realiza actividades cuando las maquinas tienen paradas programadas como son: limpieza de equipos, lubricación, cambio de formato o mantenimiento preventivo.

En algunos casos no tienen programación para producir (CNV – capacidad no vendida), el personal aprovecha en ir a almorzar y en otros casos esperan que la línea inicie operaciones, como se observa en la figura 2. Esto dependerá del tiempo que dure la parada.



Fig. 2 Líneas disponibles, pero sin programación

B. OEE

El Overall Equipment effectiveness por sus siglas en inglés. Es un valor porcentual que nos ayuda a medir la eficiencia de las máquinas y está compuesto por 3 factores:

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \quad (1)$$

Se describe que la disponibilidad es el tiempo efectivo de trabajo de los equipos, el rendimiento es la velocidad de trabajo de los equipos y la calidad son las piezas fabricadas.

En la figura 3 se muestra los componentes del concepto OEE, en definitiva, indica cuantas unidades han salido como producto correcto funcionando la máquina a la velocidad nominal y sin averías. En este último están incluidas todas las fuentes de ineficiencia, estén o no programadas, ya que la única manera de mejorar es identificar todo para trabajar después sobre lo que es susceptible de mejora [11].

En las ecuaciones (2) y (3) se muestra el cálculo, mensualmente se obtiene un OEE promedio del 62.8%, considerado por el área de producción está debajo de la meta establecida (65.5%) en los últimos meses.

Las paradas programadas en el área de yogurt representan el 54% del total de paradas y la diferencia son los correctivos o averías mecánicas o eléctricas.

Actualmente la empresa cuenta con un Sistema Integrado de Planeación y Control de la Producción y Gestión (SIPCPG) con el objetivo de medir la eficiencia de sus 8 líneas productivas de yogurt, se alimenta la información de paradas, horas producidas, tiempo estándar de paradas programadas y justificación de paradas fuera del tiempo estándar. Con esto se obtiene el histórico de paradas y la eficiencia.

Tiempo Total Disponible (TTD) = 1440 min						
Tiempo Total de Utilización (TTU) = 960 min						
Tiempo Disponible (TD) = 680 min					TPP	
Tiempo Total Operativo (TTO) = 550 min					Producción 100 min	Mantto. 180 min
Tiempo Operativo (TO) = 505 min						
Tiempo Total Trabajado (Producción Conforme) 480 min		Pérdida por Defectos 15 min		Averías 60 min		480 min CNV
Producción Real		Pérdida por Rendimiento 45 min		Restricción Externa 30 min		
				Restricción Interna 40 min		

Fig. 3 Matriz de cálculo del OEE. Elaboración propia

$$OEE = \frac{TTT}{TTD - CNV - PP_{MTTO}} \quad (2)$$

$$OEE = \frac{490}{1440 - 480 - 180} = 62.8\% \quad (3)$$

La medición se puede realizar por turno, diario, semanal o mensual y dependerá del análisis que se desea enfocar y/o diagnosticar a las líneas productivas.

Con el objetivo de medir las paradas y compararlo con la meta establecida en el tiempo, reducir sus averías, horas improproductivas por falta de programación y otros factores como las 6M (material, maquina, mano de obra, medio ambiente, método de trabajo o medición) e identificar oportunidades para mejorar los procesos productivos y sea sostenible en el tiempo.

En la tabla I se muestran las 8 líneas, algunas presentaciones se envasan en 2 líneas y en una línea se envasan hasta 3 presentaciones, mostrando flexibilidad, pero restricciones por cambios de formato, debiendo revisar urgentemente la disponibilidad y tiempo de respuesta ante las necesidades del cliente.

TABLE I.
LINEAS DE YOGURT POR PRESENTACION

Líneas de producción	Formato	Presentación
Línea 1	185 gr / 500 gr	botella
Línea 2	1.9 kg	galonera
Línea 3	185 gr	botella
Línea 4	500 gr / 1.0 kg	botella
Línea 5	1.0 kg	botella
Línea 6	80 gr / 120 gr	Vaso
Línea 7	90 gr / 125 gr / 160 gr	Vaso
Línea 8	100 gr	Sachet

C. La demanda excede la Capacidad

Para tener un horizonte claro y tiempo de respuesta ante las necesidades del mercado, se analizó la disponibilidad de las 8 líneas de yogurt a corto plazo (12 meses) mediante el cálculo de utilización, esta información es obtenida a partir del plan maestro de la producción (PMP) y el dimensionamiento de la capacidad instalada.

En la figura 4 vemos que la línea 2 tendrá una utilización máxima hasta del 97% hasta finales del próximo año y comprometiendo la entrega de productos para los siguientes periodos. Esta máquina ha tenido un OEE del 62.8% en los últimos meses y se ve complicado poder cumplir con las necesidades. La línea de sachet es el que menor utilización tiene, por presentar baja demanda.

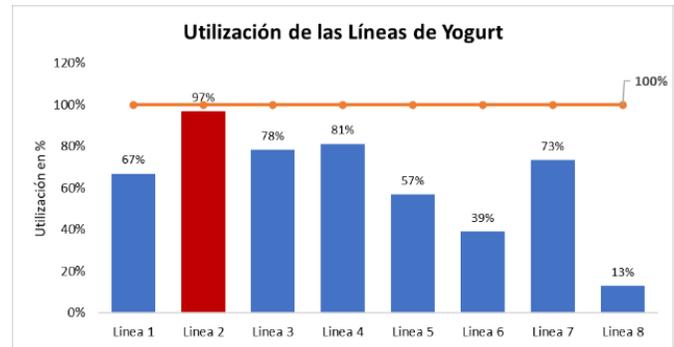


Fig. 4 Proyección de la Utilización para el próximo año

Para la toma de decisiones, la gerencia de producción tiene alertas o semáforos como son:

- Actualización de los archivos de capacidad.
- Si la utilización está por encima del 96% en los próximos meses.
- Los Pronósticos o proyecciones de demanda están por encima del 10% anual.
- La eficiencia de sus líneas productivas está por debajo del 60%.
- Incumplimiento del plan de mantenimiento en las líneas críticas.
- Posibles quiebres de stock.
- Fuerza laboral disponible.

En la tabla II se muestra la medición de capacidad de la línea 2, el plan maestro sólo producirá el formato de 1.9 kg, en esta ocasión no se ha considerado el de 2.0 kg para los siguientes meses, tiene una velocidad nominal de 40 galones/min, la eficiencia es del 62.8% y se encuentra por debajo de la meta establecida, los días útiles al mes son de 25.7, porque se le resta las horas de paradas programadas ya mencionas anteriormente y la capacidad mensual para los siguientes meses es de 1'766,318 kg.

Tener en cuenta que la planeación de capacidad se debe de actualizar cada 6 meses.

TABLE II.
PLANEACIÓN DE CAPACIDAD – LINEA 2

Línea 2	Unidad	Velocidad Nominal	PMP	OEE	Horas/día	Días útiles/mes	Capacidad Mensual (kg)
Galonera 1.9 kg	Galonerías / min	40	100%	62.8%	24	25.7	1,766,318
Galonera 2.0 kg	Galonerías / min	40	0%	62.8%	24	25.7	0
Capacidad de la Línea				62.8%			1,766,318

Haciendo el despliegue del plan maestro de la línea 2, la figura 5 indica que la capacidad mensual es de 1'766,318 kg. El primer periodo presenta baja demanda con 1'352,267 kg, así como los meses siguientes con menor holgura, pero a partir del periodo 8 hasta el 12, la demanda excederá la capacidad instalada, llegando a 1'795,756 kg al mes y con una utilización de 102%, este último se mide el plan maestro entre la capacidad efectiva, generando gran preocupación en la gerencia de producción,

sabiendo que debe tomar decisiones inmediatas para evitar la falta de atención al cliente en un corto y mediano plazo.

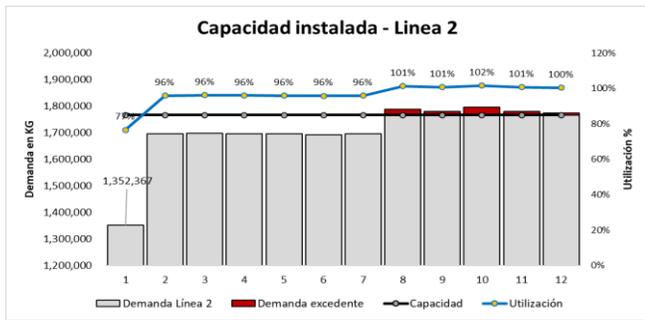


Fig. 5 Plan maestro y Capacidad de la línea 2

D. Horas extras y baja Productividad

Se llegó a contratar hasta 100 trabajadores al mes para atender las necesidades de planta. En la figura 6, se muestra que a principios de año se incrementa la productividad. Se pronosticó que la producción aumentaría y por ello se contrató más personal; sin embargo, vemos una disminución en el indicador de mano de obra hasta junio, el personal que no realiza trabajos se le asigna otras tareas, en meses pico se programan horas extras y domingos para cumplir con la necesidad, la disponibilidad de las líneas no se ajusta a la programación requerida.



Fig. 6 Productividad del proceso de yogurt

Objetivo General

Incrementar la productividad en las operaciones productivas de una empresa que elabora, envasa y distribuye yogurt mediante el equilibrio de la planeación agregada y el JIT.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis y diagnóstico del funcionamiento del proceso de planeación en el proceso de yogurt.
- Nivelar la carga de trabajo de la fuerza laboral en los próximos periodos, generando de esta manera una alta flexibilidad con respecto a la fluctuación constante de la demanda.
- Ajustar la planeación en base a las necesidades en el tiempo.
- Estandarizar los tiempos de paradas programadas y difundirlo al personal operativo.
- Optimizar los recursos durante las horas no producidas de elaboración de yogurt, asignando otras actividades.
- Elevar la satisfacción del cliente, logrando cubrir sus necesidades de manera constante en los tiempos establecidos.

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de enfoques de prueba y error que nos garanticen un plan de producción óptimo, pero que requieren cálculos para que el personal de planificación de la producción ejecute.

En la figura 7 se muestra los 5 pasos de la metodología para implementar una planeación agregada mediante el método gráfico y se detalla a continuación:

- El input es la demanda, se recoge la información del mercado, aterrizado y detallado en el plan maestro de la producción, descontando los inventarios de productos que se encuentran en el proceso productivo.
- La capacidad instalada debe ser sincerada cada periodo y diagnosticar su disponibilidad para futuras producciones o pedidos.
- Calcular y evaluar las 3 estrategias de planeación, las variables a considerar serán costos de personal, inventarios, horas extras, contratos & despidos.
- Las políticas y procedimientos de la empresa serán fundamentales para favorecer o no la viabilidad de la planeación agregada.
- Este último punto será trascendental para tomar la mejor decisión en optimizar los recursos y cumplir con la demanda.



Fig. 7 Método gráfico de planeación agregada

A. Horizonte y capacidad

El horizonte será de 12 meses, cuantificado en kilogramos, la capacidad instalada de la línea 2 de elaboración, envasado y empacado de galonera 1.9 kg se muestra en la tabla I, identificando la oportunidad de administrar sus recursos de manera eficiente.

B. Estrategia de planeación

Existen variables que influyen en la modificación de la oferta. Estas opciones varían considerablemente según su aplicación.

En la tabla III se muestra la estrategia de planeación a elegir y fue considerada por las políticas de la organización. Enfocados en la reducción de costos, optimización de procesos y satisfacción a sus clientes, el ítem 2 no aplicaría porque se perdería capacidad de respuesta y generar insatisfacción, dejar de atender puede perder posicionamiento de mercado y dando ventaja a la competencia.

Lo que resalta es el ítem 1, es atender los pedidos, producirlos y generar inventarios en periodos bajos para los siguientes meses, aunque se incrementan los costos, pero se cumple con las necesidades. Se eliminaría las horas extras, no se

contrataría personal adicional, cumplimiento de los mantenimientos programados y disponibilidad de capacidad instalada, según lo planeado en el horizonte de 12 meses.

TABLE III.
ESTRATEGIA DE PLANEACIÓN AGREGADA

N	Estrategia	Método para satisfacer la demanda	Variable
1	Uso del inventario para nivelación	Producir para inventario durante los periodos de producción bajo	Costo de inventario
2	Postergación del exceso de demanda	Diferir las ordenes, pedidos u servicios, luego que se nivele la demanda	Cliente insatisfecho
3	Variación de tamaño de la fuerza laboral	Aumento de trabajadores y turnos, cuando la demanda exceda la producción	Disponibilidad
4	Variación de la producción, horas extras y paradas	Trabajar horas adicionales para llevar la producción encima de la normal	Costo de planilla por inactividad
5	Subcontrato para satisfacer el exceso de demanda	Contratar a otras firmas cuando la demanda exceda la producción	Costos por contratación
6	Uso de la capacidad instalada total	Trabajar al máximo las máquinas	Problemas mantenimiento

Adaptado de essentials of operations management. Barndt & Carvey, 1982 [5]

En la figura 8, observe que la gráfica de demanda del yogurt alcanza un máximo en el mes de febrero y desciende hasta junio, posteriormente hay un aumento en los siguientes meses y descender hasta diciembre, el pico más bajo se da al inicio de la planeación.

La empresa elabora un plan agregado para los 12 meses siguientes, aunque en la planta de yogurt se fabrican tipos de yogurt (bebible y batido) y se envasan en distintos formatos (galoneras, botellas, vasos y sachet), la administración mide la producción en kilogramos de yogurt como la medida agregada de la capacidad.

El negocio de productos perecibles como el yogurt es estacionario y es importante obtener la media para identificar los altos y bajos para tomar acciones, considerando los inventarios en todo momento.

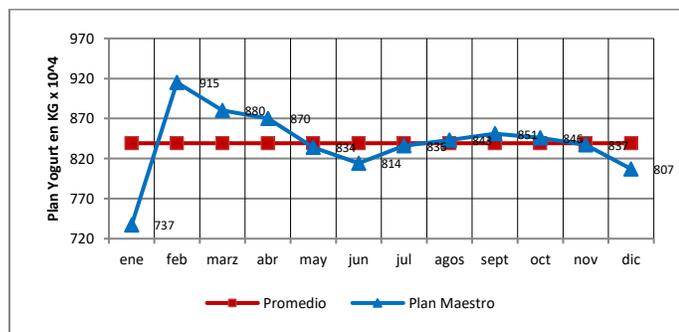


Fig. 8 Planeación maestra en los próximos meses

El área de planificación de la producción, ingeniería industrial, mantenimiento, proyectos y ventas evaluaron las 3 opciones de planeación agregada para identificar oportunidades en la programación de la producción, del mantenimiento planificado, optimización de recursos y tiempo de respuesta al cliente:

1. Nivel de la fuerza laboral. Emplear el inventario para satisfacer los picos de la demanda.
2. Nivel de la fuerza laboral más tiempo extra para satisfacer los picos de la demanda.
3. Estrategia de seguimiento. Contratar y despedir trabajadores cada mes a medida que ello sea necesario para satisfacer la demanda.

Para el análisis de estas estrategias, el equipo recopiló y cuantificó la información de los 3 escenarios. La fuerza laboral es de 100 trabajadores, cada uno produce 90,000 kilogramos de yogurt por mes en tiempo regular, con tiempo extra en los meses de alta demanda, con beneficio del 20% adicional sobre su sueldo básico, la demanda anual es de 107 millones de kilogramos de yogurt, los costos de inventario es el 3% del costo de fabricación, costo por contratar y despedir está en la relación de 1/2 respectivamente.

TABLE IV.
COSTO DE PLANEACIÓN AGREGADA - MÉTODO GRAFICO.

Descripción por costos	Fuerza Nivelada	Fuerza Nivelada + Horas extras	Fuerza contratos & despidos
# Trabajadores	94	89	< 82, 102 >
Horas normales	S/1'692,000	S/1'602,000	S/1'679,992
Horas extras	S/0	S/120,150	S/0
Contrataciones & Despidos	S/12,000	S/22,000	S/92,000
Mantenimiento del inventario	S/416.4	S/95.7	S/136.8
Costo total	S/1'704,416	S/1'744,246	S/1'772,128

V. RESULTADOS

A. Nivelación de la Producción

Mediante el método gráfico, se analizaron 3 escenarios en base a la información del proceso de yogurt, considerando nivelación (misma cantidad de fuerza laboral en el tiempo), mixto (nivelación y horas extras) y contratación & despidos; como se muestra en la tabla IV.

Para la toma de decisiones es importante considerar las políticas actuales, la empresa donde se realizó la investigación, vela por sus trabajadores y cuando la demanda es baja se programan vacaciones o son asignados a otras áreas, y cuando la demanda sube, en ocasiones se les considera horas extras, ya que se debe cumplir con la necesidad del cliente.

No es eficiente el método de contrato & despidos porque a la empresa le cuesta dinero y sobre todo tiempo, pudiéndose ganar juicios por ruptura de contratos y/o atropello,

capacitaciones frecuentes en temas de seguridad, inducción al adecuarse al puesto, temas técnicos del puesto de trabajo, etc. En este escenario el rango de personal es 82 hasta 102 trabajadores, por ser un proceso estacionario.

Como resultado vemos que la fuerza nivelada es el que mejor da resultados, porque ajusta a las operaciones y recursos desde la explosión del plan maestro y contar con sólo 94 trabajadores.

B. Ajuste de la planeación

Ante la falta de capacidad que se muestra en la figura 5, se realizaron las siguientes acciones: El equipo de planificación observó que hay holgura de capacidad en los otros periodos, viendo la oportunidad de reprogramar la demanda, tratando de ordenar y aplicar el sistema pull.

Antes de esto es importante realizar la gestión con el área de ventas para adelantar la elaboración de los pedidos y negociar las entregas antes de fecha o de lo contrario tenerlo en el inventario y despacharlo cuando este programado, una vez confirmado recién se actualiza la planeación maestra de la línea 2 y con alto requerimiento en los periodos 3, 4 y 5. Lo siguiente es alinear las demás planeaciones para el cumplimiento de entrega, pedidos y disponibilidad de los recursos.

Los sistemas MRP de ciclo cerrado permiten que los planeadores de la producción distribuyan el trabajo entre periodos para balancear las cargas o cuando menos, ajustarlas a la capacidad, por ende, el MRP I puede reprogramar todos los elementos, luego se actualiza la explosión de materiales, revisar si la nueva demanda en los periodos pico, requieren nuevos componentes o son productos de alta rotación, de lo contrario realizar los pedidos correspondientes al proveedor.

Revisar los inventarios de componentes que se encuentran en los almacenes y pedidos en proceso, de lo contrario solicitar los adicionales, las fechas corren por las urgencias. Se debe revisar las fechas de vencimiento, la gestión de fabricación, almacenamiento y entrega al cliente debe ser con el cumplimiento del tiempo de vida de los productos, el producto evaluado en esta investigación tiene un tiempo de vida de 2 meses.

Superposición, lo cual reduce el tiempo de entrega, para enviar cantidades al siguiente periodo antes de completar el lote en la primera operación.

Programación de la producción, el equipo de planificación coordinó con el área de ventas para elaborar productos de una misma presentación de manera continua, con el objetivo de reducir la frecuencia de cambio de formato en la línea 1 (185 gr a 500gr) y línea 4 (500 gr a 1000 gr) y productos con tonalidades desde claro a oscuro. La condición de ventas es que los pedidos tengan un rango de 10 días antes de entrega para la producción continua del mismo formato. Esto se visualizó en la programación, también ayudó a definir las veces que se programaría durante los siguientes periodos.

C. Estandarización de Paradas Programadas

En la figura 9, se detalla los tipos de paradas programadas asignados al proceso de elaboración de yogurt en sus diferentes líneas de producción, se definieron los tiempos estándar de las paradas programadas, esto se realizó mediante el estudio de tiempos y movimientos, revisión de instructivos de trabajo y procedimientos.

Una vez consolidado la información, se actualizó en el Sistema Integrado de la Planeación Control de la Producción y Gestión (SIPCPG), se difundió mediante la gestión visual como son los LUP's (Lección de Un Punto) para que cualquier trabajador vea, entienda y respete las condiciones de trabajo, el tiempo de limpieza CIP (Clean In Place) está programado bajo una receta con cantidades y concentraciones en peso de insumos y agua, la frecuencia de limpieza es cada 24 horas por un tema de inocuidad, los ajustes de planeación o falta de programa se ven reflejados al inicio de semana, donde las líneas arrancan pasado las 3 horas de iniciado el turno, los cambios de materiales (lámina de forrado, tapas, botellas, etiquetas) se da cuando termina una cantidad específica y debe ser cambiado o empalmado, la lubricación es diario para dar funcionamiento a los equipos y accesorios de la maquinas, la fumigación en las áreas de trabajo se realiza para evitar la propagación insectos, las pruebas industriales tienen una frecuencia entre 1 a 2 veces al mes, esto lo realiza el personal de calidad e investigación & desarrollo.



Fig. 9 Tiempos de paradas programadas de yogurt

D. Optimización del recurso en horas no aprovechadas

Las paradas programadas son parte del proceso de elaboración del yogurt, lo que se quiere explicar y aprovechar en esta parte de la investigación, es evitar contratar más personal y no generar horas extras para trabajos puntuales y/o que salen por necesidades en el camino.

En primer lugar, se identificó los tiempos estándar de las paradas como los lavados de máquina, cambio de formato y mantenimiento preventivo y luego asignar trabajos al personal de yogurt.

La condición es que el tiempo sea utilizado de la mejor manera, sin esperas y que la coordinación entre áreas sea lo óptimo. En la planta tenemos operaciones que son manuales como son: separación de tapas por óxido, limpieza de envases por mala codificación, alimentación de tapas en envases metálicos, recuperación de granel en botellas por citar algunos. Para ello se realizó las siguientes acciones:

- Medir sus capacidades y habilidades.
- Instruir a los trabajadores de elaboración yogurt en temas de revisión e inspección de productos observados.
- Identificar los tipos de defectos en todas las operaciones que necesitan las áreas de trabajo manual.
- Entregar equipos de protección personal a los trabajadores que apoyarán en dichas operaciones.
- Distribución física, los trabajos de apoyo serán cercanos al área de yogurt para optimizar el recurso y evitar tiempos de espera o paradas por inspección.
- Entregar la programación semanal de elaboración de yogurt y de las otras áreas a los trabajadores, saber las paradas programadas de yogurt debe preguntar a qué área realizarán el servicio.

En la figura 10 se muestra el sistema de apoyo en las áreas establecidas, las actividades que tiene que realizar cada supervisor, la importancia de las coordinaciones entre áreas es lo más importante.

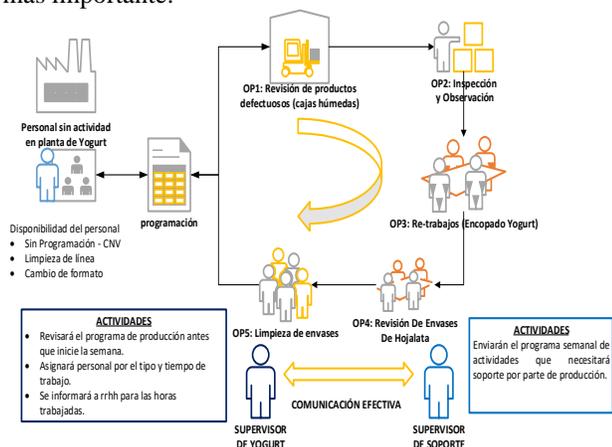


Fig. 10 Sistema de soporte a las demás áreas

Se consideró un rango mínimo de 90 minutos de inactividad en yogurt, por un tema logístico en las áreas de soporte. Cuando las paradas son de 480 minutos, prácticamente el personal no se programa al proceso de yogurt, estos van directamente a otras áreas de apoyo o toman descanso.

E. Implementación del JIT

1) SMED → Tiempo de cambio

A partir de la estandarización de las operaciones, se implementó la metodología en las líneas 1 (185 gr → 500 gr) y 4 (500 gr → 1000 gr) en la presentación de botellas de polietileno, con el objetivo de reducir y definir el tiempo de cambio que puedan realizar los trabajadores, en cualquier turno. En la figura 11 se muestra el diagrama de recorrido que realizan

los trabajadores durante el cambio, las líneas son similares en cuanto a equipos y está conformado por: posicionador de botellas, la llenadora y la empacadora reduciendo el tiempo de 160 a 90 minutos, el color verde muestra el movimiento de la persona en llenadora y posicionador de botellas y el azul muestra los trabajos de la zona de empacado.

Dentro de los objetivos de la metodología es entender la importancia de tener capacidad de respuesta, flexibilidad, minimizar las regulaciones y mejorar el método de trabajo. Las acciones que se consideran son; explicar la metodología, filmar el cambio actual, identificar las actividades que no agregan valor (recorridos adicionales del personal, disponibilidad de herramientas, espera la entrega de materiales entre otros). La información es procesada y se presenta al equipo multidisciplinario e iniciar la etapa de implementación de mejoras, se genera el estándar de trabajo y gestión visual.

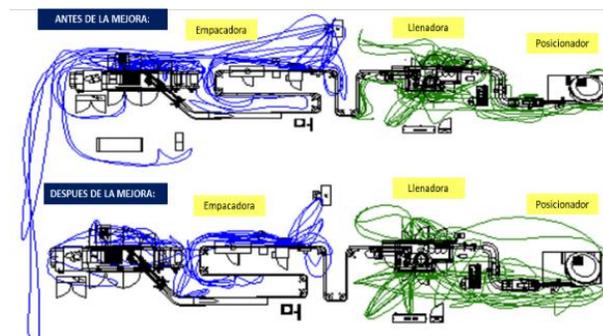


Fig. 11 Diagrama de hilos para el cambio de formato

2) 5'S: Orden y Limpieza

Se retiraron las cosas innecesarias en el puesto de trabajo de las líneas de yogurt, se muestra el LUP (lección de Un Punto), indicando las actividades que deben realizar para el correcto desempeño, check list de las herramientas, insumos y área de trabajo limpio como se muestra en la figura 12. Deben ser rotulados e identificados en un formato de cosas necesarias e innecesarias, esto se basa en el trabajo en equipo, involucra a los trabajadores en el proceso de mejora. El lugar debe mantenerse limpio, mensualmente se tienen auditorías para que la implementación sea sostenible, su importancia para mantener la productividad, calidad de productos y seguridad en el puesto de trabajo.

3) TPM

Pilar del Mantenimiento Autónomo, los pasos es asegurar el correcto desempeño de las máquina, para ello se debe realizar una limpieza profunda de las líneas, según el plan de mantenimiento, identificar lugares de difícil acceso, fuentes de suciedad, materiales dañados, definir los estándares que ya se comentó anteriormente para llegar a la condición ideal que es eliminar las averías, seguridad y defecto, que impactarán en la productividad y reducir las paradas no programadas, con esto ganar mayor disponibilidad (tiempo) e incrementar la capacidad, para el caso de la línea 2 de yogurt. Dentro de las acciones fueron: Incrementar la velocidad de máquina, como se

muestra en la tabla II actualmente es de 40 galones/min. y el objetivo es subirlo a 50 galones/min.

Las acciones para realizar son: Instalación de una bomba para ganar mayor flujo y evitar maltratar el yogurt, Instalar una cabina que mantenga hermético entre la salida de la cabina y la llenadora, Incrementar la capacidad de la tolva de granel, que alimenta desde la elaboración hacia la llenadora y regular la velocidad de llenado, porque la maquina se detiene cuando la tolva se queda sin producto. Esto ayudará en los siguientes periodos a tener una utilización no mayor del 95%.

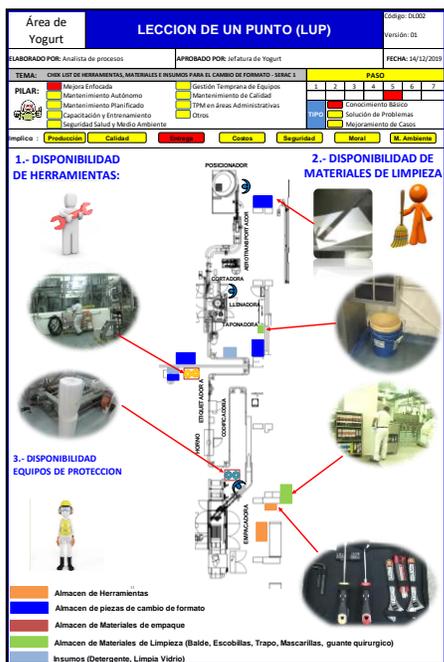


Fig. 12 Multiactividades para el cambio de formato

4) Shojinka

Como parte de una cultura de cambio es poder empoderar a nuestros trabajadores, mediante información y capacitación permanente. Al hacerlos rotar en diversas actividades no sólo en yogurt sino también en las áreas de soporte mencionados anteriormente. Esto ayudó a que no existiera personal técnico o especialista y fueran polivalentes, los estándares de proceso ayudaron a también a la comunicación efectiva entre áreas. También es destacar la predisposición del personal para responder ante los cambios en la programación por causas en la demanda, capacidad de respuesta, ser eficientes en los flujos de proceso encomendados. La importancia de esta herramienta es conocer el puesto y diseño trabajo, con qué recursos cuenta para las actividades respectivos. Es por ello por lo que las áreas de soporte se maneja mucha gestión visual para tener claro lo que se tiene que realizar.

Teniendo en cuenta las acciones mencionadas anteriormente, se incrementa la capacidad instalada del 5% como se muestra en la figura 13, para tener disponibilidad para futuros incrementos de demanda, pronósticos inciertos. Teniendo en cuenta que las

planeaciones se actualizan de forma periódica y ser flexibles en el tiempo [15].

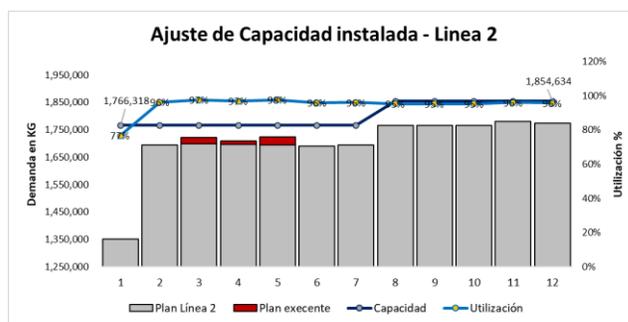


Fig. 13 Demanda de yogurt ajustada

F. Productividad de Mano de Obra

Con las acciones mencionadas se incrementó la productividad de mano de obra, se controló la cantidad de fuerza laboral, como se muestra en la figura 14. En los últimos meses se redujo en 94 trabajadores.



Fig. 14 Productividad de mano de obra, proceso Yogurt

VI. CONCLUSIONES

Mediante la implementación de la planeación agregada con el método gráfico, se niveló el plan maestro de la producción tomando en consideración los mantenimientos, el adelanto del plan de requerimiento de materiales (MRP I) es gestionado por logística de compras y el proveedor, adelantar los pedidos para producirlos en el primer periodo y de forma sucesiva.

Las políticas y la cultura organizacional de la empresa impactan en las estrategias de planeación de la producción, los escenarios en la toma de decisiones de contratación y despidos no aplican. Sin embargo, el análisis nos da un horizonte de gestionar en el futuro la fuerza laboral

Mediante la aplicación de la nivelación, se generaron inventarios en temporadas bajas por ser un proceso estacionario, ajustando la fuerza laboral. No obstante, este inventario nos permite obtener un valor agregado ya que son un soporte o "colchón" para las futuras atenciones de la planeación agregada y cumplir con la demanda establecida, que finalmente se verá reflejado en la alta aceptación y el incremento de ventas.

REFERENCIAS

La generación de inventarios nos lleva a una conclusión, que la planeación y la cultura JIT deben trabajar juntos y haciendo uso de sus mejores técnicas, conduciendo a un control de la planeación y el sistema productivo, los inventarios serán un costo mientras fabrica productos de calidad.

La planeación debe estar alineado ante posibles cambios de incremento o reducción de la demanda como temas de pandemia, huelgas sindicales, clima hostil, guerra de precios, etc. Deben ser flexibles ante los cambios que existen en el entorno organizacional, mayor capacidad de respuesta. Por ello la planeación debe ajustarse a futuras necesidades.

La coordinación entre áreas se debe rescatar en esta investigación, la aplicación de gestión visual, la predisposición a realizar trabajos fuera de sus áreas debe enriquecer las actividades de las personas.

La variable de costo es algo que las empresas se preocupan en minimizarlo, tanto en mantener al mínimo sus inventarios, eliminar horas extras, utilizar las horas no trabajadas y por tener un proceso de inocuidad y cuidando sus líneas de producción.

Contar con un sistema de mejora continua como el JIT, ayuda y soporta en los cambios que realiza la empresa en temas operacionales e incremento de la productividad y el OEE. Integra equipos multidisciplinarios para generar compromiso entre ellos. Así mismo genera una ventaja competitiva, al trabajo en equipo, fomenta el cambio y trabajar con pasión.

El % de OEE en la línea analizada llama la atención por tener un porcentaje bajo; sin embargo, cabe resaltar que el tipo de proceso y producto hacen que su incremento sea un reto de forma periódica y de vital importancia.

El JIT no aplica cuando el plan es alterado en el tiempo, lo que si podemos concluir es que el JIT estará presente en mejorar las operaciones y sistemas productivos con el objetivo de mejorar la eficiencias y disponibilidad de equipos, al trabajo en conjunto, mientras que el plan agregado dimensionará de los recursos como la fuerza laboral, la capacidad, los requerimientos de materiales en el tiempo. Si el plan es alterado en el tiempo, todas las planeaciones deben ajustarse de manera integral y el JIT estará soportando estos cambios en pro de atender las demandas programadas y futuras.

Los resultados permitieron minimizar las horas extras (S/120,150), no trabajar domingos ni feriados, alinear la programación diaria, estandarizar las paradas programadas mediante herramientas de mejora y estudio de tiempos y movimientos, incrementar capacidad en un 5% la línea 2 de yogurt.

- [1] Noori, Hamid y Russell Radford. (1997). Administración de Operaciones y producción. Calidad total y respuesta sensible rápida. Colombia: Mac Graw-Hill/ Interamericana.
- [2] Dominguez Machuca, José Antonio; María Álvarez Gil, Santiago García González; Miguel Angel Dominguez Machuca y Antonio Ruiz Jimenez (1995). Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Madrid: Mc Graw Hill/ Interamericana.
- [3] Chopra, S. y Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación, 3er edición, México: Pearson Educación.
- [4] Schroeder, R. (2005). Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. Mc Graw Hill.
- [5] D'Alessio, F. (2017). Administración de las operaciones productivas. Conceptos, casos y ejercicios razonados. Pearson. pp. 303-325 and 331-373.
- [6] Heizer, J. (2009). Principios de administración de operaciones. Octava edición. México D.F.: Pearson Educación.
- [7] Chase, R. Jacobs, F. and Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministro. Mc Graw Hill.
- [8] Krajewski, L. (2013). Administración de operaciones, procesos y cadena de suministro. Pearson Educación.
- [9] Barndt, S. and Carvey, D. (1982). Essentials of operations management. Englewood Cliffs, N. J: Prentice Hall.
- [10] Corado, B. (2012). Planeación agregada de la producción en una empresa dedicada al envasado y distribución de agua purificada. Tesis (título de administración de empresas). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- [11] Miñan, G. (2013). Diseño de un sistema de planeación agregada para la producción de envases metálicos en una empresa manufacturera de la ciudad de Chimbote. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- [12] Hirano, H. (1991). Manual para la implementación del JIT, Tomo II Copyright: Productivity Press, 375-454.
- [13] Nahmias, S. (2007). Análisis de la producción y las Operaciones, Mc Graw Hill.
- [14] Juanes, B. El concepto de OEE y sus componentes (I). Lean Sigma, N° 51, septiembre 2005.
- [15] González I. Metodología Lean en la sanidad. Aplicación práctica. Herramientas Lean en Sanidad Shojinka o polivalencia del personal. 12 ° parte