

# Implementation of a capacity planning system (CRP) in a manufacturing company

Roberto Encarnacion, Mg<sup>1</sup>, Rolando Baca, Ing<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, n00050788@upn.pe

*Abstract— The research is based on designing an installed capacity planning system in a food company, which presents problems of planning its installed capacity in its headquarters and aligning it in the different horizons; strategic, tactical and operational, this will depend on the type of demand, capacity projections, inventories, process restrictions, plant availability and the workforce, in capacity planning, it manifests itself as a process of continuous improvement, this system helped the company to channel its capacities in its different plants*

**Keywords—**Capacity planning, Productivity, Kaizen

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.662>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Implementación de un sistema de planeación de capacidad (CRP) en una empresa manufacturera

Roberto Encarnacion, Mg<sup>1</sup>, Rolando Baca, Ing<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, n00050788@upn.pe

**Abstract—** *The research is based on designing an installed capacity planning system in a food company, which presents problems of planning its installed capacity in its headquarters and aligning it in the different horizons; strategic, tactical and operational, this will depend on the type of demand, capacity projections, inventories, process restrictions, plant availability and the workforce, in capacity planning, it manifests itself as a process of continuous improvement, this system helped the company to channel its capacities in its different plants*

**Keywords—**Capacity planning, Productivity, Kaizen

**Resumen-** *La presente investigación se basa en diseñar un sistema de planeación de capacidad instalada en una empresa de alimentos, que presenta problemas de planificar su capacidad instalada en sus sedes y alinearla en los distintos horizontes; estratégico, táctico y operativo, esto dependerá del tipo de demanda, proyecciones de capacidad, inventarios, restricciones de proceso, disponibilidad de planta y la fuerza laboral, en la planeación de capacidad, se manifiesta como un proceso de mejora continua, este sistema ayudó a la empresa a canalizar sus capacidades en sus diferentes plantas.*

**Palabras clave—**Planeación de Capacidad, Productividad y Kaizen

## I. INTRODUCCIÓN

El éxito en las organizaciones exige una continua adaptación en la flexibilidad y competitividad, logrando máxima eficiencia en sus sistemas productivos, atendiendo las necesidades de sus clientes, teniendo una planeación dinámica.

En este sentido, las empresas con gran actividad en el mercado nacional y/o filiales aplican sus estrategias para proyectar sus necesidades, innovar sus productos y ampliar su infraestructura. Entre ellas se encuentra dimensionar y proyectar la capacidad instalada y desplegarlo a largo, mediano y corto plazo; que tiene como objetivo asegurar la demanda, agregando valor, eliminar la incertidumbre, minimizar clientes no satisfechos, tomar decisiones adecuadas, siendo flexible en el tiempo, mejorar y optimizar el desempeño de sus procesos de manera sostenida.

No existe un método único que deba seguir una empresa que busca la optimización de su capacidad instalada en el tiempo, a nivel estratégico veremos escenarios de adquisición e inversión de nuevas líneas productivas con mayor capacidad, que tendrá un soporte técnico, financiero y costo - beneficio, a nivel táctico la viabilidad de potenciar los equipos críticos de las líneas o maquilar la demanda no atendida y corto plazo administrar los horarios de trabajos, horas extras para cumplir con las necesidades [1].

Aseguran que el modelo de planeación de capacidades de producción en empresas productivas en una herramienta que valida este concepto y busca optimizar el proceso desde la planeación como respuesta organizacional a las exigencias del mercado [2].

Además, coinciden en que las decisiones de capacidad pueden analizarse desde tres niveles u horizontes de tiempo: corto plazo, mediano plazo y largo plazo [3].

También señalan que han contribuido al desarrollo de la planeación de las capacidades, mediante metodologías y procedimientos. Tomando como referencia sus principales aportes y la metodología de mejora continua o ciclo de Deming, el objetivo de la presente investigación se basa diseñar un sistema para la planeación de las capacidades de producción de una empresa [4].

Las fluctuaciones de demanda constituyen un desafío en las empresas de capacidad limitada. Al trabajar en colaboración con la gerencia de operaciones; el área de marketing es capaz de desarrollar estrategias para equilibrar la demanda y la capacidad, el uso efectivo de este último debe ser de manera productiva [5].

### A. Capacidad instalada a largo plazo

Dentro de la visión de la compañía, es crecer de manera sostenible en los años posteriores, para ello es importante proyectar la demanda si hay incremento o no, si hay nichos de oportunidad, de nuevos desarrollos y/o benchmarking. El crecimiento va de la mano con los recursos e infraestructura, la empresa debe asignar y gestionar dentro de la administración de operaciones como la capacidad instalada, almacenamiento, cambios tecnológicos, fuerza laboral, nuevos sistemas operativos. A nivel de procesos, contar con estándares de trabajo, confiabilidad de las máquinas, flexibilidad ante los cambios del mercado, productividad y tiempo de entrega [6] [7].

Es de gran importancia para la compañía, saber si contamos o no con capacidad instalada a largo plazo, y se tomen acciones en adquirir nuevas instalaciones y si requieren de una inversión de capital significativa, por lo tanto, las decisiones de instalación involucran a todas las funciones organizacionales y con frecuencia, se toman a nivel gerencial, incluyendo la presidencia ejecutiva [8].

La organización debe decidir el mejor escenario para la ampliación de la capacidad instalada y cumplir con los clientes y evitar demanda insatisfecha, entre ellos tenemos, la repotenciación de equipos críticos, reducir o eliminar las anomalías, incremento de velocidad del equipo cuello de

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.662>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

botella, tercerización del core business a la competencia, mantenimiento preventivo y/o implementar un sistema de mejora de mejora continua que optimicen los procesos y puedan incrementar la disponibilidad y eficiencia.

En las decisiones de incrementar capacidad en las instalaciones o líneas de producción se plantean algunas preguntas importantes en la investigación:

- ¿Qué variables son necesarios para medir la capacidad instalada?
- ¿Cómo se mide la capacidad instalada?
- ¿Cómo diagnosticar si habrá capacidad en el tiempo?
- ¿Qué decisiones tomará la empresa para atender la demanda en el tiempo?

En esta investigación se busca determinar cómo, cuánto y cuándo se atenderá la demanda. Debido a que las empresas tienen que estar predispuestos, tener flexibilidad ante los cambios en la gestión de demanda. Así también, es importante conocer a nivel de procesos las deficiencias, problemas en las 5M's (máquina, método, mano de obra, materiales, etc.). En la investigación daremos a conocer los problemas que ocasionan una mala administración de capacidad.

La empresa de alimentos tuvo un crecimiento en las ventas, lo primero es tener claro los inputs necesarios para medir la capacidad de la línea, para ello se debe considerar lo siguiente:

- Conocer el proceso cuello de botella
  - Velocidad o cadencia (V) unidad/min respecto al ítem anterior
  - Disponibilidad (D) minutos de la máquina para producir
  - Conversión (C) pasar de unidad de envases a cajas o kg.
  - Plan Maestro (P) % en caso de tener varias presentaciones
  - Eficiencia (OEE) % originada por las averías de línea
- La medición de la capacidad instalada sería:

$$\text{Capacidad} = V \times D \times C \times P \times \text{OEE} \quad \text{cajas/mes (1)}$$

El diagnóstico nos da la alerta que indica si tendremos capacidad o no, se puede medir mediante la utilización, si demanda > capacidad

$$\text{Utilización} = \text{Demanda} / \text{Capacidad} \quad (2)$$

Las instalaciones deben contar con un “colchón” de capacidad ante los cambios fluctuantes y ser flexibles en el tiempo. Es importante saber que el plan de demanda se convierte al plan maestro de la producción al restarle los inventarios que se encuentran en los almacenes de entrada, en el proceso productivo y/o producto terminado en los almacenes de distribución [9], el cual se define a continuación:

$$\text{Colchón de capacidad} = 100\% - \text{Utilización} \quad (3)$$

### B. Descripción del Sistema Productivo

El sistema de elaboración cuenta con 4 líneas de producción, el cuello de botella es el proceso de esterilizado con una velocidad de 430 envases por minuto según lo mostrado en la figura 1. Sobre esto se marca la capacidad instalada, las 4 líneas

manejan las mismas características de velocidad y monitoreado por la planeación y control de la producción.

Posteriormente en el proceso de acondicionamiento; los envases llenos son etiquetados, y embalados en cajas de cartón por 50 unidades y forrados, y finalmente son transportados a los almacenes de distribución.



Fig. 1 Sistema de elaboración del producto lácteo. Elaboración propia

### C. Canales de distribución

La planta “A” abastece a la zona centro y norte; este concentra la mayor distribución a nivel nacional y planta “B” abastece la zona sur del país. En la figura 2 se muestran los canales de distribución para el abastecimiento del producto lácteo y el lead time por cada canal, estos se guardan en almacenes físicos que también se utilizan como centros de distribución que se venden a los mayoristas, minoristas, auto servicios y programas sociales.

Actualmente los materiales de empaque (flujo de color rojo) se trasladan desde “A” hacia “B” con un tiempo de 2.4 días, este tiempo debe estar considerado en la planificación de requerimiento de materiales de la planta “B” y asegurar en que la gestión de transporte sea el adecuado, según procedimientos requeridos.

Planta “A” maneja 2 canales y planta “B” 4 (considerando también a la misma ciudad).

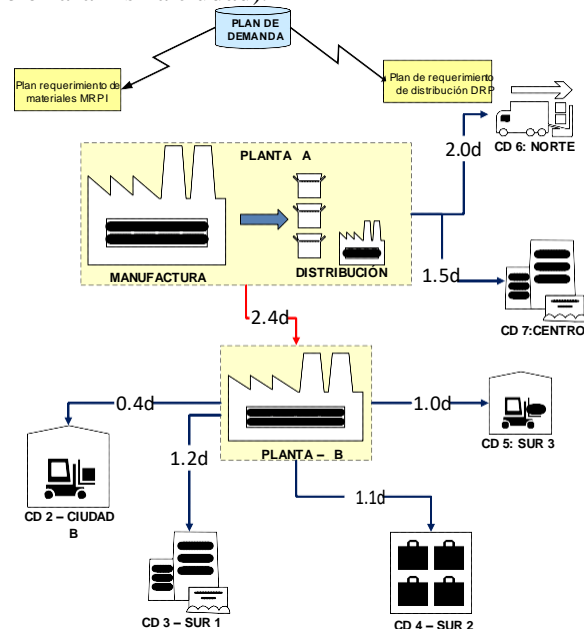


Fig. 2 Canales de distribución de las plantas “A” y “B”

## II. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo, explicaremos los problemas que cuenta la empresa en ambas sedes:

### A. Planeación de producción entre ambas plantas

Se ha identificado que planta “B” ha producido el plan maestro de planta “A” en ocasiones, indicando que las proyecciones entre ambas plantas no están alineadas, esto conlleva a gastos en horas hombre y flete de materiales. No siendo estratégico para la compañía ya que los costos de fabricación se incrementan, en lo cual son perjudiciales para la rentabilidad.

Planta “B” no cuenta con proveedores locales para el aprovisionamiento de materiales, por lo que se abastece desde planta “A”. La gestión de planificación en ambas plantas es el siguiente:

- La demanda excedente de planta “A” se incluye en el plan maestro de planta “B” para su elaboración
- Planta “B” incrementará su utilización del 85.2 % al 100%
- En la explosión de materiales, planta “A” envía los materiales de manera previa y evitar quiebres de stock [10].
- planta “B” producirá el 5% de la demanda del periodo 4 de planta “A”, es decir 647,025 cajas.

A continuación, en la tabla I están los materiales que serán enviados desde planta “A”, para desplegarlo en el periodo 4.

TABLE I  
BOM DESTINADOS A PLANTA “B”

Lista de materiales	Cantidad	Unidad
Cajas de cartón	647,025	planchas
Hojalata	863	bobinas
Etiquetas de papel	32,351	paquetes
Stretch film	1,386	bobinas
Pallet de madera	485,269	pallets
Goma para etiquetas (kg/unid)	4.85	cilindros
Goma para cajas (kg/unid)	64.70	bolsas

A nivel operacional, se realiza lo siguiente:

- Envío de materiales (etiquetas de papel, cajas de cartón, goma caliente, pallets, etc.) Planta “A” → planta “B”
- Fabricación del producto lácteo en planta “B”, ellos fabrican los envases de hojalata y elabora el granel
- Almacenamiento y distribución del producto lácteo solicitado. Planta “B” → CD de “A”
- Los costos de fabricación y transporte se le atribuyen a la planta solicitante.

Esta acción correctiva, conlleva a recursos adicionales para cumplir con la demanda.

### B. Mayor Requerimiento de Distribución en planta “B”

La planta “A” tiene eventos por falta de capacidad, se comparte el plan maestro de la producción a planta “B”, evidenciando que no existe una proyección a mediano plazo,

cuando esto sucede el almacenamiento en “B” se incrementa, restando Ocupabilidad y en la distribución aumenta el requerimiento de transporte, generando costos por contratación de camiones adicionales para el traslado del producto lácteo hacia los CD norte y centro del país.

La organización decidió no enviarlo a la planta “A”, sino a sus centros de distribución de este, ya que los costos de almacenamiento y posterior carga no es rentable. En la tabla II se muestran las actividades (horas) que se realiza cuando es enviado desde “B” a los CD de “A”. Sin embargo, los pedidos de despacho a estos centros deben hacerse desde “B”, recibiendo el Feedback de “A”.

TABLE II  
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE PLANTA “B” A LAS CD “A”

Actividades	Centro de distribución		
	“B” to CD Sur	“B” to CD Centro	“B” to CD Norte
Picking	2.0	2.5	2.0
Traslado de P.T. a rampa	1.0	1.5	1.5
Espera transporte	1.0	1.5	1.5
Carguío de productos	2.0	2.5	2.5
Espera la facturación	1.5	2.0	2.0
Pesaje en balanza	0.2	0.2	0.2
Justificación de peso	1.5	1.0	1.0
Destino a CD	48	76.8	91.2
Descarga	1.5	1.2	1.0
<b>Total (horas)</b>	<b>58.7</b>	<b>82.0</b>	<b>90.9</b>
<b>Total (días)</b>	<b>2.4</b>	<b>3.4</b>	<b>3.8</b>

### C. Sin presupuesto para inversión

El área de finanzas concluyó en el estado de pérdidas y ganancias, que los resultados no acompañaron a la empresa en los últimos años (inventarios sin rotación, insumos vencidos e incremento de las horas extras), por lo que se deben tomar acciones a mediano y corto plazo; y no invertir en nuevas líneas al menos en 2 y 3 años en planta “A” y “B” respectivamente.

#### Objetivo General

Implementar un sistema de planificación de capacidad instalada en las operaciones y su impacto en la productividad.

#### Objetivos Específicos

- Diagnosticar la planeación de capacidad instalada en ambas plantas
- Determinar una propuesta metodológica de planeación de capacidad
- Analizar los escenarios de planeación de capacidad a mediano y corto plazo en las operaciones de elaboración
- Incrementar la disponibilidad de las líneas de producción

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología para administrar la capacidad debe considerarse de una manera integrada con áreas estratégicas (proyectos, finanzas, marketing y ventas) y aterrizadas en áreas de soporte como mantenimiento, logística, excelencia operacional y planificación de la producción. En la figura 3 se muestra los 5 pasos para la implementación de la planeación de capacidad [11] y se detalla a continuación:

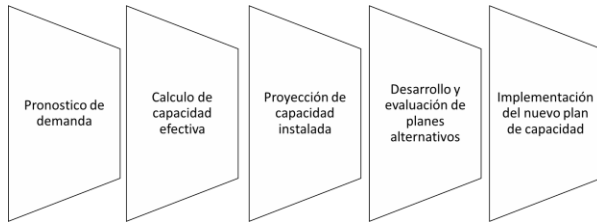


Fig. 3 Proceso de planeación de Capacidad. Adaptado de Heizer J. (2009)

#### A. Pronósticos de Demanda

Los pronósticos presentan varios inputs, se realizan en base a la cantidad de ventas colocadas en los distintos centros de distribución, el Feedback del mercado o del consumidor (preferencias por el tipo de segmentación), si la competencia ha crecido sus ventas en los últimos meses, variación de precios, incremento del % cliente no satisfechos, crecimiento en nuevos desarrollos, benchmarking de otras regiones e ingreso de nuevas promociones (alusivo a entretenimiento, productos funcionales o campañas).

Los pronósticos cuantitativo, se usaron los modelos matemáticos como media móvil y promedio ponderado para conocer el margen de error, sin embargo. Se revisan y consolidan las propuestas en el plan maestro de la producción, y cruzar la información con mantenimiento planificado (parada de planta, overhaull y preventivo), inventarios, y la capacidad instalada. De igual forma se aplica a la planta “B”.

TABLE III  
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA EN PLANTA “A”

Periodo	Demanda planta “A” (Dt)	Error media móvil	Error ponderado
1	10,444,136		
2	11,965,324		
3	12,324,284		
4	12,940,498	1,362,583	1,663,976
5	13,069,903	659,868	801,856
6	13,076,438	298,210	418,166
7	13,207,202	178,256	200,695

#### B. Cálculo de la Capacidad efectiva

lácteos y atienden a distintas zonas del país. En la tabla IV, se muestra el resumen de las capacidades de las líneas de producción de ambas plantas. “A” y “B” cuentan con 4 y 2 líneas respectivamente; el cuello de botella es el proceso de

esterilización en ambas plantas, la velocidad se considera en cajas de 50 envases, la disponibilidad de la línea se obtiene del tiempo disponible de 24 horas, en la ecuación 1 se describe el cálculo.

Las eficiencias de las líneas de “A” y “B” se encuentran entre 68.3% y 73% en promedio respectivamente, sobre estos valores se dimensionó la capacidad instalada en los próximos periodos. Finalmente, la capacidad mensual en las plantas “A” y “B” es 1’063,182 y 374,260 cajas respectivamente [12]

TABLE IV  
RESUMEN DE CAPACIDAD DE PLANTA “A” Y “B”

Planta	Línea	Velocidad envases /min	Velocidad mes (Cja. x 50 env)	OEE	Capacidad efectiva Mensual
“A”	T3	450	386,100	70.0%	270,270
	T4	450	386,100	70.0%	270,270
	T5	430	368,940	68.3%	251,986
	T6	450	386,100	70.1%	270,656
					<b>1’063,182</b>
“B”	T1	300	257,400	75.6	194,594
	T2	300	257,400	69.8	179,665
					<b>374,260</b>

Las plantas “A” y “B” tienen una capacidad anual de 12’758,185 y 4’491,115 cajas respectivamente

#### C. Proyectar la Capacidad instalada

Mediante las proyecciones de demanda a largo plazo, se desea evaluar restricciones e incertidumbres en sus operaciones. En la figura 4, se muestra que el periodo 4 no cuenta con capacidad y en los demás periodos, porque su utilización excede el 100%. Entre las estrategias de la empresa, se tiene pensado incursionar en nuevos mercados y expandir su portafolio de nuevos productos y/o benchmarking, sin embargo, no tiene claro cómo hará frente al problema que se viene. En el periodo 5 la demanda incrementa en 17% respecto al periodo 4, por lo que debe trazar estrategias a corto y mediano plazo.

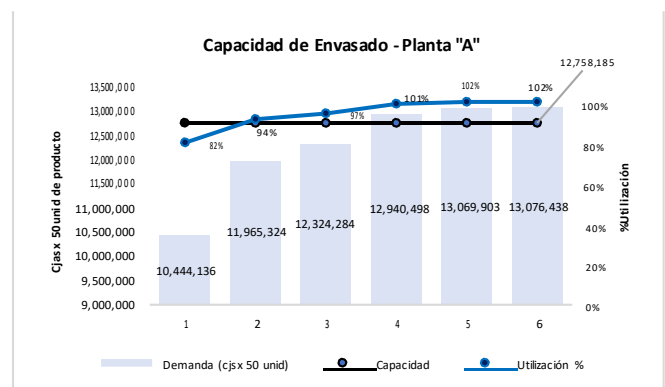


Fig. 4 Proyección de la demanda sobre la capacidad en planta “A”

Mientras que en la figura 5, se aprecia la proyección de capacidad de la planta “B”, teniendo sólo disponibilidad hasta el periodo 5. Esta sede distribuye a los centros de “B”, CD Sur 1, CD Sur 2 y CD Sur 3. Se evidencia una utilización promedio del 80% y la capacidad de planta “B” representa la tercera parte de “A”. Para el periodo 6 la utilización será 106% viéndose preocupación entre la gerencia para atender necesidades en el tiempo.

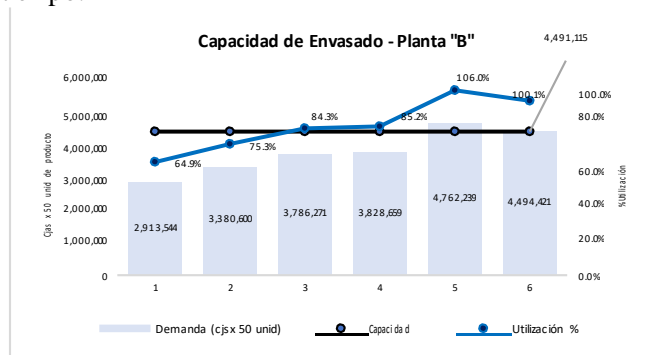


Fig. 5 Proyección de la demanda sobre la capacidad en planta “B”.

Por lo tanto, la proyección de capacidad instalada total para la fabricación de productos lácteos se muestra en la tabla V, la información de ambas plantas y la cantidad que se estima atender hasta fines del periodo 6. Por lo tanto, vemos que en el periodo 4 se terminará de atender las necesidades, donde se explicó en el capítulo II, la problemática de la investigación.

Hasta el año 4 la demanda estará por debajo de su capacidad, pero en los 5 y 6 la demanda estará por encima de la capacidad, la idea será cómo administrar los recursos según el plan que se describe a continuación.

TABLA V.  
CAPACIDAD TOTAL PARA FABRICACIÓN DE LÁCTEOS

Año	Demanda total (cajas x 50 unidades)	Capacidad (“A” y “B”)	Utilización %
1	13,357,680	17,249,301	77%
2	15,345,923	17,249,301	89%
3	15,772,495	17,249,301	91%
4	16,769,157	17,249,301	97%
5	17,832,142	17,249,301	103%
6	17,570,859	17,249,301	102%

#### D. Desarrollar plan alternativo

A continuación, veremos posibles alternativas de solución para atender la demanda, no está en el alcance de esta investigación perder pedidos que excedan la capacidad e incurran en clientes insatisfechos debido a una capacidad nueva, esto impactará en la competitividad e imagen de la organización [13].

En la tabla VI se muestran los 5 escenarios como plan alternativo para incrementar la capacidad instalada en ambas plantas y se encuentran distribuido en 3 perspectivas; estratégico, táctico y operacional y clasificados en las 6 líneas en base a sus necesidades

TABLA VI  
TOMA DE DECISIÓN PARA INCREMENTAR CAPACIDAD

PTA	Línea	Estratégico		Táctico		Operacional
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
“A”	T3					Implementa Kaizen
	T4					
	T5	Cambio de línea		Cambio equipo crítico		
	T6					
	T7		Nueva línea			
“B”	T1				Plan agregado	Implementa Kaizen
	T2					

A continuación, se detallan los planes alternativos:

#### 1) Escenario 1 → Cambio de la Línea T5

Remplazar la línea T5 por una nueva (T7), se escoge esta línea por presentar bajo rendimiento y averías, el plan de implementación sigue a continuación;

- Justificación de la nueva línea por tema de falta de capacidad vs el incremento de demanda
- Aprobación de la gerencia
- Finanzas pueda conseguir la inversión
- El alcance tiene un lead time entre 1 a 2 años
- Cotización, validación y performance operacional de la nueva línea por parte de los técnicos de la empresa y los vendedores de la línea (T7)
- La gestión para el desarme de la línea anterior (T5)
- Contrato para el traslado a la planta, montaje, armado de la nueva línea de producción, regulaciones y puesta a punto

#### 2) Escenario 2 → Nueva línea T7

Adquirir una nueva línea (T7) y adicionar al sistema productivo, buscará incrementar la capacidad más del 50% que atienda la demanda a partir del periodo 6. Lo diferente al escenario anterior es dimensionar la planta con la nueva línea, distribución física, definir el nuevo flujo de materiales, almacenamiento de materia prima y producto terminado. Presenta un lead time de 2 a 3 años

#### 3) Escenario 3 → Cambio tecnológico de la T5

Consiste en retirar el equipo cuello de botella (esterilizador) de la línea T5, y cambiarlo por otro de mejor característica y mayor velocidad, aún seguirá siendo cuello de botella para la fabricación de productos lácteos, dentro de las 4 líneas, la T5 se le considera por tener más años de antigüedad, el OEE más bajo respecto a las demás líneas, mayor obsolescencia porque



generaba defectos en los envases y costos de mantenimiento (correctivos, preventivos y overhaull). Para definir esta opción es importante gestionar los cambios, programación, mirar el plan maestro de la producción, con el objetivo de generar stock al momento de realizar el retiro de los equipos críticos.

#### 4) Escenario 4 → Implementación del Kaizen

Incrementar la eficiencia de las líneas al 72%, mediante la implementación de proyectos de mejora, en reducir considerablemente las averías mecánicas, eléctricas, mediante estándares de proceso se pueden reducir las paradas programadas como limpieza de máquina, cambio de formato y lubricación. Mediante el Kaizen (PHVA), se identifica y analiza los problemas, identifica la causa raíz, se despliega un plan de acción, proponiendo mejoras para eliminar lugares de difícil acceso, fuentes de suciedad y eliminar las anomalías. El objetivo de este escenario es no invertir en la adquisición de la una nueva línea por lo menos 1.5 años, aunque el incremento de capacidad por la adquisición de una nueva línea es inminente, la idea es generar un sistema de mejora continua, participación del personal, trabajar con los recursos disponibles. El alcance involucra ambas plantas.

#### 5) Escenario 5 → Nivelación en Planta “B”

Como se muestra en la figura 4, esta planta no tendrá capacidad para el periodo 4, sabiendo que en los primeros periodos atenderá la producción de “A”. Se ha visto la opción de aplicar la planeación agregada mediante la nivelación entre el periodo 3 y 4, que nos ayudará a optimizar los recursos en el tiempo [11], con la experiencia anterior de trasladar la producción a otra planta, la empresa vio una mejor alternativa, en vez de estar gastando en transporte en ida y retorno, no tener un control de la mercadería y los recursos.

#### E. Evaluar plan alternativo

Analizando la demanda, donde el crecimiento es del 25% respecto a los periodos iniciales. A partir de esto se tomó la decisión de mejorar el proceso de esterilización de la línea T5, incrementando su velocidad (430 → 460 unidades/min), esto fue en adquirir el equipo crítico con mejores características y performance, la utilización será del 87% según las proyecciones. Por lo que adquirir una nueva línea de producción se descartó al menos en los próximos 3 años y lo que manifestó Finanzas.

#### F. Implementación del nuevo plan de capacidad

##### 1) Incremento de la disponibilidad de las líneas

El levantamiento de la información se realizó durante el último semestre, la cual sirvió para realizar el diagnóstico situacional del proceso de fabricación de productos lácteos y evidenciar los puntos importantes donde se podrán identificar oportunidades de mejoras.

Se utilizaron técnicas como diagrama de flujo, 5 porqué y estudio de línea con la ayuda del equipo multidisciplinario que

formó (producción, calidad, mantenimiento y excelencia operacional) al momento de analizar las causas principales. Luego del análisis se procedió a plantear posibles soluciones, apuntando al propósito de esta investigación como objetivo principal [14]

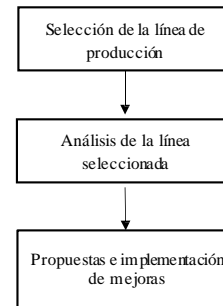


Fig. 6 Metodología Kaizen

#### Paso 1: Selección de la línea de producción

Las averías mecánicas presentan un porcentaje alto de paradas no programadas en la planta “A”, en lo cual las correcciones mecánicas, fallas eléctricas y falta de envases, hacen que la disponibilidad de la línea decrezca.

Según el levantamiento de información de paradas que se registran en el control de eficiencias, la mayor parada es por recuperación de envases de hojalatas con producto lácteo, con un tiempo de 516 horas en 6 meses, esto representa el 30% de paradas en las líneas, como se muestra en la figura 7.



Fig. 7 Paradas no programadas en las 4 líneas de planta “A”.

#### Paso 2: Análisis de líneas de producción

Como el sistema de paradas no tiene el alcance a detalle para identificar las posibles causas por recuperación de envases llenos, se realizó el estudio de línea para medir, analizar los motivos de paradas en las 4 máquinas en la planta “A”, para ello se entrevistó a los operadores para anotar y evidenciar que equipos generan paradas y ocasionando acumulación de envases llenos, que posteriormente se recuperan.

El estudio se realizó durante 5 días en horarios de 8 horas y dando como resultado un total de 504 minutos, se evidenció que las paradas por recuperación ocurren en las 4 líneas de producción, por lo que el equipo de trabajo decidió mejorarlo de manera integral. La descripción de cada actividad está detallada en la tabla VII.

TABLA VII  
ESTUDIO DE LINEA

Línea	Proceso	Equipo	Min	Descripción de paradas
T3 → T6	Empacado	Horno de empaque	253	Atraco de envases
T3 → T6	Empacado	Etiquetadora	92	Atraco de envases
T3 → T6	Esterilizado	Esterilizador	46	Envases abollados
T6	Empacado	Embaladora	36	Cajas rotas
T4 + T5	Empacado	Engomadora	32	Mal sellado de cajas
T3	Empacado	Paletizador automático	20	Desincronización del robot
T5	Empacado	Armador de cajas	19	Acumulación de envases
T4	Empacado	Codificador	7	Mal codificado

#### Acumulación de producto lácteo:

Como se muestra en la tabla VII, la acumulación se da en distintos equipos, una vez que paran, los envases llenos van a una maquina acumuladora, como se muestra en la figura 8 que evitan que se atoren los envases, por ser un proceso continuo. Los envases se acumulan en la faja del horno, hasta que el sensor de la etiquetadora envía la señal (transcurre un tiempo de 12 seg.) y empieza a recuperar.

Mientras los tiempos de paradas por recuperación de producto, habrá paradas para enviar nuevamente esos productos por la etiquetadora y siga su flujo regular.

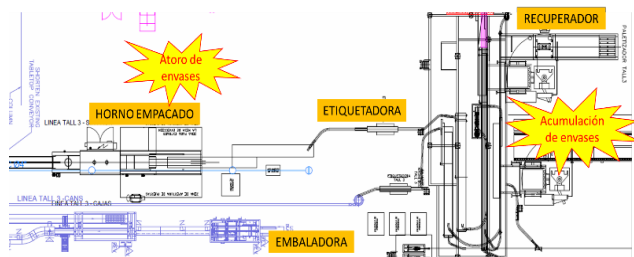


Fig. 8 Work Flow del atoro de envases y acumulación.

#### 2) Optimizar la capacidad en Planta "B"

Según la figura 4, La demanda de "B" excederá la capacidad instalada en el periodo 5, por lo tanto, la administración de operaciones indicó que el 10.5 % de la demanda sea atendida en el periodo 4 y con ello oxigena la capacidad en ambos periodos, como se muestra en la tabla VIII. Para ello debemos aplicar la planeación agregada nivelada, este excedente se debe programar uniformemente en los meses que se producirá para no afectar la demanda establecida.

Para ello debemos validar con planificación de demanda para que los pedidos se puedan atender antes de lo programado y una vez validado, se debe colocar los pedidos en el plan maestro y actualizarlo, posteriormente se realice la explosión de materiales, para la gestión con el proveedor y cumpliendo con las especificaciones requeridas por la organización.

Los inventarios que se generen serán controlados y distribuidos según el plan de demanda. Los ratios de productividad, como cantidad de cajas por operador, turnos, horarios y refrigerios ya está establecido porque las especificaciones del producto en la planta están definidas, y desplegar los recursos de manera constante.

TABLA VIII  
NIVELACIÓN DE DEMANDA

Año	4	5
Capacidad (cajas x 50 unid)	4,491,115	4,491,115
Demanda (cajas x 50 unid)	4,328,659	4,262,239
Utilización %	96.4%	94.9%

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Vemos que la investigación busca optimizar los recursos, desde la planeación alineado a las proyecciones de demanda, soportado en las operaciones con el ciclo de Deming, generando estándar de proceso, disponibilidad y flexibilidad.

Una serie de mejoras realizadas a través de las herramientas de análisis de causa raíz y soluciones, es factible incrementar la capacidad instalada en planta "A" desde 12'758,185 a 13'151,081 cajas, esto aplicando la metodología Kaizen, obteniendo reducciones considerables de tiempos de paradas hasta en un 55,76% por recuperación de producto lácteo en acumuladores.

La estrategia de la empresa fue implementar el Kaizen mientras se va gestionando la adquisición del equipo crítico en la elaboración del producto lácteo, con el apoyo de mantenimiento se validaron las características técnico mecánico, la implementación demoró un mes, con mejor eficiencia por el incremento de velocidad (430 a 460 envases por minuto), ganando en capacidad instalada y por lo tanto el segundo incremento de capacidad pasó a 13'370,386 cajas, como se muestra en la figura 9 y con esto se evita llevar la producción hacia la otra planta, reduciendo gastos operativos.

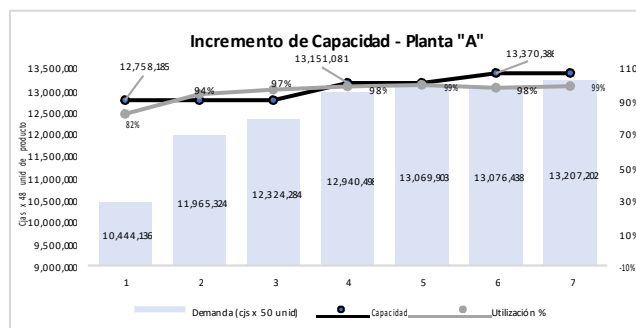


Fig. 9 Incremento de capacidad en planta "A".

En la gráfica de la figura 10, se observan la reducción de paradas por recuperación de envases en las 4 líneas, en los primeros 6 meses (antes de la mejora) se tenía en promedio 86 horas de paradas por periodo, con la propuesta se redujeron a 38 horas. La línea naranja se muestra la producción, manteniéndose en promedio y la línea roja es la meta establecida por el equipo multidisciplinario.



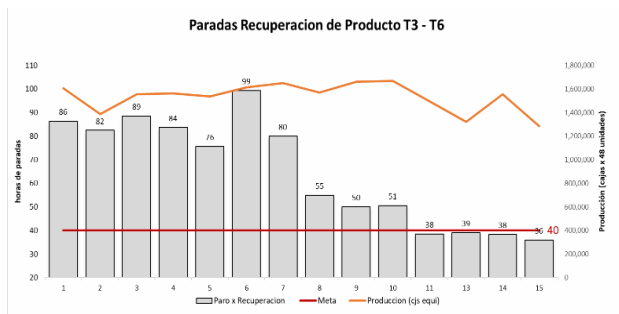


Fig. 10 Reducción de paradas por recuperación de envases

Una herramienta que nos ayudó a trazar la meta y línea base es el gráfico puente como se muestra en la figura 11, donde se desglosa las contramedidas realizadas y su impacto en la eficiencia en las líneas y por consecuencia incrementar la capacidad instalada. Donde se realizaron 5 acciones de mejora.

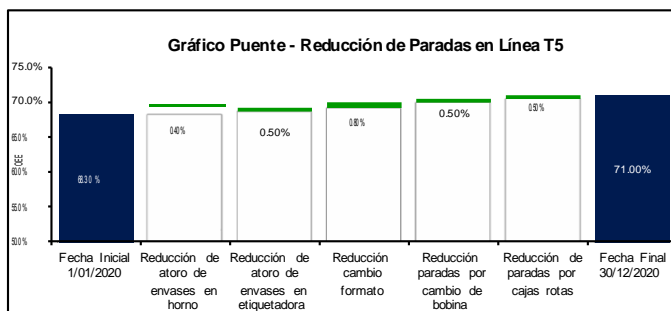


Fig. 11 Incremento del OEE de manera gráfica.

En la tabla IX presentamos las estrategias de la empresa para incrementar la capacidad de la planta “A”, se toma como referencia la demanda en el periodo 5 y la utilización de 102%, luego se implementó el Kaizen, ya que sólo el cambio tecnológico no presenta gran impacto, pero si al término de reducir las paradas.

TABLA IX  
INCREMENTO DE CAPACIDAD POR ESCENARIO

Escenario	Capacidad	Demanda	Utilización
Actual	12,758,185	13,069,903	102.4%
Cambio tecnológico	12,898,829	13,069,903	101.3%
Método Kaizen	13,151,081	13,069,903	99.4%
Cambio tecnológico + Kaizen	13,370,386	13,069,903	97.8%

## V.CONCLUSIONES

La planeación de capacidad 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.

Se establecieron 5 escenarios en planes alternativos, utilizada como objeto de estudio, analizando los niveles de eficiencia y disponibilidad en lo cual nos dio un panorama sistémico a niveles estratégico, táctico y operacional para tomar

decisiones y evitar que la planta “A” se quede sin capacidad, y planta “B” sea absorbida.

Se definió a la línea T5 debía mejorar su equipo crítico de esterilizado, presentando mayores oportunidades de administrar su capacidad instalada

Se implementaron propuestas de mejora a los problemas más relevantes que se presentaron en la investigación; atoro de envases en el horno, en la etiquetadora, cambio de formato, cambio de bobina y paradas por cajas rotas; con esto se evita que los envases generen paradas y exista acumulación y cada uno fue ponderado con impacto en el OEE llegando a incrementar de 68.3% a 71%.

En planta “B” aplicó la planeación agregada nivelada para evitar dejar de atender la demanda cuando exceda su capacidad instalada y evitar que ese excedente vaya a otra planta a ser atendida. Así también el inicio de la metodología Kaizen, para esta planta se hará un despliegue táctico, mediante capacitaciones. Planta “A” ya tiene avanzado el tema de la metodología.

es generar una cultura de cambio, sumar en ideas de mejora y reducir las paradas no programadas o averías. Dando disponibilidad a la línea.

Se dio Feedback al equipo de mantenimiento, al momento de adquirir el equipo crítico para la T5, solicitar las nuevas características que debe contar y generar un estándar de funcionamiento del equipo.

Los resultados obtenidos respaldan lo realizado en esta investigación, mediante la implementación del kaizen se dan pequeños pasos para incrementar la disponibilidad de las líneas.

## RECOMENDACIONES

Diseñar un método para medir la capacidad, ayuda a gestionar nuestros recursos de manera previa y estar preparados cuando la demanda se incremente

Realizar actualización de los archivos de capacidad de manera frecuente y actualizando las variables, evitando falta de capacidad en el tiempo.

Utilizar la planeación agregada nivelada, ayudó a distribuir la demanda en periodos donde puedan ser atendidos, se generan inventarios, pero asegurando la rotación y se puedan despachar y optimizar los recursos de manera sostenible. En el estudio se utilizó para evitar trasladar lo faltante hacia otra planta.

Difundir la mejora continua o Kaizen bajo un sistema de cambio en la organización para que los trabajadores puedan reducir las averías que existen en las líneas y que esto impacte en la eficiencia y la productividad.

## REFERENCIAS

- [1] Chopra, S. y Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación, 3er edición, México: Pearson Educación.
- [2] Domínguez, J., García, S., Ruiz, A., y Álvarez J. (2003). Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y servicios. Mc Graw Hill.
- [3] Heizer, J. (2014). Principios de administración de operaciones. Novena edición. México D.F.: Pearson Educación. pp. 297-315.
- [4] Hill, Ch., Jones, G. y Schilling, M. (2015). Administración estratégica: teoría y casos. Un enfoque integral, 11ª. Edición.
- [5] Lovelock, Ch. (2015). Administración de servicios: estrategia de marketing, operaciones y recursos humanos, México: Pearson Educación.
- [6] D'Alessio, F. (2017). Liderazgo y atributos gerenciales. Una visión global y estratégica. Pearson. pp. 309-332.
- [7] Krajewski, L. (2013). Administración de operaciones, procesos y cadena de suministro. Pearson Educación. pp. 202 – 209.
- [8] Schroeder, R. (2005). Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. Mc Graw Hill.
- [9] Chase, R. Jacobs, F. and Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministro. Mc Graw Hill.
- [10] Heizer, J. (2009). Principios de administración de operaciones. Octava edición. México D.F.: Pearson Educación.
- [11] Juanes, B. El concepto de OEE y sus componentes (I). Lean Sigma, N° 51, septiembre 2005.
- [12] Ruvalcaba, J. (2015). Metodología para la determinación de a capacidad instalada caso de estudio: Productos químicos de limpieza. Tesis (Maestría en ciencia y tecnología en ingeniería industrial). México: Corporación Mexicana de investigación en Materiales S.A.
- [13] D'Alessio, F. (2017). Administración de las operaciones productivas. Conceptos, casos y ejercicios razonados. Pearson. pp. 303-325 and 331-373.
- [14] Suzuki, K. (1987). Competitividad en fabricación. Técnicas para la mejora continua. Fundación CONFEMET AL. pp. 123 – 131.